



## **DBFZ Report Nr. 10**

# **Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor)**

**- Endbericht -**

**Cornelia Viehmann, Tanja Westerkamp, Andre Schwenker,  
Marian Schenker, Daniela Thrän, Volker Lenz, Marcel Ebert (IE)**

**Zuwendungsgeber:** **Umweltbundesamt**  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel.: +49-340-2103-2130  
Fax: +49-340-2103-2130  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

**Zuwendungsnehmer:** **DBFZ Deutsches BiomasseForschungsZentrum  
gemeinnützige GmbH (DBFZ)**  
Torgauer Straße 116  
04347 Leipzig  
Tel.: +49-341-2434-112  
Fax: +49-340-2103-133  
E-Mail: [info@dbfz.de](mailto:info@dbfz.de)  
Internet: [www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)

**Leipziger Institut für Energie GmbH (IE)**  
Lessingstraße 2  
04109 Leipzig  
Tel.: +49-341-2247-6212  
Fax: +49-341-2247-6210  
E-Mail: [mail@ie-leipzig.com](mailto:mail@ie-leipzig.com)  
Internet: [www.ie-leipzig.com](http://www.ie-leipzig.com)

**Erstelldatum:** **31.03.2011**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Analyse und Aufbereitung des aktuellen Wissensstandes</b> .....	<b>3</b>
2.1 Methodischer Ansatz in den Literaturquellen .....	4
2.1.1 Datenerhebung.....	4
2.1.2 Hochrechnung .....	6
2.2 Ergebnisse in den Literaturquellen.....	7
2.3 Zusammenfassende Bewertung.....	11
2.3.1 Bewertung der Methoden der Datenerhebung.....	11
2.3.2 Bewertung der Methoden der Hochrechnung.....	12
2.3.3 Bewertung der Ergebnisse.....	13
2.3.4 Fazit im Kontext des Vorhabens .....	15
<b>3 GHD-Sektor</b> .....	<b>17</b>
3.1 Sektoralstruktur des Endenergieverbrauches in der Energiebilanz .....	17
3.2 Statistische Nomenklatur der Wirtschaftstätigen .....	19
3.3 Strukturierung des GHD-Sektors in Subsektoren.....	23
<b>4 Methodik</b> .....	<b>27</b>
4.1 Methodik – Identifikation der relevanten Branchen.....	27
4.2 Methodik – Charakterisierung der relevanten Branchen.....	29
4.3 Methodik Hochrechnung – Variante 1 .....	31
4.4 Methodik Hochrechnung – Variante 2 .....	33
<b>5 Sektorunspezifische Datengrundlagen</b> .....	<b>35</b>
5.1 Unternehmensregister.....	35
5.2 Daten der Emissionsüberwachung durch die Schornsteinfeger.....	36
5.3 Förderdaten im Rahmen des Marktanzreizprogramms (MAP).....	41
5.4 Anlagendatenbank/ Anlagenliste.....	44
<b>6 Identifikation relevanter Branchen</b> .....	<b>46</b>
6.1 Relevante Branchen.....	46
6.2 Potenziell relevante Branchen .....	47
6.3 Nicht relevante Branchen .....	51

<b>7</b>	<b>Abschnitt A – Landwirtschaft/ Gartenbau .....</b>	<b>55</b>
7.1	Charakterisierung der Branche Landwirtschaft/ Gartenbaus.....	55
7.2	Ermittlung der relevanten Bereiche der Branche Landwirtschaft/ Gartenbau.....	60
7.3	Schweinehaltung .....	61
7.4	Blumen/ Zierpflanzen.....	66
7.5	Gemüseanbau .....	70
7.6	Hochrechnungsergebnisse der Branche Landwirtschaft/ Gartenbau.....	73
<b>8</b>	<b>Abschnitt C - Holzgewerbe.....</b>	<b>77</b>
8.1	Charakterisierung des Holzgewerbes .....	77
8.2	Ermittlung der relevanten Bereiche des Holzgewerbes.....	82
8.3	Charakterisierung – Sägewerke .....	83
8.4	Charakterisierung – Herstellung von Holzwerkstoffen .....	86
8.5	Charakterisierung – Herstellung von Holz für den Baubereich.....	89
8.6	Charakterisierung – Herstellung von Verpackungsmitteln aus Holz .....	91
8.7	Charakterisierung – Herstellung sonstiger Holzwaren.....	93
8.8	Charakterisierung – Herstellung von Möbeln .....	94
8.9	Hochrechnungsergebnisse des Holzgewerbes.....	96
<b>9</b>	<b>Abschnitt I – Gastgewerbe.....</b>	<b>100</b>
9.1	Charakterisierung des Gastgewerbes.....	100
9.2	Ermittlung der relevanten Bereiche des Gastgewerbes .....	102
9.3	Hotels, Gasthöfe, Pensionen.....	102
9.4	Restaurants, Gaststätten, Imbiss, Cafes, Eissalons und Ähnliches.....	108
9.5	Hochrechnungsergebnisse des Gastgewerbes .....	111
<b>10</b>	<b>Abschnitt O – Öffentliche Verwaltung .....</b>	<b>114</b>
10.1	Charakterisierung der Öffentlichen Verwaltung .....	114
10.2	Ermittlung der relevanten Bereiche der Öffentlichen Verwaltung.....	116
10.3	Charakterisierung – Ebene der Bundesländer .....	116
10.4	Charakterisierung – Ebene der Landkreise bzw. kreisfreien Städte.....	121
10.5	Hochrechnungsergebnisse der Öffentlichen Verwaltung.....	124
<b>11</b>	<b>Abschnitt P – Erziehung/ Unterricht.....</b>	<b>127</b>
11.1	Charakterisierung der Branche Erziehung/ Unterricht .....	127
11.2	Ermittlung relevanter Bereiche der Branche Erziehung/ Unterricht .....	129
11.3	Kindergärten und Vorschulen.....	130
11.4	Schulen .....	133
11.5	Hochrechnungsergebnisse der Branche Erziehung/ Unterricht.....	142

<b>Verzeichnisse</b>	<b>Endbericht</b>
<b>12 Ergebnisse und Validierung .....</b>	<b>147</b>
12.1 Zusammenfassung der Branchen.....	147
12.2 Einordnung der Ergebnisse .....	150
12.3 Bewertung der Eingangsdaten .....	156
<b>13 Zusammenfassung.....</b>	<b>159</b>
<b>14 Forschungs- und Wissensbedarf .....</b>	<b>161</b>
<b>Literatur- und Referenzverzeichnis.....</b>	<b>XVI</b>

**Abkürzungsverzeichnis**

A	Aktivitätsgrößen
AI/II	Altholz der Klassen I und II
A <sub>G</sub>	gesuchte Größe
A <sub>s</sub>	Anteil der gesuchten Größe innerhalb der Stichprobe
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
a.n.g.	anderweitig nicht genannt
ASUE	Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
Atro	absolut trocken
B	Anteil biogener Festbrennstoffe
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BA	Bundesanstalt für Arbeit
BGF	Bruttogrundfläche
BEA	Berliner Energieagentur
BfF	Bundesamt für Finanzen
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImA	Bundesanstalt für Immobilienaufgaben
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnungen
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BS	Brennstoff
bspw.	beispielsweise
BTU	Brandenburgische Technische Universität Cottbus
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
C.A.R.M.E.N.e.V	Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungsnetzwerk
CO	Kohlenstoffmonoxid
DBFZ	Deutsches BiomasseForschungsZentrum
DD	Dresden
DE	Deutschland
DEPV	Deutscher Energiepelletverband
DeHoGA	Deutscher Hotel- und Gaststättenverband

---

DHI	Deutsches Handwerksinstitut
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DStGB	Deutscher Städte- und Gemeindebund
E	Gesamtwärmeverbrauch
E <sub>B</sub>	Verbrauch biogener Festbrennstoffe
EA	Energieagentur
EAD	Bundesverband der Energie- und Klimaschutzagentur
EB	Messung bei Staubauswurf
EE	Erneuerbare Energien
EEB	Energie.Beratung.Balzarek
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EG	Europäische Gemeinschaft
ELM	Einheitliches Liegenschaftsmanagement
EU	Europäische Union
e.V.	eingetragener Verein
EW	Einwohner
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FH	Fachhochschule
FKT	Fachvereinigung Krankenhaustechnik
FNR	Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe
G	Gesamtheit
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
GFZ	Deutsches GeoForschungsZentrum
gGmbH	gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GHD	Gewerbe Handel Dienstleistung
GN	Gärtnerische Nutzfläche
HAWK	Hochschule für Angewandte Wissenschaft und Kunst
HDF	Hochdichte Faserplatte
HE	Hessen
Herst.	Herstellung
HH	Haushalte
HKH	Fachverband Holz und Kunststoff
HKI	Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V.

---

HMUELV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Hrsg.	Herausgeber
IEA	International Energy Agency
IER	Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung
IfM	Institut für Mittelstandsforschung
IHA	Hotelverband Deutschland
IVD	Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen an der Universität Stuttgart
IND	Industrie
ISI	Fraunhofer- Institut für System- und Innovationsforschung
ISIC	International Standard Classification of All Economic Activities
ITW	Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik
JVA	Justizvollzugsanstalt
k.A.	keine Angaben
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeug
KGSt	Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement
KiB	Kindertagesstätten- und Beratungs-Verband
KTK	Verband Katholischer Tageseinrichtungen für Kinder
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LBB	Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung
LF	Landwirtschaftliche Fläche
LIV	Landesinnungsverbände des Schornsteinfegerhandwerks
LLH	Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
LPH	Landschaftspflegeholz
Lutro	lufttrocken
LWK	Landwirtschaftskammer
MAP	Marktanreizprogramm
MBV	Ministerium für Bau und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
MDF	Mitteldichte Holzfaserplatte
MF	Mittelfranken



---

MUFV	Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz
MW	Mittelwert
NACE	Nomenclature statistique des activites economiques dans la
neg.	negativ
NI	Niedersachsen
Nr.	Nummer
NRW	Nordrhein-Westfalen
NWL	Nennwärmeleistung
OFD	Oberfinanzdirektion
o.g.	oben genannt
OSB	Oriented Strand Fibre Board
PE	Pellets
RP	Rheinland-Pfalz
S	Stichprobe
SAENA	Sächsische Energieagentur
SBN	Staatliches Baumanagement Niedersachsen
SH	Schleswig-Holstein
SIB	Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement
SILB	Sondervermögen des Landes Berlin
SL	Saarland
SMUL	Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft
SN	Sachsen
SRH	Sägerestholz
StaABW	Standardabweichung
StatRegG	Statistikregistergesetz
StBA	Statistisches Bundesamt
StLA	Statistischen Landesämter
Str	Stroh
SV-pflichtig	Sozialversicherungspflichtig
TFZ	Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe
th	thermisch
THUELIMA	Thüringer Liegenschaftsmanagement
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

TSB	Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung
TU	Technische Universität
UBA	Umweltbundesamt
UH	Universität Hamburg
ÜN	Übernachtung
VBN	Vollbenutzungsstunden
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VLWK	Verband der Landwirtschaftskammern
VR	Verkaufsräume
WRH	Waldrestholz
WZ	Wirtschaftszweigklassifikation
z.T.	zum Teil
ZDB	Zentralverband des deutschen Baugewerbes
ZIV	Bundesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerkes
ZSW	Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
ZVG	Zentralverband Gartenbau
1.BImSchV	1.Bundesimmissionsschutzverordnung
3N	Niedersachsens Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1	Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die in den Studien ausgewiesenen Branchen (eigene Darstellung basierend auf [IVD 2000], [UH 2007], [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009]).....	10
Abbildung 2-2	Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die in den Studien ausgewiesenen Brennstoffarten (eigene Darstellung basierend auf [IVD 2000], [IVD 2008], [UH 2007]).....	11
Abbildung 3-1	Endenergiesektoren in der deutschen Energiebilanz (IE basierend auf [AGEB 2008], [SCHWARZE 2002] und [VDEW 2002]).....	17
Abbildung 3-2	Endenergiesektoren in der europäischen und internationalen Energiebilanz (IE basierend auf [AGEB 2008], [Schwarze 2002], [VDEW 2002], [IEA 2008], [EUROSTAT 2008]) .....	18
Abbildung 3-3	Endenergiesektoren in der europäischen und internationalen Energiebilanz (IE basierend auf [AGEB 2008], [Schwarze 2002], [VDEW 2002], [IEA 2008], [EUROSTAT 2008]) .....	19
Abbildung 3-4	Endenergiesektoren in der europäischen und internationalen Energiebilanz (IE basierend auf [AGEB 2008], [Schwarze 2002], [VDEW 2002], [IEA 2008], [EUROSTAT 2008]) .....	19
Abbildung 3-5	Subsektoren des GHD-Sektors [IE Leipzig 2007, überarbeitet].....	24
Abbildung 4-1	Kriterien zur Abschätzung des Brennstoffeinsatzes aus biogenen Festbrennstoffen der verschiedenen Branchen (eigene Darstellung).....	27
Abbildung 4-2	Überblick über die verwendeten Quellen zur Einschätzung der volkswirtschaftlichen Bedeutung (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a], [StBA 2008a], [StBA 2009b], [StBA 2009c], [StBA 2010a], [StBA 2010b], [StBA 2010d], StBA 2010e) .....	30
Abbildung 4-3	Schematische Darstellung der Hochrechnung – Variante 1 (eigene Darstellung) .....	32
Abbildung 4-4	Schematische Darstellung der Hochrechnung – Variante 2 (eigene Darstellung) .....	34
Abbildung 5-1	Datendarstellung der Emissionsüberwachung durch die Schornsteinfeger (eigene Darstellung basierend auf [ZIV 2009] .....	36
Abbildung 5-2	Jährlicher und kumulierter Zubau handbeschickter Anlagen der 1.BImSchV für den Zeitraum 1995-2008 (eigene Darstellung basierend auf [ZIV 2009]) .....	37
Abbildung 5-3	Anlagenbestand der automatisch beschickten Anlagen der 1.BImSchV für den Zeitraum 1995 bis 2008 (eigene Darstellung basierend auf [ZIV 2009]).....	37
Abbildung 5-4	Verteilung der Brennstoffe und Leistungsklassen für den Anlagenbestand der automatisch beschickten Anlagen für die Jahre 2000 und 2008 (eigene Darstellung basierend auf [ZIV 2009]).....	38
Abbildung 5-5	Einschätzung des Einsatzes von biogenen Festbrennstoffen im GHD-Sektor (eigene Darstellung basierend auf [DBFZ 2010a]).....	39
Abbildung 5-6	Entwicklung des Anlagenbestandes und des Anteils der hand- (Brennstoff 6/7) sowie automatisch beschickten Anlagen (Brennstoff 5, 6/7) der Brennstoffe (eigene Darstellung basierend auf [ ZIV 2009]).....	40
Abbildung 5-7	Entwicklung des Anlagenbestandes und des Anteils der hand -(Brennstoff 6/7) sowie automatisch beschickten Anlagen (Brennstoff 5, 6/7) in Anhängigkeit der Leistungsklassen (eigene Darstellung basierend auf [ZIV, 2009]).....	40
Abbildung 5-8	Durch BAFA geförderte Anlagen entsprechend der Leistungsklassen und eingesetzten biogenen Festbrennstoffe im Zeitraum 1999 bis 2009 (eigene Darstellung basierend auf [BAFA 2010]) .....	42
Abbildung 5-9	Durch BAFA geförderte Anlagen entsprechend der Sektor- und Branchenzuordnung des Antragsstellers nach BAFA (links) und Biomasseatlas (rechts) .....	43

Abbildung 5-10	Durch KfW geförderten Anlagen zum Einsatz biogener Festbrennstoffe im Zeitraum 1999 bis 2009 (eigene Darstellung basierend auf [KfW 2010]) .....	43
Abbildung 5-11	Durch KfW geförderte Anlagen im Zeitraum 2004 bis 2008 entsprechend deren installierten Leistung (eigene Darstellung basierend auf [DLR/ITW/TFZ 2009], [ZSW/TFZ/SOLITES 2006], [ZSW 2007]) .....	44
Abbildung 6-1	Branchenübersicht – Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a]) .....	47
Abbildung 6-2	Anzahl der Betriebe und Beschäftigte in Abschnitt G (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a]) .....	48
Abbildung 6-3	Branchenübersicht – Gesundheits- und Sozialwesen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a]) .....	49
Abbildung 6-4	Anzahl der Betriebe und Beschäftigte im Abschnitt Q (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a]) .....	50
Abbildung 7-1	Gliederung des Abschnittes A (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a], [StBA 2007], [StBA, 2008a]).....	55
Abbildung 7-2	Arbeitskräfte in der Landwirtschaft (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008a]).....	57
Abbildung 7-3	Betriebsstruktur der Bereiche der Landwirtschaft (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008a]) .....	57
Abbildung 7-4	Betriebsstruktur der Bereiche der Landwirtschaft (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008a]) .....	57
Abbildung 7-5	Betriebsstruktur der Bereiche der Forstwirtschaft (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a]) .....	58
Abbildung 7-6	Betriebsstruktur der Bereiche des Gartenbaus (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a]) .....	58
Abbildung 7-7	Verteilung der Betriebe, die Freifläche, Gewächshäuser sowie Beides nutzen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a]) .....	59
Abbildung 7-8	Energieträger zu Beheizung der Gewächshäuser (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a]) .....	60
Abbildung 7-9	Einsatz der Energieträger zur Beheizung von Gewächshäusern (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a]).....	60
Abbildung 7-10	Einteilung der Schweinehaltungen in Betriebsgrößenklassen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008a]).....	61
Abbildung 7-11	Verteilung der Betriebe entsprechend der Größe der Unterglasfläche – Blumen/ Zierpflanzen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a]) .....	67
Abbildung 7-12	Flächenspezifischer Wärmebedarf entsprechend Kulturführung und Betriebsfläche – Anbau von Blumen/ Zierpflanzen (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006]) .....	68
Abbildung 7-13	Installierte Leistung entsprechend Kulturführung und Betriebsfläche – Anbau von Blumen/Zierpflanzen (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006]) .....	69
Abbildung 7-14	Verteilung der Betriebe entsprechend der Größe der Unterglasfläche (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a]).....	71
Abbildung 7-15	Flächenspezifischer Wärmebedarf entsprechend Kulturführung und Betriebsfläche – Anbau von Gemüse (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006]) .....	72
Abbildung 7-16	Installierte Leistung entsprechend Kulturführung und Betriebsfläche – Anbau von Gemüse (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006]) .....	72
Abbildung 7-17	Einsatz biogener Festbrennstoffe in der Schweinehaltung (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006]) .....	74

Abbildung 7-18	Verteilung der biogenen Festbrennstoffe in der Schweinehaltung (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006]).....	75
Abbildung 7-19	Wärmeerzeugung im Abschnitt A (eigene Darstellung) .....	76
Abbildung 8-1	Struktur des Holzgewerbes und Gewerbebereiche mit Bezug zum Holz (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b]).....	78
Abbildung 8-2	Betriebsstruktur des Holzgewerbes und der holzassoziierten Branchen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b]).....	81
Abbildung 8-3	Einsatz biogener Festbrennstoffe im Holzgewerbe (eigene Darstellung).....	97
Abbildung 8-4	Verteilung der biogenen Festbrennstoffe im Holzgewerbe (eigene Darstellung) .....	98
Abbildung 8-5	Wärmeerzeugung im Abschnitt C (eigene Darstellung).....	99
Abbildung 9-1	Gliederung des Abschnittes Gastgewerbe (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b]).	100
Abbildung 9-2	Betriebsstruktur der Bereiche des Gastgewerbes (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a]) .....	101
Abbildung 9-3	Anzahl der Betten/ Betrieb bzw. Übernachtungen/Bett entsprechend Betriebstypen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010g]) .....	103
Abbildung 9-4	Anteil der biogene Festbrennstoffe nutzenden Hotels, Pensionen und Gasthöfe sowie die Schwankungsbreite und Mittelwert der erzeugten Wärme im Rahmen der DeHoGa-Umfrage (eigene Darstellung basierend auf [DEHOGA 2010b]) .....	106
Abbildung 9-5	Einsatz biogener Festbrennstoffe im Abschnitt I (eigene Darstellung).....	111
Abbildung 9-6	Verteilung der biogenen Festbrennstoffe im Beherbergungsgewerbe (eigene Darstellung) ..	112
Abbildung 9-7	Wärmeerzeugung im Abschnitt I (eigene Darstellung).....	113
Abbildung 10-1	Gliederung des Abschnittes Öffentliche Verwaltung (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b]) .....	114
Abbildung 10-2	Bedarfskennwerte typischer Gebäudetypen der Öffentlichen Verwaltung ( eigene Darstellung nach [AGES 2010]).....	116
Abbildung 10-3	Verteilung der unterschiedlichen Nutzungen bei den Landesliegenschaften (eigene Darstellung nach [FM BW 2009], [GMSH 2010], [HMUELV 2009], [LBB 2011], [MBV 2005], [SIB 2011], [SILB 2010]).....	117
Abbildung 10-4	Platzbedarf je Beschäftigter in der Öffentlichen Verwaltung (eigene Darstellung nach [FM BW 2009a], [GMSH 2010], [HMUELV 2009], [LBB 2011], [MBV 2005], [SIB 2011], [SILB 2010]).....	118
Abbildung 10-5	Anteil regenerativer Energieträger bzw. Biomasse in den Bundesländern (eigene Darstellung basierend auf [MBV 2005], [MUFV 2009], [MI BB 2006], [HMUELV 2009], [SILB 2010], [THUELIMA 2006], [OFD 2010a]) .....	119
Abbildung 10-6	Anwendungsorientierte Verteilung des Wärmebedarfs bei kommunalen Liegenschaften (eigene Darstellung basierend auf [Aachen 2004], [Birkenfeld], [Bonn 2009], [Coburg], [Dessau-Roßlau 2009] [Dortmund 2009], [Erlangen 2004], [Göttingen 2008], [Heidelberg 2009], [Heilbronn 2008], [Karlsruhe 2006 ], [Kaiserslautern 2005], [Kassel 2009], [KEA BW 2009], [Kempten 2008], [Köln], [Leverkusen 2009], [Magdeburg 2009], [Mainz 2007], [Ostholstein], [Warendorf 2008]) .....	121
Abbildung 10-7	Einwohnerspezifischer Platzbedarf an Verwaltungsgebäuden und Feuerwehren (eigene Darstellung basierend auf [Birkenfeld], [Erlangen 2004], [Heidelberg 2009], [Heilbronn 2008], [Karlsruhe 2006 ], [Kassel 2009], [KEA BW 2009], [Köln], [Leverkusen 2009], [Mainz 2007], [Ostholstein], [Stuttgart 2005]) .....	122
Abbildung 10-8	Anteil der biogenen Festbrennstoffe am Wärmeverbrauch der Landkreise bzw. kreisfreien Städten (eigene Darstellung basierend auf [Ahrweiler 2008], [Bonn 2009], [Calw 2010],	

	[Düsseldorf 2010], [Ingolstadt], [Kassel 2009], [Kempten 2008], [Nürnberg 2010], [Regensburg 2010], [Stuttgart 2005], [Wuppertal]) .....	124
Abbildung 10-9	Einsatz biogener Festbrennstoffe in Öffentlichen Verwaltung (eigene Darstellung).....	125
Abbildung 10-10	Wärmeerzeugung im Abschnitt O (eigene Darstellung).....	126
Abbildung 11-1	Gliederung des Abschnittes Erziehung und Unterricht (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b]) .....	127
Abbildung 11-2	Betriebsstruktur der Bereiche der Erziehung und Unterrichtes (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a]).....	128
Abbildung 11-3	Einteilung der Betriebe zur Kinderbetreuung entsprechend der Anzahl der Plätze (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2009b]) .....	129
Abbildung 11-4	Spannweiten und Mittelwerten verschiedener Schultypen .....	135
Abbildung 11-5	Spannweiten und Mittelwerte verschiedener Schultypen allgemeinbildender (weiterführenden) Schulen (eigene Darstellung basierend auf [StBA/StLA 2010a]).....	135
Abbildung 11-6	Spannweiten und Mittelwerten verschiedener Schultypen beruflichen Bildung (eigene Darstellung basierend auf [StBA/StLA 2010b]).....	135
Abbildung 11-7	Einsatz der Brennstoffe bei Beispielanlagen der alleinigen sowie anteiligen Versorgung von Schulen (eigene Darstellung basierend auf [UBA 2010]) .....	138
Abbildung 11-8	Einsatz biogener Festbrennstoffe im Abschnitt P (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006]).....	143
Abbildung 11-9	Verteilung der biogenen Festbrennstoffe im Abschnitt P (eigene Darstellung).....	145
Abbildung 11-10	Verteilung der biogenen Festbrennstoffe im Abschnitt P für die vier Bereiche (eigene Darstellung) .....	145
Abbildung 11-11	Wärmeerzeugung im Abschnitt P (eigene Darstellung) .....	146
Abbildung 12-1	Einsatz biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor in den als relevant identifizierten Branchen, Darstellung des Mittelwertes (eigene Darstellung).....	147
Abbildung 12-2	Spannweiten des hochgerechneten Brennstoffeinsatzes der relevanten Branchen (eigene Darstellung) .....	148
Abbildung 12-3	Relativer Fehler bei der Hochrechnung des Brennstoffeinsatzes (eigene Darstellung) .....	148
Abbildung 12-4	Anteil des Einsatzes der drei biogenen Brennstoffarten (eigene Darstellung).....	149
Abbildung 12-5	Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen als auch regenerativen sowie fossilen Brennstoffen der hochgerechneten Branchen (eigene Darstellung) .....	150
Abbildung 12-6	Vergleich des Hochrechnungsergebnisses mit Literaturwerten – Abschnitt A - Landwirtschaft und Gartenbau (eigene Darstellung beruhend auf [IVD 2000], [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009]) .....	151
Abbildung 12-7	Vergleich des Hochrechnungsergebnisses mit Literaturwerten – Abschnitt I - Gastgewerbe (eigene Darstellung beruhend auf [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009]).....	152
Abbildung 12-8	Vergleich des Hochrechnungsergebnisses mit Literaturwerten – Abschnitt P – Erziehung und Unterricht (eigene Darstellung beruhend auf [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009]).	154
Abbildung 12-9	Vergleich des Hochrechnungsergebnisses mit Literaturwerten (eigene Darstellung beruhend auf [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009]) .....	155
Abbildung 13-1	Einsatz biogener Festbrennstoffe der relevanten Branchen (eigene Darstellung) .....	160
Abbildung 14-1	Pyramide der Energiebedarfsindikatoren und Ebenen der Datenerhebung [IE Leipzig 2007] .....	162

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1	Übersicht zu den analysierten Studien .....	3
Tabelle 2-2	Methoden der Datenerhebung in den analysierten Studien .....	4
Tabelle 2-3	Aktivitätsgrößen für die Hochrechnung in den analysierten Studien .....	6
Tabelle 2-4	Generierte Ergebnisse in den analysierten Studien .....	8
Tabelle 2-5	Detaillierungsgrad der Ergebnisse in den analysierten Studien .....	9
Tabelle 3-1	Gliederung und Codierung der Wirtschaftszweigklassifikation 2008 [StBA 2007].....	20
Tabelle 3-2	Dem GHD-Sektor zugewiesene Abteilungen der WZ 2008 und Zugehörigkeit der Abteilungen zu den Endenergiesektoren auf europäischer und internationaler Ebene [IE Leipzig 2003, aktualisiert] .....	21
Tabelle 3-3	WZ-Abteilungen der Subsektoren des GHD-Sektors-Teil 1 [IE Leipzig 2003, aktualisiert] ...	25
Tabelle 3-4	WZ-Abteilungen der Subsektoren des GHD-Sektors -Teil 2 [IE Leipzig 2003, aktualisiert] ..	26
Tabelle 6-1	Übersicht der Kriterien für relevante Branchen .....	46
Tabelle 6-2	Übersicht der als nicht relevant identifizierten Abschnitte der WZ .....	51
Tabelle 6-3	Übersicht der Kriterien für die nicht relevanten Branchen .....	51
Tabelle 6-4	2-Steller des verarbeitenden Gewerbes, die als nicht relevant eingestuft wurden (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b]) .....	52
Tabelle 6-5	2-Steller des Baugewerbes (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b]).....	53
Tabelle 7-1	Volkswirtschaftliche Bedeutung des Abschnittes A (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a], [StBA 2008a], StBA 2010b)) .....	56
Tabelle 7-2	Einteilung der Schweine zu den Tierkategorien [StBA 2008a].....	62
Tabelle 7-3	Übersicht zum spezifischen Wärmebedarf in der Schweinehaltung .....	62
Tabelle 7-4	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Ferkel .....	65
Tabelle 7-5	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Zuchtschweine.....	66
Tabelle 7-6	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Mast- und Jungschweine, Zuchteber .....	66
Tabelle 7-7	Einteilung der Gewächshäuser nach Kulturführung im Bereich Blumen/ Zierpflanzen (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006]).....	67
Tabelle 7-8	Übersicht zu Angaben des spezifischen Wärmebedarfs – Blumen/ Zierpflanzen .....	68
Tabelle 7-9	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung der Blumen/ Zierpflanzen .....	70
Tabelle 7-10	Einteilung der Gewächshäuser nach der Kulturführung – Anbau von Gemüse (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006]) .....	71
Tabelle 7-11	Übersicht zu Angaben des spezifischen Wärmebedarfs .....	71
Tabelle 7-12	Eingangsdaten für die Hochrechnung des Gemüseanbau .....	73
Tabelle 7-13	Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoffe in Landwirtschaft/ Gartenbau .....	74
Tabelle 8-1	Volkswirtschaftliche Bedeutung des Holzgewerbes und der Gewerbebereiche mit Bezug zum Holz (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b]) .....	79
Tabelle 8-2	Übersicht zu den Angaben des spezifischen Wärmebedarfs - Sägewerken .....	85
Tabelle 8-3	Eingangsdatenblatt der Hochrechnung - Sägewerke .....	86
Tabelle 8-4	Übersicht zu den Angaben des spezifischen Wärmebedarfs in Betrieben zur Herstellung von Holzwerkstoffen.....	87
Tabelle 8-5	Übersicht zu den Angaben des spezifischen Restholzanfalls .....	88
Tabelle 8-6	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Herstellung von Holzwerkstoffen .....	89
Tabelle 8-7	Übersicht zu den Angaben des spezifischen Wärmebedarfs in Tischlereibetrieben sowie dem Holzgewerbe allgemein .....	90
Tabelle 8-8	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Herstellung von Holz für den Baubereich.....	91
Tabelle 8-9	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Herstellung von Verpackungsmitteln aus Holz ..	93

Tabelle 8-10	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung - Herstellung von sonstigen Holzwaren .....	94
Tabelle 8-11	Übersicht zu den Angaben des spezifischen Wärmebedarfs in der Möbelbranche .....	95
Tabelle 8-12	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung - Herstellung von Möbeln .....	96
Tabelle 8-13	Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoffe im Holzgewerbe .....	97
Tabelle 9-1	Volkswirtschaftliche Bedeutung der Bereiche des Abschnittes I (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a]).....	100
Tabelle 9-2	Anzahl der Betriebe, Betten, Übernachtungen im Beherbergungsgewerbe (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010g]) .....	102
Tabelle 9-3	Übersicht zum Endenergieverbrauch im Beherbergungsgewerbe .....	103
Tabelle 9-4	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Beherbergungsgewerbe .....	108
Tabelle 9-5	Spezifischer Wärmebedarf im Gastgewerbe.....	109
Tabelle 9-6	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Gastronomie.....	111
Tabelle 9-7	Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoff im Gastgewerbe .....	112
Tabelle 10-1	Beschäftigte im Abschnitt der Öffentlichen Verwaltung [StBA 2009c] .....	115
Tabelle 10-2	Spezifischer Wärmebedarf von Landesliegenschaften.....	118
Tabelle 10-3	Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Öffentliche Verwaltung, Landesebene .....	121
Tabelle 10-4	Spezifischer Wärmebedarf von kommunalen Liegenschaften .....	123
Tabelle 10-5	Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoffe in Öffentlichen Verwaltung .....	125
Tabelle 11-1	Volkswirtschaftliche Bedeutung der Bereiche der Erziehung und des Unterrichtes (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2009b], [StBA 2009d], [StBA 2010a]).....	128
Tabelle 11-2	Anzahl der Betriebe und Kinder im Bereich Kindertagesstätten und Vorschulen .....	130
Tabelle 11-3	Übersicht zum spezifischen Wärmebedarf – Kindertagesstätten und Vorschulen .....	131
Tabelle 11-4	Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Kinderkrippen und Kindergärten .....	133
Tabelle 11-5	Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Schulkindergärten, Vorschulen.....	133
Tabelle 11-6	Anzahl der Schulen und Schüler im Bereich der allgemein- und berufsbildenden Schulen ..	134
Tabelle 11-7	Übersicht zum spezifischen Wärmebedarf allgemeinbildender Schule .....	136
Tabelle 11-8	Übersicht zum spezifischen Wärmebedarf in Kindertagesstätten und Vorschulen .....	137
Tabelle 11-9	Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Grundschulen, Schulartunabhängige Orientierungsstufe .....	139
Tabelle 11-10	Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Haupt- und Realschulen sowie Gesamtschulen, Schularten mit mehrerer Bildungswege .....	140
Tabelle 11-11	Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Gymnasien.....	140
Tabelle 11-12	Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Freie Waldorfschulen .....	141
Tabelle 11-13	Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Förderschulen.....	141
Tabelle 11-14	Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Teilzeit-Berufsschulen.....	142
Tabelle 11-15	Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Berufsschulen (ohne Teilzeit-Berufsschulen) .....	142
Tabelle 11-16	Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoffe in Erziehung/ Unterricht.....	144



## 1 Einleitung

Die Politik hat sich sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene ambitionierte Ziele zum Ausbau erneuerbarer Energien und zur Minderung der Treibhausgasemissionen gesetzt. Im Nationalen Aktionsplan für Erneuerbare Energien der Bundesrepublik Deutschland sind diese Ziele bis zum Jahr 2020 definiert. Der Anteil erneuerbarer Energien bei der Bereitstellung von Wärme und Kälte soll demnach von 6,6 % auf 15,5 % des Bruttoendenergieverbrauches steigen. Entsprechend der zunehmenden Bedeutung der solarthermischen, oberflächennahen und geothermischen Wärme wird der relative Anteil der Biomasse abnehmen. Mit den im Nationalen Aktionsplan aufgeführten 79 % leistet sie dennoch einen essentiellen Betrag im regenerativen Wärmemarkt [BMU 2010].

Für die Zielverfolgung und Überprüfung, der in diesem Zusammenhang initiierten Fördermaßnahmen und Maßnahmenpakete, ist eine regelmäßige und zeitnahe Berichterstattung über die Entwicklung der oben genannten Ziele zwingend erforderlich. Die vielfältigen und wachsenden Berichtspflichten, wie z. B. im Rahmen der EU-Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien, setzen jedoch fundierte Kenntnisse über den sektorspezifischen Energieverbrauch aus erneuerbaren Quellen voraus.

Während sich die Datenlage zum Einsatz biogener Festbrennstoffe in den Sektoren Haushalt und Industrie in den letzten Jahren deutlich verbessert hat, fehlen für den Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) weiterhin belastbare Zahlen. Vor diesem Hintergrund ist das Ziel der vorliegenden Studie, in enger Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt (UBA), die Ermittlung des Endenergieverbrauchs biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor in Deutschland für das Jahr 2008.

Die Grundlage bildet, neben der Erarbeitung des aktuellen Wissensstandes des Energie- und Wärmeverbrauchs, die Abgrenzung und Charakterisierung dieses Sektors sowie die Entwicklung eines Hochrechnungstools. Der Anspruch an dieses Tool ist seine Erweiterbarkeit sowie Fortschreibbarkeit. Daraus können branchenunspezifische und branchenspezifische Eingangsdaten abgeleitet werden, die für die Hochrechnung zu erheben sind. Während in der Energiebilanzierung der fossilen Energieträger der GHD-Sektor per Restdefinition ermittelt wird, ist dies bei biogenen Festbrennstoffen nicht möglich, da die Summe des gesamten energetisch-verwerteten Holzes (und Stroh) nicht bekannt ist. Gründe hierfür sind, dass nur ein Anteil der Brennstoffe über den offiziellen Brennstoffhandel abgesetzt wird und gleichzeitig eine erhebliche Vielfalt an einsetzbaren biogenen Festbrennstoffen und deren Bezugsquelle besteht.

Aus diesem Grund wird in diesem Vorhaben der Bottom-Up Ansatz, d. h. die Betrachtung der einzelnen Branchen des GHD-Sektors, für die Hochrechnung gewählt. Der GHD-Sektor umfasst eine Vielzahl unterschiedlichster Branchen, die aus verschiedensten Gründen nicht alle für den Einsatz biogener Festbrennstoffe geeignet sind. Deshalb ist zunächst die Identifikation der für dieses Vorhaben relevanten Branchen notwendig. Neben der Gruppe der relevanten und nicht relevanten Branchen werden potenziell relevante Branchen ausgewiesen, die trotz derzeit geringen Einsatzes biogener Festbrennstoffe zukünftig an Bedeutung gewinnen können.

Die Eingangsdaten für die als relevant eingestuften Branchen werden im Rahmen einer Literaturrecherche und durch Multiplikatoreninterviews erhoben. Diese werden entsprechend aufbereitet und in das im Rahmen des Vorhabens zu entwickelnde Hochrechnungsverfahren eingepflegt. Für eine ganzheitliche Betrachtung des GHD-Sektors lässt das Hochrechnungsverfahren die Aufnahme bisher

---

als potenziell oder nicht relevant eingestuften Branchen zu. Abschließend werden in dieser Studie die erzielten Hochrechnungsergebnisse dargestellt und diskutiert.

## 2 Analyse und Aufbereitung des aktuellen Wissenstandes

In den vergangenen Jahren wurde die Thematik der Ermittlung des Brennstoffeinsatzes bzw. des Energieverbrauchs im GHD-Sektor von verschiedenen Institutionen bearbeitet. Tabelle 2-1 gibt einen Überblick der im Rahmen des Vorhabens ausgewerteten Studien in Hinblick auf den Einsatz biogener Festbrennstoffe.

Tabelle 2-1 Übersicht zu den analysierten Studien

Nr.	Titel	Autoren	Institution	Jahr
1	Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher	Pfeiffer, F.; Struschka, M.; Baumbach, G.	Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD), Universität Stuttgart	2000
2	Wärmegewinnung aus Biomasse	Merten, D.; Falkenberg, D.; Nill, M.; Kaltschmitt, M.	Leipziger Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)	2004
3	Standorte der Holzwirtschaft: Einsatz von Holz in Biomasse- und Holzfeuerungsanlagen	Mantau, U.; Weimar, H.	Zentrum für Holzwirtschaft, Universität Hamburg (UH)	2006
4	Die energetische Nutzung von Holz in kommunalen und gewerblichen Kleinanlagen	Musialczyk, C.; Mantau, U.	Zentrum für Holzwirtschaft, Universität Hamburg (UH)	2007
5	Feuerstättenzählung in Niedersachsen für regenerative Brennstoffe 2006	Zelinski, V.; Neff, A.; Tomschke, C.; Welmert, J.; Loewen, A.; Kopka, A.; Ihl, C.; Weihs, S.	Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst (HAWK); Landesinnungsverband (LIV) für das Schornsteinfegerhandwerk	2007
6	Feuerstättenzählung in Niedersachsen für holzbefeuerte Anlagen bis 1 MW <sub>th</sub>	Jakobs, U.	3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Wachsende Rohstoffe (3N)	2008
7	Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung	Struschka, M.; Kilgus, S.; Springmann, M.; Baumbach, G.	Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD), Universität Stuttgart	2008
8	Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungsleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006, Sondererhebung Nutzung Erneuerbare Energien	Schlomann, B.; Kleeberger, H.; Herzog, T.	Institut für System- und Innovationsforschung (ISI); Lehrstuhl für Energie- und Anwendungstechnik (IfE) TU München; Gesellschaft für Konsumforschung (GfK)	2008
9	Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungsleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006	Schlomann, B.; Kleeberger, H.; Herzog, T.	Institut für System- und Innovationsforschung (ISI); Lehrstuhl für Energie- und Anwendungstechnik (IfE) TU München; Gesellschaft für Konsumforschung (GfK)	2009

Nachfolgend werden die neun aufgeführten Studien hinsichtlich der angewandten Methoden der Datenerhebung und Hochrechnung sowie die erzielten Ergebnisse vergleichend gegenübergestellt und Schlussfolgerungen für dieses Vorhaben gezogen.

## 2.1 Methodischer Ansatz in den Literaturquellen

Für die Bearbeitung dieses Vorhabens sind bei der Auswertung der neun Studien die gewählten Methoden der Datenerhebung und der Hochrechnung von Interesse.

### 2.1.1 Datenerhebung

Grundlage für die Analyse und Bewertung des aktuellen Wissenstandes bildet die Analyse des methodischen Ansatzes der Datenerhebung in den in Tabelle 2-1 aufgeführten Studien. Die Analyse der Datenerhebung umfasst im Wesentlichen die Art der Datenbasis mit der Untersuchungsregion und die sektorale, wie auch branchenspezifische Abgrenzung. Eine Gegenüberstellung der Studien hinsichtlich der aufgeführten Parameter erfolgt in Tabelle 2-2.

Tabelle 2-2 Methoden der Datenerhebung in den analysierten Studien

Studie	Datenbasis		Untersuchungsregion	Einteilung nach	
	Literatur	Durchführung von Befragungen - Erhebungskollektiv		Sektoren	Bran-chen
IVD 2000	X	-		GHD, HH	ja
IE 2004	X	1.506 verwertbare Fragebögen (71%)	DE	GHD, HH	ja
UH 2006		481 Anlagen	DE	GHD, IND	ja
UH 2007	X	1.097 Antworten im kommunalen Bereich (22%) und 145 Antworten im gewerblichen Bereich (48%)	DE	GHD, IND	ja
HAWK/ LIV 2007		871 Bezirksschornsteinfeger	NI	-	nein
3N 2008		871 Bezirksschornsteinfeger	NI	-	nein
IVD 2008	X	3.160 verwertbare Fragebögen (Erhebung durch Schornsteinfeger)	BW, BY, NRW, SN	GHD, HH	ja
ISI/IfE/ GfK 2008		20.594 Breitenerhebung, 349 Tiefenerhebung	DE	GHD	ja
ISI/IfE/ GfK 2008		2.000 Breitenerhebung, 194 Tiefenerhebung	DE	GHD	ja

Die sektorale bzw. branchenspezifische Gliederung der Ergebnisse ist von wesentlicher Bedeutung, da die Aufgabenstellung des Vorhabens die Betrachtung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor ist. Ausschließlich mit dem GHD-Sektor befassen sich lediglich zwei der neun Studien. Beide Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] weisen im Vergleich mit 12 Branchen die detaillierteste Differenzierung mit auf.

In [UH 2007] wird zwischen kommunalen und gewerblichen Anlagen unterschieden, wobei der Begriff „gewerblich“ nicht näher definiert wird. Aufgrund der fehlenden Definition besteht die Gefahr, dass industrielle Betriebe (Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes >19 SV-pflichtig Beschäftigten) ggf. in dieser Kategorie berücksichtigt wurden. Ein ähnliches Bild zeichnet sich bei [UH 2006] ab. Abschneidegrenze in dieser Studie ist eine installierte Leistung von mindestens 1 MW<sub>th</sub>. Hierbei ist davon auszugehen, dass ein unbekannter Prozentsatz auch dem GHD-Sektor zuzuordnen ist. Ergänzend dazu umfassen die Studien [IVD 2000], [IE 2004] sowie [IVD 2008] sowohl den GHD-Sektor als auch die Haushalte, wobei die Ergebnisse für beide Sektoren getrennt ausgewiesen werden. Er-

gänzend dazu findet in [IVD 2000] und [IVD 2008] eine Differenzierung des GHD-Sektors in Landwirtschaft/ Gartenbau sowie Gewerbe statt.

Basierend darauf, dass es sich bei [HAWK/LIV 2007] und [3N 2008] um die Auswertung der Daten der Schornsteinfeger in Niedersachsen handelt, umfassen diese Studien nicht ausschließlich den GHD-Sektor sondern darüber hinaus auch Anlagen der Sektoren HH und IND des definierten Leistungsbereiches von  $<1 \text{ MW}_{\text{th}}$ . Abschätzungen bzgl. der Abgrenzung zu den verschiedenen Sektoren werden nicht vorgenommen.

Neben der sektoralen bzw.- branchenspezifischen Darstellung der Ergebnisse ist ebenso die Datenbasis von wesentlicher Bedeutung. Ausschließlich auf Literaturangaben, in denen zum Teil Befragungen ausgewertet wurden, beruht die Datenbasis von [IVD 2000]. In den übrigen acht der neun analysierten Studien bilden Befragungen die ausschließliche, oder zur Literatur ergänzende Datenbasis. Diese variieren nicht nur hinsichtlich der Untersuchungsregion und des Erhebungskollektivs, es können darüber hinaus auch drei Gruppen an Befragungen herausgearbeitet werden:

- Befragung des Schornsteinfegerhandwerks,
- Befragung von Arbeitsstätten sowie Städten und Gemeinden und Anlagenstandorten,
- Befragung des Kesselherstellungs- und Installationsgewerbes.

Eine Zusammenarbeit mit dem Schornsteinfegerhandwerk erfolgt in drei der neun Studien. Während in [HAWK/LIV 2007] und [3N 2008] alle 871 Bezirksschornsteinfeger in Niedersachsen befragt werden, umfasst die Befragung [IVD 2008] 3.160 Bezirksschornsteinfeger in Baden-Württemberg (BW), Bayern (BY) als auch Nordrhein-Westfalen (NRW) und Sachsen (SN). Dies entspricht ca.  $\frac{3}{4}$  der Bezirksschornsteinfeger der vier genannten Bundesländer.

Darüber hinaus wurden direkte Befragungen durchgeführt. Neben Arbeitsstätten ([UH 2007], [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009]) wurden auch Städte und Gemeinden [UH 2007] als auch Anlagenstandorte [UH 2006] befragt. Hierbei sind erhebliche Abweichungen hinsichtlich der Erhebungsdurchführung und -kollektiv zu verzeichnen. Sowohl in [UH 2006] als auch [UH 2007] wurden die entsprechenden Akteure angeschrieben. Die höchsten Rücklaufquote wurde mit 70 % in [UH 2006] erzielt, deutlich höher als im gewerblichen (48 %) sowie kommunalen [22 %) Bereich in [UH 2007]. Im Gegensatz dazu wurde in [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] die Datenerhebung in zwei Stufen durchgeführt. Ziel der Breitenerhebung war in [ISI/IfE/GfK 2008] die Erhebung energie-relevanter Daten für die Analyse der Grobstruktur des Energieverbrauchs. In der anschließenden Tieferhebung wurden Angaben zur installierten Leistung, Betriebsweise etc. erhoben. Dagegen war das Ziel der Breitenerhebung bei [ISI/IfE/GfK 2009] die Befragung zur Verwendung von erneuerbaren Energieträgern (u. a. biogene Festbrennstoffe). Detaillierte Informationen zum spezifischen Energieverbrauch wurden in den aufbauenden Tiefeninterviews ermittelt.

Mit der Befragung von Hersteller von Kesselanlagen und Vertretern des Installationsgewerbes wurde in [IE 2004] ein anderer Ansatz zur Ermittlung der Anzahl produzierter Anlagen in Abhängigkeit der Größenklassen und den wichtigsten Nutzungsbereichen gewählt.

Ergänzend dazu sind die regionale Bezugsebene der Befragungen sowie deren Ergebnisse von Interesse. Entsprechend der Zielstellung beider Studien ([HAWK/LIV 2007], [3N 2008]) umfasst deren Untersuchungsgebiet ausschließlich Niedersachsen. Im Gegensatz dazu wird die Erhebung in [IVD

2008] in vier Bundesländern (BW, BY, NRW, SN) durchgeführt, die jedoch als Basis für die Hochrechnung auf das Bundesgebiet Deutschlands (DE) dienen. In den übrigen Studien für die Bundesrepublik Deutschland wurden die Erhebungen mit Stichproben im gesamten Bundesgebiet durchgeführt.

Gemäß Tabelle 2-2 werden ergänzend dazu verschiedene Literaturquellen verwendet. In diesem Zusammenhang wurden in mehreren Studien ([IVD 2000], [IE 2004], [UH 2006], [IVD 2008]) folgende Datenquellen benannt:

- Daten aus der Emissionsüberwachung des Bundesverbandes des Schornstefegerhandwerks (ZIV 1.BImSchV),
- Förderstatistiken der Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA),
- Daten von Herstellern, Verbänden, z.B. Industrieverband Haus-,Heiz-und Küchengeräte (HKI).

Während bei den MAP-Daten (Marktanreizprogramm) durch eine Sonderauswertung eine sektorale Trennung (HH, GHD) vorgenommen werden kann, so ist dies bei den Daten der 1.BImSchV (ZIV) nicht möglich. Letztere bedürfen entsprechende Abschätzungen hinsichtlich der sektoralen Zuordnung. Ergänzend dazu wurde in [IVD 2000] auf eine Erhebungen aus dem Jahr 1992 zurückgegriffen, die in Zusammenarbeit mit dem Schornstefegerhandwerk in BW durchgeführt wurde.

### 2.1.2 Hochrechnung

Keine Hochrechnungen sind bei den Studien [HAWK/LIV 2007], [3N 2008] und [UH 2006] notwendig, da es sich hierbei um Vollerhebungen in den entsprechenden Untersuchungsgebieten handelt. Demnach sind diese Studien in die nachstehende Analyse nicht einzubeziehen.

Entscheidend für die Hochrechnung ist die Wahl der Aktivitätsgröße, d. h. die Größe für die Energiebedarfsindikatoren. Eine Übersicht zu den Aktivitätsgrößen in den Studien gibt Tabelle 2-3.

Tabelle 2-3 Aktivitätsgrößen für die Hochrechnung in den analysierten Studien

Studie	Aktivitätsgrößen der Hochrechnung						
	Beschäftigte	Schüler/Studenten	Planbetten	Verkehrseinheit	Wasserfläche	Einwohnerzahl	Anlagen
IVD 2000							X
IE 2004							X
UH 2007						X	X
IVD 2008							X
ISI/IfE/ GfK 2008	X	X	X	X	X		
ISI/IfE/ GfK 2008	X	X	X	X	X		

Grundlegend ist die Wahl der Aktivitätsgrößen auf drei verschiedene Herangehensweisen zurückzuführen: den Anlagenbestand, den Beschäftigten und den Einwohnern. Gemäß Tabelle 2-3 kann es in einigen Branchen zielführend sein, die Anzahl der Beschäftigten durch eine alternative Aktivitätsgröße zu ersetzen, wie bspw. Planbetten im Gesundheitswesen. Dies ist dann vorzunehmen, wenn diese Größe eine gute Korrelation mit dem Wärmebedarf aufweist und amtliche Statistiken vorliegen. Die

Energiebedarfsindikatoren sind darüber hinaus zu ermitteln und stellen in [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] den Wärmebedarf je Aktivitätsgröße dar.

Die Einwohnerzahl als Aktivitätsgröße wird ausschließlich in [UH 2007] für die kommunalen Anlagen verwendet. Der Energiebedarfsindikator entspricht in diesem Fall dem regionsspezifischen Quotienten aus gemeldeten Einwohner und gemeldeten Anlagenbestand. Eine Differenzierung entsprechend der 16 Bundesländer ist aufgrund einer zu geringen Stichprobe einiger Bundesländer nicht möglich, so dass Deutschland in die drei Regionen Ost, Süd, Nord eingeteilt und für diese Mittelwerte gebildet wurden.

Sowohl [IVD 2000], [IVD 2008], [IE 2004] als auch die gewerblichen Anlagen bei [UH 2007] nutzen als Aktivitätsgröße den Anlagenbestand. Grundlage hierfür bilden die sektorunspezifischen Daten des ZIV (1.BImSchV). Die sektorale Verteilung wird in [UH 2007] unter Berücksichtigung der BAFA-Daten abgeschätzt. Als Energiebedarfsindikatoren dienen in [IVD 2000], [IVD 2008], [IE 2004] sowie den gewerblichen Anlagen bei [UH 2007] die mittlere Nennwärmeleistung einer Anlagengruppe, die Vollbenutzungsstunden und der durchschnittliche Heizwert des Holzes. Die Indikatoren werden im Fall [IVD 2000] und [IVD 2008] aus Vorgängerstudien mit dem Zusatz der Aktualisierung generiert, bei [IE 2004] nach Expertenmeinung abgeschätzt. Im Gegensatz dazu wird bei den gewerblichen Anlagen in [UH 2007] der im Rahmen der Erhebung ermittelte Brennstoffbedarf als Indikator verwendet.

## 2.2 Ergebnisse in den Literaturquellen

Eine Zusammenfassung der jeweils für den gesamten GHD-Sektor ausgegebenen Ergebnisse für den Anlagenbestand, den Brennstoffeinsatz sowie Endenergieverbrauch an Raum- und Prozesswärme ist Tabelle 2-4 zu entnehmen. Zur Vereinheitlichung der Daten zum Brennstoffeinsatz waren bei [3N 2008] sowie [UH 2006] und [UH 2007] Umrechnungen notwendig, bei denen mittlere Heizwerte von  $15,6 \text{ GJ}/t_{\text{turo}}$  bzw.  $18 \text{ GJ}/t_{\text{atro}}$  angenommen wurden [FNR 2010].

Tabelle 2-4 Generierte Ergebnisse in den analysierten Studien

Studie	Jahr	Unter- suchungs- region	Anlagen- bestand	Brennstoffein- satz im GHD- Sektor [TJ]	Brennstoffeinsatz im GHD-Sektor und weiteren Sektoren [TJ]
IVD 2000	1995	D	629.100	29.933	-
IE 2004	2001	D	-	26.100 – 38.200	
UH 2006	2004	D	481 <sup>1</sup>	-	106.400 <sup>1</sup>
UH 2007	2006	D	43.179 <sup>2</sup>	-	60.998 <sup>2</sup>
IVD 2008	2005	D	-	38.324	-
ISI/IfE/ GfK 2008	2006	D	-	58.680	
ISI/IfE/ GfK 2009	2006	D	-	84.600	
HAWK/ LIV 2007	2005	NI	1.032.467 <sup>1</sup>	-	-
	2006	NI	1.082.575 <sup>1</sup>	-	-
3N 2008	2006	NI	1.084.560 <sup>1</sup>	-	20.989 <sup>1</sup>
	2007	NI	1.121.315 <sup>1</sup>	-	22.351 <sup>1</sup>
	2008	NI	1.152.363 <sup>1</sup>	-	24.014 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> ausschließlich Anlagen <1 MW ; <sup>2</sup> ausschließlich Anlagen >1 MW

Die Ergebnisse in [HAWK/LIV 2007] und [3N 2008] sind nicht mit denen der anderen Studien vergleichbar. Zurückzuführen ist dies auf die regionale Beschränkung auf das Land Niedersachsen und die sektorunabhängige Betrachtung aller Anlagen im Leistungsbereich <1 MW<sub>th</sub>. Die in Tabelle 2-4 aufgeführten, vergleichsweise hohen Angaben zum Anlagenbestand in [HAWK/LIV 2007] bzw. [3N 2008] ist im Wesentlichen auf Einzelraumfeuerungen (97 %) zurückzuführen, die wiederum mehrheitlich in Haushalten angesiedelt sind.

Darüber hinaus sind zur Abbildung des gesamten GHD-Sektors aufgrund der Abschneidegrenze von  $\geq 1$  MW<sub>th</sub> bei [UH 2006] und <1 MW<sub>th</sub> bei [UH 2007] die Ergebnisse der beiden Studien aufzusummieren (182.669 TJ). An dieser Stelle ist jedoch auf die in Kapitel 2.1.1 aufgeführte Diskussion zu verweisen, dass ein undefinierter Anteil des in [UH 2006] ausgewiesenen Brennstoffeinsatz nicht dem GHD-Sektor sondern der Industrie zuzurechnen ist. Der Großteil des Brennstoffeinsatzes erfolgt in Anlagen mit einer Kapazität >50.000 t<sub>luro</sub>.

Eine saubere Abgrenzung des GHD-Sektors in der Ergebnisdarstellung erfolgt hingegen in den übrigen Studien. Der Vergleich des hochgerechneten Brennstoffeinsatzes weist erhebliche Unterschiede auf, die nicht nur auf die verschiedenen Bezugsjahre und der zeitlichen Entwicklung der Jahre zurückzuführen sind. Schon allein die beiden Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] mit einem vergleichbaren methodischen Vorgehen weisen Ergebnisse mit einem erheblichen Unterschied auf.

Grundlegend zeigt diese Gegenüberstellung, dass ein Vergleich der Ergebnisse schwierig ist. Zurückzuführen ist dies auf zum Teil uneinheitliche Abschneidegrenzen unterschiedliche Methoden und Bezugsebenen bei der Hochrechnung sowie die Qualität der Eingangsdaten, so dass nicht vergleichbare Ergebnisse bei der Hochrechnung generiert werden.

In der Regel sind die in den Studien generierten Ergebnisse detaillierter dargestellt, z. B. entsprechend der Branche, des eingesetzten Brennstoffs. Hierzu gibt Tabelle 2-5 einen Überblick.



Tabelle 2-5 Detaillierungsgrad der Ergebnisse in den analysierten Studien

Studie	Einteilung nach		Anlagenbestand		Brennstoffeinsatz		
	Sektoren	Branchen	Leistung	Technologie	vorhanden	Herkunft	Form
IVD 2000	X	Landwirtschaft/ Gartenbau; Gewerbe	X	X	X	X	
IE 2004	X	-	-	-	X		
UH 2006	-	-	X		X	X	
UH 2007	X	Kommunen; Gewerbe	X		X	X	
HAWK/ LIV 2007	-	-		X	-		
3N 2008	-	-	X	X	X		X
IVD 2008	X	Landwirtschaft/ Gartenbau; Gewerbe	X	X	X	X	
ISI/IfE/ GfK 2008	X	12 Branchen <sup>1</sup>	-	-	X		
ISI/IfE/ GfK 2009	X	12 Branchen <sup>1</sup>	-	-	X		

<sup>1</sup> Baugewerbe; Büroähnliche Gebäude; Herstellungsbetriebe; Handel; Krankenhäuser/Schulen/Bäder; Beherbergung/Gaststätten/Heime; Nahrungsmittelgewerbe; Wäschereien; Landwirtschaft; Gartenbau; Flughäfen; Textil/Bekleidung/Leder

Eine sektorale Abgrenzung der Ergebnisse findet nicht in [HAWK/LIV 2007] und [3N 2008] statt. Auch die Angabe in [UH 2006] umfasst neben dem GHD-Sektor auch einen unbekannten Anteil an Anlagen, die der Industrie zuzurechnen sind.

Die übrigen Studien bereiten die Ergebnisse branchenspezifisch ([ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009]) oder aggregiert für mehrere Branchen ([UH 2007], [IVD 2000], [IVD 2008]) auf. Darüber hinaus findet in [IVD 2000], [IVD 2008] und [UH 2007] eine Differenzierung der Ergebnisse hinsichtlich der Leistung und der eingesetzten Technologie statt. Ergänzend dazu werden bei den Studien von UH sowie IVD Angaben zur Herkunft des eingesetzten Brennstoffes getätigt, wobei [3N 2008] zwischen der Form der eingesetzten Brennstoffe unterscheidet. Exemplarisch sind in Abbildung 2-1 die Ergebnisse der Studien, die den Brennstoffeinsatz für unterschiedliche Branchen ausweisen, gegenübergestellt.

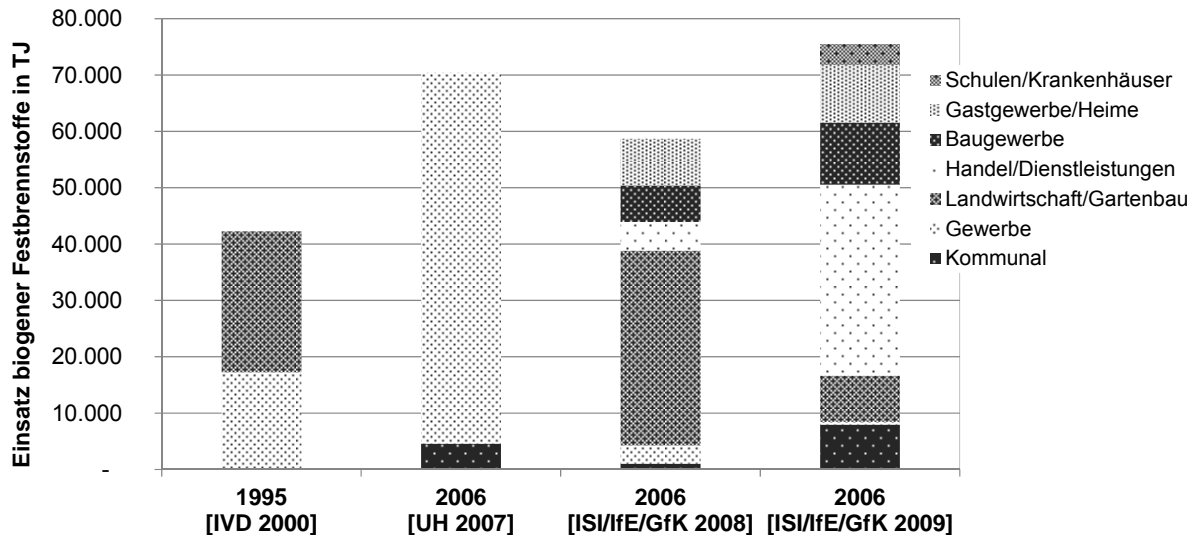


Abbildung 2-1 Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die in den Studien ausgewiesenen Branchen (eigene Darstellung basierend auf [IVD 2000], [UH 2007], [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009])

Deutlich wird anhand Abbildung 2-1, dass nicht nur die Summe des Brennstoffeinsatzes, sondern auch der Brennstoffeinsatz absolut sowie anteilig der verschiedenen Branchen in den verschiedenen Studien erheblich schwankt. Zurückzuführen ist dies auf unterschiedliche Abschneidegrenzen, Eingangsdaten sowie Erhebungs- sowie Hochrechnungsmethoden. Die Bedeutung der Qualität der Eingangsdaten wird im Vergleich der beiden Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] deutlich. Trotz einer vergleichbaren Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik, differiert die Bedeutung der unterschiedlichen Branchen beim Brennstoffeinsatz enorm. Während bei [ISI/IfE/GfK 2008] (und [IVD 2000]) der Anteil der Landwirtschaft/Gartenbau bei 60 % liegt, ist der Anteil bei [ISI/IfE/GfK 2009] mit 11 % deutlich geringer. Erschwerend kommt beim Vergleich der Ergebnisse hinzu, dass die Abgrenzung der Branchen auf unterschiedlicher Art und Weise erfolgt. Während [UH 2006] mit Ausnahme der kommunalen Betreiber alle sonstigen Branchen des GHD-Sektors umfasst, sind diese in den Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009], aber auch [IVD 2000] differenzierter dargestellt. Letztere unterscheidet lediglich zwischen Landwirtschaft/Gartenbau und dem Gewerbe, wobei auch der Betrachtungsraum des letztgenannten nicht vertiefend definiert ist.

Entsprechend Tabelle 2-5 sind die Ergebnisse der einzelnen Studien differenziert nach der Herkunft der einzelnen Brennstoffe aufgeführt. Die Ergebnisse für den GHD-Sektor sind in Abbildung 2-2 gegenübergestellt. Neben diesen drei Studien werden auch in [UH 2006] Aussagen zum eingesetzten Brennstoffsoriment in Anlagen mit einer Nennwärmeleistung  $>1 \text{ MW}_{\text{th}}$  getroffen. Indem das Ergebnis neben Anlagen des GHD-Sektors auch die der Industrie umfasst, sind diese Aussagen nicht auf den GHD-Sektor übertragbar.

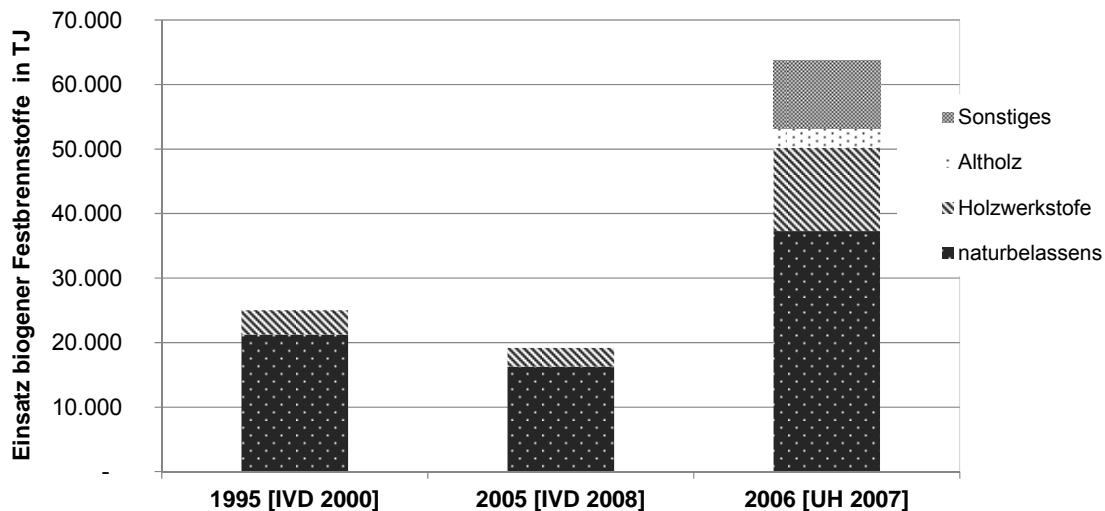


Abbildung 2-2 Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die in den Studien ausgewiesenen Brennstoffarten (eigene Darstellung basierend auf [IVD 2000], [IVD 2008], [UH 2007])

Das naturbelassene Holz stellt in den drei Studien den größten Anteil der eingesetzten biogenen Festbrennstoffe dar und schwankt entsprechend der Quelle zwischen 55 % und 85 %.

## 2.3 Zusammenfassende Bewertung

Nachstehend werden die angewandten Methoden bewertet und Schlussfolgerungen für die Bearbeitung dieses Vorhabens gezogen.

### 2.3.1 Bewertung der Methoden der Datenerhebung

Grundlegend ist die Verwendung bestehender Datenquellen zu bevorzugen, vorausgesetzt es handelt sich hierbei um eine methodisch gesicherte Datenerhebung. In den analysierten Studien werden verschiedene, bestehende Datenquellen verwendet. Die Angaben des ZIV im Rahmen der 1. BImSchV beruhen auf jährlichen Meldepflichten (Kapitel 5.2) der Schornsteinfeger. Vor dem Hintergrund dieses Projektes ist jedoch die fehlende sektorale Zuordnung zu beanstanden. Mit Ausnahme einer Brennstoffgruppe sind demnach Abschätzungen hinsichtlich der sektoralen Zuordnung notwendig, die wiederum Unsicherheiten in die Hochrechnung einbringen. Dem hingegen ist die sektorale Abgrenzung bei den Daten der BAFA positiv hervorzuheben. Hierbei handelt es sich allerdings um Daten eines Förderprogrammes, das somit nur einen Ausschnitt des Anlagenzubaues entsprechend der geltenden Förderrichtlinien darstellt. Diese können nicht nur hinsichtlich der förderwürdigen Anlagentypen schwanken, sondern auch zeitweise ausgesetzt werden.

Vor dem Hintergrund, dass die Datenbasis für den GHD-Sektor stark begrenzt ist, wurden im Rahmen der analysierten Studien eine Vielzahl an zusätzlichen Erhebungen durchgeführt. Die Schwierigkeit der Durchführung neuer Datenerhebungen ist einerseits die Wahl einer geeigneten Stichprobe und somit die Wahrung der Repräsentativität der Erhebung und andererseits eine gesicherte Durchführung der Befragung, so dass die Datenqualität und der Anteil der verwertbaren Teilnehmer (=Rücklaufquote) optimiert wird.

Eine statistisch gesicherte Quotierung der Stichprobe wurde für die Erhebung allgemeiner, energierelevanter Daten in [ISI/Ife/GfK 2008] vorgenommen. Hinsichtlich der Erhebung von Daten in Bezug auf den Einsatz biogener Festbrennstoffe ist bei [ISI/Ife/GfK 2008] und [ISI/Ife/GfK 2009] jedoch zu

bemängeln, dass die Quotierung nicht den Besonderheiten der gering verbreiteten Holzfeuerungen angepasst wurde. Somit ist der ermittelte Einsatz biogener Festbrennstoffe in den verschiedenen Branchen mit entsprechenden Unsicherheiten (die nicht quantifiziert werden) versehen, was zur Ergebnisverzerrung führen kann. In Abbildung 2-1 wurden bereits die ggf. daraus resultierenden erheblichen Unterschiede zwischen [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] hinsichtlich des Einsatzes biogener Festbrennstoffe in den verschiedenen Branchen deutlich.

Bei den Studien [UH 2006], [HAWK/LIV 2007] und [3N 2008] wurde eine Vollerhebung im definierten Untersuchungsgebiet vorgenommen und liefert für den definierten Bereich sehr gute Ergebnisse. Diese Untersuchungen sind jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden, bspw. die Aktualisierung der Adressliste, die Durchführung der Befragung in [UH 2006]. Die Zusammenarbeit mit den Bezirksschornsteinfegern in [HAWK/LIV 2007] und [3N 2008] gestaltet die Erhebung beider Studien effizient, ein erheblicher Mehraufwand würde allerdings aus der Übertragung auf Bundesebene mit ca. 7.800 Kehrbezirken resultieren. Da an der Erhebung dieser beiden Studien Fachpersonal teilnimmt, kann von einer entsprechenden Datenqualität ausgegangen werden. Auch in [IVD 2008] wurde mit dem Schornsteinfegerhandwerk in vier Bundesländern kooperiert. Regionsspezifische Aussagen sind jedoch nur begrenzt möglich, da zwar mit BY und BW die Bundesländer mit dem größten Anteil an Holzfeuerungen befragt wurden, deren Ergebnisse jedoch nur begrenzt auf andere Bundesländer übertragbar sind. Darüber hinaus ist die Vorgehensweise – Fragebögen je Haushalt – mit einem erheblichen Aufwand verbunden und demnach in der Stichprobe begrenzt. Die in [IVD 2008] ausgewerteten 3.160 Fragebögen entsprechen 0,008 % der Haushalte in Deutschland und ist als Stichprobe als sehr gering einzuschätzen.

### 2.3.2 Bewertung der Methoden der Hochrechnung

Bereits in Kapitel 2.1.2 wurde aufgeführt, dass grundlegend zwei Vorgehensweisen bei der Hochrechnung denkbar sind, zum einen über Beschäftigte bzw. vergleichbare Aktivitätsgrößen und zum anderen über den Anlagenbestand.

Die Hochrechnung über Beschäftigte oder vergleichbare Aktivitätsgrößen wird in den Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] gewählt. Vorteil dieser Hochrechnung ist, dass eine branchenspezifische Differenzierung der erhobenen Energiebedarfsindikatoren vorgenommen wird und somit die Hochrechnungen branchenweise erfolgt. Vor dem Hintergrund dieser Studien – Aussagen zum Brennstoffeinsatz im Allgemeinen unabhängig der Art des Brennstoffes für den GHD-Sektor zu treffen – spiegelt diese Art der Hochrechnung eine gute und nachvollziehbare Methode der Hochrechnung mit belastbarem Zahlenmaterial wieder. Eine Differenzierung entsprechend der eingesetzten Brennstoffarten wird in beiden Studien vorgenommen. Grundlage hierfür bilden die im Rahmen der Breiten- sowie Tiefenerhebung aufgenommenen Informationen zum Einsatz der verschiedenen Energieträger aus denen der spezifische Verbrauch je Aktivitätsgröße für die einzelnen Brennstoffarten abgeleitet wird. Die Hochrechnung für den Brennstoffeinsatz der verschiedenen Brennstoffarten ergibt sich aus der Multiplikation der Aktivitätsgröße mit dem aktivitätsgrößen-spezifischen Brennstoffeinsatz.

Die Wahl des Anlagenbestandes als Aktivitätsgröße setzt voraus, dass die Grundgesamtheit oder ein definierter Anteil der im GHD-Sektor (und den einzelnen Branchen) installierten Anlagen und deren Leistungsklassen bekannt sind. Basierend auf den in den Studien verwendeten Datenquellen ist dies jedoch nicht der Fall. Wie bereits in Kapitel 2.3.1 dargestellt, dienen als Grundlage für die Aktivitätsgröße sektorunspezifische Datenquellen (1.BImSchV), so dass Abschätzungen notwendig sind, die

wiederum Unsicherheiten mit sich bringen. Darüber hinaus sind für die Anlagengruppen, die nach Brennstoff und Leistungsklasse unterteilt sind, Abschätzungen zur mittleren Nennwärmeleistung notwendig. Diese beruhen in den Studien [IVD 2000], [IVD 2008] auf der Fortschreibung alter Studien und bedeuten somit weitere Unsicherheiten in der Hochrechnung.

Neben dem Anlagenbestand als Aktivitätsgröße sind für diese Methode der Hochrechnung Angaben zum Nutzungsverhalten (Vollbenutzungsstunden) notwendig, was vom tatsächlichen Nutzer abhängig ist. Folglich wäre eine branchenspezifische Zuordnung des Anlagenbestandes für eine höhere Genauigkeit notwendig, ist aber mit Ausnahme der Zuordnung einzelner Brennstoffe zur Holzbe- bzw. Holzverarbeitung mit diesem Kenntnisstand nahezu unmöglich (Kapitel 5.2). Angaben zum Nutzungsverhalten beruhen in den analysierten Studien entweder auf Expertenwissen [IE 2004] oder beziehen sich auf alte Studien ([IVD 2000], [IVD 2008]). Diese berücksichtigen in der Regel keine branchenspezifischen Abweichungen. Demzufolge sind auch diese Angaben mit einem erheblichen Fehler belastet, welches die Qualität bzw. Genauigkeit der Hochrechnungsergebnisse beschränkt. Wie bereits erwähnt ist diese Vorgehensweise mit erheblichen Unsicherheiten verbunden, bei denen im ersten Schritt die Gesamtleistung der installierten Leistung und im zweiten, bedeutend schwierigeren Schritt, typische Vollbenutzungsstunden zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes abzuleiten sind.

Für die Hochrechnung der gewerblichen Anlagen wird auch in [UH 2007] der Anlagenbestand gewählt. Hierfür werden die Daten des ZIV (1.BImSchV) verwendet. Als Anhaltswerte für die sektorale Abgrenzung werden die Daten der BAFA verwendet. Eine Differenzierung nach den verschiedenen Brennstoffen ist nicht erkennbar. Dies wäre wünschenswert, da Brennstoffe 5, 8 sowie 6/7 (Kapitel 5.2) nahezu ausschließlich im GHD-Bereich eingesetzt werden. Der Verwendung des Indikators Brennstoffeinsatz je Anlage, der aus den Erhebungen generiert wird, ist grundsätzlich nicht zu widersprechen. Vor dem Hintergrund, dass sämtliche nicht-kommunale und den Haushalten zuzuordnende Anlagen dem „Gewerbe“ zugerechnet werden und somit einen sehr heterogenen Bereich darstellt, ist die Stichprobenanzahl aber als zu gering für die Erhebung repräsentativer Daten einzuschätzen. Nach [UH 2007] dienen der Hochrechnung für die drei niedrigsten Leistungsklassen lediglich 4, 6 bzw. 12 entsprechende Erhebungsbögen. Die Verwendung des Indikators gemeldete Einwohner je gemeldete Anlage in Bezug auf die Hochrechnung der kommunalen Anlagen ist naheliegend und stellt einen stark vereinfachten Ansatz dar. Vorteilhaft ist bei diesem Ansatz, dass mit der Bildung von Indikatoren für die drei Regionen Nord, Süd und West regionalspezifische Gegebenheiten ansatzweise berücksichtigt werden.

### 2.3.3 Bewertung der Ergebnisse

Für die Fragestellung dieses Vorhabens – der Ermittlung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe – sind die Studien [HAWK/LIV 2007] und [3N 2008] nicht geeignet. Einerseits spricht die geografische Beschränkung auf das Land Niedersachsen dagegen. Andererseits umfassen die Ergebnisse alle Anlagen unterhalb von  $1 \text{ MW}_{\text{th}}$  Nennwärmeleistung und somit neben dem GHD-Sektor auch die beiden Sektoren HH und IND. Auch in [UH 2006] umfasst das Ergebnis nicht ausschließlich den GHD-Sektor, sondern darüber hinaus auch Anlagen der Industrie. Folglich werden diese drei Datenquellen in der weiterführenden Betrachtung nicht berücksichtigt. Nachstehend werden die in den restlichen sieben Studien generierten Ergebnisse hinsichtlich des Detaillierungsgrades, deren Qualität und derer Möglichkeit zur Verwendung für diese Studie bewertet.

Ein möglichst großer Detaillierungsgrad in Bezug auf die Branchen, Technologien und Brennstoffarten ist als positiv zu bewerten, sofern die Eingangsdaten der Hochrechnung dies zulassen. Im Zu-

sammenhang mit fundierten Eingangsdaten bzgl. des gesamten Energieeinsatzes weisen [ISI/Ife/GfK 2008] und [ISI/Ife/GfK 2009] mit einer Differenzierung in 12 Branchen den größten Detaillierungsgrad auf. Die übrigen Studien geben die Ergebnisse entweder für den gesamten GHD-Sektor [IE 2004] aus, oder es werden mehrere Branchen bspw. unter dem Oberbegriff „Gewerbe“ zusammengefasst ([IVD 2000], [UH 2007], [IVD 2008]).

Ausschließlich in drei Studien werden Unterteilungen hinsichtlich des eingesetzten Brennstoffes vorgenommen, bei denen in zwei ([IVD 2000] und [IVD 2008]) bzw. sieben [UH 2007] Kategorien unterschieden wird. Ein großer Detaillierungsgrad ist grundsätzlich anzustreben, dies bedeutet jedoch auch, dass die im Rahmen der Erhebung gewählten Stichproben repräsentative Auswertungen zulassen. Diesbezüglich ist insbesondere für die gewerblichen Anlagen bei [UH 2007] mit einer Anzahl von 145 Erhebungsbögen fraglich, ob dies eine Hochrechnung differenziert nach sieben Brennstoffgruppen und unter dem Aspekt der Repräsentativität zulässt.

Naturgemäß beeinflusst die Qualität der Eingangsdaten die Qualität der Ergebnisse massiv. Infolge dessen, dass entsprechend Kapitel 2.1.1 sowie 2.3.1 die Eingangsdaten in den Studien auf Befragungen sowie Schätzungen durch Expertenwissen beruhen, sind diese mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Mit Ausnahme von [IE 2004] gibt jedoch keine der Studien Spannweiten bei den generierten Ergebnissen (sowie Eingangsdaten) an. Somit sind die Unsicherheiten, mit denen die Ergebnisse behaftet sind, für die Öffentlichkeit nicht erkennbar.

Während aufgrund der hohen Stichprobe bei [ISI/Ife/GfK 2008] und [ISI/Ife/GfK 2009] von einer guten Datenqualität zum allgemeinen Energieverbrauch auszugehen ist, gilt dies nicht für den Brennstoffeinsatz biogener Festbrennstoffe. Letzterer ist derzeit nur gering und ungleichmäßig in den Branchen verbreitet, so dass für diese Fragestellung eine höhere Stichprobe für repräsentative Aussagen zu wählen wäre. Infolge dessen können Verzerrungen auftreten, die durch eine zu geringe Stichprobe hervorgerufen werden. Dies zeigt ein Vergleich der Ergebnisse beider Studien (Abbildung 2-1). Während der Einsatz biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor in [ISI/Ife/GfK 2008] nur knapp 80 % des Ergebnisses in [ISI/Ife/GfK 2009] darstellt, ist der Unterschied hinsichtlich des Anteils der einzelnen Branchen bedeutend gravierender. Beispielsweise wird der Brennstoffeinsatz in der Landwirtschaft in [ISI/Ife/GfK 2008] mit 34.560 TJ und im Vergleich dazu in [ISI/Ife/GfK 2009] mit 8.208 TJ ausgewiesen. Diese erheblichen Differenzen beider Studien verdeutlichen nicht nur die Schwierigkeit dieser Problematik und den Datenerhebungsaufwand, der für diese Fragestellung erforderlich ist, sondern zeigt auch, dass die Datenqualität der Ergebnisse beider Studien für den Einsatz biogener Festbrennstoffe deutlich geringer ist als der unabhängig von dem Brennstoff ausgewiesene Brennstoffeinsatz.

Die im Rahmen der übrigen Studien ([IVD 2000], [IVD 2008] und [UH 2007]) generierten Daten beruhen auf einer Vielzahl an Abschätzungen, z. B. zum Anlagenbestand und Nutzungsverhalten. Somit sind auch den in diesen Studien generierten Ergebnissen entsprechende Unsicherheiten zu unterstellen. Insbesondere die Abschätzung des Nutzungsverhaltens stellt eine große Herausforderung dar und beruht bei den Studien [IVD 2000] und [IVD 2008] auf allgemeinen Schätzungen. Erhebungen im Rahmen der Studien werden zu dieser Fragestellung nicht getätigt. Abschätzungen zu den Vollbenutzungsstunden sowie der mittleren Nennwärmeleistung einer Anlagengruppe sind bei [UH 2007] nicht notwendig, da im Rahmen der Erhebung der Brennstoffbedarf mit abgefragt wird. Dennoch ist auch die Hochrechnung in [UH 2007] mit Unsicherheiten behaftet. Zum einen ist fraglich inwiefern der für den Bereich der kommunalen Anlagen gebildete Quotient von gemeldeten Einwohn-

nern je gemeldeter Anlage ausreichend der Realität entspricht und ggf. Bundesländer wie Hamburg, Bremen mit hohen Einwohnerzahlen unter Verwendung regionaler Mittelwerte überschätzt werden. Zum anderen ist die Aktivitätsgröße – der Anlagenbestand – aufgrund Abschätzungen bzgl. der sektoralen Zuordnung mit Unsicherheiten behaftet. Ergänzend dazu scheint die Stichprobe mit 145 Datensätzen, verteilt über den gesamten – mit Ausnahme kommunaler Anlagen – GHD-Sektor hinsichtlich der Heterogenität des Sektors und somit des Brennstoffeinsatzes zu gering, so dass auch Unsicherheiten bei dem Indikator zu erwarten sind.

### 2.3.4 Fazit im Kontext des Vorhabens

Resultierend aus der Analyse der Studien können Schlussfolgerungen hinsichtlich der Vorgehensweise bei der Datenerhebung sowie Hochrechnung gezogen werden. Ergänzend dazu wird die Verwendung der vorangestellten Ergebnisse im Rahmen dieser Studie aufgezeigt.

#### Datenerhebung

Grundlegend haben die analysierten Studien gezeigt, dass Datenerhebungen mit dem Ziel, repräsentative Aussagen zum Einsatz biogener Festbrennstoffe zu treffen, sehr aufwendig sind. Zurückzuführen ist dies auf die Notwendigkeit einer vergleichsweise großen Stichprobe die der Heterogenität des Sektors zum einen und die derzeit geringe Verbreitung der Biomassefeuerungen zum anderen zu schulden ist. Wird die Stichprobe zu klein gewählt, besteht die Gefahr den Einsatz von Biomassefeuerungen zu über- oder unterschätzen (siehe Vergleich der Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] in Abbildung 2-1). Darüber hinaus ist, vor dem Hintergrund der Heterogenität der Branchen im GHD-Sektor der bspw. den Einzelhandel, die Herstellung diverser Waren bis hin zu Kindertagesstätten und Ackerbaubetrieben umfasst, eine Differenzierung der verschiedenartigen Branchen zur Ermittlung des Einsatzes von Brennstoffen im Allgemeinen und der Biomasse im Detail vorzunehmen. Beispielhaft dafür können die Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] angesehen werden.

Nicht nur Erfahrungswerte hinsichtlich der Methode der Datenerhebung können aus den Studien gewonnen werden, sondern auch verwertbare Eingangsdaten für diese Studie. So sind die branchenspezifischen Daten zum Brennstoffeinsatz im Allgemeinen (nicht für die biogenen Festbrennstoffe) der [ISI/IfE/GfK 2008] als gute Datenquelle zu bewerten.

#### Hochrechnung

Die Bewertung der verschiedenen Ansätze der Hochrechnung hat gezeigt, dass alle angewandten Methoden Vor- und Nachteile aufweisen. Während die Aggregation des gesamten Anlagenbestandes sowie die Abschätzung des Nutzungsverhaltens mit Unsicherheiten behaftet sind, ist eine Verbindung der Hochrechnung ausschließlich über die Anzahl der Beschäftigten zum Einsatz von Biomasse nur schwer herzustellen.

Infolge dessen ist für diese Studie ein alternativer Weg zu wählen, indem die Vorteile der einzelnen Methoden genutzt werden. Somit wird eine Hochrechnung über die Anzahl der Betriebe angestrebt. Vorteil dieser Hochrechnungsmethode ist die Tatsache, dass hinsichtlich der Anzahl der Betriebe Daten des Statistischen Bundesamtes (StBA) in Form des Unternehmensregisters (UR) zur Verfügung stehen. Zudem ermöglicht die Einteilung in verschiedene Betriebsgrößenklassen dementsprechend eine Differenzierung des Energiebedarfes eines Unternehmens.

Nachteilig ist anzusehen, dass eine Vielzahl an Daten bzgl. typischer Anlagengrößen in Abhängigkeit von Branchen und Betriebsgrößenklassen, Nutzungsverhalten (Vollbenutzungsstunden) sowie den

Anteil der Betriebe, die biogene Festbrennstoffe einsetzen, zu erheben bzw. abzuschätzen sind. Diese Methode ist dem Anlagenbestand vorzuziehen, da somit Auswertungen für die verschiedenen Branchen des GHD-Sektors und deren Bedeutung hinsichtlich des Einsatzes biogener Festbrennstoffe vorgenommen werden können. Eine detaillierte Beschreibung der anvisierten Hochrechnungsmethode ist Kapitel 4.3 und Kapitel 4.4 zu entnehmen.

### Ergebnisse

Bereits im Rahmen der Analyse und Bewertung der Studien generierten Ergebnisse wurde aufgezeigt, dass diese zum Teil enorm voneinander abweichen und gerade hinsichtlich der Branchendifferenzierung erhebliche Unterschiede, auch unter Verwendung einer vergleichbaren Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik, aufweisen. Grundlegend können die Ergebnisse in den Studien als Abgleich für die im Rahmen der vorliegenden Studie generierten Ergebnisse dienen. Dabei sind im Wesentlichen die Ergebnisse von [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] für die verschiedenen Branchen sowie [UH 2007] für kommunale Anlagen und [IVD 2000] für den Bereich Landwirtschaft/Gartenbau zu verwenden. Das Ergebnis für den gesamten GHD-Sektor ist mit den Studien zu vergleichen, die den GHD-Sektor als Ganzes abbildeten [IVD 2000], [IE 2004], [IVD 20008] sowie [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009]. Die beiden Studien [UH 2006] und [UH 2007] umfassen nur einen definierten Leistungsbereich mit der Grenze bei  $1 \text{ MW}_{\text{th}}$ , welches in der Ergebnisbewertung zu berücksichtigen ist.



### 3 GHD-Sektor

In diesem Abschnitt werden die Abgrenzungen des GHD-Sektors in der deutschen, europäischen und internationalen Energiebilanz analysiert und die strukturellen Unterschiede der Endenergiesektoren dargestellt. Auf Basis der Abgrenzung des GHD-Sektors in der deutschen Energiebilanz wird der GHD-Sektor in die statistische Nomenklatur der Wirtschaftszweigklassifikation (WZ) 2008 überführt [StBA 2007]. Infolge der inhomogenen Verbrauchergruppenstruktur des GHD-Sektors werden homogene Subsektoren gebildet, die strukturell mit den europäischen und internationalen Energiebilanzen harmonisieren.

#### 3.1 Sektoralstruktur des Endenergieverbrauches in der Energiebilanz

Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen unterteilt den Endenergieverbrauch der deutschen Volkswirtschaft in vier Sektoren (siehe Abbildung 3-1). Für die Abgrenzung und Definition des Sektors GHD, dessen Ausweisung bis 1994 in der Energiebilanz für Deutschland noch zusammen mit dem Sektor Private Haushalte erfolgte [AGEB 2008], wird der Ansatz einer Restdefinition (Residualdefinition) angewendet [Hermes 2000]. Alle Endenergieverbraucher, die nicht den Sektoren Industrie, Private Haushalte oder Verkehr zugeordnet werden können, werden dem Sektor GHD zugewiesen [Geiger 1999]. Unter diesem Ansatz beinhaltet der Sektor GHD Bereiche mit sehr heterogenen Verbrauchsstrukturen (Handel, Dienstleistungssektor, industrielle Kleinbetriebe und Handwerk, Landwirtschaft sowie Baugewerbe) [Geiger 1999].

Endenergiesektor	Verbrauchssektoren (beispielhaft)
<b>Industrie</b>	+ Verarbeitendes Gewerbe (mit mehr als 20 Beschäftigten) + Übriger Bergbau + Gewinnung von Steinen und Erden (ohne Branchen des Energieumwandlungsbereichs und ohne Baugewerbe)
<b>GHD</b>	+ Gewerbe + Handel + Dienstleistungen + Landwirtschaft + Baugewerbe + Verarbeitendes Gewerbe (mit weniger als 20 Beschäftigten) + öffentliche Verbraucher + übrige Verbraucher + militärische Dienststellen
<b>Verkehr</b>	+ Schienenverkehr + Straßenverkehr + Luftverkehr, + Küsten und Binnenschifffahrt + Individualverkehr
<b>Private Haushalte</b>	+ Private Haushalte

Abbildung 3-1 Endenergiesektoren in der deutschen Energiebilanz (IE basierend auf [AGEB 2008], [SCHWARZE 2002] und [VDEW 2002])

Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen ermittelt den Endenergieverbrauch des GHD-Sektors als Differenz zwischen dem Verbrauch des Gesamtsektors (Sektor GHD und Private Haushalte) und dem Verbrauch des Sektors Private Haushalte [AGEB 2008]. Der mit der Nachfrage nach Mobilität verbundene Endenergieverbrauch an Kraftstoffen im GHD-Sektor, wird im Endenergiesektor Verkehr der deutschen Energiebilanz ausgewiesen. Die direkt im Produktionsprozess, Dienstleistungsprozess

und zur Leistungserstellung verwendeten Kraftstoffe (z. B. Kraftstoff zur Bewirtschaftung von Ackerflächen, Kraftstoff für die direkte Erstellung von Bauleistungen) und die Kraftstoffe der militärischen Dienststellen werden dem Endenergiesektor GHD zugewiesen [Diekmann 2000], [Prognos 2000].

In europäischen und internationalen Energiebilanzen (insbesondere von EUROSTAT und IEA) wird der Endenergieverbrauch der Volkswirtschaften in sieben Sektoren aufgeschlüsselt (siehe Abbildung 3-2). Auf Grundlage dieser Sektoralstruktur des Endenergieverbrauches, hat die Bundesrepublik Deutschland schon seit vielen Jahren die Berichtspflichten im Rahmen der Erstellung europäischer und internationaler Energiebilanzen (EUROSTAT und IEA) zu erfüllen. Auf europäischer und internationaler Ebene erfolgt die Zuordnung von Wirtschaftssubjekten zur genutzten Sektoralstruktur des Endenergieverbrauches auf Grundlage von statistischen Nomenklaturen der Wirtschaftstätigkeiten.

Endenergiesektor	Verbrauchssektoren (beispielhaft)
<b>Industrial</b>	+ Verarbeitendes Gewerbe + Gewinnung von Steinen und Erden + Baugewerbe
<b>Transport</b>	+ Schienenverkehr + Straßenverkehr + Luftverkehr, + Küsten und Binnenschifffahrt + Individualverkehr
<b>Residential</b>	+ Private Haushalte
<b>Commercial and Public Services</b>	+ Gewerbe + Handel + Dienstleistungen + öffentliche Verbraucher
<b>Agriculture/Forestry</b>	+ Landwirtschaft + Forstwirtschaft + Gärtnereien
<b>Fishery</b>	+ Fischereiwirtschaft
<b>Not elsewhere specified (other)</b>	+ militärische Dienststellen + Rest

Abbildung 3-2 Endenergiesektoren in der europäischen und internationalen Energiebilanz (IE basierend auf [AGEB 2008], [Schwarze 2002], [VDEW 2002], [IEA 2008], [EUROSTAT 2008])

Die europäischen und internationalen Energiebilanzen sind hinsichtlich des Aufbaus und des Ausmaßes der Datendifferenzierung mit der deutschen Energiebilanz in weitem Umfang vergleichbar (siehe Abbildung 3-3). Allerdings besteht eine Differenz in der Sektoralstruktur der Endenergiesektoren. In der deutschen Energiebilanz wird der Endenergieverbrauch der Landwirtschaft und der Fischereiwirtschaft im GHD-Sektor ausgewiesen, während auf europäischer und internationaler Ebene dieser üblicherweise gesondert deklariert wird. Das Baugewerbe fällt in der deutschen Energiebilanz unter den GHD-Sektor, wobei international der Endenergieverbrauch des Baugewerbes der Industrie zugeordnet wird. Eine Zuweisung des Verarbeitenden Gewerbes in Abhängigkeit von der Beschäftigtenzahl (i. A. kleiner 20 Beschäftigte) der statistischen wirtschaftlichen Einheit (Unternehmen, Institution usw.) zum GHD-Sektor, findet nur in der deutschen Energiebilanz statt. In den Energiebilanzen von EUROSTAT und IEA wird das Verarbeitende Gewerbe ohne Berücksichtigung der Beschäftigtenzahl als Ganzes der Industrie zugeordnet. Die militärischen Dienststellen werden in der deutschen Ener-

giebilanz dem GHD-Sektor zugeordnet, auf europäischer und internationaler Ebene wird der Endenergieverbrauch unter dem Sektor Rest (not elsewhere specified) ausgewiesen.

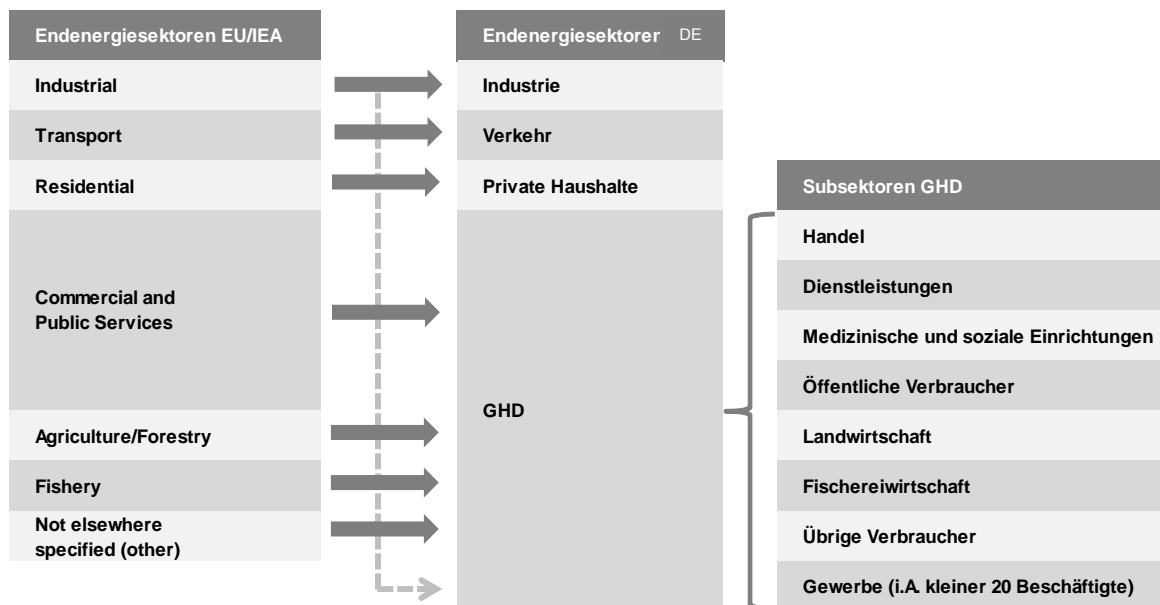


Abbildung 3-3 Endenergiesektoren in der europäischen und internationalen Energiebilanz (IE basierend auf [AGEB 2008], [Schwarze 2002], [VDEW 2002], [IEA 2008], [EUROSTAT 2008])

### 3.2 Statistische Nomenklatur der Wirtschaftstätigkeiten

Infolge der von Deutschland gegenüber EUROSTAT und IEA zu erfüllenden Berichtspflichten, zum Endenergieverbrauch nach Sektoren auf Basis von statistischen Nomenklaturen der Wirtschaftstätigkeiten, wird im Folgenden näher auf die Grundlagen der internationalen Zusammenhänge, die verwendete Fassung in Deutschland und auf den Aufbau sowie die Methodik der in Deutschland gültigen Fassung eingegangen.

Statistische Nomenklaturen (Systematiken, Klassifikationen) der Wirtschaftstätigkeiten gehören zu den Basisinstrumenten für die Erhebung und Darstellung von statistischen Daten. Um international vergleichbare Statistiken zu erstellen, werden weltweit harmonisierte statistische Konzepte und Definitionen verwendet (siehe Abbildung 3-4).

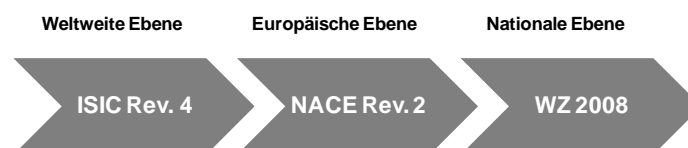


Abbildung 3-4 Endenergiesektoren in der europäischen und internationalen Energiebilanz (IE basierend auf [AGEB 2008], [Schwarze 2002], [VDEW 2002], [IEA 2008], [EUROSTAT 2008])

Die ISIC Rev. 4 (International Standard Classification of All Economic Activities) ist eine hierarchisch strukturierte Systematik der Wirtschaftstätigkeiten, die von den Vereinten Nationen erstellt wurde und zur Anwendung empfohlen ist [Rainer 2003]. Auf europäischer Ebene wird seit 2008 die NACE Rev.2 angewandt, welche in vollem Umfang der ISIC Rev.4 angepasst ist [Rainer 2003]. Für die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union ist als grundlegende statistische Nomenklatur die NACE Rev. 2 sowohl für die Erhebung als auch für die Darstellung der Daten von Statistiken, die

eine Klassifikation nach Wirtschaftszweigen enthalten, verpflichtend [Rainer 2003]. Jedoch gewährt die Verordnung den Mitgliedsstaaten die Möglichkeit, für nationale Zwecke eine von der NACE Rev. 2 abgeleitete nationale Fassung zu erstellen [Rainer 2003]. Diese müssen jedoch in den durch die NACE Rev. 2 vorgegebenen strukturellen und hierarchischen Rahmen voll integrierbar sein. In der Bundesrepublik Deutschland wird als nationale Fassung derzeit die WZ 2008 und in Ausnahmefällen die WZ 2003 als grundlegende statistische Nomenklatur der Wirtschaftstätigkeiten für die Erhebung und Darstellung der Daten verwendet [StBA 2007]. Grundsätzlich dient die WZ der Einordnung unternehmensbezogener statistischer Daten. Sie sind Grundlage zur Erstellung von Statistiken über Produktionswert, in Produktionsprozess eingeflossene Produktionsfaktoren (Arbeit, Betriebsmittel, Werkstoffe, Energie usw.), Kapitalbildung und Finanztransaktionen dieser Einheiten.

Die WZ 2008 baut auf der statistischen Systematik der Wirtschaftstätigkeiten in der EU (NACE Rev. 2) auf und ersetzt seit 2008 die bisher geltende Systematik der Wirtschaftstätigkeiten, Ausgabe 2003 (WZ 2003).

Die Gliederung der WZ 2008 erfolgt nach Abschnitten, Abteilungen, Gruppen, Klassen und Unterklassen, mit einer alphanumerischen Codierung der Gliederungspunkte. (siehe Tabelle 3-1). In der WZ 2008 sind die Wirtschaftszweige tätigkeitsbezogen und nicht sektorbezogen (z.B. GHD, Industrie) klassifiziert. [StBA 1993].

Tabelle 3-1 Gliederung und Codierung der Wirtschaftszweigklassifikation 2008 [StBA 2007]

Klassifizierung WZ 08	Anzahl der Gliederungspunkte in der WZ 08	Code WZ 08
Abschnitte	21	A-U
Abteilungen	88	01-99
Gruppen	272	01.1-99.0
Klassen	615	01.11-99.00
Unterklassen	839	01.11.0-99.00.0

Bei der Klassifizierung von statistischen Einheiten (Unternehmen, Betriebe, Arbeitsstätten und ähnliche wirtschaftliche Einheiten) einer Region (z. B. eines Bundeslandes) wird jede Einheit basierend auf der in ihr durchgeführten Tätigkeiten auf der untersten Gliederungsebene (Unterklasse) der WZ 2008 eingeordnet [StBA 1993]. In der Praxis sind die durchgeführten Tätigkeiten der statistischen Einheiten meist gemischter Art, so dass die Bestimmung einer Haupttätigkeit erforderlich ist, um die wirtschaftliche Einheit einer Unterklasse zuordnen zu können [StBA 1993]. Die Haupttätigkeit ist per Definition diejenige, die den größten Beitrag zur Bruttowertschöpfung der statistischen Einheit leistet.

Unter dem Ansatz einer Restdefinition beinhaltet der GHD-Sektor Bereiche mit sehr heterogenen Verbrauchsstrukturen (neben dem Handel und dem Dienstleistungssektor auch industrielle Kleinbetriebe und Handwerk, die Landwirtschaft und das Baugewerbe). Aufgrund dieses Sachverhaltes bedarf der GHD-Sektor einer gesonderten Betrachtung der zuzuordnenden Wirtschaftstätigkeiten/Branchen. Im Anschluss erfolgt die Zuweisung von Wirtschaftstätigkeiten zu den Endenergiesektoren der Energiebilanz.

Die statistische Nomenklatur der Wirtschaftstätigkeiten (DE: WZ 2008) ist auf alle Daten anzuwenden, die sich auf Wirtschaftszweige beziehen. Die Überführung, von der definierten Abgrenzung des

GHD-Sektors durch die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, in die WZ 2008 zeichnet sich aus durch die:

- Verbesserung der Vergleichbarkeit mit europäischen und internationalen Energiedaten [Diekmann 2000],
- Verbesserung der Vergleichbarkeit mit europäischen und internationalen Energiedaten [Diekmann 2000],
- Verbesserung der vorhandenen Abgrenzungsprobleme von Energie und Wirtschaftsdaten [Diekmann 2000] sowie
- Verbesserung der Kompatibilität mit statistischen Quellen, insbesondere der Arbeitsstätten- und der Beschäftigtenzahl im GHD-Sektor [Prognos 2000].

Gemäß den aufgezeigten Vorteilen erfolgt eine Zuweisung der Wirtschaftstätigkeiten/Branchen zum GHD-Sektor unter Berücksichtigung der Abgrenzung durch die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) gemäß der in Tabelle 3-2 aufgeführten Abteilungen der statistischen Nomenklatur WZ 2008. Die statistischen wirtschaftlichen Einheiten (Branchen) der Abteilungen 10 bis 33 des Verarbeitenden Gewerbes werden nur in Abhängigkeit von der Anzahl der Beschäftigten (i.A. <20) dem GHD-Sektor zugeordnet. Tabelle 3-2 gibt eine Übersicht zu den Abteilungen, die aufgrund der Wirtschaftstätigkeiten als auch der Beschäftigtenanzahl dem GHD-Sektor zuzuordnen sind, inklusive deren Zuordnung der Endenergiesektoren auf europäischer und internationaler Ebene.

Tabelle 3-2 Dem GHD-Sektor zugewiesene Abteilungen der WZ 2008 und Zugehörigkeit der Abteilungen zu den Endenergiesektoren auf europäischer und internationaler Ebene [IE Leipzig 2003, aktualisiert]

Nr. WZ 2008	Bezeichnung der Abteilungen in der Wirtschaftszweigklassifikation (WZ 2008)	GHD-Sektor in EB Dtl.
1	Landwirtschaft, Jagd und damit verbundene Tätigkeiten	X
2	Forstwirtschaft und Holzeinschlag	X
5	Fischerei und Aquakultur	X
9	Erbringung von Dienstleistungen für den Bergbau und für die Gewinnung von Steinen und Erden	A
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	A
11	Getränkeherstellung	A
12	Tabakverarbeitung	A
13	Herstellung von Textilien	A
14	Herstellung von Bekleidung	A
15	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	A
16	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	A
17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	A
18	Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	A
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	A
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	A
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	A
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	A

23	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	A
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	A
25	Herstellung von Metallerzeugnissen	A
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	A
27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	A
28	Maschinenbau	A
29	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	A
30	Sonstiger Fahrzeugbau	A
31	Herstellung von Möbeln	A
32	Herstellung von sonstigen Waren	A
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	A
35	Energieversorgung	X <sup>1</sup>
36	Wasserversorgung	X
37	Abwasserentsorgung	X
38	Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen; Rückgewinnung	X
39	Beseitigung von Umweltverschmutzungen und sonstige Entsorgung	X
41	Hochbau	X
42	Tiefbau	X
43	Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe	X
45	Handel mit Kraftfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	X
46	Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	X
47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	X
52	Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr	X
53	Post-, Kurier- und Expressdienste	X
55	Beherbergung	X
56	Gastronomie	X
58	Verlagswesen	X
59	Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen und Fernsehprogrammen; Kinos; Tonstudios und Verlegen von Musik	X
60	Rundfunkveranstalter	X
61	Telekommunikation	X
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	X
63	Informationsdienstleistungen	X
64	Erbringung von Finanzdienstleistungen	X
65	Versicherungen, Rückversicherungen und Pensionskassen (ohne Sozialversicherung)	X
66	Mit Finanz- und Versicherungsdienstleistungen verbundene Tätigkeiten	X
68	Grundstücks- und Wohnungswesen	X
69	Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung	X
70	Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben; Unternehmensberatung	X

71	Architektur- und Ingenieurbüros; technische, physikalische und chemische Untersuchung	X
72	Forschung und Entwicklung	X
73	Werbung und Marktforschung	X
74	Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten	X
75	Veterinärwesen	X
77	Vermietung von beweglichen Sachen	X
78	Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften	X
79	Reisebüros, Reiseveranstalter und Erbringung sonstiger Reservierungsdienstleistungen	X
80	Wach- und Sicherheitsdienste sowie Detekteien	X
81	Gebäudebetreuung; Garten- und Landschaftsbau	X
82	Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen für Unternehmen und Privatpersonen a. n. g.	X
84	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	X <sup>2</sup>
85	Erziehung und Unterricht	X
86	Gesundheitswesen	X
87	Heime (ohne Erholungs- und Ferienheime)	X
88	Sozialwesen (ohne Heime)	X
90	Kreative, künstlerische und unterhaltende Tätigkeiten	X
91	Bibliotheken, Archive, Museen, botanische und zoologische Gärten	X
92	Spiel-, Wett- und Lotteriewesen	X
93	Erbringung von Dienstleistungen des Sports, der Unterhaltung und der Erholung	X
94	Interessenvertretungen sowie kirchliche und sonstige religiöse Vereinigungen	X
95	Reparatur von Datenverarbeitungsgeräten und Gebrauchsgütern	X
96	Erbringung von sonstigen überwiegend persönlichen Dienstleistungen	X
99	Exterritoriale Organisationen und Körperschaften	X

X die statistischen wirtschaftlichen Einheiten der Abteilungen werden komplett dem GHD-Sektor zugordnet  
A die statistischen wirtschaftlichen Einheiten der Abteilungen werden nur in Abhängigkeit von der Anzahl der Beschäftigten (i.A. < 20) dem GHD-Sektor zugeordnet

der Endenergieverbrauch dieser Abteilungen wird in den Energiebilanzen von EUROSTAT und IEA gesondert im Endenergiesektor Landwirtschaft/Forstwirtschaft ausgewiesen

der Endenergieverbrauch dieser Abteilungen wird in den Energiebilanzen von EUROSTAT und IEA gesondert im Endenergiesektor Fischereiwirtschaft ausgewiesen

der Endenergieverbrauch dieser Abteilungen wird in den Energiebilanzen von EUROSTAT und IEA im Endenergiesektor Industrie ausgewiesen

der Endenergieverbrauch dieser Abteilungen wird in den Energiebilanzen von EUROSTAT und IEA im Endenergiesektor Dienstleistung und Verwaltung ausgewiesen

der Endenergieverbrauch dieser Abteilung wird in den Energiebilanzen von EUROSTAT und IEA im Endenergiesektor Rest ausgewiesen

<sup>1</sup> nur der Endenergieverbrauch der Liegenschaften/Bürogebäude, jedoch nicht der Energieeinsatz in Energieerzeugungsanlagen der allgemeinen Versorgung

<sup>2</sup> der Endenergieverbrauch der Verteidigung aus dieser Abteilung wird in den Energiebilanzen von EUROSTAT und IEA im Endenergiesektor Rest ausgewiesen

### 3.3 Strukturierung des GHD-Sektors in Subsektoren

Die inhomogene Verbrauchergruppenstruktur des GHD-Sektors erfordert die Einteilung in signifikante Subsektoren. Die Bildung von Subsektoren im GHD-Sektor erfolgt auf der Grundlage der betrachteten Tätigkeitsfelder [Kolmetz 1995]. Dabei bilden die Subsektoren in ihrer Gesamtheit den Sektor

GHD ab. Für die Strukturierung des GHD-Sektors in signifikante Subsektoren wird die in [Prognos 2000] vorgenommene Abgrenzung herangezogen. Es wird jedoch, wie auf europäischer und internationaler Ebene üblich, der Subsektor Landwirtschaft und Fischerei gesondert ausgewiesen und nicht wie bei [Prognos 2000] unter dem Subsektor Gewerbe aufgeführt. Der GHD-Sektor kann demnach in einer ersten Näherung in die nachstehenden Subsektoren aufgegliedert werden, die durch eine beispielhafte Branchenauswahl charakterisiert werden können (siehe Abbildung 3-5).

Subsektor	Branchenauswahl (beispielhaft zur Charakterisierung)
<b>Landwirtschaft</b>	+ Landwirtschaft + Forstwirtschaft + Gärtnereien
<b>Fischereiwirtschaft</b>	+ Fischereien
<b>Handel</b>	+ Einzelhandel + Kfz Gewerbe + Großhandel + Handelsvermittlungen
<b>Gewerbe</b>	+ industrielle Kleinindustrie (kleiner 20 Beschäftigte) + Handwerk + Baugewerbe
<b>Dienstleistungen</b>	+ Kreditinstitute + Versicherungen + Gastgewerbe + Nachrichtenübermittlung + Dienstleistungen + Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr
<b>Öffentliche Verbraucher</b>	+ Bund, Länder, Kommunen + Schulen + Universitäten/Fachhochschulen u.a. + Kindergärten/Tagesstätten
<b>Medizinische und soziale Einrichtungen</b>	+ Krankenhäuser + Heime + Sozialwesen
<b>Übrige Verbraucher</b>	+ übrige Verbraucher + militärische Dienststellen

Abbildung 3-5 Subsektoren des GHD-Sektors [IE Leipzig 2007, überarbeitet]

Die gewählte Strukturierung zeichnet sich durch die Möglichkeit aus, den Endenergieverbrauch des GHD-Sektors, in die auf europäischer und internationaler Ebene verwendete Sektoralstruktur des Endenergieverbrauches zu überführen (siehe dazu Tabelle 3-2).

Die in Tabelle 3-2 dargestellten Besonderheiten der Zuordnung der Abteilungen zum GHD-Sektor behalten auch bei der Bildung der Subsektoren ihre Gültigkeit. Im Folgenden ist die Einordnung jener Abteilungen der WZ 2008 die dem GHD-Sektor angehören, in die acht Subsektoren dargestellt (siehe Tabelle 3-3 und Tabelle 3-4).

Auf die Besonderheit der Zuordnung der Abteilungen 11 bis 33 sowie 38 und 39 mit einer Beschäftigtenzahl im Allgemeinen <20 zum Subsektor Gewerbe sei nochmals verwiesen. Die Abteilungen 41, 42 und 43 werden ohne Einschränkungen dem Subsektor Gewerbe zugeordnet.

Abteilungen die auf Grund ihres Charakters nicht in einer der ersten sieben Subsektoren eingeordnet werden können, werden unter Übrige Verbraucher geführt. Infolge der europäischen Berichtspflichten



wird die Klasse 84.22 (Verteidigung) aus der Abteilung 84 herausgelöst und den übrigen Verbrauchern zugeordnet.

Tabelle 3-3 WZ-Abteilungen der Subsektoren des GHD-Sektors-Teil 1 [IE Leipzig 2003, aktualisiert]

<b>Nr. WZ 08</b>	<b>Subsektor Landwirtschaft</b>
01	Landwirtschaft, Jagd und damit verbundene Tätigkeiten
02	Forstwirtschaft und Holzeinschlag
<b>Nr. WZ 08</b>	<b>Subsektor Fischereiwirtschaft</b>
05	Fischerei und Aquakultur
<b>Nr. WZ 08</b>	<b>Subsektor Handel</b>
45	Handel mit Kraftfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen
46	Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
<b>Nr. WZ 08</b>	<b>Subsektor Gewerbe</b>
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln
11	Getränkeherstellung
12	Tabakverarbeitung
13	Herstellung von Textilien
14	Herstellung von Bekleidung
15	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen
16	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)
17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus
18	Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
23	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
24	Metallerzeugung und -bearbeitung
25	Herstellung von Metallerzeugnissen
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen
27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen
28	Maschinenbau
29	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
30	Sonstiger Fahrzeugbau
31	Herstellung von Möbeln
32	Herstellung von sonstigen Waren
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen
38	Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen; Rückgewinnung
39	Beseitigung von Umweltverschmutzungen und sonstige Entsorgung
41	Hochbau
42	Tiefbau
43	Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe

Tabelle 3-4 WZ-Abteilungen der Subsektoren des GHD-Sektors -Teil 2 [IE Leipzig 2003, aktualisiert]

<b>Nr. WZ 08</b>	<b>Subsektor Dienstleistung</b>
09	Erbringung von Dienstleistungen für die Gewinnung von Erdöl und Erdgas
35	Energieversorgung
36	Wasserversorgung
37	Abwasserentsorgung
52	Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr
53	Post-, Kurier- und Expressdienste
55	Beherbergung
56	Gastronomie
58	Verlagswesen
59	Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen und Fernsehprogrammen; Kinos; Tonstudios
60	Rundfunkveranstalter
61	Telekommunikation
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie
63	Informationsdienstleistungen
64	Erbringung von Finanzdienstleistungen
65	Versicherungen, Rückversicherungen und Pensionskassen (ohne Sozialversicherung)
66	Mit Finanz- und Versicherungsdienstleistungen verbundene Tätigkeiten
68	Grundstücks- und Wohnungswesen
69	Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung
70	Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben; Unternehmensberatung
71	Architektur- und Ingenieurbüros; technische, physikalische und chemische Untersuchung
72	Forschung und Entwicklung
73	Werbung und Marktforschung
74	Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten
75	Veterinärwesen
77	Vermietung von beweglichen Sachen
78	Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften
79	Reisebüros, Reiseveranstalter und Erbringung sonstiger Reservierungsdienstleistungen
80	Wach- und Sicherheitsdienste sowie Detekteien
81	Gebäudebetreuung; Garten- und Landschaftsbau
82	Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen für Unternehmen und Privatpersonen a. n. g.
90	Kreative, künstlerische und unterhaltende Tätigkeiten
92	Spiel-, Wett- und Lotteriewesen
93	Erbringung von Dienstleistungen des Sports, der Unterhaltung und der Erholung
95	Reparatur von Datenverarbeitungsgeräten und Gebrauchsgütern
96	Erbringung von sonstigen überwiegend persönlichen Dienstleistungen
<b>Nr. WZ 08</b>	<b>Subsektor Öffentliche Verbraucher</b>
84	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung (ohne 84.22)
85	Erziehung und Unterricht
91	Bibliotheken, Archive, Museen, botanische und zoologische Gärten
<b>Nr. WZ 08</b>	<b>Subsektor medizinische und soziale Einrichtungen</b>
86	Gesundheitswesen
87	Heime (ohne Erholungs- und Ferienheime)
88	Sozialwesen (ohne Heime)
<b>Nr. WZ 08</b>	<b>Subsektor Übrige Verbraucher</b>
84.22	Verteidigung
94	Interessenvertretungen sowie kirchliche und sonstige religiöse Vereinigungen
99	Exterritoriale Organisationen und Körperschaften

## 4 Methodik

Aufbauend auf den geschaffenen Grundlagen wird nachstehend die Methodik der Identifikation sowie Charakterisierung der relevanten Branchen als auch der Hochrechnung dargestellt.

### 4.1 Methodik – Identifikation der relevanten Branchen

Aufgrund des gewählten Bottom-up Ansatzes der Hochrechnung und der Vielzahl dem GHD-Sektor zugeordneten Subsektoren sowie Branchen ist eine Sondierung der für diese Zielstellung des Vorhabens relevanten Branchen unabdingbar. Die Identifikation beruht auf einer qualitativen Abschätzung des Wärmebedarfes im Allgemeinen und der Abschätzung des Anteils der durch biogene Festbrennstoffe erzeugt wird im Speziellen. In diese Abschätzung fließen eine Vielzahl an Kriterien (Abbildung 4-1) mit ein.

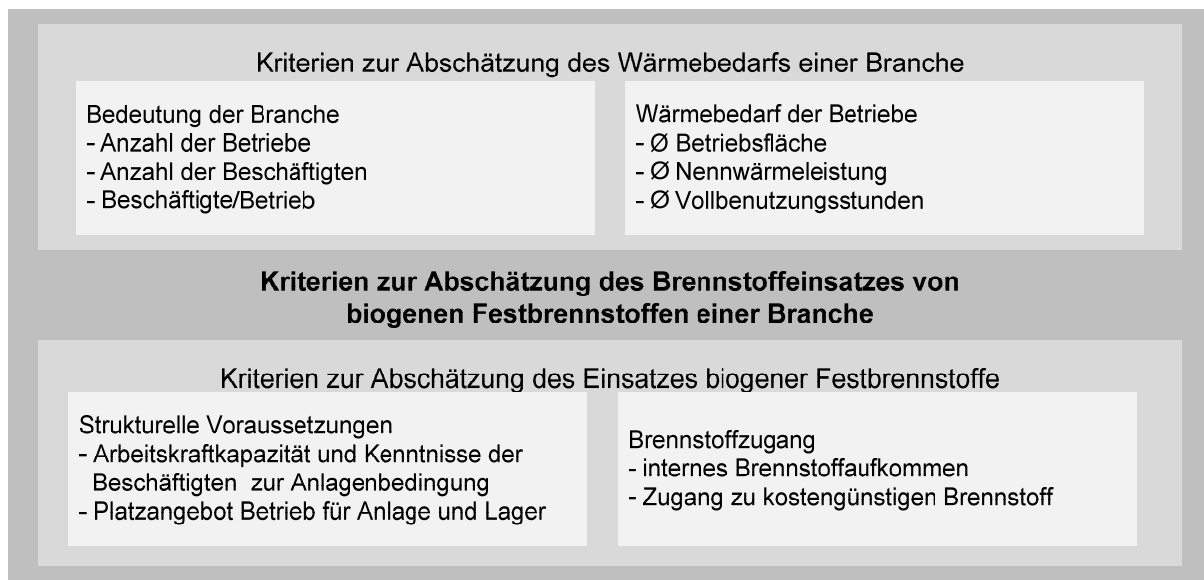


Abbildung 4-1 Kriterien zur Abschätzung des Brennstoffeinsatzes aus biogenen Festbrennstoffen der verschiedenen Branchen (eigene Darstellung)

Die Abschätzung des Brennstoffeinsatzes erfolgt unter Berücksichtigung, der in Abbildung 4-1 aufgeführten Kriterien auf Ebene der 3-Steller der WZ (272 Gruppen) in zwei Stufen – der Abschätzung des Wärmebedarfes der Gruppen sowie des Einsatzes biogener Festbrennstoffe zur Wärmeerzeugung. Zunächst wird der gesamte Wärmebedarf einer Gruppe unter Berücksichtigung der Kriterien wie bspw. Anzahl der Betriebe sowie sozialversicherungspflichtigen Beschäftigte (SV-pflichtig Beschäftigte), der Art des Betriebes sowie allgemein gültigen Kennwerten zum Wärmebedarf der verschiedenen Gruppen abgeschätzt. Aufbauend darauf ist für die 272 Gruppen der Anteil der Wärme abzuschätzen, der durch biogene Festbrennstoffe bereitgestellt wird.

Verschiedene Motive haben einen Einfluss auf die Entscheidung eines Unternehmens, dessen Wärmebedarf durch eine Biomassefeuerung zu decken. Die Installation einer Biomassefeuerung als Imagekampagne sowie die Verwendung eines gezielten Förderprogrammes im Rahmen des Austausches einer alten Heizzentrale sind nur zwei von einer Vielzahl von Motiven, die in diese Betrachtung nicht alle einfließen können. Letztendlich ist das Hauptmotiv unternehmerischer Entscheidung – und somit auch die Installation einer Biomassefeuerung zur Wärmeversorgung eines Unternehmens – die

Wirtschaftlichkeit. Für die wirtschaftliche Darstellung einer solchen Anlage ist nicht nur eine ganzjährige Auslastung einer Anlage und daraus resultierende hohe Vollbenutzungsstunden von Vorteil sondern auch ein nennenswerter Wärmebedarf. Dies ist darauf zurückzuführen, dass mit einer steigenden Nennwärmeleistung zwar die Investitionskosten steigen, die spezifischen Wärmegestehungskosten – der Preis für die erzeugte kWh an Wärme – jedoch abnehmen.

Der zweite Kostenblock neben den Investitionskosten sind die Kosten für den einzusetzenden Rohstoff. Folglich sind in diesem Zusammenhang die Betriebe hervorzuheben und besonders zu berücksichtigen, die über ein entsprechendes internes Rohstoffpotenzial (z. B. Produktionsnebenprodukte) verfügen. Mit dem Hintergrund, dass diese Reststoffe vorhanden und zu entsorgen sind, liegt eine thermische Nutzung nahe und wird in entsprechendem Umfang umgesetzt. Demnach sind für diese Anwendungen entsprechend bewährte Technologien auf dem Markt verfügbar. Der Einsatz dieser Reststoffe setzt nicht nur einen entsprechenden Wärmebedarf des Unternehmens voraus, sondern auch die Eignung des Brennstoffes. Reststoffe mit einem entsprechenden Schadstoffgehalt sind nach Regelungen des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) zu entsorgen und dürfen bspw. beim Enthalten von halogenorganischen Verbindungen nach der Behandlung nicht mehr in Anlagen der Holzbe- und Holzverarbeitung eingesetzt werden, sondern sind an entsprechende Altholzverwertungsanlagen abzugeben. Ähnliches gilt für Betriebe, die einen Zugang zu kostengünstigen Brennstoffen aufgrund der Nähe zu Brennstofflieferanten etc. haben.

Ein weiterer Aspekt, der einen Einfluss auf die Installation einer Biomassefeuerung hat, ist der Platzbedarf dieser. Gleichwohl die Größe bspw. von Pelletkesseln deutlich verringert werden konnte, bleibt der, gegenüber dem Anschluss an ein Fern- bzw. Nahwärmenetz bzw. der Verwendung von Erdgas, erhöhte Platzbedarf für das Brennstofflager (Pellets als auch Hackschnitzel) bestehen.

Im Rahmen dieses Vorhabens werden die 272 Gruppen (3Steller der WZ) den folgenden drei Kategorien zugeordnet, die nachstehend voneinander abgegrenzt und charakterisiert werden:

- relevante Branchen,
- potenziell relevante Branchen,
- nicht relevante Branchen.

Als relevant sind die Branchen einzustufen, die nicht nur einen ganzjährigen und nennenswerten Wärmebedarf haben (>100 GWh/a), sondern bei denen der Einsatz von biogenen Festbrennstoffen zur Wärmeerzeugung bereits etabliert ist. Letzteres erfolgt insbesondere in den Branchen, die ein internes Brennstoffpotenzial aufweisen oder einen leichten Zugang zu einer externen Brennstoffquelle haben. Bei diesen Branchen ist davon auszugehen, dass Sie die daraus ergebenden Synergieeffekte bereits nutzen und die entsprechenden Technologien auf dem Markt verfügbar und etabliert sind. Darüber hinaus sind bevorzugt die Branchen als relevant einzuordnen, deren Betriebe in der Regel ausreichend Platz für die Installation einer Biomassefeuerungsanlage inklusive Brennstofflager haben.

Im Gegensatz dazu sind die Branchen als nicht relevant einzustufen, deren erste Abschätzung zum Einsatz biogener Festbrennstoffe ein Ergebnis unterhalb der 100 GWh/a lieferte. Dies kann unterschiedliche Ursachen haben. Zum einen sind die Fälle zu nennen, bei denen sich die Installation einer Biomassefeuerung aufgrund eines unzureichenden Wärmebedarfes und geringen Vollbenutzungsstunden nicht wirtschaftlich darstellbar ist. Dies ist insbesondere in kleinen Betrieben mit wenig Beschäftigten, einen vergleichsweise geringen Platzbedarf je Beschäftigten sowie der Abwesenheit des Pro-

zesswärmebedarfs der Fall. Der Einsatz einer Biomassefeuerung kann in Betrieben, die in Gebäudekomplexen untergebracht sind dahingehend beschränkt sein, dass diese zwangsläufig an die Zentralheizung des Gebäudes angeschlossen sind und demzufolge keine eigene Biomassefeuerung zur Wärmebereitstellung installieren können. Zum anderen können jedoch auch die Branchen in denen eine Biomassefeuerung denkbar ist und die somit auch über einen nennenswerten Wärmebedarf in einem Betrieb verfügen, als nicht relevant eingestuft werden. In diesen Fällen ist die Anzahl der Betriebe dieser Branche im Vergleich zum GHD-Sektor so gering, als dass die Grenze von 100 GWh/a erreicht werden kann.

Neben den relevanten und nicht relevanten Branchen wurde eine dritte Kategorie eingeführt, die potenziell relevanten Branchen. Entsprechend der ersten Abschätzung zum Einsatz biogener Festbrennstoffe wurde der Wert von 100 GWh/a nicht erreicht und somit ist diesen Branchen derzeit keine Relevanz zuzusprechen. Vor dem Hintergrund nicht nur ein fortschreibbares sondern auch ein erweiterbares Hochrechnungstool zu entwickeln, werden in dieser Gruppe die Branchen zusammengefasst, denen aus den nachstehend erläuterten Gründen in Zukunft eine zunehmende Relevanz zugesprochen wird. Als wesentlicher Treiber ist die Erhöhung der aus biogenen Festbrennstoffen erzeugten Wärme am gesamten Wärmebedarf einer Branche zu nennen. Insbesondere in den Branchen bei denen die Abschätzung knapp unterhalb der Grenze ( $\geq 80$  GWh/a) liegt, ist auch bei einem gemäßigten Anlagenzubau hiermit in den nächsten Jahren zu rechnen. In einigen Branchen kann dies durch die Weiterentwicklung bestehender Technologien sowie die Marktdurchdringung innovativer Konzepte verstärkt werden.

#### 4.2 Methodik – Charakterisierung der relevanten Branchen

Die als relevant charakterisierten Branchen sind vor dem Hintergrund der Hochrechnung und der hierfür benötigten Eingangsdaten vertiefend zu charakterisieren, in Bezug auf

- Charakterisierung der Branche
- Ermittlung der relevanten Bereiche der Branche
- Charakterisierung der relevanten Bereiche

##### Charakterisierung der Branche

In diesem Abschnitt wird zunächst die Gliederung der Branche vertieft. Dies erfolgt – mit Ausnahme der Landwirtschaft, Gartenbau und öffentlichen Verwaltung – auf Basis des Unternehmensregisters auf Ebene der 4-Steller der WZ. Für die Branchen, die nicht im Unternehmensregister enthalten sind, werden branchenspezifische Statistiken des StBA, wie die Agrarstrukturerhebung [StBA 2008a] sowie Gartenbauerhebung [StBA 2006a] herangezogen.

Ein Bestandteil der Charakterisierung der Branche ist die volkswirtschaftliche Bedeutung der gesamten Branche im Kontext zum gesamten GHD-Sektor, als auch der einzelnen Bereiche innerhalb der Branche. Für Aussagen zur volkswirtschaftlichen Bedeutung bedarf es Angaben bzgl. der Anzahl der Betriebe und Beschäftigten sowie des Umsatzes, die in den in Abbildung 4-2 aufgeführten Quellen enthalten sind.

	Abschnitte des Unternehmensregister (Erläuterung siehe Legende*)																
	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O	P	Q	R	S
Anzahl der Betriebe	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Beschäftigtenanzahl	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Umsatz	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X

**\* Abschnitt des Unternehmensregisters:**  
A – Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, C – Verarbeitendes Gewerbe, D – Energieversorgung, E – Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen, F – Baugewerbe, G – Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen, H – Verkehr und Lagerei, I – Gastgewerbe, J – Information und Kommunikation, K – Erbringung von Finanzdienstleistungen, L – Grundstücks- und Wohnungswesen, M – Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen, O – Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung, P – Erziehung und Unterricht, Q – Gesundheits- und Sozialwesen, R – Kunst, Unterhaltung und Erholung, S – Erbringung von sonstigen Dienstleistungen

**Quellen:**  
X – Unternehmensregister, O – Agrarstrukturerhebung

Abbildung 4-2 Überblick über die verwendeten Quellen zur Einschätzung der volkswirtschaftlichen Bedeutung (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a], [StBA 2008a], [StBA 2009b], [StBA 2009c], [StBA 2010a], [StBA 2010b], [StBA 2010d], StBA 2010e])

Grundlage für die Anzahl der Betriebe des GHD-Sektors bildet das Unternehmensregister, wobei die Betriebe im Abschnitt C – Verarbeitendes Gewerbe, die mehr als 20 Beschäftigte aufweisen, definitionsgemäß dem Sektor IND (siehe Kapitel 3) zuzuordnen sind. Für den Abschnitt A – Landwirtschaft liegen mit [StBA 2008a] und [StBA, 2010b] Daten zu der Anzahl der Betriebe mit Ausnahme der Fischerei vor. Angaben zur Anzahl der Betriebe, die dem Abschnitt O – Öffentliche Verwaltung zuzuordnen sind, sind über das StBA zu generieren.

Als Grundlage für die Anzahl der SV-pflichtigen Beschäftigten dient die Statistik der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten [StBA 2010c]. Diese Statistik führt alle SV-pflichtige Beschäftigten in Voll- und Teilzeit für alle Abschnitte der WZ. Definitionsgemäß werden die Abschnitte T – Private Haushalte sowie Abschnitt B – Bergbau und Gewinnung von Steinen (=IND) nicht in die Betrachtung des GHD-Sektors einbezogen. Das gleiche gilt für die Unternehmen des Abschnittes C – Verarbeitendes Gewerbe, die mehr als 20 Beschäftigte ausweisen.

Angaben zum Umsatz sind gemäß Abbildung 4-2 dem Unternehmensregister zu entnehmen, mit Ausnahme der Abschnitte A und O. Während für den Abschnitt O keine alternativen Statistiken des StBA vorliegen, wird für den Abschnitt A in [StBA 2008a] lediglich der Standarddeckungsbeitrag angegeben. Dieser stellt die Differenz zwischen dem Umsatz und den variablen Kosten dar und ist daher nicht mit dem Umsatz gleichzusetzen.

Neben dem volkswirtschaftlichen Aspekt ist die Analyse des Energie- und insbesondere Wärmebedarf der Branche von zentraler Bedeutung. In diesem Zusammenhang werden Einschätzungen zum Anteil der Wärme am gesamten Endenergiebedarf basierend auf Literaturwerten vorgenommen. Darüber hinaus können beruhend auf der Literaturrecherche sowie den durchgeführten Multiplikatoreninterviews, Aussagen zum Wärmebedarf sowie der Eignung des Einsatzes von biogenen Festbrennstoffen zur Deckung dessen in den einzelnen Bereichen einer Branche getätigt werden.

### Identifikation der relevanten Bereiche

Unter Berücksichtigung der volkswirtschaftlichen Bedeutung, dem Wärmebedarf, den Einsatz von Biomasse werden die für dieses Vorhaben relevanten Bereiche einer Branche benannt.

### Charakterisierung der relevanten Bereiche

Für die relevanten Fragestellungen hinsichtlich des spezifischen Wärmebedarfes (z.B. kWh<sub>th</sub>/Tier), der Gerätestruktur sowie dem Biomassepotenzial der Branchenbereichen werden die Ergebnisse dar-

gestellt und deren Plausibilität geprüft. Sofern dies in der benötigten Detailtiefe nicht im Abschnitt „Charakterisierung der Branche“ erfolgte, werden ggf. vertiefende Angaben zu der Betriebsstruktur bzw. den Aktivitätsgrößen bzw. Bezugsgrößen für die Hochrechnung ausgegeben.

Resultierend aus der Charakterisierung der relevanten Bereiche wird ein Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung mit Werten – versehen mit Spannweiten – für die einzelnen Bereiche angegeben. Dies beruht auf der zuvor angegebenen Auswertung der Daten aus der Literaturrecherche sowie den Multiplikatoreninterviews.

### 4.3 Methodik Hochrechnung – Variante 1

Üblicherweise erfolgen Hochrechnungen auf der Basis einer Stichprobe  $S$  aus der zu betrachtenden Gesamtheit  $G$ . Aus dem Anteil der gesuchten Größe innerhalb der Stichprobe  $A_S$  ergibt sich über den Anteil der Stichprobe an der Gesamtheit die gesuchte Größe  $A_G$ :

$$\frac{S}{G} = \frac{A_S}{A_G} \Rightarrow A_G = A_S \times \frac{G}{S} \quad (\text{Formel 4-1})$$

Als Gesamtheit sind die Betriebe des GHD-Sektors unterteilt nach Branchen und Branchenbereichen zu verstehen. Grundlage für die Hochrechnung bildet die Ermittlung des Energiebedarfs eines einzelnen Betriebes, wobei die Betriebe anhand ihrer Beschäftigtenzahlen in Größenklassen unterteilt werden. Hintergrund ist die Annahme, dass mit zunehmender Größe des Betriebes auch die Anlagenleistung zunimmt. Die Hochrechnung erfolgt dann in drei Teilschritten. Aufbauend darauf wird zunächst der Energieverbrauch der relevanten Bereiche der Branchen anhand der zugehörigen Betriebszahlen hochgerechnet. Im zweiten Schritt wird unter Verwendung des jeweiligen, als Eingangsgröße bestimmten Anteils an biogenen Festbrennstoffen, die daraus erzeugte Wärme berechnet.

Ziel ist es, den Einsatz biogener Festbrennstoffe zu bestimmen, der unter Verwendung eines Nutzungsgrades von der berechneten Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen zu berechnen ist. In [Tzscheuschler 2009] wird der Energieverbrauch in DE – vom Primärenergieeinsatz bis hin zum sektoral aufgeteilten End- und Nutzenergieverbrauch – dargestellt. Der darin ausgewiesene Nutzungsgrad für die Wärme im GHD-Sektor wird, auch wenn dieser nicht brennstoffspezifisch ist, als Richtwert für die Berechnung übernommen. Ergänzend dazu erfolgt eine Aufteilung des Brennstoffeinsatzes entsprechend der abgeschätzten Anteile der verschiedenen Brennstoffarten. Das Vorgehen ist schematisch in Abbildung 4-3 dargestellt.

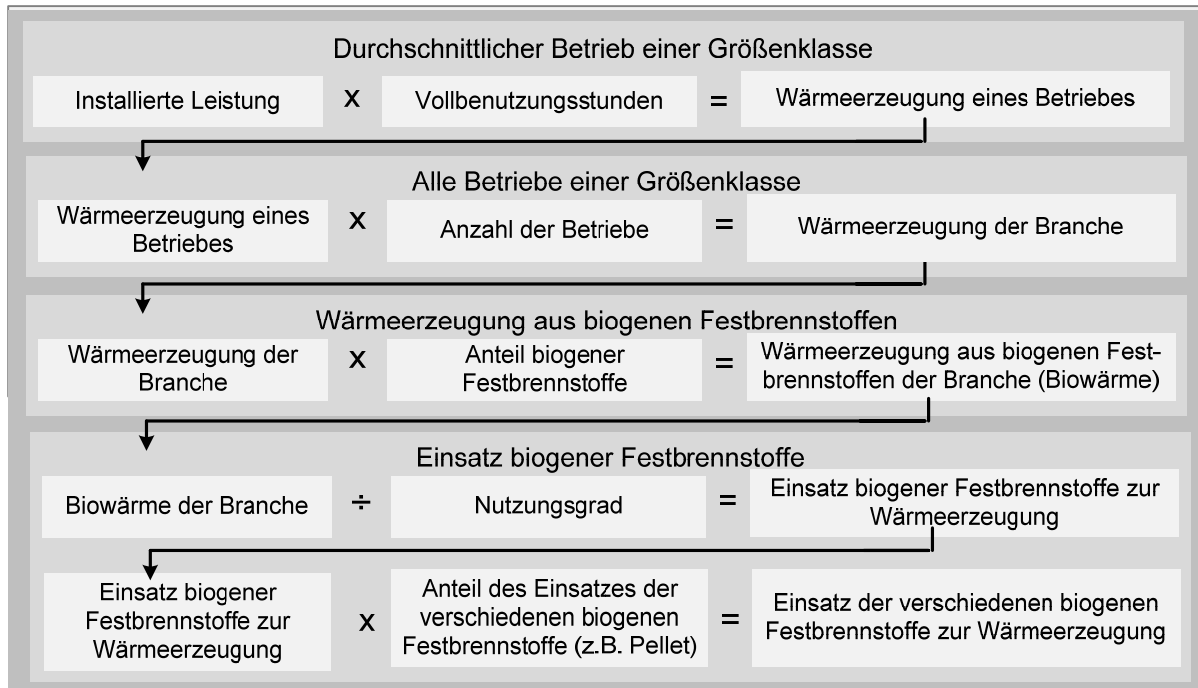


Abbildung 4-3 Schematische Darstellung der Hochrechnung – Variante 1 (eigene Darstellung)

Vorteil gegenüber den in Kapitel 2 betrachteten Studien stellt die Wahl der Aktivitätsgröße (Betrieb) dar, da die Betriebszahlen weitestgehend mit den Heizungsanlagenzahlen übereinstimmen sollten. Somit ist der direkte Bezug zur Gerätestruktur gegeben.

Die Einteilung in Betriebsgrößenklassen orientiert sich am Unternehmensregister. Es werden 3 Größenklassen gebildet: 0 bis 10, 11 bis 49 sowie 50 und mehr SV-pflichtig Beschäftigte pro Betrieb. Lediglich für das verarbeitende Gewerbe wird aufgrund der Abschneidegrenze des GHD-Sektors bis 20 Beschäftigten folgende Einteilung gewählt: 0 bis 5, 6 bis 10 und 11 bis 19 SV-pflichtig Beschäftigte pro Betrieb.

Um den durchschnittlichen Energieverbrauch eines Betriebes einer bestimmten Größenklasse zu ermitteln, werden Angaben zur installierten Leistung sowie zu den Vollbenutzungsstunden benötigt. Angaben diesbezüglich werden im Rahmen dieses Vorhabens als Durchschnittswerte infolge einer Multiplikatorenbefragung erhoben und nicht analog [ISI/Ife/GfK 2008] durch die gezielte Befragung von Betrieben. Neben der Durchführung von Multiplikatoreninterviews werden verfügbare Literaturwerte sowie Praxisbeispiele herangezogen. Indem die Angaben z.T. auf Abschätzungen von Branchenexperten beruhen, sind diese naturgemäß mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Im Rahmen dieses Vorhabens werden diese Unsicherheiten dokumentiert und gehen in die Eingangsdaten und somit auch in das Ergebnis der Hochrechnung ein.

Entsprechend der verfügbaren Eingangsdaten ist es darüber hinaus wünschenswert den Energieverbrauch aufzuschlüsseln nach Art des Brennstoffes und Gerätetyp. Diese Anforderung wird in der entsprechenden Eingabe- und Ausgabemaske berücksichtigt. In der Konzeption der Hochrechnung wurde die Fortschreibbarkeit sowie Erweiterbarkeit Rechnung getragen. Die Erweiterbarkeit bezieht sich sowohl auf das Einpflegen neuer Eingangsdaten als auch die Integration der bisher als potenziell oder nicht relevant eingestuft Branchen.



Sollte aufgrund der Datenlage dieses Hochrechnungsverfahren nicht anwendbar sein, gibt es die Möglichkeit auf die nachstehend aufgeführte Hochrechnung auszuweichen.

#### 4.4 Methodik Hochrechnung – Variante 2

Im Rahmen der Studie wird zur Ermittlung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe ein Bottom-Up Ansatz gewählt ("von unten heraus"). In Abhängigkeit von der Datenverfügbarkeit wird der Energiebedarf beginnend auf einer unteren Ebene – Ebene einzelner Branchen oder Subsektoren des Sektors GHD – ermittelt. Mittels der branchenspezifischen Anteile der biogenen Festbrennstoffe wird der Einsatz fester Biomasse je Branche berechnet und abschließend aggregiert. Wegen des Ansatzes, vom Detail zum Allgemeinen zu aggregieren, bezeichnet man diese Art der Herangehensweise auch als Bottom-Up Approach [Schlette 1999].

Die anvisierte Hochrechnung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe auf Basis der Anzahl der Betriebe in Verbindung mit der installierten Leistung und den Vollbenutzungsstunden ist anzustreben. Sind die Datenlage sowie Datenqualität der benötigten Eingangsdaten als mangelhaft zu bewerten, kann eine Hochrechnung basierend auf verfügbaren branchenspezifischen Energiebedarfsindikatoren (aus Stichprobenuntersuchungen, Veröffentlichungen, Branchenstudien, Einschätzungen von Experten) erfolgen. Diese Vorgehensweise wird nachstehend vertiefend dargestellt.

Für die relevanten Branchen sind mittels Literaturlauswertungen und den Multiplikatoreninterviews Energiebedarfsindikatoren (I) zu eruiieren. Energiebedarfsindikatoren sind "Maßgrößen", die den Zusammenhang zwischen einer Aktivität oder Aufgabe und der hierfür eingesetzten Energie beschreiben. Diese Maßgrößen sind gewöhnlich Verhältniszahlen, die durch Angabe von Zähler (Messgröße Energie E) und Nenner (Aktivitätsgröße A) zu konkretisieren sind [Diekmann 1999].

Angaben zu Energiebedarfsindikatoren sind umso aussagekräftiger, je besser Zähler und Nenner miteinander korrelieren. In Hinsicht auf den Zähler des Energiebedarfsindikators gibt es verschiedene Messkonzepte. Auf sektoraler, subsektoraler Ebene und Branchenebene wird überwiegend die Endenergie als Energiebedarfsgröße genutzt. Für den Nenner des Energiebedarfsindikators – die Aktivität – kommen grundlegend, in Abhängigkeit der Analyseebene, der Datenverfügbarkeit und der Korrelation mit dem Energiebedarf, sowohl Mengengrößen (z. B. Beschäftigtenzahl, Produktionsmengen) als auch Wertgrößen (z.B. Bruttowertschöpfung) zum Einsatz. Mit dem Hintergrund dieser Studie, ausschließlich die thermische Energie zu betrachten, könnte der Energiebedarfsindikator auch als Wärmebedarfsindikator bezeichnet werden.

Aufgrund der Heterogenität des GHD-Sektors ist die Wahl verschiedener Aktivitätsgrößen für die Hochrechnung denkbar. Dies hat zur Folge, dass die Hochrechnungsmodelle zugeschnitten auf die Branchen zu entwickeln sind.

Grundlegend ist es denkbar typische Betriebsgrößenklassen anhand der Aktivitätsgrößen zu bilden. Hierfür sind jedoch Anhaltspunkte für die Betriebsgrößenklassen in einem entsprechenden Detaillierungsgrad notwendig. Die Hochrechnung unter Verwendung von branchenspezifischen Aktivitätsgrößen und Energiebedarfsindikatoren erfolgt entsprechend Abbildung 4-4.

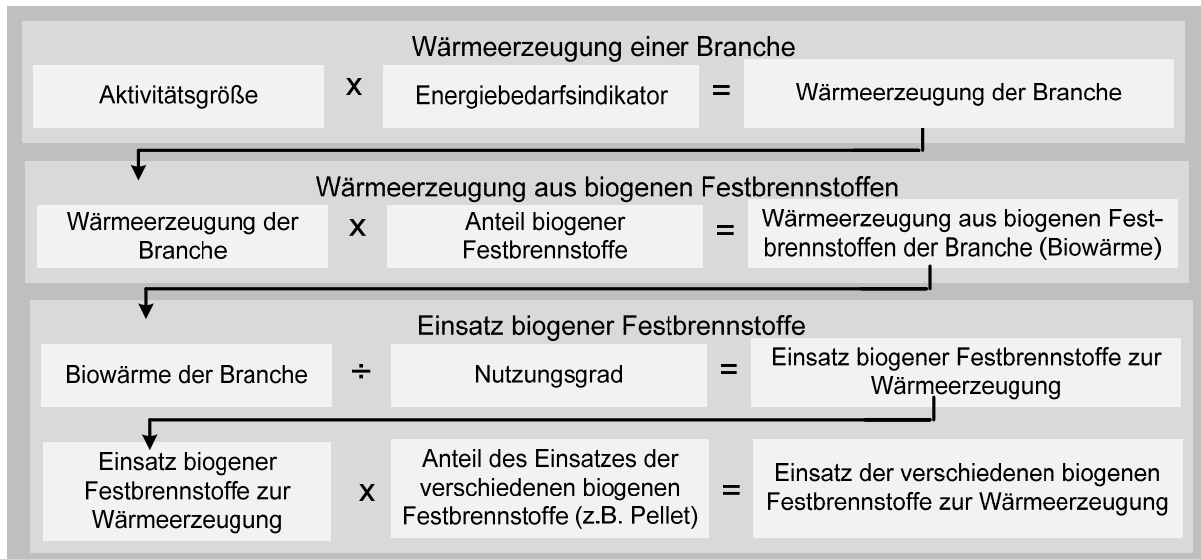


Abbildung 4-4 Schematische Darstellung der Hochrechnung – Variante 2 (eigene Darstellung)

Im Rahmen der Recherche der Energiebedarfsindikatoren sowie des Anteils der biogenen Festbrennstoffe (B) ist zu erwarten, dass verschiedene Werte sowohl in der Literatur als auch den Befragungen genannt werden. Aufbauend auf diesen Angaben werden Mittelwerte für E bzw. B und Standardabweichungen  $\Delta E$  bzw.  $\Delta B$  gebildet, die in die Hochrechnung mit eingehen. Unter Voraussetzung, dass der Energiebedarfsindikator nicht dem Brennstoffeinsatz, sondern dem Wärmebedarf entspricht, ist zur Berechnung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe die Wärmeerzeugung durch den Nutzungsgrad zu dividieren. Für die Berechnung des Einsatzes der verschiedenen biogenen Festbrennstoffe (Pellets, Hackschnitzel etc.) wird der berechnete Einsatz biogener Festbrennstoffe – Mittelwert sowohl die Standardabweichung – entsprechend des Anteils der verschiedenen Brennstoffarten aufgeteilt.

## 5 Sektorunspezifische Datengrundlagen

Grundlegend können die Eingangsdaten für die Hochrechnung eingeteilt werden in branchenspezifische Grunddaten (siehe Kapiteln 7 bis 11) einerseits und branchen- bzw. sektorunspezifischen Grunddaten andererseits. Nachstehend werden die branchenunspezifischen Grunddaten (Unternehmensregister, Emissionsüberwachung durch Schornsteinfeger, Förderdaten, Anlagendatenbanken) hinsichtlich Verfügbarkeit, Qualität und Ergebnisse analysiert und deren Eignung bewertet.

### 5.1 Unternehmensregister

In Umsetzung der Verordnung der Europäischen Union zur Schaffung eines gemeinsamen Rahmens für Unternehmensregister für statistische Zwecke [EWG Nr. 177/2008] sind alle EU-Mitgliedsstaaten – demnach auch Deutschland – verpflichtet, bestimmte statistische Daten in Form eines Unternehmensregisters zu erfassen. Zur Durchführung dieser Berichtspflicht wurde das statistische Unternehmensregister geschaffen. Grundlage für die Einteilung der Unternehmen bildet die Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ). In dieser Datenbank werden alle Unternehmen mit steuerbarem Umsatz aus Lieferungen und Leistungen und/oder SV-pflichtig Beschäftigte berücksichtigt.

Die Aktualisierung des Unternehmensregisters erfolgt jährlich durch eine Verknüpfung vorhandener Registerangaben mit administrativen, im Statistikregistergesetz (StatRegG) aufgeführten Daten. An das Statistische Bundesamt (StBA) oder an die Statistischen Landesämter (StLA) werden folgende administrative Daten direkt gemeldet:

- Dateien der Steuerverwaltung,
  - Umsatzsteuerdateien, Einkommens- und Körperschaftssteuerdateien von Oberfinanzdirektionen (OFD),
  - Organschaftsdatei des Bundesamtes für Finanzen (BfF),
- Betriebsdatei der Bundesagentur für Arbeit (BA),
- Dateien der Handwerkskammer,
- Dateien der Industrie- und Handwerkskammern [StBA 2009a].

Das Unternehmensregister beinhaltet – mit Ausnahme der Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (Abschnitt A der WZ) sowie der Öffentlichen Verwaltung (Abschnitt O der WZ) – für jede Abteilung bzw. Klasse Angaben zu der Anzahl der Betriebe, SV-pflichtig Beschäftigte sowie Umsatz, jeweils unterteilt in 8 Betriebsgrößenklassen [StBA 2009a]. Diese Angaben wurden vom StBA auf der Ebene der 4-Steller der WZ zur Verfügung gestellt.

Die Verwendung des Unternehmensregisters als Datengrundlage für die Aktivitätsgröße der Hochrechnung (Anzahl der Betriebe) ist nur bedingt möglich. Durch das Unternehmensregister werden zum einen keine Daten für die Abschnitte A und O zur Verfügung gestellt. Folglich kann die Verwendung alternativer Statistiken zu einer von der WZ abweichenden Einteilung des Abschnittes in Abteilungen und Klassen führen. Eine Plausibilitätsprüfung zeigte zum anderen, dass beim Abschnitt P – Erziehung und Unterricht das Unternehmensregister anfechtbare Daten im Unternehmensregister enthält. Demnach dient bei der Hochrechnung dieses Wirtschaftszweigs nicht das Unternehmensregister, sondern die Schulstatistik als Datengrundlage (siehe Kapitel 4.2).

Somit ist eine Plausibilitätskontrolle der Angaben des Unternehmensregisters mit branchenspezifischen Statistiken vorzunehmen, so dass Unstimmigkeiten behoben werden können. Grundlegend bildet das Unternehmensregister prinzipiell eine Basis für die Abbildung der volkswirtschaftlichen Bedeutung sowie Betriebsstruktur einer Branche.

## 5.2 Daten der Emissionsüberwachung durch die Schornsteinfeger

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge wurde vom Gesetzgeber das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassen und durch die Bundes-Immissionsschutzverordnungen (BImSchV) hinsichtlich den Anwendungsbereichen und Grenzwertbestimmungen konkretisiert.

Die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1.BImSchV) beinhaltet Rahmenbedingungen hinsichtlich Errichtung, Beschaffenheit und Betrieb der entsprechenden Anlagen sowie Grenzwerte und Richtlinien bzgl. der Durchführung der Emissionsmessung. Diese ist, entsprechend der Beschickungsart und des eingesetzten Brennstoffes, bei Inbetriebnahme (=Erstmessung) und ggf. in einem entsprechenden Turnus (=wiederkehrende Messung) durch einen Schornsteinfeger durchzuführen. Im Sinne der 1.BImSchV der Fassung 2003 fallen in den Begriff „kleine und mittlere Feuerungsanlagen“ Anlagen mit einer Nennwärmeleistung (NWL) von  $15 \leq 1.000 \text{ kW}$ . Mit der Novelle der 1.BImSchV 2010 wird der Bereich der Nennwärmeleistung auf  $4 \leq 1.000 \text{ kW}$  ausgeweitet [1.BImSchV 2003], [1.BImSchV 2010].

Durch den Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV) und den Auftraggeber liegen die Ergebnisse der Brennstoffmessung von 1995 bis 2008 vor.

Brennstoff	Messwert	Erstmessung					analoge Darstellung für - wiederkehrende Messung - Wiederholungsmessung - Messung auf Anordnung
		≤50 kW	>50-100 kW	>100-150 kW	>150-500 kW	>500-1.000 kW	
4	In Ordnung nurEB neg. nurCO neg. EB+CO neg.						
	Gesamt neg. Gesamtzahl						
analoge Darstellung für <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoff 4 – naturbelassenes stückiges Holz inkl. anhaftender Rinde, z.B. Scheitholz, Hackschnitzel</li> <li>• Brennstoff 5 – naturbelassenes nicht stückiges Holz, z.B. Sägemehl, Späne, Schleifstaub oder Rinde</li> <li>• Brennstoff 5a – Presslinge aus naturbelassenem Holz, z.B. in Form von Holzbriketts, Holzpellets</li> <li>• Brennstoff 6/7 – gestrichenes, lackiertes od. beschichtetes Holz, Sperrholz, Span- und Faserplatten sowie daraus anfallende Reste soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten</li> <li>• Brennstoff 8 – Stroh oder ähnlich pflanzliche Stoffe</li> </ul>							

Abbildung 5-1 Datendarstellung der Emissionsüberwachung durch die Schornsteinfeger (eigene Darstellung basierend auf [ZIV 2009])

Die in Abbildung 5-1 aufgeführte Ergebnisdarstellung wird zudem gesondert für hand- und automatisch beschickte Anlagen ausgegeben. Zurückzuführen ist dies auf die in der 1.BImSchV definierten, differenzierten Anforderungen an die Anlagentypen.

Emissionsmessungen sind – mit Ausnahme der Brennstoffe 6/7 (Abbildung 5-1) – bei handbeschickten Anlagen laut [1.BImSchV 2003] nur bei Inbetriebnahme durchzuführen. Folglich kann mit dieser Datengrundlage der jährliche Zubau bestimmt werden. Für die Abschätzung des tatsächlichen Anlagenbestandes bedarf es zusätzlicher Informationen hinsichtlich der Außerbetriebnahme sowie Sanie-

zung bestehender Anlagen. Zusätzlich zur Erstmessung sind bei den Brennstoffen 6/7 auch wiederkehrende Messungen in der [1.BImSchV] gefordert. Einen Überblick zum jährlichen und kumulierten Anlagenzubau für den Zeitraum 1995 bis 2008 gibt Abbildung 5-2.

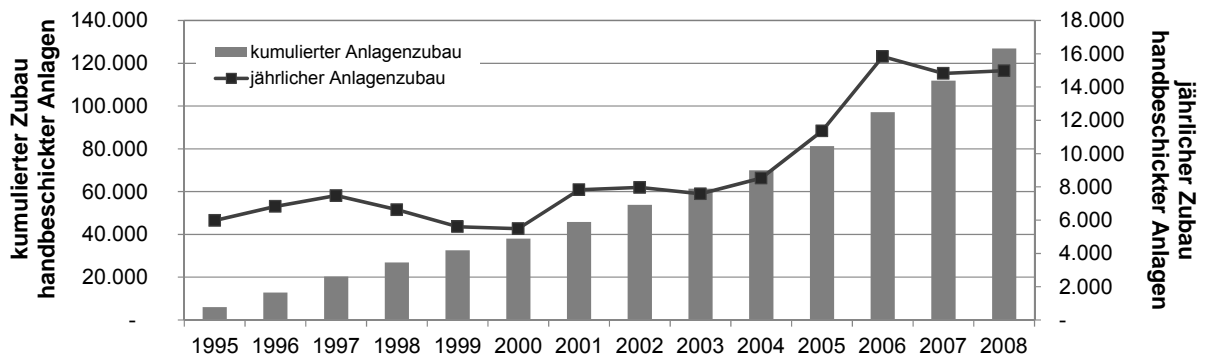


Abbildung 5-2 Jährlicher und kumulierter Zubau handbeschickter Anlagen der 1.BImSchV für den Zeitraum 1995-2008 (eigene Darstellung basierend auf [ZIV 2009])

Im Zeitraum 1998 bis 2005 wurden ca. 125.000 handbeschickte Anlagen > 15 kW in Betrieb genommen, wobei 99 % der Anlagen im Bereich <100 kW<sub>NWL</sub> liegen und hauptsächlich (96 %) Brennstoffe der Gruppe 4 eingesetzt werden [ZIV 2009].

Analog den handbeschickten Anlagen der Brennstoffe 6/7 sind bei allen automatisch beschickten Anlagen Erstmessung und wiederkehrende Messungen durchzuführen. Folglich kann – zumindest theoretisch – mittels der Summe der Erstmessung und der wiederkehrenden Messung auf den Anlagenbestand eines Jahres zurück geschlossen werden.

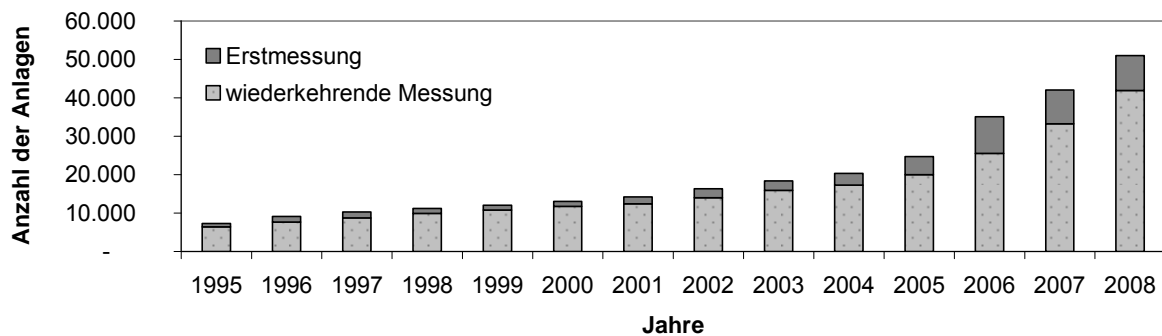


Abbildung 5-3 Anlagenbestand der automatisch beschickten Anlagen der 1.BImSchV für den Zeitraum 1995 bis 2008 (eigene Darstellung basierend auf [ZIV 2009])

Anhand Abbildung 5-3 ist eine deutliche Zunahme des Anlagenbestandes an automatisch beschickten Anlagen (um 42.000) zwischen 1995 und 2008 zu verzeichnen. Entgegen den handbeschickten sind bei den automatisch beschickten Anlagen Veränderungen in Bezug auf die eingesetzten Brennstoffe und Leistungsbereiche zu verzeichnen. Beispielhaft ist in Abbildung 5-4 die Verteilung des Anlagenbestandes jeweils für die Jahre 2000 und 2008 aufgeführt.

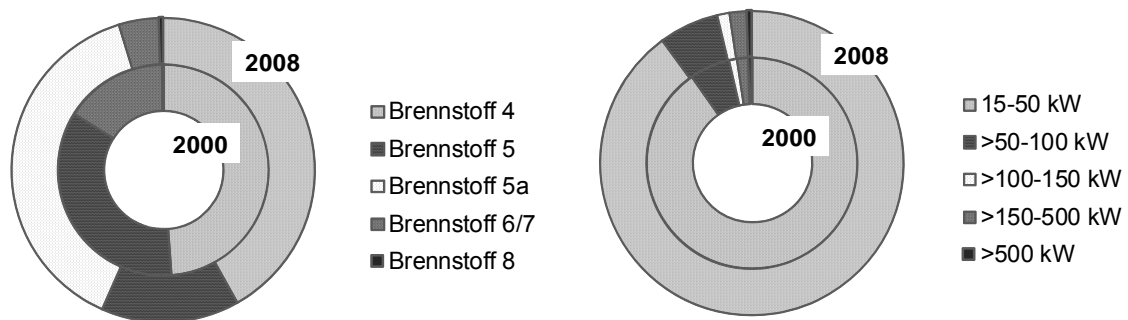


Abbildung 5-4 Verteilung der Brennstoffe und Leistungsklassen für den Anlagenbestand der automatisch beschickten Anlagen für die Jahre 2000 und 2008 (eigene Darstellung basierend auf [ZIV 2009])

Veränderungen hinsichtlich der Anteile der eingesetzten Brennstoffe und der Leistungsklassen sind primär auf die rasante Verbreitung des Brennstoffes 5a (Holzpellets), der zu 90 % im Leistungsbe- reich 15 bis 50 kW eingesetzt wird, zurückzuführen. Dem hingegen ist ein vergleichsweise geringer Zubau an Anlagen, die die Brennstoffe 5 sowie 6/7 einsetzen, zu verzeichnen.

Prinzipiell bieten die Daten aus der Emissionsüberwachung durch die Schornsteinfeger eine gute Möglichkeit, Aussagen zur Neuinstallation von Anlagen zu treffen. Aufgrund der wiederkehrenden Messung kann der Anlagenbestand für automatisch beschickte und handbeschickte Anlagen unter Einsatz der Brennstoffe 6/7 abgeleitet werden. Eine für dieses Vorhaben relevante sektoren- bzw. branchenspezifische Zuordnung der Anlagen erfolgt nicht. Aufgrund der in der 1.BImSchV aufgeführten Nutzungseinschränkungen sind branchenspezifische Zuordnungen für Brennstoff 8 (Land- wirtschaft/Gartenbau) sowie Brennstoffe 6/7 (Holzbe- und Holzverarbeitung) möglich. Indem die sektorale Zuordnung der Holzbe- und Holzverarbeitung von der Anzahl der Beschäftigten abhängt, sind auch für die Brennstoffe 6/7 Abschätzungen notwendig.

Eine Abschätzung hinsichtlich der Abgrenzung des Sektors GHD von der Industrie und den privaten Haushalten wurde im Rahmen des Expertenworkshops am 17.03.2010 in Leipzig mit den Teilneh- mern diskutiert. Das Ergebnis der Schätzung spiegelt Abbildung 5-5 wieder.

Art der Beschickung	hand beschickt					automatisch beschickt				
	15 50	50 100	100 150	150 500	500 1.000	15 50	50 100	100 150	150 500	500 1.000
<b>Brennstoff 4</b> (z.B. Hackschnitzel, Scheitholz)	GHD					GHD				
<b>Brennstoff 5</b> (z.B. Sägespäne, Sägemehl)	Holzgewerbe - GHD				Ind.	Holzgewerbe - GHD				Ind.
<b>Brennstoff 5a</b> (z.B. Pellets, Holzbriketts)						GHD				
<b>Brennstoff 6/7</b> (z.B. lackiertes Holz, Spanplatten)	Ind. Holzgewerbe - GHD				Ind.	Ind. Holzgewerbe - GHD				Ind.
<b>Brennstoff 8</b> (z.B. Stroh)	Landwirtschaft - GHD					Landwirtschaft - GHD				

Abbildung 5-5 Einschätzung des Einsatzes von biogenen Festbrennstoffen im GHD-Sektor (eigene Darstellung basierend auf [DBFZ 2010a])

Ergebnis dieser Umfrage ist eine Einschätzung, welche Brennstoffe in entsprechenden Leistungsbereichen im GHD-Sektor vorstellbar sind. Abschätzungen bzgl. des Anteils der Anlagen im GHD-Sektor wurden nur von einem Teilnehmer vorgenommen. Darüber hinaus führten 4 der 20 Teilnehmer bevorzugte Branchen für bestimmte Leistungsbereiche sowie Brennstoffe auf (Abbildung 5-5). Für die überwiegend eingesetzten Brennstoffe der Gruppen 4 und 5a wurde keine Spezifizierung hinsichtlich der Branchen vorgenommen. Während 96 % der im Zeitraum 1995 bis 2008 zugebauten handbeschickten Anlagen diese Brennstoffe einsetzen, liegt deren Anteil bei den automatisch beschickten Anlagen bei 64 %.

Bei den anderen Brennstoffen wurden Zuordnung zum Holzgewerbe (Brennstoffe 5, 6/7) sowie Landwirtschaft (Brennstoffe 8, 13) vorgenommen. Diese ergeben sich einerseits aus Nutzungsbeschränkungen nach 1.BImSchV (Brennstoffe 6/7, 8) sowie den Brennstoffeigenschaften (Brennstoffe 5, 13).

Brennstoffe der Gruppe 6/7 sind nach §5 Abs. 2 1.BImSchV ausschließlich in Betrieben der Holzbe- und Holzverarbeitung in Anlagen mit einer NWL >50 kW einzusetzen. Ergänzend dazu kann, beruhend auf der Definition des Brennstoffes 5 als naturbelassenes nicht stückiges Holz in z. B. in Form von Sägemehl und Spänen, davon ausgegangen werden, dass diese ebenso im Wesentlichen in Betrieben der Holzbearbeitung (Säge- und Hobelwerke) eingesetzt werden. Dem hingegen fallen die Brennstoffe 6/7 sowohl bei Betrieben, die der Herstellung sonstigen Holz-, Kork-, Flecht- und Korbwaren (ohne Möbel), als auch bei Betrieben, die der Herstellung von Möbeln zuzuordnen sind, an. Für eine vertiefende Differenzierung entsprechend der Klassen der WZ liegen keine Daten vor. Grundlegend bleibt bei den drei Brennstoffgruppen die Abgrenzung zwischen dem GHD-Sektor und der Industrie offen. Im Rahmen des Workshops wird einerseits der Einsatz der Brennstoffe 6/7 insgesamt der Industrie zugeordnet. Mehrere Teilnehmer sprachen sich jedoch für den Einsatz sowohl der Brennstoffe 6/7 als auch des Brennstoffs 5 im holzbe- und holzverarbeitendem Gewerbe bis zu einer Leistungsklasse von 500 kW aus (Abbildung 5-5).

Zunächst ist der tatsächliche Anlagenbestand der Brennstoffe 5, 6/7 und dessen Entwicklung im Zeitraum 1995 bis 2008 in Abbildung 5-6 aufgeführt.

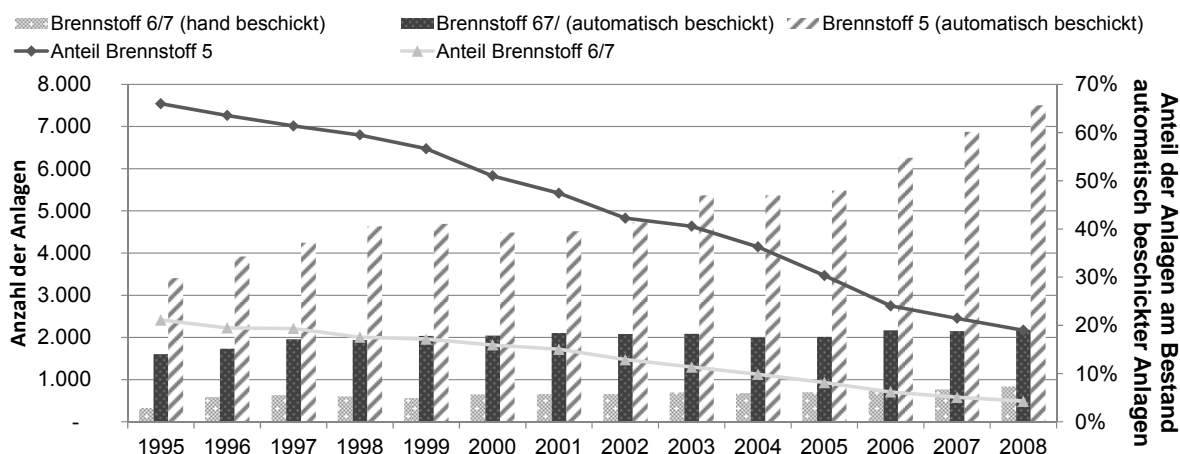


Abbildung 5-6 Entwicklung des Anlagenbestandes und des Anteils der hand- (Brennstoff 6/7) sowie automatisch beschickten Anlagen (Brennstoff 5, 6/7) der Brennstoffe (eigene Darstellung basierend auf [ZIV 2009])

Während gemäß Abbildung 5-6 der Anlagenbestand des Brennstoffes 5 deutlich zunimmt ist bei den hand- sowie automatisch beschickten Anlagen des Brennstoffes 6/7 ein nahezu konstanter Anlagenbestand in dem Zeitraum zu verzeichnen. Der in einigen Jahren (z. B. 2000 gegenüber 1999) verzeichnende leichte Rückgang des Anlagenbestandes ist nicht primär auf eine Umrüstung der Heizungsanlage zurückzuführen. Als Grund ist beispielsweise auch die Schließung von Betrieben zu nennen. Eine Aufteilung in die entsprechenden Leistungsbereiche ist in Abbildung 5-7 aufgeführt.

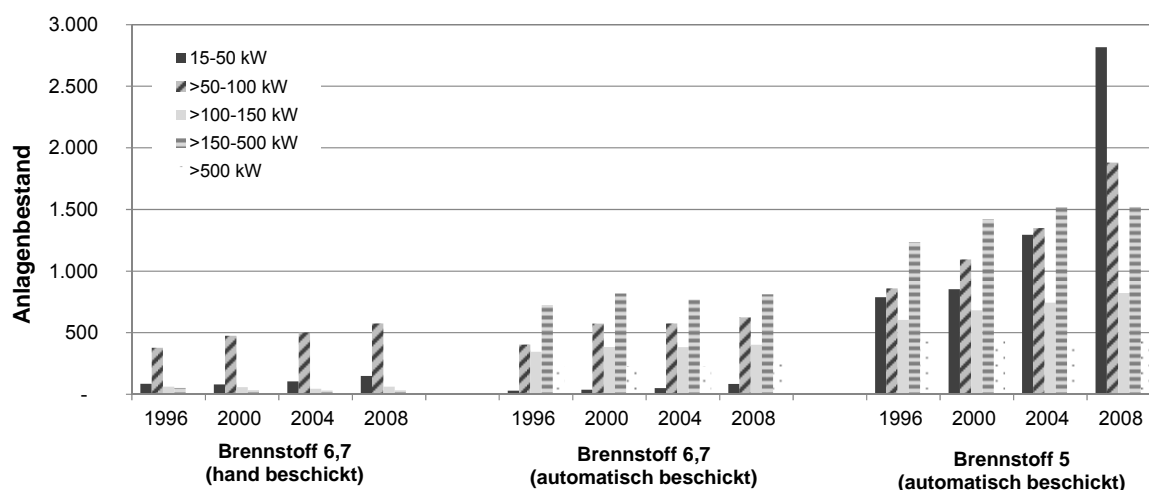


Abbildung 5-7 Entwicklung des Anlagenbestandes und des Anteils der hand- (Brennstoff 6/7) sowie automatisch beschickten Anlagen (Brennstoff 5, 6/7) in Anhängigkeit der Leistungsklassen (eigene Darstellung basierend auf [ZIV, 2009])

Während bei den handbeschickten Anlagen (Brennstoffe 6/7) der Leistungsbereich  $\leq 100$  kW dominiert (86 % im Jahr 2008) zeichnet sich bei den automatisch beschickten Anlagen ein anderes Bild ab. Bis zum Jahr 2004 sind sowohl für die Anlagen des Brennstoffes 5 sowie 6/7 die meisten Anlagen im Leistungsbereich  $>150-500$  kW installiert. Ab dem Jahr 2004 ist bei den Anlagen im Leistungsbereich von 15-50 kW eine zunehmende, bei Brennstoff 5 signifikante, Tendenz zu verzeichnen.

Die Zuordnung der Brennstoffe 8 und 13 erfolgte im Rahmen des Expertenworkshops unisono zu der Landwirtschaft. Nutzungsbedingungen sind erst in der [1.BImSchV 2010] aufgeführt, nach der Brennstoffe dieser Gruppen nur in Betrieben der Land- und Forstwirtschaft, des Gartenbaus und in



Betrieben des agrargewerblichen Sektors eingesetzt werden dürfen. Davon ausgenommen sind allerdings Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe. Eine Zuordnung dieser Brennstoffgruppen zu der Landwirtschaft (inkl. Forstwirtschaft, Gartenbau) ist aufgrund der Nähe zum Brennstoff und der zwar auf dem Markt verfügbaren, aber bisher nur begrenzt verbreiteten und mit technischen Problemen behafteten Technik, möglich. Der Anteil der Anlagen, die diesen Brennstoff einsetzen ist jedoch sehr gering – 1 % bei den automatisch beschickten Anlagen im Jahr 2008.

Resultat der Ausführungen ist eine lediglich eingeschränkt mögliche sektorale bzw. branchenspezifische Zuordnung der Daten aus der Emissionsüberwachung der Schornsteinfeger. Aus diesem Grund bietet diese Datengrundlage alleine keine ausreichende Basis für die Hochrechnung.

### 5.3 Förderdaten im Rahmen des Marktanzreizprogramms (MAP)

Für die Realisierung des seitens der Bundesregierung verfolgten Zieles, den Einsatz regenerativer Energieträger im Wärmebereich zu erhöhen, wurde bereits 1999 das MAP zum Ausbau regenerativer Wärme vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geschaffen. Die entsprechenden Fördersätze, technischen Anforderungen sowie die Definition der förderwürdigen Anlagentypen sind in einer Richtlinie enthalten und werden jeweils zum Jahresende geprüft und an die Marktentwicklung angepasst. Die Zuständigkeiten für die Fördermittelvergabe sind entsprechend der installierten Anlagenleistung folgendermaßen aufgeteilt:

- $\leq 100$  kW: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und
- $>100$  kW: Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).

Aufgrund der abweichenden Organisation der Fördermittelvergabe und den daraus resultierenden Förderstatistiken sind diese nachstehend getrennt voneinander zu betrachten ([BMU 2009a], [EE-WärmeG 2009], MAP Richtlinie 2009].

#### Förderstatistik der BAFA

Die BAFA pflegt eine Datenbank über die geförderten Anlagen. Eine Auswertung dieser Daten für die Jahre 1999 bis 2009 wurde im Rahmen dieses Vorhabens zur Verfügung gestellt und umfasst Angaben zu den Anlagentypen (Pellet, Hackschnitzel etc.), zur installierten Leistung und die für dieses Vorhaben bedeutende sektorale Zuordnung, in folgende fünf Gruppen:

- Private Haushalte,
- Industrie,
- Gewerbe, Handel etc.,
- kleine und mittlere Unternehmen (KMU),
- Energieversorger und Kontraktoren.

Eine eindeutige Zuordnung zum GHD-Sektor ist ausschließlich für die Gruppe der Energieversorger und Kontraktoren möglich. Im Gegensatz dazu können sich hinter den beiden Gruppen Gewerbe, Handel etc. sowie kleine und mittlere Unternehmen sowohl Betriebe die dem GHD-Sektor als auch der Industrie zuzuordnen sind, verbergen. Letzteres ist der Fall, wenn Gewerbebetriebe dem Abschnitt C der WZ zuzuweisen sind und mehr als 19 SV-pflichtig Beschäftigte aufweisen. Auch Betriebe des Abschnittes C der WZ, die sich hinter dem Begriff KMU verbergen – dessen definitionsgemäße Abgrenzung eine Beschäftigtenanzahl kleiner 500 Beschäftigte nach [IfM 2010] und 250 Beschäftigte

nach [EG 2006] ist – können demnach auch der Industrie zugerechnet werden. Aufgrund der Fördergrenze der BAFA von 100 kW ist davon auszugehen, dass der überwiegende Anteil der Betriebe der beiden Gruppen Gewerbe, Handel, etc. sowie KMU überwiegend dem GHD-Sektor zuzuordnen ist. Eine Zuordnung zu den verschiedenen Branchen ist basierend auf der Einteilung nicht möglich.

Insgesamt wurden im Zeitraum 1999 bis 2009 durch die BAFA ca. 233.000 Anlagen gefördert. Davon sind knapp 97 % den privaten Haushalten, lediglich 0,01 % der Industrie und letztendlich 3,1 % dem GHD-Sektor zuzuschreiben. Eine Verteilung hinsichtlich der verschiedenen biogenen Festbrennstoffe sowie den drei Leistungsklassen <15 kW, 15-50 kW und >50-100 kW sind in Abbildung 5-8 abgebildet.

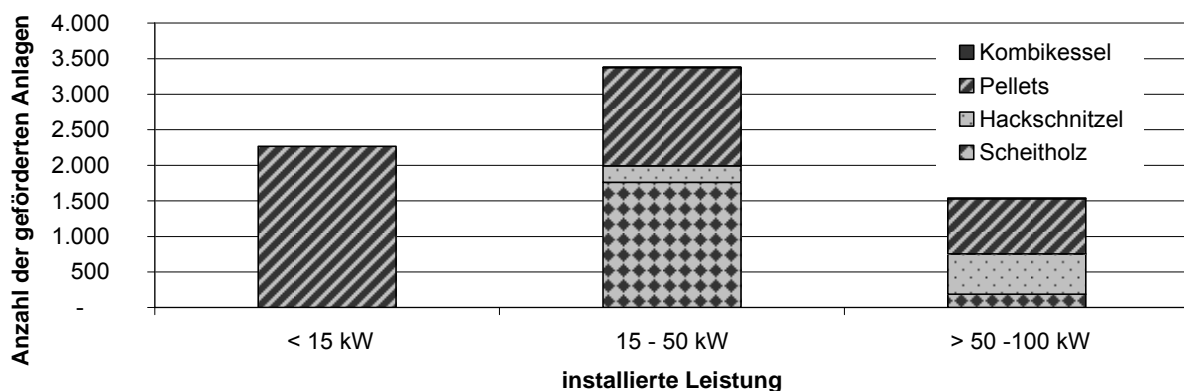


Abbildung 5-8 Durch BAFA geförderte Anlagen entsprechend der Leistungsklassen und eingesetzten biogenen Festbrennstoffe im Zeitraum 1999 bis 2009 (eigene Darstellung basierend auf [BAFA 2010])

Fast die Hälfte der geförderten Anlagen sind in der Leistungsklasse 15-50 kW installiert und nur 21 % in der Leistungsklasse >50-100 kW. Der häufigste Brennstoff (62 %) sind Pellets, wobei die Hälfte des Brennstoffes im Leistungsbereich <15 kW eingesetzt wird. Angaben zur Zuordnung zu den verschiedenen Branchen kann weder den Statistiken der BAFA noch den Evaluierungsberichten ([DLR/ITW/TFZ 2009], [ZSW/TFZ/SOLITES 2006], [ZSW 2007]) des MAP entnommen werden.

Eine weitere Quelle bzgl. der Daten aus dem BAFA-Teil des MAP stellt der Biomasseatlas [Biomasseatlas 2010] dar. Hierbei handelt es sich um ein interaktives Auswertungssystem des BAFA-Datenbestandes, welcher fortlaufend mit den Förderanträgen aus dem MAP aktualisiert wird. Vorteilhaft für dieses Vorhaben ist eine – im Vergleich zur Auswertung der BAFA – weiterführende Einteilung des GHD-Sektors in öffentliche Einrichtungen, Landwirtschaft und der branchenunspezifischen Gruppe Gewerbe, Handel und Freiberufler. Aus den oben genannten Gründen können sich auch hinter der letztgenannten Gruppe industrielle Unternehmen verbergen, insofern Sie dem Abschnitt C der WZ zuzuordnen sind und mehr als 19 SV-pflichtig Beschäftigte aufweisen. Deren Anteil ist aufgrund der durch die BAFA förderfähigen Leistung von maximal 100 kW als gering einzuschätzen. Eine Verteilung der in Summe installierten Anlagen entsprechend der Branchen bzw. Sektoren ist in Abbildung 5-9 dargestellt.

Verteilung der Wirtschaftszweige aller geförderten Anlagen

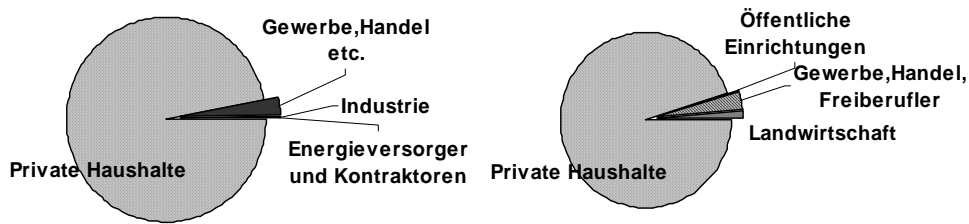


Abbildung 5-9 Durch BAFA geförderte Anlagen entsprechend der Sektor- und Branchenzuordnung des Antragstellers nach BAFA (links) und Biomasseatlas (rechts)

Eine deutliche Dominanz der Antragsteller Private Haushalte (97 % nach [BAFA, 2010] und 95 % nach [Biomasseatlas, 2010]) in diesem Teil des MAP ist in beiden Abbildungen zu erkennen. Vorteil der Quelle [Biomasseatlas, 2010] ist eine Zuordnung zu Landwirtschaft sowie Öffentlichen Einrichtungen, deren weiterführende Spezifikation in Schulen, Amtsgebäude etc. für eine weiterführende Betrachtung notwendig wäre. Vor dem Hintergrund, dass die beiden Quellen nicht nur Differenzen hinsichtlich der Zuordnung der Antragsteller, sondern auch bezüglich der jährlichen Antragszahlen sowie den Brennstoffen aufweist, wäre weiterführend die Primärstatistik der BAFA [BAFA, 2010], deren sektorale Eingruppierung jedoch nur bedingt möglich ist, zu verwenden. Dies ist ein Grund dafür, dass diese Daten nicht als Grundlage für die Hochrechnung genutzt werden können. Darüber hinaus stellen Förderprogramme immer nur den Teil der insgesamt installierten Anlagen dar, die das Förderprogramm in Anspruch nehmen. Beispielsweise sind die Anlagen, die infolge der Nutzungspflicht des EEWärmeG ab 2010 zugebaut werden, nicht antragsberechtigt und somit in der entsprechenden Förderstatistik enthalten. Zudem sind Förderprogramme – wie der Förderstopp im Jahr 2010 zeigte – abhängig von politischen Entscheidungen.

**Förderstatistik der KfW**

Entgegen dem Antragsverfahren der BAFA stellt bei dem Programmteil der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) der Investor den Antrag bei einer frei wählbaren Bank, welche wiederum einen Vertrag mit der übergeordneten Bank – der KfW als Vertragspartner – abschließt. Die vollständigen Antragsunterlagen liegen bei allen drei Beteiligten vor, jedoch ist ein Auszug ähnlich der BAFA nicht verfügbar. Lediglich Angaben zu der Anzahl der geförderten Anlagen liegen vor und sind in Abbildung 5-10 zusammengefasst.

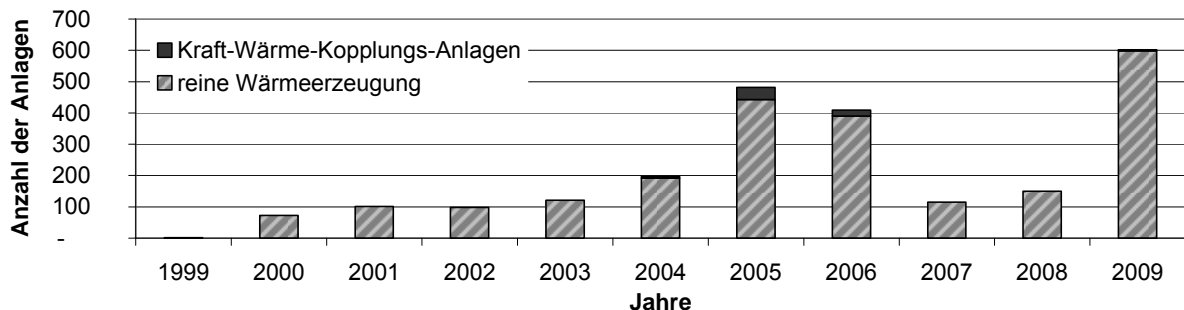


Abbildung 5-10 Durch KfW geförderten Anlagen zum Einsatz biogener Festbrennstoffe im Zeitraum 1999 bis 2009 (eigene Darstellung basierend auf [KfW 2010])

Deutlich erkennbar ist die Dominanz der Heizwerke (97 %) gegenüber den Heizkraftwerken. Ergänzend zu diesen Angaben der KfW wird jedes bzw. alle zwei Jahre eine Evaluation des MAP durchge-

führt, der Angaben zur Verteilung der Leistungsklassen der Heizwerke für die Jahre 2004 bis 2008 entnommen werden können (Abbildung 5-11).

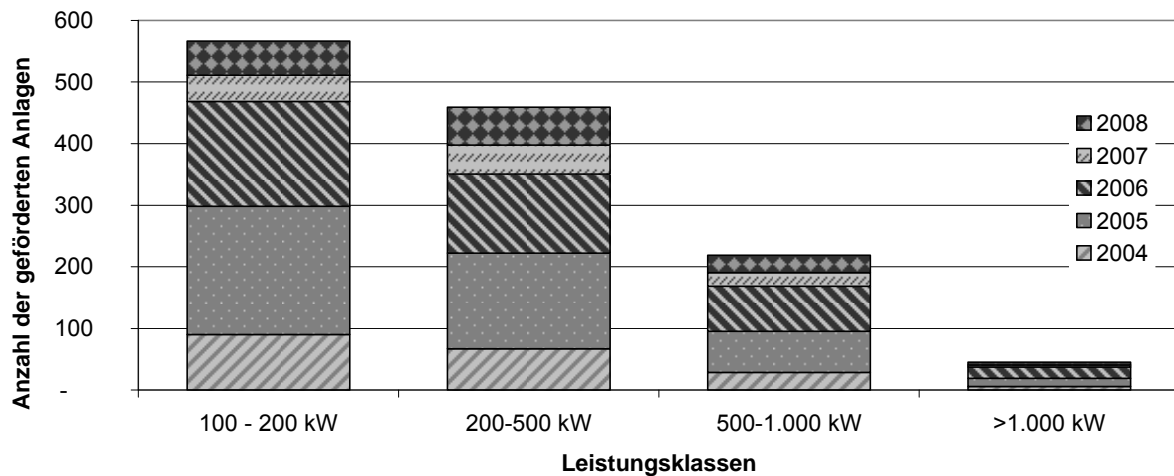


Abbildung 5-11 Durch KfW geförderte Anlagen im Zeitraum 2004 bis 2008 entsprechend deren installierten Leistung (eigene Darstellung basierend auf [DLR/ITW/TFZ 2009], [ZSW/TFZ/SOLITES 2006], [ZSW 2007])

Die Mehrheit der im Zeitraum 2004 bis 2008 geförderten Anlagen hat eine installierte Leistung mit weniger als 500 kW. Angaben zu Betreibern bzw. Wärmeabnehmern liegen nur grob voneinander abgegrenzt vor. Im Zeitraum wurden 29 % der Heizwerke von Energieversorgern betrieben mit einer steigenden Tendenz auf 35 % im Jahr 2006. Der Anteil der öffentlichen Einrichtungen hat sich mit 8 % und die der privaten Haushalte von 9 % auf 10 % unwesentlich verändert. Eine abnehmende Tendenz ist bei dem holzverarbeitenden Gewerbe zu verzeichnen, deren Anteil 2004/05 noch bei 10 % und 2006 nur noch bei 5 % lag. Zurückzuführen ist dies auf den vergleichbar hohen Anstieg an Hackschnitzelheizungen im kommunalen Bereich. Die restlichen Anlagen, 57 % im Zeitraum 2004/05 und 65 % im Zeitraum 2006, konnten keiner der aufgeführten Branchen zugeordnet werden und verteilen sich somit auf den GHD-Sektor bzw. ggf. den Sektor Industrie [ZSW/TFZ/SOLITES 2006], [ZSW 2007]. Hinsichtlich der Wärmeabnehmer wird im Rahmen der aktuellsten Evaluierung lediglich zwischen der Versorgung von Wohngebäuden (52 %) und Nichtwohngebäuden (40 %) mit Raumwärme und der Bereitstellung von Prozesswärme (3 %) unterschieden [DLR/ITW/TFZ 2009]). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die in den Evaluierungsberichten von 2004/05 und 2006 aufgeführten Energieversorgungsunternehmen zu einem wesentlichen Anteil auch Wohngebäude mit biogener Wärme versorgen.

#### 5.4 Anlagendatenbank/ Anlagenliste

Ebenfalls als branchenunspezifische Datengrundlagen sind Anlagendatenbanken, die sowohl vom DBFZ als auch vom UBA gepflegt werden, zu verstehen. Diese werden nachstehend kurz beleuchtet.

##### Anlagendatenbank des DBFZ

Basierend auf Befragungen, Veröffentlichungen etc. pflegt das DBFZ kontinuierlich eine Datenbank der in Deutschland bestehenden Anlagen zur reinen Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen ab 100 kW<sub>th</sub>. Derzeit umfasst die Datenbank ca. 2.700 Einträge, die regelmäßig erweitert werden und Angaben bzgl. technischer Kennzahlen (NWL, Vollbenutzungsstunden), Anlagentechnik bis hin zu den eingesetzten Brennstoffen umfassen. Teilweise sind für die Datensätze auch die Wärmeabnehmer

angegeben. Dies geschieht jedoch in einem unzureichenden Umfang – einerseits sind die Wärmeabnehmer nicht in allen Datensätzen vorhanden und andererseits kann bei einer Vielzahl verschiedener aufgeführten Wärmabnehmer nicht zwingend auf eine Branche zurück geschlossen werden. Demnach bietet die Datenbank keinen Input für dieses Vorhaben [DBFZ 2010b].

### Anlagenliste des UBA

Im Rahmen der Bearbeitung dieses Vorhabens wurde dem DBFZ seitens des Auftraggebers ein Auszug von 574 Datensätzen aus deren Biomasseanlagenliste – beschränkt auf biogene Festbrennstoffe – zur Verfügung gestellt [UBA 2010]. Diese Datensätze verfügen über Angaben der Wärmeabnehmer und sind entsprechend der 8 Branchen unterteilt in:

- Landwirtschaft,
- Gartenbau,
- Holzgewerbe (Sägewerke),
- Holzgewerbe (Tischlereien),
- Gastgewerbe,
- Öffentliche Verwaltung,
- Erziehung und Unterricht (Schulen),
- Gesundheits- und Sozialwesen (Heime, Krankenhäuser etc.).

Ergänzend dazu liegen für jeden Datensatz neben den Standortangaben, technische Kennzahlen (NWL, Vollbenutzungsstunden) sowie Angaben zu den eingesetzten biogenen Festbrennstoffen vor. Die Verwendung dieser Daten ist nur bedingt möglich. Einerseits können nur die Datensätze verwendet werden, die eindeutig einer Branche zuzuordnen sind. Die Vielzahl an Anlagen mit mehreren Wärmeabnehmern kann – aufgrund der Datenlücke bzgl. der anteiligen Wärmeabnahme der einzelnen Branchen – weiterführend nicht berücksichtigt werden. Andererseits handelt es sich bei den verwertbaren Datensätzen um einen unbekanntem, wahrscheinlich jedoch nicht repräsentativen Anteil der in der Praxis vorhandenen Anlagen, dessen Aussagen dadurch verfälscht werden können, dass nur Anlagen ab einer Größe von 100 kW<sub>th</sub> in der Anlagenliste berücksichtigt werden. Die Bildung vergleichbarer Größen, z. B. beschäftigungsspezifische installierte Leistung, kann aufgrund der Nichtverfügbarkeit der Betriebsgröße oder vergleichbarer Größen, nicht vorgenommen werden. Somit liefert die Anlagenliste ausschließlich Anhaltswerte für einzelne Branchen, die aufgrund der aufgeführten Argumentation mit alternativen Daten abzugleichen sind.

## 6 Identifikation relevanter Branchen

Die Abbildung des GHD-Sektors in Kapitel 3 mit der Vielzahl an Subsektoren, Branchen und Gruppen zeigt die große Bandbreite an verschiedenen Unternehmen, die diesem Sektor zuzuzählen sind. Eine umfangreiche Betrachtung des gesamten Sektors ist im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens nicht möglich, so dass die für den Einsatz biogener Festbrennstoffe relevanten Branchen herauszubilden sind.

In Anwendung der in Kapitel 4.1 dargestellten Methodik, werden nachstehend die Branchen des GHD-Sektors den drei Kategorien relevant, potenziell relevant und nicht relevant zugeordnet. Die Identifikation relevanter Branchen war ein Schwerpunkt auf dem Expertenfachgespräch „Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor“ am 17. März 2010 in Leipzig, dessen Ergebnisse in die nachfolgende Darstellung mit einfließen.

### 6.1 Relevante Branchen

Grundlage für die Auswahl von Landwirtschaft, Gartenbau, Holzgewerbe, Gastgewerbe, Öffentlicher Verwaltung sowie Erziehung und Unterricht als relevante Branchen sind die in Tabelle 6-1 aufgeführten Kriterien.

Tabelle 6-1 Übersicht der Kriterien für relevante Branchen

	Landwirtschaft/ Gartenbau	Holz- gewerbe	Gast- gewerbe	Öffentliche Verwaltung	Erziehung/ Unterricht
Anteil an den Betrieben des GHD-Sektors	10 %	0,7 %	7 %	k.A.	2 %
Wärmebedarf	X	X	X	X	X
Nähe zum Brennstoff	X	X	-	(X)	-
Platzangebot für Feuer- ungsanlage inkl. Lager	X	X	(X)	(X)	X
Leuchtturmfunktion	-	-	-	X	X

*X vorhanden, (X) gegebenenfalls vorhanden, - nicht vorhanden*

Keine der fünf Branchen erfüllt alle aufgeführten Kriterien. Dennoch sind diese als relevant eingestuft und in den folgenden Kapiteln (Kapitel 7 bis Kapitel 11) zu charakterisieren. In Hinblick auf die Anzahl der Betriebe sind insbesondere die beiden Branchen Landwirtschaft/ Gartenbau und Gastgewerbe hervorzuheben, die zusammen einen Anteil an den Betrieben im GHD-Sektor von 17 % ausmachen. Diesbezüglich ist dem Holzgewerbe eine geringe Bedeutung zuzuschreiben. Das interne Brennstoffaufkommen, die Notwendigkeit der Entsorgung dieser Stoffe und nicht zuletzt der Wärmebedarf lässt hier jedoch bereits heute auf eine umfangreiche energetische Nutzung schließen.

Die Nähe zum Brennstoff ist für die anderen drei Branchen nicht bzw. gegebenenfalls (Öffentliche Verwaltung) gegeben. Letzteres betrifft insbesondere Forstämter, zu deren Aufgabengebiet u. a. die Bewirtschaftung staatlicher bzw. kommunaler Waldflächen zählt. Auch von einem ausreichenden Platzangebot sowohl für die Feuerungsanlage als auch das Brennstofflager kann in Unternehmen der Bereiche Erziehung/ Unterricht, Gastgewerbe und Öffentlichen Verwaltung nicht grundlegend ausgegangen werden. Dies ist einerseits stark von der Art des Unternehmens bzw. der Dienststelle und der

damit im Zusammenhang stehenden Gebäudefläche abhängig. Andererseits spielt auch die Lage (Stadtzentrum, ländlicher Bereich) der Unternehmen bzw. Dienststelle eine Rolle.

Unter Berücksichtigung einiger Ausnahmen wird eine technische und wirtschaftliche Lösung der Installation einer Biomassefeuerung in den meisten Fällen möglich sein. Insbesondere die Betrachtung der Branchen Öffentliche Verwaltung und Erziehung/Unterricht – ohne eine erhebliche Nähe zum Brennstoff und einer vergleichsweise geringen bzw. nicht bekannten Bedeutung hinsichtlich des Anteils an Betrieben im GHD-Sektor – ist auf deren Leuchtturmfunktion zurückzuführen. In diesen Fällen haben politische Ziele einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Entscheidung, eine Biomassefeuerung zu errichten.

**6.2 Potenziell relevante Branchen**

Nachstehend wird über die als potenziell relevant eingestuften Branchen ein kurzer Überblick gegeben.

**Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (Abschnitt G)**

Neben der namentlich erwähnten Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (Kfz) umfasst dieser Abschnitt der WZ das letzte Glied in der Absatzkette für jede Art von Waren, den Groß- und Einzelhandel sowie die Erbringung von Dienstleistungen beim Verkauf dieser [StBA 2008b]. Auf der Ebene der 3-Steller der WZ ist diese Branche entsprechend Abbildung 6-1 gegliedert.

Handel mit Kfz, Instandhaltung und Reparatur von Kfz	45.1 - Handel mit Kraftwagen
	45.2 – Instandhaltung und Reparatur von Kraftwagen
	45.3 – Handel mit Kraftwagenteilen und -zubehör
	45.4 – Handel mit Krafträdern, Kraftradteilen und -zubehör; Instandhaltung und Reparatur von Krafträdern
Großhandel (ohne Handel mit Kfz)	46.1 – Handelsvermittlung
	46.2 – Großhandel mit landwirtschaftlichen Grundstoffen und lebenden Tieren
	46.3 – Großhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakwaren
	46.4 – Großhandel mit Gebrauchs- und Verbrauchsgütern
	46.5 – Großhandel mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik
	46.6 – Großhandel mit sonstigen Maschinen, Ausrüstungen und Zubehör
	46.7 – sonstiger Großhandel
	46.9 – Großhandel ohne ausgeprägten Schwerpunkt
Einzelhandel (ohne Handel mit Kfz)	47.1 – Einzelhandel mit Waren verschiedener Art (in Verkaufsräumen(VR))
	47.2 – Einzelhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakwaren (in VR)
	47.3 – Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen (Tankstellen)
	47.4 – Einzelhandel mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik (in VR)
	47.5 – Einzelhandel mit sonstigen Haushaltsgeräten, Textilien, Heimwerker- und Einrichtungsbedarf (in VR)
	47.6 – Einzelhandel mit Verlagsprodukten, Sportausrüstungen und Spielwaren (in VR)
	47.7 – Einzelhandel mit sonstigen Gütern (in VR)
	47.8 – Einzelhandel an Verkaufsständen und auf Märkten
	47.9 – Einzelhandel, nicht in Verkaufsräumen, an Verkaufsständen oder auf Märkten

Abbildung 6-1 Branchenübersicht – Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a])

Insgesamt 19 % der Betriebe mit 23 % der Beschäftigten des GHD-Sektors sind dem Abschnitt G zuzuordnen und erwirtschaften fast die Hälfte des Umsatzes des GHD-Sektors (ausschließlich Landwirtschaft, öffentliche Einrichtungen) [StBA 2010a]. Die Verteilung der Anzahl der Betriebe sowie Beschäftigten der einzelnen Bereiche dieser Branche ist auf der Ebene der 3-Steller der WZ in Abbildung 6-2 aufgeführt.

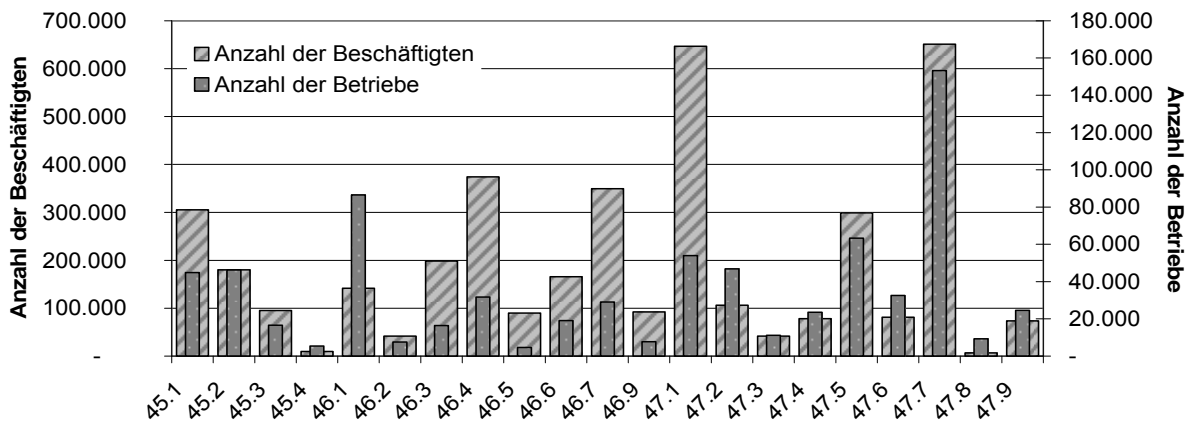


Abbildung 6-2 Anzahl der Betriebe und Beschäftigte in Abschnitt G (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a])

Mit Abstand die meisten Betriebe sind dem Abschnitt 47.7 – dem Einzelhandel mit einem bestimmten Produktsortiment – zuzuordnen, gefolgt von den Abschnitten 46.1, 47.5 sowie 47.1 und 47.2. Eine vergleichsweise hohe Anzahl an Beschäftigten gegenüber den anderen Bereichen des Abschnittes G weisen die beiden Abschnitte 47.7 und 47.1 auf [StBA 2010a].

Resultierend aus der Bandbreite der im Handel tätigen Unternehmen ergeben sich verschiedene Gebäudestrukturen – vom Geschäftsbereich innerhalb eines Wohn- und Geschäftshauses bis hin zu großen Kaufhaus- bzw. Supermarktkomplexen. In Anlehnung an [ISI/IfE/GfK 2009] stellt im Groß- sowie Einzelhandel der Raumwärmebedarf den Schwerpunkt (60 %) des Energieverbrauches dar. Der wesentliche Strombedarf ist auf die Beleuchtung, im Lebensmittelbereich auf das Kühlen und Gefrieren der Lebensmittel sowie der Klimatisierung der Geschäftsräume zurückzuführen. Grundlegend weist dieser Abschnitt der WZ infolge dessen volkswirtschaftlichen Bedeutung einen entsprechenden Energiebedarf auf. Dem Einsatz biogener Festbrennstoffe zur Wärmeerzeugung wird bis dato jedoch nur eine sehr geringe Relevanz zugeschrieben. Vor dem Hintergrund, dass mit einer Steigerung des Anteils biogener Festbrennstoffe die Bedeutung dieser Branche zunehmen würde, ist die Einstufung als potenziell relevant zu rechtfertigen.

Für diese Argumentation ist zwischen dem im Wohn- bzw. Bürogebäude bevorzugt im Erdgeschoss integrierten Verkaufsraum zum einen und Supermärkten sowie Kaufhäuser und Einkaufszentren zum anderen zu unterscheiden. Erstere und damit verstärkt der dominierende Abschnitt 47.7 sind überwiegend an die Sammelheizung des Gebäudes mit angeschlossen und verfügen nicht über eine eigene Wärmeerzeugungsanlage. Prinzipiell ist bei diesen Unternehmen nicht davon auszugehen, dass Sie ihre Wärme mit einer gesonderten Biomassefeuerung bereitstellen werden. Gründe für diese Annahmen sind einerseits der unzureichende, saisonale Wärmebedarf und andererseits der begrenzte Platzbedarf für die Biomasseanlage inklusive Brennstofflager. Kaufhäuser, Supermärkte sowie Einkaufszentren haben aufgrund deren Größe einen bedeutend höheren Wärmebedarf, so dass der Einsatz einer Biomassefeuerung durchaus rentabel sein könnte. Auch die Integration eines Brennstofflagers



und der Anlage an sich sollte prinzipiell möglich sein. Hinsichtlich der Supermärkte – insbesondere der Ketten – ist vertiefend zu bedenken, dass diese vordergründig nach einem firmentypischen Baukastenprinzip errichtet werden und bevorzugt fossile Brennstoffe zur Wärmeerzeugung nutzen. Daher ist der derzeitige Anteil realisierter Biomasseanlagen als zu gering abzuschätzen, als dass diese eine relevante Menge an Wärme erzeugen. Aufgrund der hohen Anzahl an Betrieben und der großen volkswirtschaftlichen Bedeutung innerhalb des GHD-Sektors kann bei einer Erhöhung des Anteils biogener Festbrennstoffe diese Branche zukünftig an Relevanz gewinnen.

**Gesundheits- und Sozialwesen (Abschnitt Q)**

Der Abschnitt Gesundheits- und Sozialwesen umfasst Dienstleistungen angefangen von der medizinischen Versorgung bis hin zu Tätigkeiten im Sozialwesen ohne die Beteiligung medizinischer Fachkräfte [StBA 2008b]. Eine Gliederung dieser Branche wird in Abbildung 6-3 vorgenommen.

Gesundheitswesen	86.1 – Krankenhäuser
	86.2 – Arzt- und Zahnarztpraxen
	86.9 – Gesundheitswesen anderweitig nicht genannt (a.n.g.)
Heime <sup>*1</sup>	87.1 – Pflegeheime
	87.2 – Stationäre Einrichtungen zur psychosozialen Betreuung, Suchtbekämpfung u.Ä.
	87.3 – Alten- und Behindertenwohnheime
	87.9 – Sonstige Heime <sup>*1</sup>
Sozialwesen <sup>*2</sup>	88.1 – Soziale Betreuung älterer Menschen und Behinderter
	88.9 – Sonstiges Sozialwesen <sup>*2</sup>
*1 ohne Erholungs- und Ferienheime	
*2 ohne Heime	

Abbildung 6-3 Branchenübersicht – Gesundheits- und Sozialwesen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a])

Das Gesundheits- und Sozialwesen ist eine beschäftigungsintensive Branche, in der 15 % der Beschäftigten des GHD-Sektors beschäftigt sind. Die Verteilung der Beschäftigten und Betriebe auf die in Abbildung 6-3 aufgeführten Abschnitte ist der Abbildung 6-4 zu entnehmen [StBA 2010a].

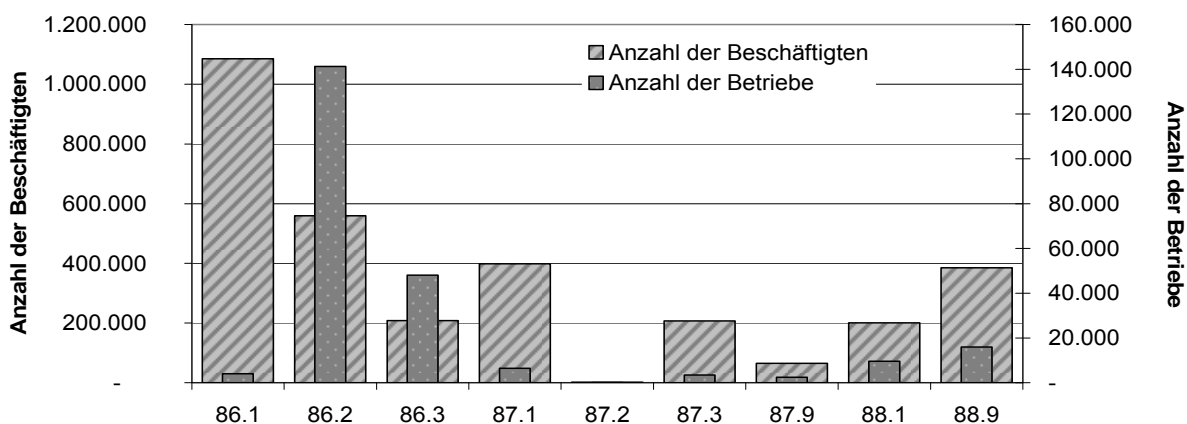


Abbildung 6-4 Anzahl der Betriebe und Beschäftigte im Abschnitt Q (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a])

Während mit Abstand die meisten Betriebe Arzt- und Zahnarztpraxen (86.2) darstellen, sind der Großteil der Beschäftigten in Krankenhäusern (86.1) sowie Alten- und Pflegeheimen (87.1, 87.3) angestellt. Infolge dessen sind weiterführend lediglich die Krankenhäuser, Arzt- und Zahnarztpraxen sowie die Alten- und Pflegeheime zu betrachten.

Hinsichtlich des Endenergie- sowie Wärmebedarfes ist – aufgrund der stark differierenden Tätigkeitsprofile – zu unterscheiden zwischen:

- Krankenhäuser, Alten- und Pflegeheime,
- Arzt- und Zahnarztpraxen.

Letztgenannte können hinsichtlich des Energiebedarfes den büroähnlichen Betrieben zugeordnet werden [ISI/IfE/GfK 2009]. Insbesondere (Zahn-) Arztpraxen sind häufig in Wohngebäude als Gewerbeeinheit integriert. Laut [ISI/IfE/GfK 2009] teilt sich der beschäftigtenspezifische Energiebedarf zu 70 % auf die Raumwärme und zu 30 % auf Strom zur Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung sowie den Betrieb entsprechender elektronischer Geräte auf. Eine Integration einer betriebseigenen Biomassefeuerung zur Wärmebereitstellung der aufgeführten Unternehmen wird, ähnlich den Gewerbeeinheiten des Handels, nur selten stattfinden, sondern weitestgehend über die Sammelheizungen der Gebäude erfolgen.

Einen dazu von Grund auf abweichenden Energiebedarf weist die Gruppe der Krankenhäuser sowie Alten-, Pflegeheime und sonstige Heime auf. Der hohe Anteil an Raum- und Prozesswärme für Heizung, Brauchwasser am gesamten Energiebedarf beruht auf den ganzjährig und ganztägig einzuhaltenen Temperaturen. Der konstante Wärmebedarf sowie die i.d.R. gegebene Verfügbarkeit von haustechnischem Personal in diesen Gebäuden lässt die Integration einer auf biogenen Festbrennstoffen basierenden Heizanlage in Krankenhäusern sowie Alten- und Pflegeheimen oder sonstigen Heimen durchaus denkbar erscheinen.

Der Integration einer biomassebasierten Heizungsanlage ist derzeit noch eine Außenseiterrolle zuzusprechen, wofür im Wesentlichen zwei Gründe zu nennen sind. Zum einen stellen die standardisierten Kostensätze der Krankenkassen für die Krankenhäuser etc. ein Problem in Hinblick auf die Weiterleitung der erhöhten Kostensätze von Biomassefeuerungen gegenüber fossilbasierten Heizungsanlagen dar. Zum anderen müssen diese Unternehmen ein Notstromaggregat für die medizinischen Versorgungsgeräte bereithalten. Infolge dessen werden verstärkt Erdgas-BHKWs (Blockheizkraftwerke) in Krankenhäusern eingesetzt [ASUE], [FKT 2009]. Eine Alternative zu den Erdgas-BHKW stellen grundsätzlich Biomasse-BHKWs dar, der Einsatz solcher ist bisher jedoch verschwindend gering. Sofern das Ziel besteht, regenerative Energieträger zur Wärmeerzeugung einzusetzen, ist bei Erdgas-BHKWs davon auszugehen, dass das Erdgas bevorzugt durch Biomethan bzw. Biogas ersetzt und nicht auf Festbrennstoffe umgerüstet wird.

Schlussfolgernd ist das Gesundheits- und Sozialwesen, insbesondere die Krankenhäuser und Heime, für den Einsatz biogener Festbrennstoffe zur Wärmeerzeugung aufgrund der Rahmenbedingungen eine interessante Branche. Die derzeitige Nischenanwendung von Biomassefeuerungen in der Praxis und der Annahme, dass diese Unternehmen für den Einsatz solcher Anlagen prädestiniert sind, führt zur Einstufung dieser Branche als potenziell relevant.

### 6.3 Nicht relevante Branchen

Die bisher nicht aufgeführten Branchen der WZ sind infolge der Einschätzung gemäß Kapitel 4.1 als nicht relevant einzuschätzen und in Tabelle 6-2 aufgeführt.

Tabelle 6-2 Übersicht der als nicht relevant identifizierten Abschnitte der WZ

Abschnitt D – Energieversorgung
Abschnitt E – Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen
Abschnitt F – Baugewerbe
Abschnitt H – Verkehr und Lagerei
Abschnitt J – Information und Kommunikation
Abschnitt K – Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen
Abschnitt L – Grundstück- und Wohnungswesen
Abschnitt M – Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen
Abschnitt N – Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen
Abschnitt R – Kunst, Unterhaltung und Erholung
Abschnitt S – Erbringung von sonstigen Dienstleistungen

Darüber hinaus sind auch Teilbereiche der als relevant eingestuften Landwirtschaft (Abschnitt A) sowie des Verarbeitenden Gewerbes (Abschnitt C) dieser Gruppe zuzuordnen. Zunächst wird jedoch die Argumentation der in Tabelle 6-2 dargestellten Abschnitte – mit Ausnahme des Baugewerbes, auf das später detaillierter eingegangen wird – für die Zuordnung aufgeführt. Analog den relevanten Branchen ist in Tabelle 6-3 ebenso eine Matrix mit den verschiedenen Abschnitten der WZ und den definierten Auswahlkriterien dargestellt.

Tabelle 6-3 Übersicht der Kriterien für die nicht relevanten Branchen

Kriterien	Abschnitte der WZ									
	D	E	H	J	K	L	M	N	R	S
Anteil an Betrieben des GHD-Sektors	0,5%	0,3%	3,3%	3,4%	1,7%	7,7%	1,9%	4,1%	2,5%	6%
Wärmebedarf	Raumwärmebedarf für Bürogebäude, vereinzelt auch für Hallen, Werkstätten (z. B. im Abschnitt H)									
Brennstoffnähe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platzangebot für Feuerungsanlage	In Abhängigkeit von Betriebs- und Gebäudestruktur									

Mit Ausnahme der Abschnitte L, N und S ist den in Tabelle 6-3 aufgeführten Abschnitten der WZ eine vergleichsweise geringe volkswirtschaftliche Relevanz zuzusprechen. Die Abschnitte L, N und S umfassen jedoch überwiegend (76 %, 86 % und 93 %) Betriebe mit 0 bis 1 SV-pflichtig Beschäftigte.

Alle in Tabelle 6-3 aufgeführte Abschnitte weisen als Energieschwerpunkt den Wärmebedarf auf, der sich im Wesentlichen auf die saisonale Bereitstellung von Raumwärme beschränkt. Entsprechend der Größe des Gebäudes kann eine Biomassefeuerung, aufgrund des Wärmebedarfs und des verfügbaren Platzangebotes für die Heizanlage inklusive Brennstofflager sowie vorhandenem haustechnischen Personal zur Bedienung der Anlage, denkbar sein. Ein Großteil dieser Betriebe ist allerdings in Wohn- und Geschäftsgebäude integriert und somit in der Regel an das Heizungssystem des Gebäudes (Fernwärme, Sammelheizung) angeschlossen. Diese Heizsysteme können durchaus biogene Festbrennstoffe einsetzen.

Eine Installation eines betriebseigenen Biomassekessel wird, beruhend auf einem vergleichsweise geringen Wärmebedarf und dem meist begrenztem Platzangebot, nur sehr selten stattfinden. Resultierend aus diesen Argumenten und der Tatsache, dass alle Abschnitte aufgrund deren betrieblichen Ausrichtung nicht über ein internes Brennstoffpotenzial verfügen, ist der Einsatz von biogenen Festbrennstoffen nicht gänzlich auszuschließen, jedoch kann von einem geringen Anteil und demnach Relevanz für dieses Vorhaben ausgegangen werden.

Neben diesen Abschnitten ist die Zuordnung des Baugewerbes (Abschnitt F) sowie der Teilbereiche der Landwirtschaft (Abschnitt A) und des Verarbeitenden Gewerbes (Abschnitt C) detaillierter zu beleuchten.

### Verarbeitendes Gewerbe (Abschnitt C)

Ein weiterer Subsektor, der mit dem Holzgewerbe zum Teil bei den relevanten Branchen aufgeführt wurde, ist das Verarbeitende Gewerbe (Abschnitt C). In Tabelle 6-4 ist eine Übersicht auf Ebene der 2-Steller der WZ der nicht relevanten Branchen aufgeführt.

Tabelle 6-4 2-Steller des verarbeitenden Gewerbes, die als nicht relevant eingestuft wurden (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b])

- 10 – Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln
- 11 – Getränkeherstellung
- 12 – Tabakverarbeitung
- 13 – Herstellung von Textilien
- 14 – Herstellung von Bekleidung
- 15 – Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen
- 18 – Herstellung von Druckerzeugnissen, Vervielfältigungen von bespielten Ton-, Bild und Datenträgern
- 19 – Kokerei und Mineralölverarbeitung
- 20 – Herstellung von chemischen Erzeugnissen
- 21 – Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
- 22 – Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
- 23 – Herstellung von Glas, Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
- 24 – Metallerzeugung und -bearbeitung
- 25 – Herstellung von Metallerzeugnissen
- 26 – Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen
- 27 – Herstellung von elektronischen Ausrüstungen
- 28 – Maschinenbau
- 29 – Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
- 30 – Sonstiger Fahrzeugbau
- 32 – Herstellung von sonstigen Waren
- 33 – Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen

Das Verarbeitende Gewerbe hat einen Anteil von 6 % der im Unternehmensregister [StBA 2010a] aufgeführten Betriebe des GHD-Sektors. In Tabelle 6-4 sind lediglich die nicht relevanten Bereiche aufgeführt zu denen ca. 88 % der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit <20 Beschäftigte zählen. Ursachen für diese Zuordnung können unterschiedlichster Art sein und werden nachstehend aufgeführt.

Eine Ursache hierfür ist die geringe volkswirtschaftliche Bedeutung einzelner Gruppen. 10 der 24 Gruppen (11, 12, 14, 15, 17, 19, 21, 24, 29, 30) haben in Summe einen Anteil von 13 % der Betriebe in denen 10 % der Beschäftigten des verarbeitenden Gewerbes (ohne die Gruppen 16 und 31, da als relevant eingestuft) angestellt sind. Im Vergleich zu den Betrieben des gesamten GHD-Sektors umfassen diese 10 Branchen 0,6 %, so dass – unabhängig deren Eignung für biogene Festbrennstoffe – diese Branchen als nicht relevant einzustufen sind. Neben der volkswirtschaftlichen Bedeutung sind auch Faktoren, wie die Nähe zum biogenen Festbrennstoff für die Relevanz von Bedeutung. Keine

der in Tabelle 6-4 aufgeführten Gruppen hat eine Nähe zu biogenen Festbrennstoffen, so dass von einer erhöhten Investitionsbereitschaft in eine Biomassefeuerung aufgrund der Synergieeffekte durch Verwendung der vorhandenen Brennstoffe nicht ausgegangen werden kann.

### Baugewerbe (Abschnitt F)

Die allgemeinen sowie spezialisierten Hoch- und Tiefbautätigkeiten sind unter dem Begriff Baugewerbe zusammengefasst [StBA 2008b] und in drei Bereiche gemäß Tabelle 6-5 gegliedert.

Tabelle 6-5 2-Steller des Baugewerbes (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b])

41 – Hochbau
42 – Tiefbau
43 – vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe

Grundlegend haben die meisten Unternehmen einen geringen Wärmebedarf je Beschäftigten, da der Großteil der Angestellten auf Baustellen beschäftigt ist und nicht in Bürogebäuden bzw. Werkstätten. Neben den Bürogebäuden und Werkstätten ist im Baugewerbe Wärme für die Beheizung der Baucontainer sowie der Aufwärmung der Gebäudehüllen im Rohbau notwendig. Letzteres kommt dann zum Einsatz, wenn aufgrund terminlicher Fristen Ausbauarbeiten in den Wintermonaten durchzuführen sind. In diesen Fällen – ca. 10 % der Baustellen – ist das Temperaturniveau für Putz-, Estricharbeiten etc. auf ein Temperaturniveau von 5 bis 10 °C zu heben. Hierfür werden jedoch überwiegend dezentrale öl- bzw. gasbetriebene Warmluftheizungen eingesetzt [ZDB 2010]. Bevorzugt Gasheizungen werden auch für die Beheizung der Baucontainer verwendet, bei denen ein Einsatz einer Biomasse aufgrund der saisonal begrenzten Wärmenachfrage und des geringen Platzangebotes in der Praxis nicht denkbar ist. Abgesehen von dem überwiegenden Einsatz fossiler Brennstoffe ist nach Meinung von Experten [DHI 2005] die Abschätzung des Wärmebedarfes bei der Beheizung von Gebäudehüllen sowie Baucontainer äußerst problematisch.

Die aufgeführten Argumente gelten neben dem Hoch- sowie Tiefbau auch für die Unternehmen, die Unternehmen des Bereiches vorbereitende Baustellenmaßnahme, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe zuzuordnen sind. Bautischler sowie Zimmerer arbeiten mit dem Werkstoff Holz und verfügen folglich über ein internes Brennstoffpotenzial. Aus diesem Grund werden diese beiden Bereiche des Baugewerbes im Rahmen des Holzgewerbes in Kapitel 8 hinsichtlich deren Relevanz vertiefend charakterisiert.

Zusätzlich zu den als relevant eingestuften Bautischlern und Zimmereien arbeiten weitere Unternehmen des sonstigen Ausbaus im Baugewerbe mit dem Werkstoff Holz, so dass sie auch über ein entsprechendes internes biogenes Brennstoffpotenzial verfügen. Beispielsweise verfügen auch die Unternehmen, die Abbrucharbeiten durchführen, über ein enormes Potenzial an Altholz. Aufgrund rechtlicher Bestimmungen (1.BImSchV) können diese Firmen das Holz nicht in eigenen Feuerungsanlagen einsetzen. Nach der Abschätzung von [Kaltschmitt 2009] sind 70 % des Altholzes in den Bauabfällen der Kategorie AII und 30 % der Kategorie A IV zuzuordnen. In Anlehnung an die 1.BImSchV ist der Einsatz des überwiegend anfallenden Altholzes A II in Kleinf Feuerungsanlagen ab einer Leistung von 30 kW [1.BImSchV 2010] (bzw. bis zum 21.03.2010 in Anlagen ab 50 kW [1.BImSchV 2003]) zwar zulässig, allerdings nur in Betrieben der Holzbe- und Holzverarbeitung. Infolge dessen besteht für diese Unternehmen die Pflicht auch das A II Holz abzugeben und nicht selbst zu verwerten.

Auch andere Unternehmen, z. B. Fußbodenlegerein, arbeiten mit dem Werkstoff Holz. Vor dem Hintergrund eines weitgehend geringzuhaltenden Verschnittes und des ausschließlichen Wärmebedarfes in den – meist kleinen Büroräumen – ist der Einsatz des Verschnittes in hauseigener Biomassefeuerung als unbedeutend zu bewerten.

Dachdeckereien verarbeiten entsprechend deren Betriebsausrichtung kein Holz, da diese auf die Errichtung und insbesondere das Decken von Dächern spezialisiert sind. Die Herstellung des Dachstuhls und somit die Arbeit mit Holz werden von den Zimmereien übernommen.

Nach [Gipser 2010] ist das Glasergewerbe in Deutschland in Blankglaser (65 %) und Fensterglaser (35 %) zu unterscheiden. Letztere nutzen nach [Härtwig 2010] auch Biomassekessel zur Wärmebereitstellung, sind gemäß der Definition der WZ [StBA 2007], jedoch den Tischlereien und nicht den Glasern zuzuordnen. Darüber hinaus zeigten die durchgeführten Interviews, dass eine starke regionale Differenz hinsichtlich der Verteilung der verschiedenen Glaser in Deutschland vorliegt. So genannte Blankglaser, deren Aufgabengebiet im Zuschnitt von Glas sowie Spiegeln liegt, sind dem Glasergewerbe nach WZ-Definition zuzuordnen. Der Einsatz von Biomassekesseln im Glasergewerbe nach WZ ist den Interviewteilnehmern ([Hirnsteiner 2010], [Block 2010], [Gipser 2010] und [Lux 2010]) nicht bekannt. Als Energieträger finden in diesen Betrieben in der Regel öl- bzw. gasbasierende Heizungssysteme Anwendung. Dementsprechend ist auch das Glasergewerbe nach Definition der WZ [StBA 2007] als nicht relevant für den Einsatz biogener Festbrennstoffe einzuordnen.

## 7 Abschnitt A – Landwirtschaft/ Gartenbau

Der Abschnitt A ist zwar in der WZ enthalten, jedoch sind Angaben bzgl. Anzahl der Betriebe etc. im Unternehmensregister nicht enthalten. Die entsprechenden Daten und somit auch die von der WZ abweichende Gliederung dieses Abschnittes sind den Fachstatistiken des StBA zuzunehmen.

### 7.1 Charakterisierung der Branche Landwirtschaft/ Gartenbau

Eine Differenzierung der Landwirtschaft ist gemäß Abbildung 7-1 anhand der betriebswirtschaftlichen Ausrichtungen der Betriebe möglich.

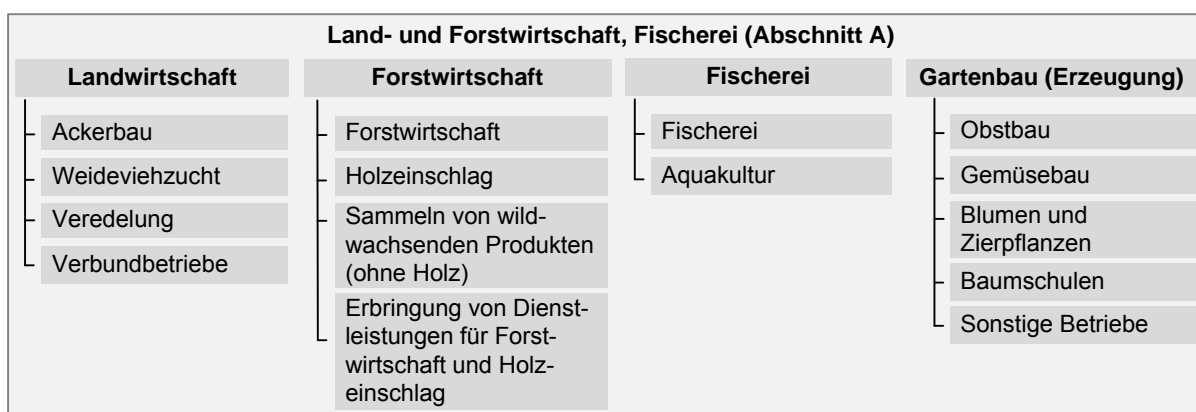


Abbildung 7-1 Gliederung des Abschnittes A (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a], [StBA 2007], [StBA, 2008a])

Ein Betrieb in der Landwirtschaft wird einer der drei Ausrichtungen Ackerbau, Weideviehzucht oder Veredelung zugeordnet, wenn mehr als 2/3 des Standarddeckungsbeitrags aus einem dieser Bereiche erwirtschaftet werden. Hinter dem Begriff Standarddeckungsbeitrag verbirgt sich die Differenz zwischen dem Umsatz und den variablen Kosten. Kann der Anteil von 2/3 nicht erreicht werden, so gelten diese Betriebe als so genannte Verbundbetriebe [StBA 2008a]. In der weiterführenden Bearbeitung wird der Begriff Landwirtschaft im Sinne von Ackerbau und Viehzucht verwendet.

Betriebe, die der Forstwirtschaft zugeordnet werden, sind nicht nur für Forst und den Holzeinschlag zuständig, sondern umfassen auch Betriebe, deren unternehmerischer Schwerpunkt im Sammeln wildwachsender Produkte, z. B. Pilze, Nüsse etc. liegt [StBA 2008b]. Fischerei umfasst sowohl den Produktionsprozess der Zucht als auch die Jagd und das Sammeln von wildlebenden oder gezüchteten Wassertieren und -pflanzen [StBA 2008b].

Nach [StBA 2006a] ist der Gartenbau in Betriebe mit dem Schwerpunkt Erzeugung sowie Handel einerseits und Dienstleistungen andererseits zu unterteilen. Betriebe die der letztgenannten Kategorie zuzuordnen sind, sind im Unternehmensregister bereits im Abschnitt N (81 – Gebäudebetreuung; Garten- und Landschaftsbau) sowie Abschnitt G (Handel etc.) enthalten. Demnach umfasst nachstehend der Begriff Gartenbau ausschließlich Gartenbaubetriebe mit dem Schwerpunkt Erzeugung.

#### Volkswirtschaftliche Bedeutung

Insgesamt 10 % der Betriebe des GHD-Sektors (ausgenommen Fischzucht und Abschnitt O) sind mit Ausnahme der Fischerei dem Abschnitt A zuzuordnen [StBA 2008a], [StBA 2010c] und vertiefend für drei der vier Bereiche in Tabelle 7-1 dargestellt.

Tabelle 7-1 Volkswirtschaftliche Bedeutung des Abschnittes A (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a], [StBA 2008a], StBA 2010b])

	Größe	Anzahl Betriebe [-]	Beschäftigte [-]
Landwirtschaft	Ackerbau	82.216	305.400*
	Weideviehzucht	165.477	
	Veredelung	12.845	
	Verbundbetriebe	71.173	
Gartenbau	Obstanbau	7.354	45.320
	Gemüseanbau	4.059	121.163
	Blumen/Zierpflanzen	5.882	40.981
	Baumschulen	2.259	21.104
	Sonstige mit Schwerpunkt Erzeugung	3.480	37.855
Forst	Forstwirtschaft und Holzeinschlag	28.467	k. A.

\* entspricht der Anzahl zu den Vollbeschäftigten aus [StBA 2008a]

Mit 87 % ist der Großteil der Betriebe des Abschnittes A der Landwirtschaft zu zurechnen. Innerhalb der Landwirtschaft sind die meisten Betriebe (50 %) in der Weideviehzucht angesiedelt, insbesondere in der Rinderaufzucht und -mast sowie der Milcherzeugung. Den geringsten Anteil in Hinblick auf die Anzahl der Betriebe hat die Veredelung mit 4 %, wobei es sich zu 80 % um Schweinehaltungsbetriebe handelt [StBA 2008a]. Gartenbaubetriebe haben mit 5 % den geringsten Anteil an der Anzahl der Betriebe des Abschnittes A. Ausschließlich beim Gartenbau sind Angaben zur Anzahl der Beschäftigten entsprechend der Einteilung in Tabelle 7-1 enthalten. Hierbei werden Differenzen bzgl. der durchschnittlichen Anzahl der Beschäftigten je Betrieb deutlich. Im Gemüsebau beträgt dies 30 Beschäftigte/ Betrieb und im Obstbau hingegen nur 6 Beschäftigte/ Betrieb. Ursachen hierfür können einerseits eine differierende Beschäftigtenintensität und andererseits unterschiedliche, typische Betriebsgrößenklassen sein.

Im Rahmen der [StBA 2010c] wird die Summe der SV-pflichtig Beschäftigten in der Landwirtschaft (inklusive Gartenbau, Forstwirtschaft und Fischerei) ausgewiesen und entspricht mit ca. 190.000 Beschäftigten ca. 1 % der Beschäftigten im gesamten GHD-Sektor. Insgesamt sind nach [StBA 2008a] 332.211 Betriebe der Landwirtschaft im Sinne von Ackerbau und Viehzucht zu zuzählen, so dass – unter der Annahme 1 SV-pflichtige Beschäftigter pro Betrieb – ca. 40 % der Betriebe keinen SV-pflichtigen Beschäftigten aufweisen. Die Agrarstrukturerhebung [StBA 2008a] gibt darüber hinaus Auskunft über die Arbeitskräfte in der Landwirtschaft. Eine Übersicht zur Verteilung der insgesamt 1.251.400 Arbeitskräfte der Landwirtschaft auf die verschiedenen Kategorien ist in Abbildung 7-2 gegeben.



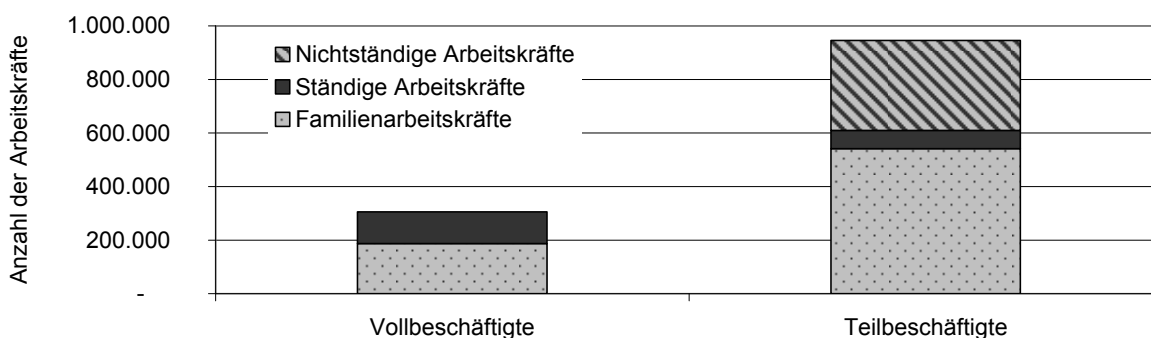


Abbildung 7-2 Arbeitskräfte in der Landwirtschaft (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008a])

Anhand der Abbildung 7-2 wird deutlich, dass nur 24 % der Arbeitskräfte vollbeschäftigt sind. Demgegenüber stehen die Teilbeschäftigten, die zu 57 % Familienarbeitskräfte und 36 % nichtständige Arbeitskräfte sind.

### Betriebsstruktur

Eine Einteilung der Landwirtschaft in kleine, mittlere und große Betriebe ist für die Landwirtschaft im Allgemeinen ausschließlich über die landwirtschaftliche Fläche (LF) möglich (Abbildung 7-3).

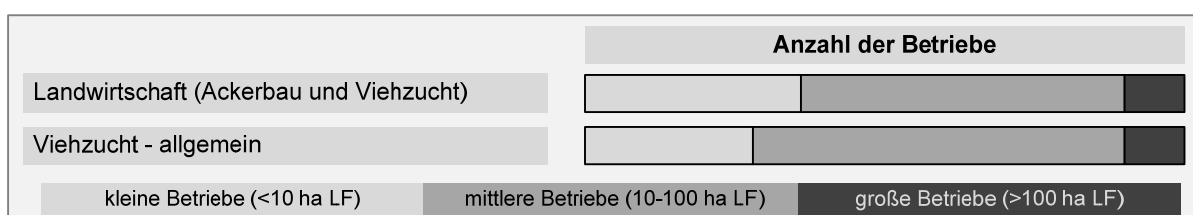


Abbildung 7-3 Betriebsstruktur der Bereiche der Landwirtschaft (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008a])

Vertiefend dazu können die Viehhaltungsbetriebe entsprechend der Anzahl der Tiere Betriebsgrößenklassen zugeordnet werden. Hierbei ist für das Geflügel aufgrund der durchschnittlichen Anzahl der Tiere gegenüber den anderen Tieren eine abweichende Einteilung vorzunehmen (siehe Abbildung 7-4).

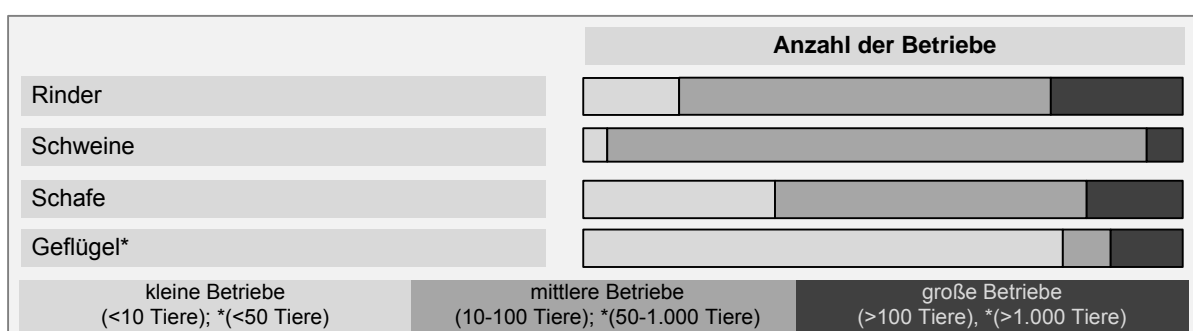


Abbildung 7-4 Betriebsstruktur der Bereiche der Landwirtschaft (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008a])

Neben der Landwirtschaft, in der die mittleren Betriebe am weitesten verbreitet sind, kann auch für die Forstwirtschaft in Abhängigkeit der Waldfläche (WF) die Betriebsstruktur ermittelt werden (Abbildung 7-5).

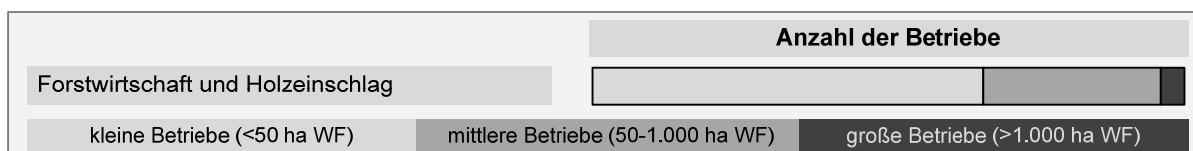


Abbildung 7-5 Betriebsstruktur der Bereiche der Forstwirtschaft (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a])

Analog der Forstwirtschaft können für den Gartenbau Angaben zur Betriebsstruktur in Abhängigkeit der Größe der gärtnerischen Nutzfläche (GN) generiert werden (Abbildung 7-6).

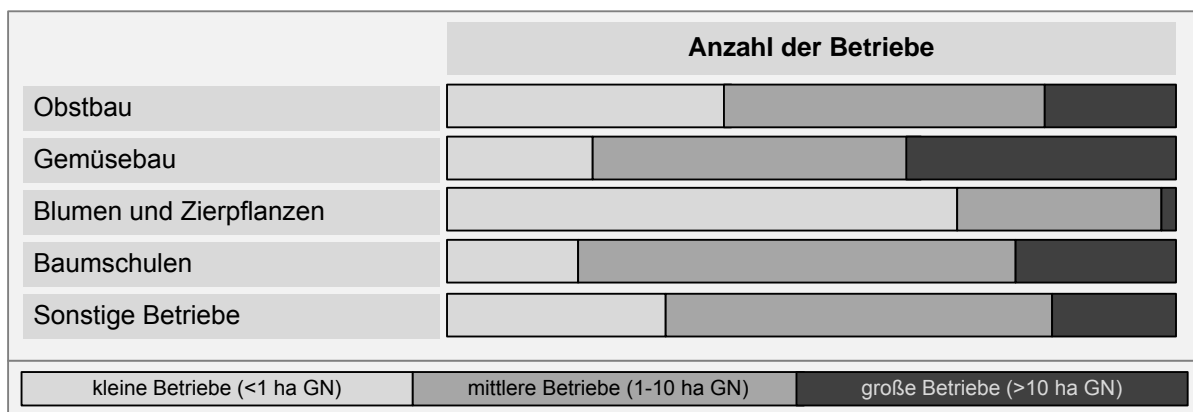


Abbildung 7-6 Betriebsstruktur der Bereiche des Gartenbaus (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a])

Erhebliche Unterschiede bezüglich der gärtnerischen Nutzfläche sind zwischen den einzelnen Bereichen erkennbar, die im Wesentlichen auf den unterschiedlichen Flächenbedarf der Kulturen und der Nachfragesituation dieser Kulturen auf dem Markt zurückzuführen ist.

### Energie- und Wärmebedarf

Nach Einschätzungen von [ISI/IfE/GfK 2009] wird der Energiebedarf zu 87 % aus Brennstoffen und Fernwärme sowie 13% aus Strom gedeckt. Hierbei ist anzumerken, dass die Brennstoffe den Kraftstoffverbrauch für die landwirtschaftlichen Fahrzeuge beinhalten. Dieser fällt hauptsächlich bei den Ackerbaubetrieben an, die bis auf wenige Ausnahmen der Getreidetrocknungen keinen Wärmebedarf haben. Der nennenswerte Prozess- und Raumwärmebedarf ist demnach der Viehzucht zuzuschreiben. Dieser beschränkt sich auf die Veredelung (Schweine- und Geflügelhaltung), da auch in den Wintermonaten die Ställe für die Weideviehhaltung (Rinder, Schafe, Pferde) nicht beheizt werden.

Der Großteil des Prozess- und Wärmebedarfs der Veredelung ist der Schweinehaltung zuzuordnen. Zurückzuführen ist dies auf die stark differierende Größe der betrachteten Tiere und dem damit einhergehenden Platzbedarf. Außerdem haben nur 60 % des gesamten Geflügelbestandes (Masthühner) einen Wärmebedarf, da bei der Legehennenhaltung die Eigenwärme der Tiere ausreicht. Für die Bereitstellung der Wärme werden unterschiedliche Heizungssysteme genutzt. Geflügelställe werden laut [VLWK 2009] überwiegend mit konventionellen Gaskanonen, zunehmend auch indirekten Gaskanonen und mit Strom betriebenen Dunkelstrahlern beheizt. Der Einsatz von Biomasse zur Wärmebereitstellung ist demnach bei der Geflügelhaltung – vorzugsweise im Bereich Biogas – denkbar. Biogas bietet gegenüber den biogenen Festbrennstoffen die Vorteile, dass einerseits der Hühnermist verwertet wird und andererseits die bestehenden Gaskanonen genutzt werden können und somit kein komplett neues Heizungssystem zu installieren ist [VLWK 2009], [LWK NI 2010]. Hinsichtlich der Nutzung biogener Festbrennstoffe sind laut [LWK NI 2010] derzeit Strohfeuerungen im Gespräch: In der Praxis werden derzeit jedoch nur wenige Anlagen eingesetzt, so dass dieser Technologie noch keine

Relevanz zuzuschreiben ist. Gaskanonen kommen auch in den Schweineställen zum Einsatz, allerdings werden hier auch Warmwasserheizungen sowie Infrarotlampen, letztere bei der Ferkelaufzucht, eingesetzt [VLWK 2009]. Die Bereitstellung von Wärme mittels Warmwasserheizungen kann auch über biogene Festbrennstoffe erfolgen, Nach Angaben von [LWK NI 2010] und [LWK NRW 2010a] wurde dies bereits in die Praxis umgesetzt.

Sowohl bei der Forstwirtschaft als auch bei der Fischerei ist der Wärmebedarf auf den saisonalen Wärmebedarf zu Beheizung der Bürogebäude beschränkt. Hervorzuheben ist bei der Forstwirtschaft, dass eine Vielzahl dieser Bürogebäude Forstämter umfassen, die nach WZ dem Abschnitt O der Öffentlichen Verwaltung zuzuordnen sind. Bei der Fischerei weist die Fischzucht in Abhängigkeit der Fischarten zwar einen Wärmebedarf auf, der Einsatz von Biomasse ist bisher jedoch nur in Form von Biogas bekannt [Scheibe 2009].

Im Gartenbau besteht nach Angaben von [ISI/IfE/GfK 2008] mit 94 % des gesamten Energiebedarfs der Schwerpunkt bei der Wärme, die zu 86 % aus Prozesswärme und 14 % aus Raumwärme besteht. Bestätigt wird diese Angabe durch [GEFOMA 2010] und [ZVG 2010], [Lange/Hack/Belker 2002] die einen Anteil der Wärme von 90 % am gesamten Energiebedarf angeben. Die Interviewpartner erklärten unisono, dass der Wärmebedarf ausschließlich im Unterglasgartenbau – speziell bei der Kultivierung von Blumen/ Zierpflanzen sowie im Gemüseanbau – anfällt. Auswirkungen auf die Höhe des Wärmebedarfs haben neben den Kulturarten der Standort sowie der Zustand der Gewächshaushülle. Darüber hinaus betonte [ZVG 2010], das in Baumschulen und beim Obstanbau in der Regel keine Unterstützung von Wärme bei dem Wachstum der Pflanzen nötig sei. Lediglich [GEFOMA 2010] erwähnte die vereinzelte Nutzung von Wärme zur Unterstützung der Vorkultivierung von Baumschösslingen einiger weniger Arten.

Laut [StBA 2006a] befinden sich 93 % der Unterglasfläche im Gartenbau in Betrieben mit Schwerpunkt Erzeugung. Die Betriebe mit Gewächshäusern teilen sich entsprechend Abbildung 7-7 auf.

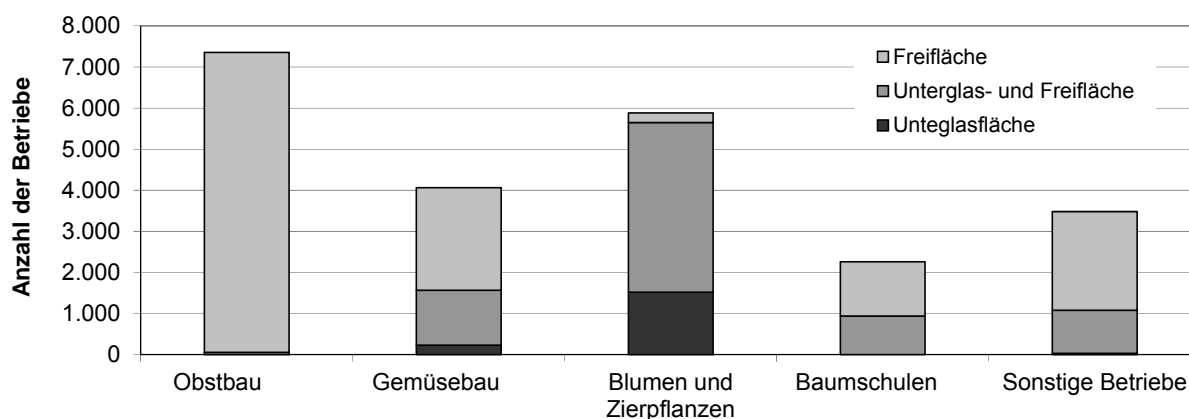


Abbildung 7-7 Verteilung der Betriebe, die Freifläche, Gewächshäuser sowie Beides nutzen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a])

Im Obstbau ist aufgrund der überwiegenden Produktion einheimischer Kulturen die Nutzung von Gewächshausanlagen nur sehr gering verbreitet. Auch im Gemüsebau verfügt die Mehrheit der Betriebe (ca. 60 %) ausschließlich über Freiflächen. Bei den restlichen Betrieben ist verstärkt eine Mischnutzung der gärtnerischen Nutzfläche an Gewächs- und Freifläche vorzufinden. Einen deutlich größeren Anteil an dieser Mischnutzung der gärtnerischen Nutzfläche ist auch bei Baumschulen und

verstärkt bei Blumen/ Zierpflanzen zu erkennen, wobei 26 % der Blumen- und Zierpflanzenbetriebe reine Gewächshausbetriebe sind.

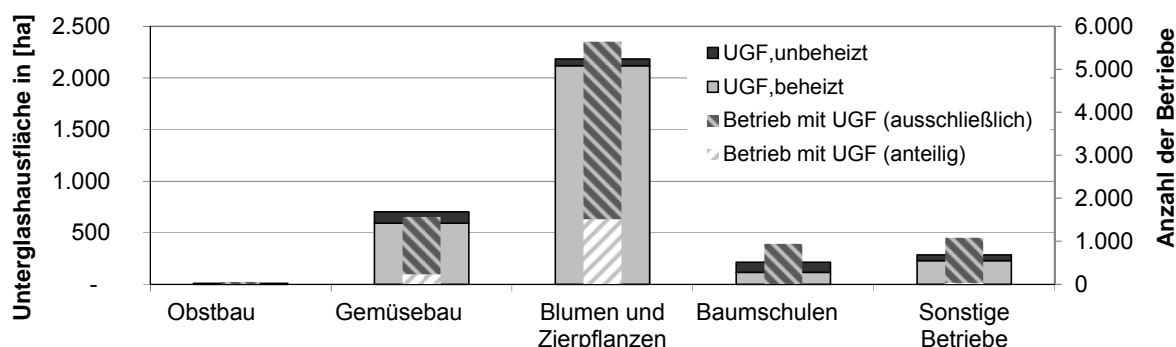


Abbildung 7-8 Energieträger zu Beheizung der Gewächshäuser (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a])

Hinsichtlich Anzahl der Betriebe und der Unterglasfläche ist der größte Anteil (65 %) der Gewächshäuser im Bereich der Blumen/ Zierpflanzen (siehe Abbildung 7-8) zu vermerken. Vor dem Hintergrund dieses Vorhabens steht die beheizte Unterglasfläche im Fokus. Insgesamt 10 % der Unterglasfläche wird nicht beheizt, jeweils ein Drittel davon im Bereich des Gemüseanbaus und der Baumschulen. Die anteilige Nutzung der verschiedenen Energieträger in den verschiedenen Betrieben ist in Abbildung 7-9 dargestellt.

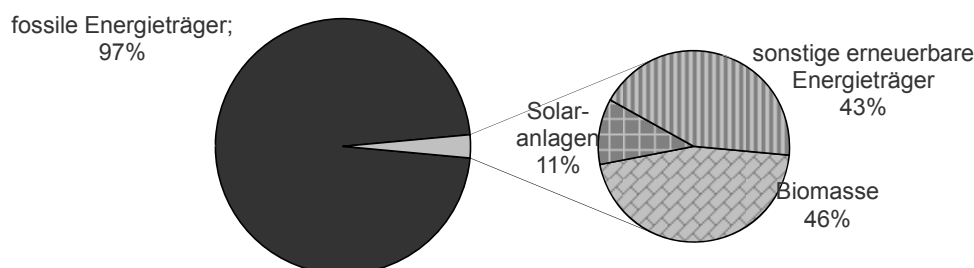


Abbildung 7-9 Einsatz der Energieträger zur Beheizung von Gewächshäusern (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a])

Zur Wärmebereitstellung werden wie in Abbildung 7-9 ersichtlich, hauptsächlich fossile Energieträger – 65 % Heizöl und ca. 30 % Erd- bzw. Flüssiggas [StBA 2006a] – eingesetzt. Etwa 3 % der Brennstoffe sind regenerative Energieträger. Diese setzen sich jeweils zu ca. 45 % aus Biomasse und sonstigen Energieträgern, die Erdwärme, Windenergie und Wasserkraft umfassen, zusammen. Laut [StBA 2006a] verteilen sich die insgesamt 127 Betriebe, die Biomasse zur Wärmeversorgung einsetzen zu 60 % auf Blumen/ Zierpflanzen, 36 % Gemüsebau und zu 4 % auf Baumschulen.

## 7.2 Ermittlung der relevanten Bereiche der Branche Landwirtschaft/ Gartenbau

Resultierend aus der vorangestellten Charakterisierung des Abschnittes A können für den Einsatz biogener Festbrennstoffe lediglich die Bereiche Landwirtschaft und Gartenbau als relevant eingestuft werden. Die Forstwirtschaft weist zwar ein entsprechendes internes Brennstoffpotenzial auf, ist aufgrund des geringen Wärmebedarfs und der Zuordnung der Forstämter zum Abschnitt O – Öffentliche Verwaltung als nicht relevant einzustufen.

In der Landwirtschaft umfasst zwar der Ackerbau 25 % der landwirtschaftlichen Betriebe, benötigt Brennstoff jedoch (fast) ausschließlich für den Antrieb der landwirtschaftlichen Fahrzeuge. Einen nennenswerten Brennstoffverbrauch zur Wärmeerzeugung weist in der Viehzucht nur die Veredelung auf, da die Ställe der Weideviehzucht auch im Winter nicht beheizt werden. Die Veredelung hat entsprechend der Anzahl der Betriebe mit 4 % nur einen geringen Anteil an den Betrieben der Landwirtschaft. Dennoch ist den Betrieben mit Schweinehaltung (80 % der Veredelungsbetriebe) ein entsprechender Wärmebedarf (ca. 3.000 – 3.700 GWh/a) zu zuordnen. Demnach wird nachstehend die Schweinehaltung und dessen Wärmebedarf und Einsatz biogener Festbrennstoffe detaillierter betrachtet.

Beim Gartenbau weisen weder der Obstanbau noch die Baumschulen als auch sonstige Betriebe nennenswerte beheizte Unterglasflächen auf. Somit sind für dieses Vorhaben der Gemüseanbau sowie die Blumen/ Zierpflanzen, die über nennenswerte beheizte Unterglasflächen verfügen, als relevant einzustufen und vertiefend zu charakterisieren.

### 7.3 Schweinehaltung

Laut [StBA 2008a] gibt es in Deutschland im Bereich der Schweinehaltung 80.453 Betriebe mit insgesamt rund 267 Millionen Tieren. Aufgrund deren betriebswirtschaftlichen Ausrichtung werden lediglich 13 % der Betriebe – 10.260 an der Zahl – den Schweineveredelungsbetrieben zugeordnet. Die restlichen Betriebe und somit der Großteil sind entweder den Verbundbetrieben zuzuordnen oder aufgrund der sehr geringen Anzahl von Tieren unter dem Haupterwerb des Betriebes (z. B. Ackerbau) aufgeführt. Ein Einblick zur Verteilung der Betriebe mit Schweinehaltung entsprechend der Betriebsgrößenklassen gibt Abbildung 7-10.

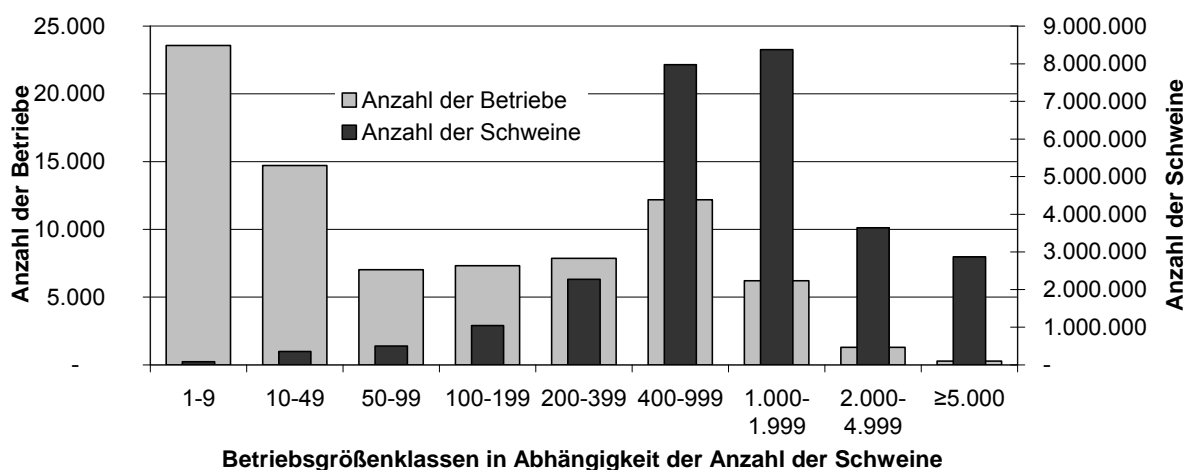


Abbildung 7-10 Einteilung der Schweinehaltungen in Betriebsgrößenklassen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008a])

Während rund ein 1/3 der Betriebe mit Schweinehaltung weniger als 10 Schweine haben, weisen immerhin ca. 10 % der Betriebe einen Schweinebestand von mindestens 1.000 Schweinen auf. Ergänzend zur Betriebsstruktur wird bei der Bestandsaufnahme der [StBA 2008a] der Schweinebestand in die fünf Tierkategorien untergliedert (Tabelle 7-2).

Tabelle 7-2 Einteilung der Schweine zu den Tierkategorien [StBA 2008a]

Tierkategorie	Anzahl der Tiere
Ferkel	6.947.300
Jungschweine	6.170.400
Mastschweine	11.165.800
Zuchtsauen	2.368.400
Zuchteber	34.800

### Wärmebedarf

Die Vielzahl der nachstehend aufgeführten und diskutierten Angaben bezüglich des Wärmebedarfs konnten mittels Literaturrecherche und den Multiplikatoreninterviews generiert werden. Der wesentliche Wärmebedarf wird bei der Ferkelzucht genannt, wobei diese Angaben – auch aufgrund der z. T. vorgenommenen Differenzierung zwischen Ferkelnest und Ferkelaufzucht – abweichen. Die generierten Kennwerte sind in Tabelle 7-3 zusammengetragen.

Tabelle 7-3 Übersicht zum spezifischen Wärmebedarf in der Schweinehaltung

Bezeichnung	Wärmebedarf	Quelle
Ferkelnest - Strom - Warmwasser	12 – 15 kWh/Ferkel 17 – 18 kWh/Ferkel	[VDI 1998] [VDI 1998]
Ferkelaufzucht	35 kWh/Ferkel 15 – 65 kWh/Ferkel 20 – 28 kWh/Ferkel 24 – 34 kWh/Ferkel	[TLL 2010], [LfULG 2010], [LWK NRW 2010] [LEL BW 2010] [LWK NRW 2007] KTBL 2009]
Sauenstall mit Ferkelaufzucht	990 kWh/Platz	[LWK NRW 2010]
Sauenstall ohne Ferkelaufzucht	330 kWh/Platz	[LWK NRW 2010]
Mastschwein	25 – 28 kWh/Mastschwein 12 – 40 kWh/Mastschwein 25 – 28 kWh/Mastschwein	[KTBL 2009] [LEL BW 2010] [LWK NRW 2007]

Aus den in Tabelle 7-3 aufgeführten Kennwerten sind zum einen plausible Mittelwerte bzw. Spannweiten als Eingabewert für das Hochrechnungsverfahren zu ermitteln, zum anderen sind diese den in Tabelle 7-2 aufgeführten Schweinekategorien zuzuordnen. Erläuterungen sind dem Abschnitt „Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung“ zu entnehmen.

### Gerätestruktur

Die Multiplikatoreninterviews ([LWK RP 2010], [LLH 2010], [LfULG 2010], [LEL BW 2010]) ergaben, dass hauptsächlich automatisch beschickte Zentralheizungsanlagen eingesetzt werden. Die Angaben bzgl. der installierten Leistung gingen z. T. weit auseinander und reichen von 80-150 kW<sub>th</sub> [LWK RP 2010] bis hin zu einer bekannten Anlage mit 500 kW<sub>th</sub> [LWK NRW 2010a]. Vereinzelt konnten Angaben bezogen auf die Betriebsgrößenklassen getätigt werden, doch auch hier sind große Differenzen vorhanden. Für 1-10 Beschäftigte wurden installierte Leistungsbereiche von 50-150 kW<sub>th</sub> [LWK SH 2010a] als auch 300-400 kW<sub>th</sub> [LfULG 2010] angegeben. Ergänzend dazu gaben zwei Interviewpartner Vollbenutzungsstunden von 1.700 bis 2.500 h/a [TLL 2010], [LLH HE 2010] an.

Darüber hinaus enthält die UBA-Anlagenliste insgesamt 54 Beispielanlagen im Bereich der Landwirtschaft von denen 34 ausschließlich die Landwirtschaft als Wärmeabnehmer aufführen. Bei den 20 übrigen Datensätzen sind neben der Landwirtschaft auch Forstwirtschaft, Gartenbau sowie Gastgewerbe und Wohngebäude als Wärmeabnehmer aufgeführt. Eine Zuordnung dieser Datensätze zu den Schweinehaltungen ist nur in zwei Fällen möglich die jeweils eine installierte Leistung von 145 kW<sub>th</sub> angeben. Bei 19 der 34 Datensätze, die nur die Landwirtschaft als Wärmeabnehmer aufweisen, ist keine Zuordnung zu einem Bereich der Landwirtschaft möglich. Diese Anlagen weisen eine installierte Leistung von 100 kW<sub>th</sub> bis 820 kW<sub>th</sub> mit einem Mittelwert von 223 kW<sub>th</sub> an. Dem gegenüber sind bei den einem Bereich nicht zuordenbar 15 Datensätze mit verschiedenen Wärmeabnehmern installierte Leistungen im Bereich von 110 bis 850 kW<sub>th</sub>, im Durchschnitt 289 kW<sub>th</sub>, aufgeführt.

Mit Hilfe der UBA-Anlagenliste und den Multiplikatoreninterviews konnten einige Angaben bzgl. der Gerätestruktur generiert werden. Diese sind jedoch mit erheblichen Schwankungsbreiten versehen, die vielfältige Ursachen haben können. Hierzu zählen neben der Tatsache, dass es sich um Schätzungen einzelner Experten handelt, auch regionale Gegebenheiten sowie die Art der Verwendung der Heizanlage. Eine Mitversorgung angrenzender, privater Wohnräume bzw. Ferienwohnungen über die Heizanlage ist bei den Angaben aus den Multiplikatoreninterviews nicht auszuschließen. Trotz der gezielten Befragung verschiedener Regionen kann aufgrund der geringen Anzahl der Multiplikatoreninterviews (in Summe 8) auf regionalspezifische Gegebenheiten nicht eingegangen werden. Darüber hinaus kann eine nicht eindeutige Zuordnung der Branche und dem damit unterschiedlichen Wärmebedarf bei den Angaben der UBA-Datenbank zu den aufgeführten Schwankungsbreiten führen.

### Biomassenutzung

Im Rahmen der Multiplikatoreninterviews wurde ebenso nach dem Einsatz von Biomasse im Allgemeinen (inklusive Biogas) und biogenen Festbrennstoffen im Detail gefragt. Stichhaltige Angaben konnten hierbei jedoch nicht gewonnen werden. Grundlegend sind sich alle Experten einig, dass der Einsatz von Biogas – mit der Verwertung der Schweinegülle bzw. -mist – die bevorzugte Option gegenüber den biogenen Festbrennstoffen ist.

Abschätzungen zum Einsatz von Biogas konnten fast alle Befragten tätigen, jedoch ist die Plausibilität einiger Angaben zu hinterfragen. Im Rahmen des EEG-Monitorings werden jährlich die Anlagenzahlen von Biogasanlagen auf Bundes- und Länderebene veröffentlicht [DBFZ 2010c]. Die Anzahl der Anlagen nach Abschätzung der Interviewpartner übersteigen bspw. in den Bundesländern Sachsen, Schleswig-Holstein und Hessen die gesamte Anzahl der installierten Biogasanlagen in den einzelnen Bundesländern. Darüber hinaus ist nach Auswertung der Anlagendatenbank des DBFZ [DBFZ 2010d], die jährlich Angaben von 10 % der Biogasanlagen durch Umfragen erheben, davon auszugehen, dass ca. 30 % bis 35 % der Anlagen in ganz Deutschland (ca. 1.400 bis 1.700) Schweinegülle bzw. -festmist einsetzen [DBFZ 2010d], [LLH HE 2010], [LfULG 2010], [LEL BW 2010], [DBFZ 2010c]. Dies zeigt, wie schwer auch regionalen Experten die Abschätzung bzgl. des Einsatzes fällt, da häufig keine gesicherten Datengrundlagen verfügbar sind.

Bezüglich des Anteils biogener Festbrennstoffe konnte nicht von allen Experten eine Abschätzung vorgenommen werden. Während der Ansprechpartner in Nordrhein-Westfalen [LWK NRW 2010a] nur die Aussage lieferte, dass ihm persönlich 4 bis 5 Anlagen bekannt sind, welches einem Anteil von 0,02 % Schweinehaltungsbetriebe entsprechen würde, schätzungsweise jedoch von einer höheren Anzahl auszugehen ist, gab die Landwirtschaftskammer Niedersachsen eine Spannweite von 250 bis

300 Anlagen für deren Bundesland (entspricht 1,7 % - 2,1 % der Schweinehaltungsbetrieben in Niedersachsen) an [LWK NI 2010]. Dem gegenüber steht die Angabe aus Rheinland-Pfalz [LWK RP 2010] mit einem Anteil biogener Festbrennstoffe in der Schweinehaltung von 20 %. Andere Bundesländer, wie z. B. Sachsen, Baden-Württemberg sowie Thüringen konnten zu dieser Frage keine Abschätzungen liefern.

Als Ansatzpunkt für die Hochrechnung können letztendlich nur die Angaben aus Rheinland-Pfalz und Niedersachsen genommen werden, welche jedoch einen Unterschied um ein Zehnfaches aufweisen. Rheinland-Pfalz ist das walddreichste Bundesland und verfügt lediglich über 2 % der Betriebe mit Schweinehaltung und 1 % des Schweinebestandes in Deutschland. Aus diesen Gründen und der Nähe zum Brennstoff ist ein vergleichsweise hoher Anteil biogener Festbrennstoffe durchaus denkbar. Für die Bildung eines bundesweiten durchschnittlichen Wertes kann diese Angabe nicht verwendet werden. Im Gegensatz dazu ist Niedersachsen – ausgenommen der Stadtstaaten – das Bundesland mit dem zweitgeringsten Anteil an Wald an der gesamten Bodenfläche.

Lediglich [LWK NI 2010] bietet einen als realistisch einzustufenden Wert für die Ermittlung eines bundesweit durchschnittlichen Anteils an biogenen Festbrennstoffen an. Mit der Begründung, dass gegenüber Niedersachsen in anderen Bundesländern die Umstellung auf biogene Festbrennstoffe weniger verbreitet ist, erscheint eine Herabsetzung des bundesweiten Durchschnittes auf 1 % als realistisch. Aufgrund der schlechten Datenbasis zur Ermittlung dieses Wertes ist nach [DBFZ 2011a] eine Unsicherheit von 30 % anzunehmen, so dass sich draus ein Anteil biogener Festbrennstoffe von  $1 \pm 0,3$  % ergibt. Dieser Wert ist auch darauf zurückzuführen, dass die Installation einer Biomassefeuerung erst ab einer gewissen Größe und Anzahl an Ferkeln investiv sinnvoll ist. Der Großteil der Betriebe (70 %) weist gemäß Abbildung 7-10 jedoch einen Schweinebestand kleiner 50 auf.

Im Rahmen der Interviews wurde wiederholend die Bedeutung des Biogases als regenerativer Energieträger zur Wärmeerzeugung in den Schweinehaltungsbetrieben betont. Dies wird aufgrund der Rentabilität einer Biogasanlage insbesondere in großen Schweinezuchtbetrieben eingesetzt. Demnach ist der Einsatz biogener Festbrennstoffe überwiegend in Betrieben mittlerer Größe zu erwarten. Biogasanlagen, die mit Schweinegülle betrieben werden, haben einen Anteil an den schweinehaltenden Betrieben von 1,5 %. Da von einem geringeren Anteil der biogenen Festbrennstoffen gegenüber dem Biogas auszugehen ist, erscheinen die durchschnittlich angenommenen 1 % als realistisch.

Vertiefend zum Einsatz biogener Festbrennstoffe insgesamt ist die anteilige Bereitstellung durch Hackschnitzel, Pellets, Stückholz und Nahwärme abzuschätzen. 32 der 34 Datensätze der UBA-Datenbank, die alleinig Landwirtschaft als Wärmeabnehmer aufführen und Angaben zum eingesetzten Brennstoff tätigen, geben den Einsatz von Hackschnitzeln an. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass überwiegend (90 %) Holzhackschnitzel zur Wärmeerzeugung aus fester Biomasse in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Diese 32 Datensätze bilden keine repräsentative Stichprobe, so dass davon auszugehen ist, dass vereinzelte Anlagen (jeweils 5 %) auch Stückholz oder Pellets einsetzen. Der geringe Anteil an Pellets ist primär auf die erhöhten Preise gegenüber Hackschnitzeln und die des Stückholzes auf den damit verbundenen Aufwand zurückzuführen. Landwirtschaftliche Betriebe sind aufgrund des Platzbedarfes und der insbesondere bei der Schweinehaltung auftretenden Geruchsbelastung am Rande einer Siedlung angesiedelt. Folglich werden Schweinehaltungen selten an ein Nahwärmenetz angeschlossen sein und wenn, wird dies basierend auf Biogas betrieben werden.



### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Im Rahmen der Literaturrecherche und den Multiplikatoreninterviews hat sich gezeigt, dass verwendbare Kennzahlen bezüglich des Wärmebedarfs lediglich für den Schweinebestand auf Ebene der verschiedenen Tierkategorien zu ermitteln sind. Angaben zu Betriebsgrößenklassen wurden zwar getätigt, doch sind hier eine große Spannweite und keine Korrelation zur Anzahl der Schweine zu finden.

Als Aktivitätsgröße sind weder die Beschäftigten aufgrund mangelnder Grunddaten noch die Anzahl der Betriebe geeignet. Letzteres basiert auf der nicht eindeutigen Zuordnung der ca. 80.000 Betriebe mit Schweinen zu den einzelnen betriebswirtschaftlichen Ausrichtungen und den damit verbundenen Unsicherheiten bei der Ermittlung des Energiebedarfs der Schweinehaltung. Deutlich detailliertere Zahlen liegen zum spezifischen Wärmebedarf pro Platz (Tabelle 7-3) sowie zum Schweinebestand (Tabelle 7-2) der verschiedenen Schweinekategorien vor. Somit stellt die Anzahl der Tiere – im Vergleich zur Anzahl der Betriebe - die geeignete Bezugsgröße für die Hochrechnung des Energiebedarfs sowie des Einsatzes biogener Festbrennstoffe dar. Demnach wird die in Kapitel 4.4 aufgeführte zweite Variante der Hochrechnung verwendet und nachstehend die Aktivitätsgrößen sowie Energiebedarfsindikatoren aufgeführt.

Für die Hochrechnung sind die Angaben zur Anzahl der Tiere (Tabelle 7-2) mit denen der Energiebedarfskennwerte aus Tabelle 7-3 zu kombinieren. Die Angaben zum Wärmebedarf von Ferkeln konnten gemäß Tabelle 7-3 gesondert für die Ferkelproduktion, das Ferkelnest, die Ferkelzucht und den Sauenstall mit Ferkelaufzucht generiert werden. Letzteres beinhaltet die ersten drei Wochen nach dem Abferkeln, bei denen die Ferkel noch bei der Zuchtsau im Ferkelnest verbleiben. Dieser Wärmebedarf wird nachstehend den Zuchtsauen zugerechnet. Die in Tabelle 7-2 aufgeführte Anzahl der Ferkel ist somit mit dem Wärmebedarf der Ferkelzucht in Verbindung zu bringen. Zurückzuführen auf 5,4 Durchgänge pro Jahr sind die in Tabelle 7-3 aufgeführten ferkelspezifischen Werte mit diesem Faktor zur Ermittlung des jährlichen Wärmebedarfes eines Ferkelplatzes zu multiplizieren. Daraus ergibt sich die in Tabelle 7-4 aufgeführten Eingangsdaten für die Tierkategorie Ferkel.

Tabelle 7-4 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Ferkel

		Größe	Werte	Quellen
Ferkel	A	Tierbestand	6.740.315	[StBA 2008a]
	I	Wärmebedarf	155 ± 25 kWh/Platz	[KTBL 2009], [LWK NRW 2007], [TLL 2010], [LWK NRW 2010]
	B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	1 ± 0,3 % 90 % 5 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

Zu den in Tabelle 7-2 aufgeführten Zuchtsauen sind die Wärmebedarfsangaben für den Sauenstall mit sowie ohne Ferkelaufzucht zuzuordnen. Die Verteilung dieser beiden Bedarfskennwerte auf den Tierbestand erfolgt über die jährliche Aufenthaltszeit der Tiere in den jeweiligen Stalltypen. Folglich sind 20 % des Zuchtsaubestandes dem Sauenstall mit Ferkelaufzucht und die restlichen 80 % der Zuchtsauen sowie die Zuchteber dem Sauenstall ohne Ferkelaufzucht zuzuweisen (Tabelle 7-5). Ausschließlich eine Quelle [LWK NRW 2007] liefert Angaben zum spezifischen Wärmebedarf bei den Zuchtschweinen. In Anlehnung an die Schwankungsbreiten der Angaben zum Wärmebedarf bei den

Ferkeln (Tabelle 7-4) sowie Mastschweinen (Tabelle 7-6) wird bei den Zuchtschweinen ein Fehler von 20 % angenommen.

Tabelle 7-5 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Zuchtschweine

Zuchtschweine	Größe		Werte	Quellen
	A	Tierbestand - mit Ferkelaufzucht - ohne Ferkelaufzucht		467.191 1.901.209
I	Wärmebedarf - mit Ferkelaufzucht - ohne Ferkelaufzucht		990 ± 200 kWh/Platz 330 ± 66 kWh/Platz	[LWK NRW 2007] [LWK NRW 2007]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		1 ± 0,3 % 90 % 5 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

Für die Tierkategorie Mastschwein sind in Tabelle 7-3 Wärmebedarfskennwerte aufgeführt. Kombiniert mit dem Faktor 2,5 für die Anzahl der Mastschweine pro Platz und Jahr ergibt sich der in Tabelle 7-6 aufgeführte Wärmebedarfswert. Diese Angaben können auch auf die Tierkategorien Jungschweine und Zuchteber angewendet werden.

Tabelle 7-6 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Mast- und Jungschweine, Zuchteber

Jung- und Mastschweine, Zuchteber	Größe		Werte	Quellen
	A	Tierbestand - Jungschweine - Mastschweine - Zuchteber		6.170.400 11.165.800 34.800
I	Wärmebedarf		66 ± 20 kWh/Platz	[LWK NRW 2007], [KTBL 2009], [LEL BW 2010]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		1 ± 0,3 % 90 % 5 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

## 7.4 Blumen/ Zierpflanzen

Die Verteilung der Betriebe des Bereiches Blumen/ Zierpflanzen ist in Abhängigkeit der Größe der Unter Glasfläche in Abbildung 7-11 abgebildet. In diesem Bereich sind kleine Betriebe mit weniger als 250 m<sup>2</sup> nur sehr selten (1 %) vertreten, wohingegen mehr als die Hälfte der Betriebe über eine Unter Glasfläche von mehr als 2.000 m<sup>2</sup> verfügen.

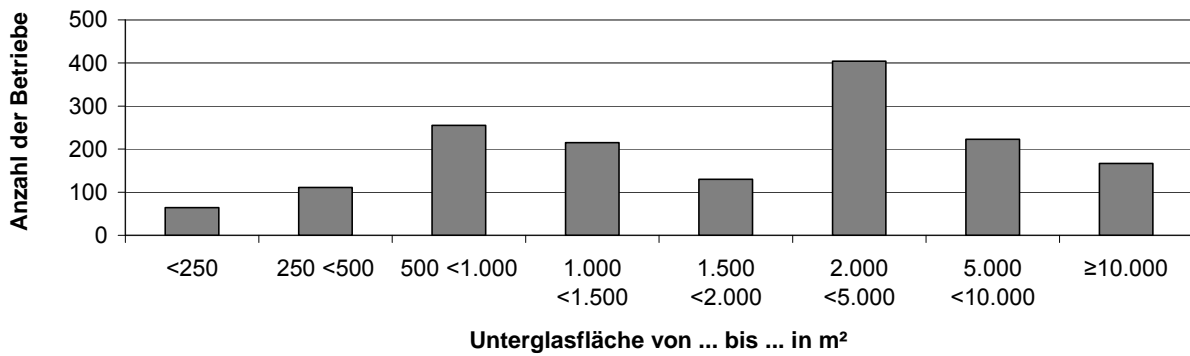


Abbildung 7-11 Verteilung der Betriebe entsprechend der Größe der Unterglasfläche – Blumen/ Zierpflanzen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a])

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass die verschiedenen Kulturen unterschiedliche Raumtemperaturen für deren Kultivierung bedürfen. Eine Übersicht hierzu gibt Tabelle 7-7.

Tabelle 7-7 Einteilung der Gewächshäuser nach Kulturführung im Bereich Blumen/ Zierpflanzen (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006])

Kulturführung	Temperaturbereich	Kulturen
Kalt	< 12 °C	Ericen, Calluna und Azaleen
Temperiert	12 – 18 °C	Primeln, Margeriten, Hortensien und Weihnachtssterne
Warm	>18 °C	Orchideen und Begonien

Eine Einteilung der Unterglasfläche entsprechend der Kulturführung bzw. der Kulturen erfolgt weder in [StBA 2006a] noch in [StBA 2009d]. Demnach wird eine Einteilung der Unterglasfläche nach Kulturführung mittels der Abschätzung von [LWK NRW 2010b] vorgenommen, nach deren Aussagen die kalte und temperierte Kulturführung einen Anteil von jeweils 45 % und die Warmhauskultivierung von 10 % der Unterglasfläche hat.

### Wärmebedarf

Die verschiedenen Temperaturbereiche der in Tabelle 7-8 aufgeführten drei Kulturführungen, bewirken einen unterschiedlichen spezifischen Wärmebedarf. Die aus der Literatur generierbaren Werte sind in Tabelle 7-8 zusammengefasst.

Tabelle 7-8 Übersicht zu Angaben des spezifischen Wärmebedarfs – Blumen/ Zierpflanzen

Bezeichnung	Wärmebedarf	Quelle
Warmhauskultivierung	473 kWh/m <sup>2</sup> 500 – 557 kWh/m <sup>2</sup> 543 – 644 kWh/m <sup>2</sup>	[Lange/Hack/Belker 2002] [KUBESSA 1998] [FNR 2006]
Temperierter Anbau	372 – 453 kWh/m <sup>2</sup>	[FNR 2006]
Kalthauskultivierung	48 kWh/m <sup>2</sup> 92 – 257 kWh/m <sup>2</sup> 111 – 131 kWh/m <sup>2</sup>	[Lange/Hack/Belker 2002] [KUBESSA 1998] [FNR 2006]
Beet- und Balkonpflanzen	130 kWh/m <sup>2</sup>	[Lange/Hack/Belker 2002]
Anbau von Rosen	470 kWh/m <sup>2</sup>	[Lange/Hack/Belker 2002]
Eriken/ Callunen	73 kWh/m <sup>2</sup>	[Lange/Hack/Belker 2002]

Vertiefend dazu sind in [FNR 2006] der Wärmebedarf für vier verschiedene Betriebsgrößenklassen angegeben, dargestellt in Abbildung 7-12.

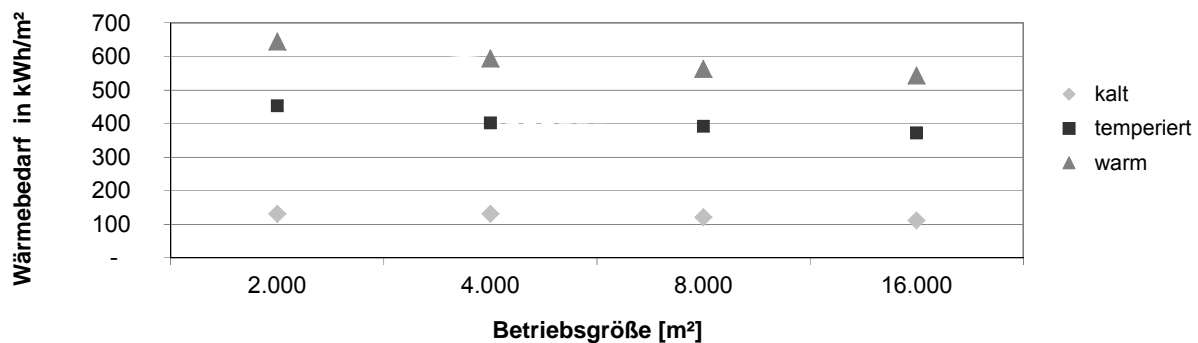


Abbildung 7-12 Flächenspezifischer Wärmebedarf entsprechend Kulturführung und Betriebsfläche – Anbau von Blumen/ Zierpflanzen (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006])

Mit Ausnahme der Kalthauskultivierung ist ein abnehmender flächenbezogener Wärmebedarf bei zunehmender Betriebsgröße erkennbar. Ergänzend zum [FNR 2006] liefert auch [Lange/Hack/Belker 2002] Angaben zum Wärmebedarf in Modellbetrieben des Gartenbaus. Hierbei erfolgt keine stringente Differenzierung nach Kulturführung oder Kulturen sowie verschiedener Betriebsgrößen.

### Gerätestruktur

Grundlegend werden im Gartenbau Zentralheizungsanlagen im bivalenten Betrieb eingesetzt ([LWK SH 2010b], [LWK NRW 2010b], [Kuba 2010], [Tantau 2010]). Größenordnungen konnten anhand der Multiplikatoreninterviews nicht generiert werden, lediglich die Anmerkung von [Kuba 2010], dass aus deren Praxiserfahrung im Gartenbau bevorzugt Biomassefeuerungen mit einer Leistung knapp unter 1 MW<sub>th</sub> installiert werden. Detaillierte Informationen liefert diesbezüglich [FNR 2006], zusammengefasst in Abbildung 7-13.

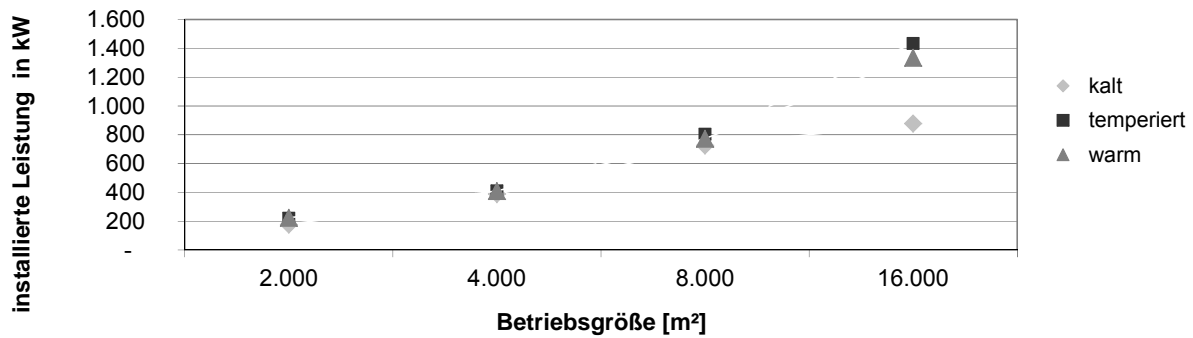


Abbildung 7-13 Installierte Leistung entsprechend Kulturführung und Betriebsfläche – Anbau von Blumen/Zierpflanzen (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006])

Hinsichtlich der installierten Leistung ist eine Zunahme der Betriebsgröße zu verzeichnen. Auffällig ist, dass mit Ausnahme der großen Betriebe die installierte Leistung der drei Kulturführungen trotz eines differierenden flächenbezogenem Wärmebedarfs nah beieinander liegen. Die Unterschiede zwischen den Kulturführungen sind demnach bei den Vollbenutzungsstunden vorhanden. Während nach [FNR 2006] beim Warmhausbetrieb Vollbenutzungsstunden von 5.750 bis 6.500 h/a resultieren, sind es bei dem Kalthausbetrieb nur 1.300 bis 2.000 h/a. Ergänzend dazu sind auch in [UBA 2010] in Summe 73 Anlagenbeispiele für Gartenbaubetriebe – jedoch nicht unterschieden nach Blumen/ Zierpflanzen, Gemüsebau bzw. Baumschulen – mit einer Spannweite der installierten Leistung von 100 kW bis 2.000 kW (im Durchschnitt 623 kW). Aufgrund der unteren Abschneidegrenze dieser Datenbank bei 100 kW<sub>th</sub> sind prinzipiell auch kleinere Biomassefeuerungen denkbar.

### Biomassenutzung

Während im Rahmen einer Umfrage 2004 [Tantau 2010] der Einsatz von biogenen Festbrennstoffen zur Wärmeerzeugung von 5 % ermittelt werden konnte, so ergaben die Befragungen von [Knibbe 2010] und [LWK NRW 2010b] einen Anteil biogener Festbrennstoffe von 10 %. Letztere gab zusätzlich den Hinweis, dass insbesondere große Betriebe Biomassefeuerungen einsetzen. Dies spiegelt auch [Tantau 2004] und [FNR 2006] wieder. In der letztgenannten Quelle werden die Amortisationszeiten der Investition von Biomassefeuerungsanlagen für verschiedene Modellbetriebe berechnet. Aufgrund des unterschiedlichen Wärmebedarfs und der anhand der Vollbenutzungsstunden aufgeführten Auslastung der Anlagen sind große Differenzen zu verzeichnen. Während kleine Betriebe Amortisationszeiten von mehr als 15 Jahren aufweisen, rentiert sich die Investition bei großen Warmhauskultivierungsbetrieben bereits nach 6 Jahren.

Grundlegend ist der Wärmebedarf von der Betriebsgröße, aber auch der Kultivierungsart abhängig. Letzteres hat insbesondere einen Einfluss auf die Vollbenutzungsstunden, die nach [FNR] bei der Warmhauskultivierung die der Kalthauskultivierung um das Vierfache übersteigen. Demnach ist der Einsatz einer Biomassefeuerung nicht nur in großen gegenüber kleinen Betrieben lohnenswert, sondern auch bei der Warmhaus- gegenüber Kalthauskultivierung.

Infolge dessen wird der von [Knibbe 2010] sowie [LWK NRW 2010b] angegebene Wert von 10 % nur für die Warmhauskultivierung übernommen und für den temperierten Anbau (7 %) sowie Kalthauskultivierung (4 %) abgeschwächt. Bedingt durch die Datenlage ist jeweils eine Unsicherheit von 20 % anzunehmen. Ergänzend dazu ist abzuschätzen, durch welche Brennstoffe der Anteil biogener Festbrennstoffe anteilig gedeckt wird. Nach Abschätzungen [DBFZ 2011a] werden, analog der Landwirtschaft, in einem Großteil (87 %) der Anlagen Hackschnitzel eingesetzt und nur vereinzelt

Pellets (5 %) sowie Stückholz (3 %). Der Anschluss eines Gartenbaubetriebes an ein auf biogenen Festbrennstoffen basiertes Heizwerk mit Nahwärmenetz ist in einem geringen Umfang (5 %) ebenso denkbar.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Hervorgehend aus der Charakterisierung ist die Hochrechnung über die Gerätestruktur aufgrund der lückenhaften Datenlage nicht möglich. Folglich sind die in Tabelle 7-8 aufgeführten Werte zum flächenspezifischen Wärmebedarf mit der Unterglasfläche als Aktivitätsgröße zu kombinieren. Eine Verteilung der Unterglasfläche entsprechend der Kultivierungsart – warm, temperiert, kalt – wird in den Fachstatistiken nicht vorgenommen. Nach Abschätzung von [LWK NRW 2010b] sind 10 % der Unterglasfläche der Warmhauskultivierung und jeweils 45 % dem kalten bzw. temperiertem Anbau zuzuordnen. Daraus ergeben sich die in Tabelle 7-9 dargestellten Eingangsdatenblätter aufgeführten Angaben.

Tabelle 7-9 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung der Blumen/ Zierpflanzen

		Größe	Werte	Quellen
		<b>Kalthaus- kultivierung</b>	A	Unterglasfläche
	I	Wärmebedarf	116 ± 55 kWh/m <sup>2</sup>	[FNR 2006]
	B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	4 ± 0,8 % 90 % 5 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]
		Größe	Werte	Quellen
		<b>Temperierter Anbau</b>	A	Unterglasfläche
	I	Wärmebedarf	382 ± 10 kWh/m <sup>2</sup>	[FNR 2006]
	B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	7 ± 1,4% 90 % 5 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]
		Größe	Werte	Quellen
		<b>Warmhaus- kultivierung</b>	A	Unterglasfläche
	I	Wärmebedarf	553 ± 10 kWh/m <sup>2</sup>	[FNR 2006]
	B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	10 ± 2 % 90 % 5 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

### 7.5 Gemüseanbau

Der Gemüseanbau bezieht sich auf den Anbau von Nahrungsmittel für den menschlichen Verzehr, wohingegen die Futtermittelproduktion der Landwirtschaft im Sinne von Ackerbau zuzuordnen ist [StBA 2008a].

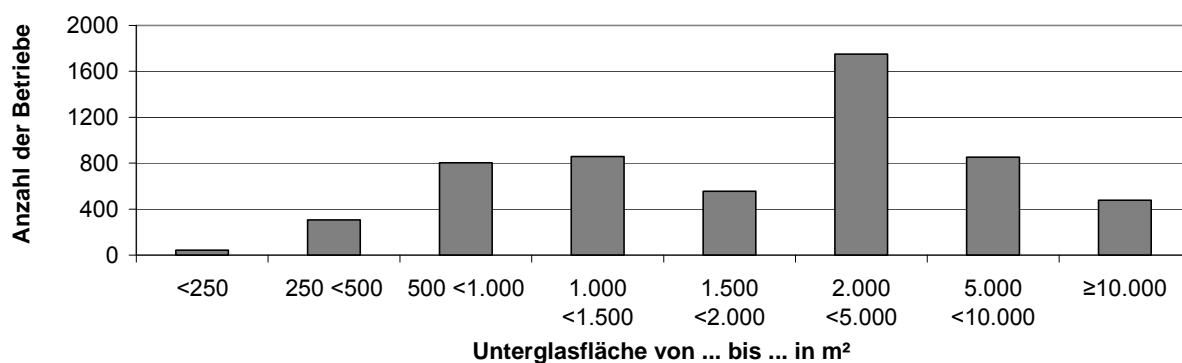


Abbildung 7-14 Verteilung der Betriebe entsprechend der Größe der Unterglasfläche (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2006a])

Etwa die Hälfte der Gemüsebaubetriebe umfasst nach Abbildung 7-14 eine Unterglasfläche von mehr als 2.000 m<sup>2</sup>. Vergleichbar mit dem Bereich Blumen/ Zierpflanzen bedürfen auch die verschiedenen Gemüsekulturen differierende Temperaturbereiche, die gemäß Tabelle 7-10 lediglich in die Warm- und Kalthauskultivierung zu unterscheiden sind.

Tabelle 7-10 Einteilung der Gewächshäuser nach der Kulturführung – Anbau von Gemüse (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006])

Kulturführung	Temperaturbereich	Kulturen
Kalt	< 12 °C	Feldsalat, Küchenkräuter
Warm	>18 °C	Tomate, Gurke

In Anlehnung an den Bereich Blumen/ Zierpflanzen bietet auch für den Gemüsebau [StBA 2006a] keine flächenspezifischen Angaben hinsichtlich der Kulturführung. Somit ist auch an dieser Stelle auf die Einschätzung von [LWK NRW 2010b] zurückzugreifen, nach der 65 % der Unterglasfläche der kalten und 35 % der warmen Kulturführung zuzuordnen sind.

### Wärmebedarf

Die der Literatur zu entnehmenden flächenspezifischen Werte des Wärmebedarfs sind in Tabelle 7-11 zusammengefasst.

Tabelle 7-11 Übersicht zu Angaben des spezifischen Wärmebedarfs

Bezeichnung	Wärmebedarf	Quelle
Warmhauskultivierung	473 kWh/m <sup>2</sup> 352 – 382 kWh/m <sup>2</sup>	[Lange/Hack/Belker 2002] [FNR 2006]
Kalthauskultivierung	48 kWh/m <sup>2</sup> 111 – 131 kWh/m <sup>2</sup>	[Lange/Hack/Belker 2002] [FNR 2006]
Tomate	523 kWh/m <sup>2</sup>	[Lange/Hack/Belker 2002]

Im Vergleich liegen die Angaben von [Lange/Hack/Belker 2002] insbesondere bei der Kalthauskultivierung deutlich unter den Werten der [FNR, 2006]. An diese Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass in [Lange/Hack/Belker 2002] bei der Warm- als auch Kalthauskultivierung nicht zwischen Blumen/ Zierpflanzen und dem Gemüseanbau differenziert wird. Auch für den Gemüseanbau wird in [FNR 2006] zusätzlich der flächenbezogene Wärmebedarf betriebsgrößenabhängig angegeben.

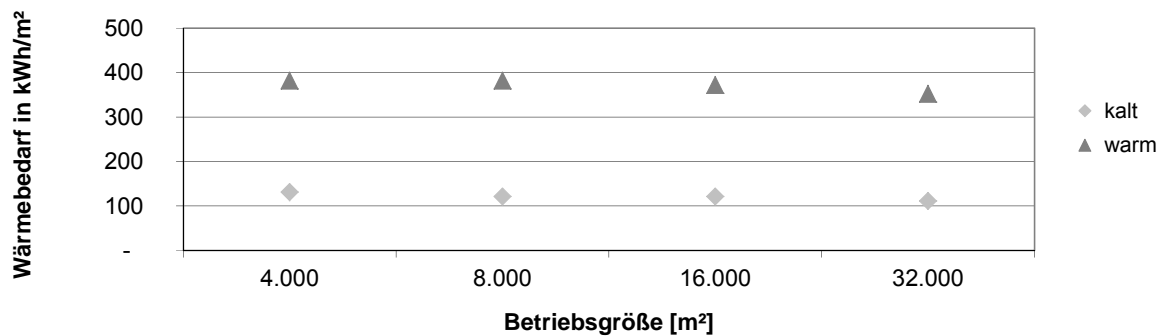


Abbildung 7-15 Flächenspezifischer Wärmebedarf entsprechend Kulturführung und Betriebsfläche – Anbau von Gemüse (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006])

Nur eine geringe Abnahme des flächenbezogenen Wärmebedarfs ist beim Gemüsebau zu erkennen.

### Gerätestruktur

Vergleichbar mit dem Anbau von Blumen/ Zierpflanzen werden auch beim Gemüseanbau Zentralheizungsanlagen im bivalenten Betrieb eingesetzt, zu deren installierter Leistung in den Multiplikatoreninterviews keine vertiefenden Angaben gewonnen werden konnten ([LWK SH 2010b], [LWK NRW 2010b], [Kuba 2010], [Tantau 2010]. Ausschließlich [Kuba 2010] teilte mit, dass vorwiegend Biomassefeuerungen mit einer Leistung knapp unter 1 MW<sub>th</sub> im Gartenbau installiert werden. Detaillierte Informationen können [FNR 2006] bzw. der Abbildung 7-16 entnommen werden.

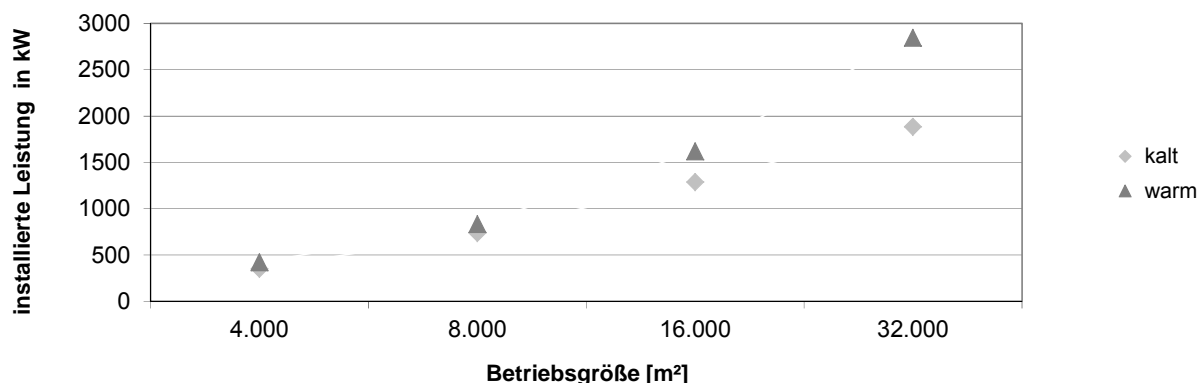


Abbildung 7-16 Installierte Leistung entsprechend Kulturführung und Betriebsfläche – Anbau von Gemüse (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006])

Die installierte Leistung nimmt in einem ähnlichen Umfang für die warme als auch kalte Kulturführung entsprechend der Betriebsgröße zu. Entsprechend dem Bereich Blumen/Zierpflanzen sind auch beim Gemüseanbau erhebliche Unterschiede bei den Vollbenutzungsstunden – 1.300 bis 1.900 (kalt) und 3.600 bis 3.900 (warm) – zwischen den beiden Kulturführungen erkennbar [FNR 2006]. Vor dem Hintergrund, dass in [UBA 2010] nicht zwischen dem Anbau von Blumen/ Zierpflanzen sowie Gemüseanbau unterschieden wird, ist auch an dieser Stelle zu erwähnen, dass die 73 Anlagenbeispiele eine Spannweite der installierten Leistung von 100 kW bis 2.000 kW (im Durchschnitt 623 kW) umfassen.

### Biomassenutzung

Bis auf [FNR 2006] differenzieren die generierten Angaben nicht zwischen dem Anbau von Blumen/Zierpflanzen und Gemüse, so dass einerseits auch die Umfrageergebnisse von [Tantau 2010] mit 5 % biogene Festbrennstoffe zur Erzeugung von Wärme genutzt werden können. Andererseits wurden von [Knibbe 2010] und LWK NRW 2010b] als Richtwert 10 % bezüglich des Einsatzes von bio-



genen Festbrennstoffen im Gartenbau genannt. [FNR 2006] weist keinen Anteil der Betriebe, die biogene Festbrennstoffe einsetzen aus. Anhand der berechneten Amortisationszeiten der Modellbetriebe ist zu entnehmen für welche Betriebe sich die Umstellung aus ökonomischen Gründen lohnt. Aufgrund der höheren Vollbenutzungsstunden amortisiert sich die Installation einer Biomassefeuerung bei großen Betrieben mit Warmhauskultivierung, als bei einem kleinen Betrieb mit Kalthauskultivierung.

Aus diesen Gründen werden – analog den Blumen/ Zierpflanzen – nur die Warmhauskultivierung mit 10 % angenommen und der Wert für die Kalthauskultivierung nur auf 4 % abgeschwächt. Die Abschätzung zur Verteilung der eingesetzten biogenen Festbrennstoffe wird ebenso von dem Abschnitt Blumen/ Zierpflanzen übernommen.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Wie bereits im Abschnitt Blumen/Zierpflanzen wird auch beim Gemüsebau die zweite Variante der Hochrechnung gewählt und als Aktivitätsgröße die Unterglasfläche gewählt. Nach [LWK NRW 2010b] ist die Unterglasfläche beim Gemüsebau zu 65 % in Kalthauskultivierung und 35 % in Warmhauskultivierung aufzuteilen (Tabelle 7-12).

Tabelle 7-12 Eingangsdaten für die Hochrechnung des Gemüseanbau

		Größe	Werte	Quellen
		<b>Kalthauskultivierung</b>	A	Unterglasfläche
	I	Wärmebedarf	126 ± 10 kWh/m <sup>2</sup>	[FNR 2006]
	B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	4 ± 0,8 % 90 % 5 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]
		Größe	Werte	Quellen
		<b>Warmhauskultivierung</b>	A	Unterglasfläche
	I	Wärmebedarf	207 ± 10 kWh/m <sup>2</sup>	[FNR 2006]
	B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	10 ± 2 % 90 % 5 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

## 7.6 Hochrechnungsergebnisse der Branche Landwirtschaft/ Gartenbau

Zurückzuführen auf die vorangehend beschriebenen verfügbaren Aktivitätsgrößen und Energiebedarfsindikatoren sind für alle drei Bereiche die zweite Variante der Hochrechnung (Kapitel 4.4) zu wählen. Nachstehend werden die Ergebnisse der Hochrechnung für die drei Bereiche des Abschnittes A– Schweinehaltung, Anbau von Blumen/ Zierpflanzen, Anbau von Gemüsepflanzen – dargestellt und ausgewertet. Bei der Ergebnisdarstellung werden sowohl Mittelwerte als auch Schwankungsbreiten aufgeführt. Dies beruht darauf, dass die Angaben der Energiebedarfsindikatoren sowie der Anteil der Biomasse mit einer entsprechenden Unsicherheit behaftet sind.

### Brennstoffeinsatz

Entsprechend der generierten Eingangsdaten wird unter Anwendung der beschriebenen Methodik ein Einsatz biogener Festbrennstoffe in der Landwirtschaft und im Gartenbau von  $4.631 \pm 1.339$  TJ/a ermittelt. In Abbildung 7-17 ist der Einsatz biogener Festbrennstoffe für die drei hochgerechneten Bereiche, bezogen auf den Mittelwert, dargestellt.

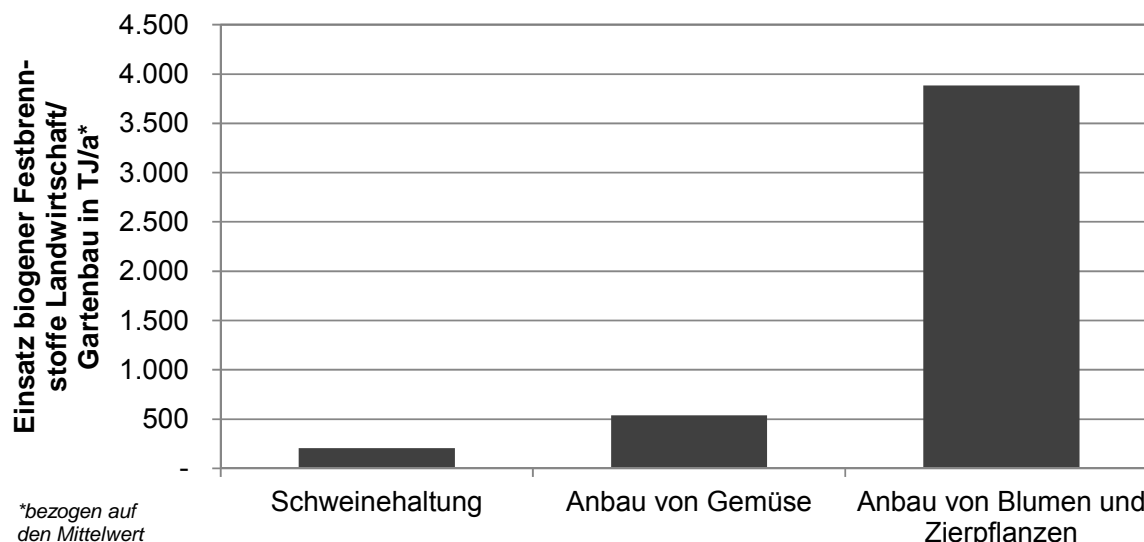


Abbildung 7-17 Einsatz biogener Festbrennstoffe in der Schweinehaltung (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006])

Im Vergleich zum Gartenbau ist der Anteil der Landwirtschaft hinsichtlich des Einsatzes biogener Festbrennstoffe verschwindend gering. Dominierend ist hierbei der Anbau von Blumen/Zierpflanzen. Eine vertiefende Aufgliederung des Brennstoffeinsatzes der drei Bereiche inklusive Schwankungsbreiten ist in Tabelle 7-13 zusammengefasst.

Tabelle 7-13 Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoffe in Landwirtschaft/ Gartenbau

Tierkategorie	Brennstoffeinsatz [TJ/a]
<i>Schweinehaltung, davon</i>	<i>206,6 ± 126,4</i>
- Ferkel	59,4 ± 49,0
- Jungschweine	18,7 ± 11,9
- Mastschweine	34,2 ± 21,6
- Zuchtschweine	94,3 ± 43,9
<i>Anbau von Gemüse, davon</i>	<i>538,5 ± 130,7</i>
- Warmhauskultivierung	450,7 ± 107,3
- Kalthauskultivierung	87,8 ± 23,4
<i>Anbau von Blumen/Zierpflanzen, davon</i>	<i>3.885,8 ± 1.081,5</i>
- Warmhauskultivierung	2.586,6 ± 711,4
- temperierter Anbau	1.250,6 ± 356,8
- Kalthauskultivierung	48,6 ± 13,3

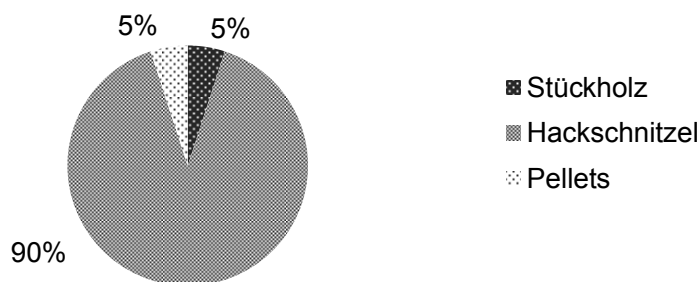
Obwohl die Warmhauskultivierung lediglich 17 % der Gewächshausfläche zum Anbau von Gemüse und Blumen/ Zierpflanzen umfasst, wird dort 70 % des Brennstoffeinsatzes im Gartenbau eingesetzt. Zurückzuführen ist dies einerseits auf den deutlich höheren flächenbezogenen Wärmebedarf der Warmhauskultivierung und andererseits auf den höheren Anteil des Einsatzes biogener Festbrennstoffe. Letzteres basiert auf den in [FNR 2006] aufgeführten Ergebnissen, wonach hohe Vollbenutzungs-

stunden, bei der Warmhaus- gegenüber der Kalthauskultivierung, positive Auswirkungen auf die wirtschaftliche Darstellbarkeit und somit Realisierung einer solchen Anlage haben.

Darüber hinaus wird anhand Tabelle 7-13 deutlich, dass die Ergebnisse mit unterschiedlichen Unsicherheiten behaftet sind. Die Schwankungsbreiten sind beim Gartenbau mit 24,2 % bzw. 27,8 % des Mittelwertes bedeutend geringer als im Bereich der Schweinehaltung in der Landwirtschaft mit 62,8 %. Dies kann der deutlich höheren Anzahl an Quellen und deren Bandbreite hinsichtlich Angaben von Energiebedarfsindikatoren im Bereich der Schweinehaltung gegenüber dem Gartenbau zugeordnet werden.

Eine Differenzierung des Brennstoffeinsatzes ist darüber hinaus hinsichtlich der verschiedenen Brennstoffarten möglich. Aufgrund dessen, dass die eine gleiche Verteilung der drei Brennstoffarten bei allen drei Bereichen des Abschnittes A angenommen wurde, ist dieser in Abbildung 7-18 für den gesamten Abschnitt zusammengefasst. Folglich werden nach der Hochrechnung jeweils 5 % des Brennstoffeinsatzes durch Stückholz oder Pellets generiert und 90 % durch Hackschnitzel.

**Verteilung der biogenen Festbrennstoff in Landwirtschaft und Gartenbau\***



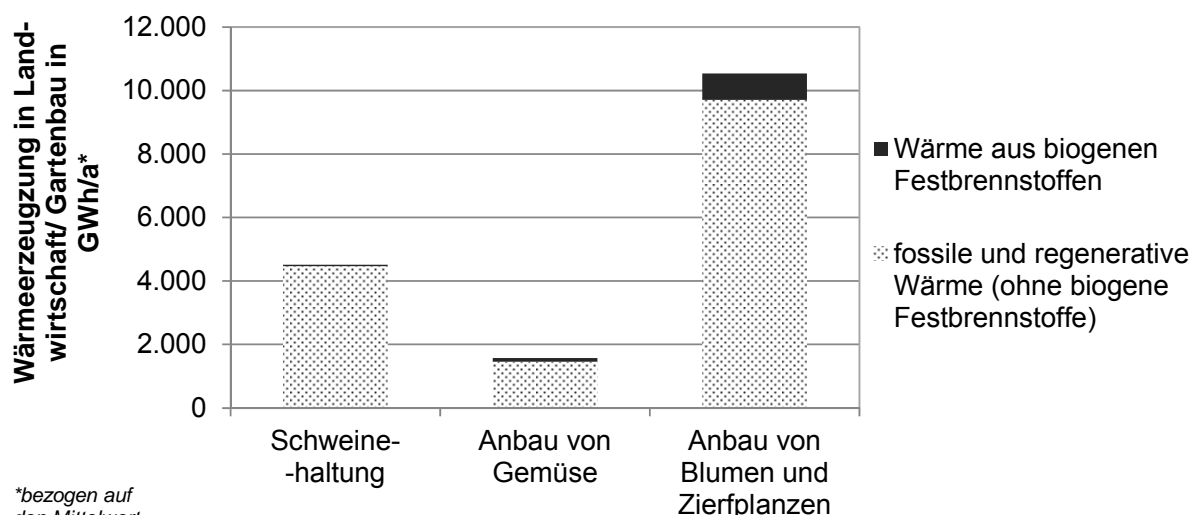
\*bezogen auf den Mittelwert

Abbildung 7-18 Verteilung der biogenen Festbrennstoffe in der Schweinehaltung (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006])

Analog zu Abbildung 7-17 werden die Werte in Abbildung 7-18 bezogen auf den Mittelwert angegeben. Die Unsicherheit des gesamten Brennstoffeinsatzes wird anteilig auf die drei Brennstoffarten aufgeteilt, so dass sich folgende Werte ergeben:  $4.169 \pm 1.210$  TJ/a für Hackschnitzel und jeweils  $230$  TJ/a  $\pm 68$  TJ/a für Stückholz sowie Pellets.

### Wärmeerzeugung

Neben dem Brennstoffeinsatz wurde die daraus erzeugbare Wärme sowie die gesamte, unabhängig vom Brennstoff zu erzeugende Wärme zur Deckung des Wärmebedarfes der drei Bereiche ermittelt. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse der drei Bereiche des Abschnittes A ist in Abbildung 7-19 dargestellt.



\*bezogen auf den Mittelwert

Abbildung 7-19 Wärmeerzeugung im Abschnitt A (eigene Darstellung)

Während der Schweinehaltung hinsichtlich der aus biogenen Festbrennstoffen erzeugten Wärme eine geringe Bedeutung (4 %) zuzuschreiben ist, beträgt der Anteil dieses Bereiches am gesamten Wärmebedarf 29 %. Diese Differenzen sind auf die differierenden Annahmen hinsichtlich des Anteils biogener Festbrennstoffe zurückzuführen. Während in der Schweinehaltung nach Erläuterungen in Kapitel 7.3 nur von einem Anteil von 1 % im Mittel auszugehen ist, kann für den Gartenbau ein Vielfaches dieses Wertes angenommen werden. Der Wärmebedarf im Gartenbau ist im Wesentlichen auf die Warmhauskultivierung (60 %) und den temperierten Anbau (35 %) zurückzuführen, für die Anteile der biogenen Festbrennstoffe 10 % bzw. 7 % angenommen werden.

Infolge der entsprechenden Eingangsdaten sind auch die in Abbildung 7-19 aufgeführten Ergebnisse mit entsprechenden Schwankungsbreiten versehen. Dieser ist bei der Schweinehaltung mit 33 % des Mittelwertes bedeutend größer als beim Gartenbau mit 5 % bis 8 % des Mittelwertes. Die aufgeführten Ergebnisse entsprechen lediglich dem Wärmebedarf der drei Bereiche Schweinehaltung, Anbau von Gemüse sowie Blumen/ Zierpflanzen und nicht der gesamten Branche. Auch andere Bereiche dieses Abschnittes weisen einen Wärmebedarf auf, vor dem Hintergrund der Fragestellung wurde ihnen in diesem Sachverständigenvorhaben jedoch keine Relevanz zugesprochen (Kapitel 7.2). Hierzu zählt u. a. die Haltung von Hühnern, bei denen der Einsatz biogener Festbrennstoffe aus technischen sowie wirtschaftlichen Gründen i.d.R. keine Anwendung findet.

## 8 Abschnitt C - Holzgewerbe

Das Holzgewerbe ist eine Branche, in der die interne, energetische Holznutzung stark verbreitet ist. Der Verschnitt bei der Schnittholzproduktion in einem Sägewerk beträgt z. B. je nach eingesetzter Technologie, zwischen 27 und 35 % des eingesetzten Rohholzes. Die dabei anfallenden Sägenebenprodukte (Hackschnitzel, Sägespäne und -mehl, Schwarten, Spreißel) werden zu einem Großteil weiter vermarktet (z. B. Holzwerkstoffhersteller). Die übrigen Anteile werden intern energetisch oder stofflich genutzt. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die zweite Verarbeitungsstufe. Die Reststoffe in der Möbelherstellung werden entweder intern energetisch genutzt oder an entsprechende Abnehmer für eine weitere stoffliche oder energetische Nutzung vermarktet.

Bei der Bearbeitung von Holz fallen, je nach Gewerk, unterschiedliche Mengen Resthölzer an. Ein nennenswerter Wärmebedarf in der Branche ergibt sich zum einen aus vielfältigen thermischen Bearbeitungsschritten in der Holzbearbeitung (Trocknen, Dämpfen, Pressen, Beschichten), zum anderen aus dem Raumwärmebedarf der Werkstätten und Betriebshallen.

### 8.1 Charakterisierung des Holzgewerbes

Das Holzgewerbe wird im Allgemeinen in zwei Verarbeitungsstufen unterteilt. In der ersten Verarbeitungsstufe (Holzbearbeitung) wird das Rohholz zur sogenannten Holzhalbware verarbeitet. Eine große Gruppe in diesem Bereich sind die Säge-/ Hobel-/ Holzimprägnierwerke (im Folgenden als „Sägewerke“ benannt). Sie umfassen neben Sägen, Hobeln und sonstiges maschinelles Bearbeiten von Holz zur Herstellung von Schnittholz, Eisenbahnschwellen und Bodenbelägen aus Holz auch erste Veredelungsschritte wie Holz Trocknung und Imprägnieren [StaBA, 2008b]. Aufgrund ihres hohen Mechanisierungsgrades bzw. der im Vergleich zu anderen Betrieben des Holzgewerbes geringen Personaldichte wird von der ursprünglichen Abgrenzung des GHD-Sektors zur Industrie (20 Beschäftigte) abgewichen. Sägewerke gehören demzufolge mit bis zu 10 Beschäftigten zum GHD-Sektor. Die zweite Gruppe im Bereich der Holzbearbeitung sind Holzwerkstoffhersteller. Hierzu zählt die Herstellung von Holz furnieren sowie Plattenwerkstoffen wie Furnier- und Sperrholzplatten, Span- und OSB (Oriented Strand Board) -Platten, mitteldichten oder hochdichten Faserplatten (MDF/ HDF) und anderweitig verdichtetem/ verleimtem Holz. Ebenfalls zur Gruppe der Holzbearbeitung gehören die Holzstoff- und Zellstoffhersteller.

Die in der Holzbearbeitung hergestellten Produkte (Schnittholz, Konstruktionsvollhölzer, Platten und Furniere, Holz- und Zellstoff) werden im holzverarbeitenden Gewerbe, der zweiten Verarbeitungsstufe, zu einem Endprodukt weiterverarbeitet. Hierzu zählen die Herstellung von Parketttafeln und die Herstellung sonstige Konstruktionsteile, Fertigteile, Ausbauelemente und Fertigtbauteile aus Holz (im Folgenden als „Herstellung von Holz für den Baubereich“ benannt) – das sind u. a. Türen, Fenster, Treppen, Balken etc. Des Weiteren gehört zur Gruppe des holzverarbeitenden Gewerbes die Herstellung von Verpackungsmitteln, Lagerbehälter und Ladungsträger aus Holz (im Folgenden als „Herstellung von Verpackungsmitteln“ benannt) wie Paletten, Fässer, Kabeltrommeln sowie die Herstellung von Holzwaren, die nicht in eine der oben genannten Klassen einzuordnen sind (z. B. Haushaltsartikel aus Holz).

Eine klare Abgrenzung der Gruppe „Herstellung von Holz für den Baubereich“ zur ersten oder zweiten Verarbeitungsstufe ist nicht möglich, da Produkte wie Balken, Binder, Pfetten und Sparren typi-

sche Sägewerksprodukte sind, laut WZ aber in besagte Gruppe eingeordnet wird. Aufgrund der Übersichtlichkeit wird die kleine Gruppe der Parkettafelhersteller im Folgenden zusammen mit der Gruppe „Herstellung sonstige Holzprodukte“ aufgeführt. Eine bedeutende Gruppe innerhalb der Holzverarbeitung sind Betriebe, die Möbel herstellen. Die Klassifikation der Wirtschaftszweige unterscheiden hier zwischen der Herstellung von Büro- und Ladenmöbeln, Küchenmöbeln, Matratzen und der Herstellung sonstiger Möbel (Polstermöbel, Garten-/ Wohnzimmer-/ Schlafzimmermöbel etc.).

Im Baubereich kommt ebenfalls Holz zum Einsatz. Die Bereiche mit Bezug zum Baustoff Holz sind in diesem Fall die Bautischlerei und -schlosserei. Hierbei geht es um den Einbau selbst hergestellter und fremd bezogener Bauelemente wie Türen, Fenster, Küchen, Schränken, Treppen usw. Innerhalb der Gruppe der Fußboden-, Fliesen- und Plattenleger sowie Tapezierer befinden sich Monteure von Parkett- und anderen Holzfußböden. Als letzte Gruppe mit Holzbezug innerhalb der Baubranche ist die Dachdeckerei und Zimmerei zu nennen. Hierzu zählen Dachdecker und Bauspengler (Dächer errichten und decken) sowie Zimmerei und Ingenieurholzbau (Errichtung von Dachstühlen u. Ä. Holzkonstruktionen) [StBA 2008b]. Eine weitere Gruppe von Betrieben des verarbeitenden Gewerbes, in denen ein gewisser Holzeinsatz denkbar ist, sind der Boots- und Yachtbau, die Herstellung von Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren und Besen und Bürsten. Aus den genannten Punkten ergeben sich für das Holzgewerbe und Gewerbebereiche mit Holzbezug folgende Branchenteile (Abbildung 8-1).

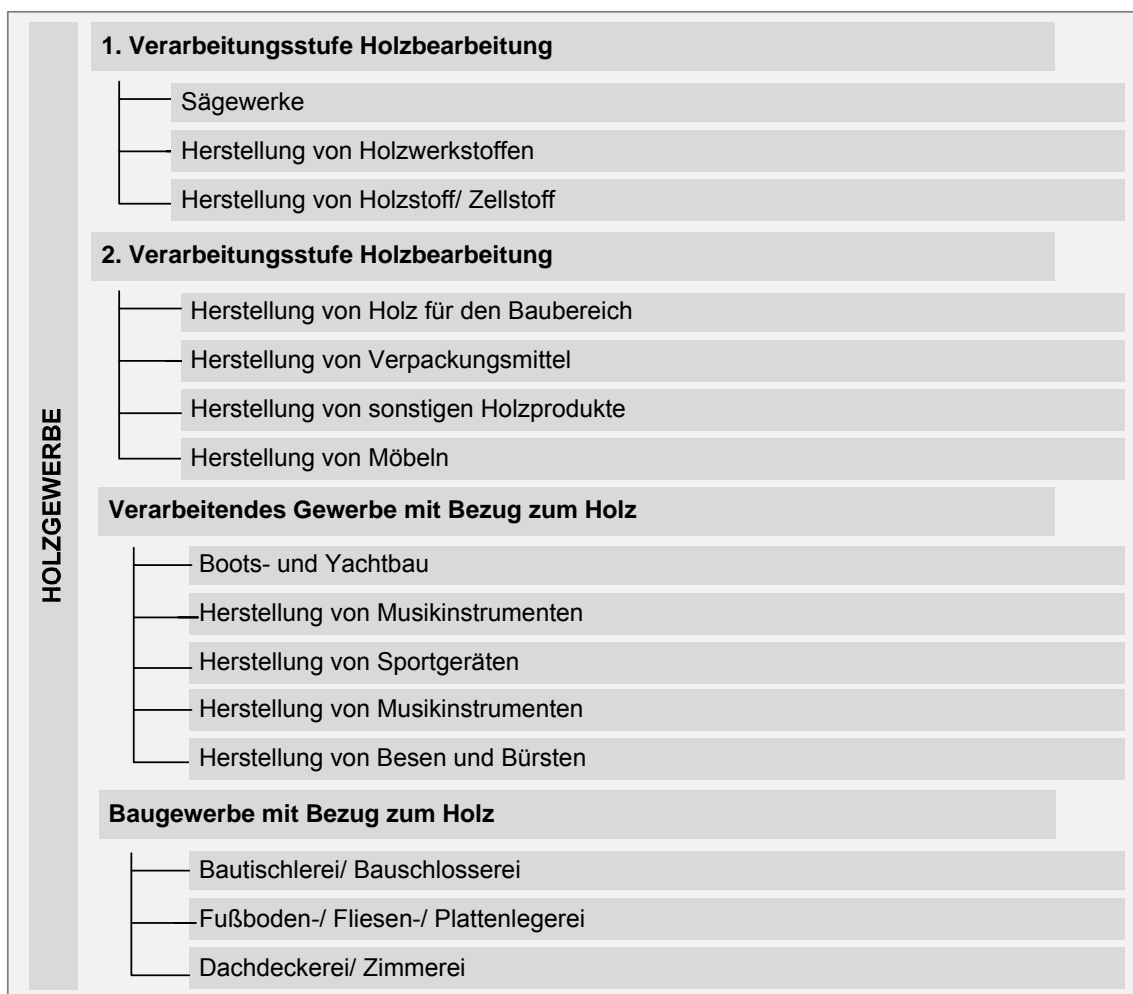


Abbildung 8-1 Struktur des Holzgewerbes und Gewerbebereiche mit Bezug zum Holz (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b])

### Volkswirtschaftliche Bedeutung

Tabelle 8-1 stellt die Betriebe des Holzgewerbes und des Baugewerbes mit Holzbezug dar, die dem GHD-Sektor zugeordnet werden können.

Tabelle 8-1 Volkswirtschaftliche Bedeutung des Holzgewerbes und der Gewerbebereiche mit Bezug zum Holz (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b])

	Größe	Anzahl der Betriebe [-]	Beschäftigte [-]	Umsatz [1.000€]
Holzbe- arbei- tung, 1. Stufe	Sägewerke	841	3.742	651.492
	Herstellung von Holzwerkstoffen	104	831	159.251
	Herstellung von Holzstoff/ Zellstoff	18	145	52.785
Holzbearbei- tung, 2. Stufe	Herstellung von Holz für den Baubereich	3.618	19.655	1.899.495
	Herstellung von Verpackungsmitteln aus Holz	465	3.489	588.977
	Herstellung sonstiger Holzprodukte	687	3.930	435.525
	Herstellung von Möbeln	4.252	24.580	2.497.770
Verarbeitendes Gewerbe mit Be- zug zum Holz	Boots- und Yachtbau	147	934	84.335
	Herstellung von Musikinstrumenten	306	1.512	122.176
	Herstellung von Sportgeräten	147	904	146.634
	Herstellung von Spielwaren	180	1.043	104.366
	Herstellung von Besen und Bürsten	110	883	96.734
Bauge- werbe mit Bezug zum Holz	Bautischlerei/ Bauschlosserei	13.477	75.022	7.160.476
	Fußboden-/ Fliesen-/ Plattenlegerei	11.034	59.240	6.100.800
	Dachdeckerei/ Zimmerei	15.873	112.988	11.804.034

Am gesamten verarbeitenden Gewerbe beträgt der Anteil des betrachteten Holzgewerbes rund 4% bezogen auf die Betriebszahl (5% der Beschäftigten, 8% des Umsatzes). Der Anteil des verarbeitenden Gewerbes mit Holzbezug ist noch kleiner (1% der Betriebe, 1% der Beschäftigten, 0,4% des Umsatzes). Das verarbeitende Gewerbe wiederum hat einen Anteil am GHD-Sektor von 6% der Betriebe, 4% der Beschäftigten und 4% des Umsatzes. Der scheinbar geringe Anteil des Holzgewerbes wird allerdings durch den im Vergleich zu anderen Branchen hohen Holzanfall sowie der Holznutzung relativiert. Das Baugewerbe mit Holzbezug hat innerhalb der Baubranche einen vergleichsweise hohen Anteil (11% der Betriebe, 17% der Beschäftigten, 12% des Umsatzes). Die gesamte Baubranche wiederum nimmt innerhalb des GHD-Sektors Anteile von 10% der Betriebe, 8% der Beschäftigten und 6% des Umsatzes ein.

Innerhalb der Branche des Holzgewerbes stellen die Hersteller von Möbeln sowie die Hersteller von Holzbauteilen, die überwiegend für den Baubereich bestimmt sind, die größte Gruppe dar. Die nächstgrößere Gruppe sind die Sägewerke gefolgt von den Herstellern sonstiger Holzprodukte.

Die Baubranche, wo ein Bezug zum Baustoff Holz denkbar ist, ist im Vergleich zum Holzgewerbe bezüglich Betriebsanzahl, Beschäftigtenanzahl und Umsätze sehr stark ausgeprägt. Inwieweit das Auswirkungen auf den Einsatz von biogenen Festbrennstoffen im GHD-Sektor hat, wird im Folgenden diskutiert.

### Betriebsstruktur

Betriebs- und Umsatzstruktur im Holzgewerbe und Gewerbetrieben mit Holzbezug ist in Abbildung 8-2 dargestellt. Während dem GHD-Sektor alle Betriebe des Baugewerbes zuzurechnen sind, beschränkt sich dies bei den Sägewerken auf die Betriebe mit weniger als 10 und den übrigen Gewerbebereichen auf Betriebe mit weniger als 20 Beschäftigten. Aus der Abbildung wird der kleinteilige Aufbau vieler Gewerbetriebe ersichtlich. Einen Großteil der Betriebe stellen Kleinbetriebe mit bis zu einem SV-Beschäftigten dar. Der hohe Anteil von Betrieben dieser Größenordnung spiegelt sich erwartungsgemäß in der entsprechenden Umsatzdarstellung in der Form so nicht wieder. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass der Umsatz pro Beschäftigten bei großen Betrieben höher ist als bei kleinen Betrieben. Sie können aufgrund Maschinenausstattung, optimierte Prozessabläufe uvm. produktiver arbeiten als Kleinbetriebe.

68 % der Sägewerke bis zur Betrachtungsgrenze von 10 Beschäftigten sind diese sog. Ein-Mann-Unternehmen. Sie erwirtschaften hier rund 32 % des Umsatzes. 10 % der Sägewerke bis 10 Beschäftigten wiederum erwirtschaften einen annähernd gleichen Umsatz (34 %).

Vergleichsweise geringe Anteile an Kleinstunternehmen sind bei den Herstellern von Holzwerkstoffen, Verpackungsmitteln, Besen und Bürsten, Möbeln und im Bereich der Dachdeckerei/ Zimmerei zu finden. Ein Grund könnte hier in dem Bedarf aufwändiger Technik zur Herstellung der Produkte liegen (Pressen, Zerspanungseinrichtungen).



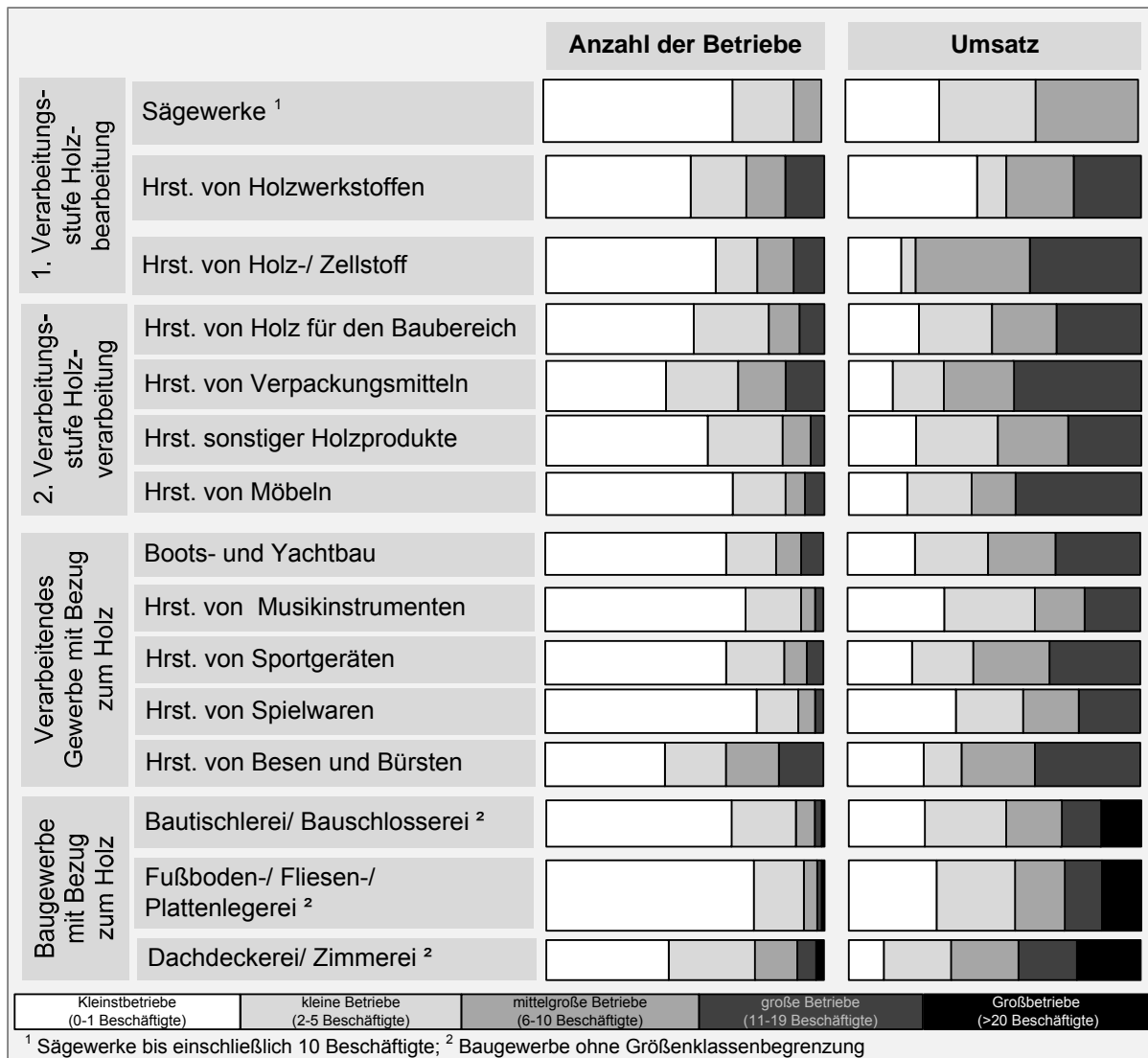


Abbildung 8-2 Betriebsstruktur des Holzgewerbes und der holzassoziierten Branchen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b])

### Energie- und Wärmebedarf

Nach Untersuchungen von [Tech 2001] in Nordrhein-Westfalen hat das holzbe- und holzverarbeitende Gewerbe einen Anteil am Endenergieverbrauch des Landes von 0,6 %, bezogen auf den Endenergieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes von rund 1,6 %. Auch wenn es sich hierbei nicht um aktuelle Daten handelt, spiegeln sie die Größenordnung wieder, in denen das Holzgewerbe auch bundesweit eingeordnet werden kann.

Generell gilt das Holzgewerbe als eine stromintensive Branche. In vielen Fertigungsschritten (Sägen, Schleifen, Bohren, Ventilation, Heizstrahler) wird Strom benötigt. Energieeinsparungsinitiativen richten sich in erster Linie nicht an die Modifizierung der Wärmeerzeugung und -nutzung, sondern an eine Optimierung der stromverbrauchenden Anwendungen.

Dennoch wird neben der Beheizung von Betriebsstätten in vielen Verarbeitungsprozessen auch Wärmeenergie benötigt, die durch ein holzbasiertes zentrales Heizsystem bereitgestellt werden kann. Die Einzelheiten dieser Anwendungen werden in den kommenden Kapiteln beschrieben.

## 8.2 Ermittlung der relevanten Bereiche des Holzgewerbes

Die hier dargestellten Branchen sind aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Betrachtung von unterschiedlicher Relevanz.

Der relativ große Anteil an Kleinstbetrieben (0-1 Beschäftigte) im Holzgewerbe soll für die Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe keine weitere Rolle spielen. Die Nutzung von Prozesswärme ist in dieser Größenordnung nicht gegeben. Der Wärmebedarf ergibt sich hauptsächlich aus der Beheizung der Betriebsstätte. Hier ist in den meisten Fällen von einer Kombination aus Wohn- und Betriebshaus auszugehen. Eine separate Darstellung der Wärmenutzung für betriebliche Zwecke ist somit kaum möglich. Zudem kann man davon ausgehen, dass in solchen Kleinstbetrieben viele Fertigteile zugekauft werden und der Anteil an Arbeitsschritten, in denen Resthölzer anfallen, entsprechend gering ist.

Die Herstellung von Holz-/ Zellstoff ist eine typische großindustrielle Anwendung, die eine Vielzahl von Prozessen und Verfahren erfordert. Aufgrund der Betriebsgrößen der Holz- und Zellstoffherzeuger in Deutschland sind diese der Industrie zuzuordnen. Eine kleinst- bis kleingewerbliche Herstellung von Holz-/ Zellstoff ist nur schwer vorstellbar, dennoch gibt es laut amtlicher Statistik 18 Betriebe der Größenklassen bis 20 Beschäftigte, die Holz-/ Zellstoff herstellen. Denkbar sind ggf. Spezialanwendungen bzw. die Herstellung von Nischenprodukten. Aufgrund der mangelnden Datengrundlage zu solchen Betrieben bzw. wegen der geringen volkswirtschaftlichen Bedeutung wird diese Branche in die weiteren Berechnungen nicht mit einbezogen.

Innerhalb des Möbelgewerbes gibt es laut amtlicher Statistik vier Klassen – die Herstellung von Büro- und Ladenmöbeln, Küchenmöbeln, Matratzen und sonstigen Möbeln. Die Herstellung von Matratzen wird im Folgenden nicht weiter betrachtet. Ein Holzeinsatz ist hier nicht gegeben bzw. irrelevant.

Das Baugewerbe mit Holzbezug ist eine im Vergleich zu den anderen Gewerbeten große Gruppe mit rund 112.000 Betrieben [StaBA 2008b]. Innerhalb des Baugewerbes gehören sämtliche Größenklassen zum GHD-Sektor, auch die mit mehr als 20 Beschäftigten. Sie machen im Baugewerbe je Branche jedoch nur 1 bis 2 % der Unternehmen bzw. 15 bis 22 % der Beschäftigten aus. Bei dem Großteil der Betriebe im Baubereich, das betrifft vor allem Bautischler/ Bauschlosser (67 %) und die Fußboden-/ Fliesen-/ Plattenleger (75 %) handelt es sich um Betriebe mit max. einem sozialversicherungspflichtigem Beschäftigten (Größenklasse 0-1 Beschäftigten).

Die Betriebe, die das StBA in seiner Statistik als Baugewerbe ausweist und bei denen ein Holzbezug gegeben ist (Bautischlerei, Fußbodenlegerei (Parkett), Dachdeckerei und Zimmerei), gehören auf den ersten Blick mit in diese Betrachtung hinein, da hier ein (hoher) Restholzanfall zu vermuten ist. Die genaue Definition der WZ jedoch rechnet nur die Betriebe der Baubranche zu, die Holzprodukte einbauen, verlegen oder verbauen [StaBA 2008b]. Die Herstellung der Produkte, d. h. die Verfahrensschritte, in denen die eigentlichen Reststoffe anfallen, werden den einzelnen Klassen des Holzgewerbes zugeordnet (Herstellung von Holz für den Baubereich).

Eine Ausnahme bildet die Gruppe der Bautischler. Dieser Unterklasse ist der Einbau selbst hergestellter und fremd bezogener (also in anderen Betrieben hergestellter) Bauelemente zuzuordnen. Wenn ein Tischlerbetrieb Elemente für den Baubereich, beispielsweise Fenster, selbst herstellt (= Restholzan-

fall) und sie auch einbaut, richtet sich die Einstufung nach der WZ nach dem Tätigkeitsbereich, der die meiste Wertschöpfung im Betrieb erzeugt. Die meiste Wertschöpfung eines Betriebes, der sowohl Herstellung als auch Einbau betreibt, liegt klar in der Herstellung des Produktes. Die Montage von Holzbauteilen ist ein Tätigkeitsfeld mit einer vergleichsweise geringen Wertschöpfung. D. h., ein typischer Fensterbaubetrieb, der Fenster herstellt und anschließend einbaut, wird nach Definition der Wirtschaftszweige der Klasse „Herstellung von Holz für den Baubereich“ zugeordnet und nicht der Klasse „Bautischlerei-/ Bauschlosserei“. Demzufolge kann man davon ausgehen, dass die Betriebe, die nach der WZ der Baubranche zugerechnet werden, hauptsächlich fremd bezogene Bauelemente einbauen, demzufolge keinen nennenswerten Restholzanfall zu verzeichnen haben. Wenn sie in einem ausreichendem Umfang Holzbauprodukte herstellen, erfolgt aufgrund der Wertschöpfungsregel eine Eingruppierung in den Abschnitt Holzgewerbe der WZ.

Bestätigung findet dieser Punkt auch in der Entwicklung des derzeitigen Holzhandwerkes. Die letzten Jahre haben gezeigt, dass es immer mehr Betriebe gibt, die reine Montage fremd bezogener Holzbauteile betreiben. Die Mischbetriebe, die als Hersteller und Monteur typischerweise das Bild des Holzhandwerkes geprägt haben, nehmen ab, während die Bedeutung von Montagetätigkeiten immer mehr zunimmt. Die Herstellung ist von der Montage immer mehr entkoppelt [Knauf, M., Paul, V. 2009]. Das würde einen Erklärungsansatz für den hohen Anteil an Betrieben und Beschäftigte im Bereich der Baubranche liefern.

Der letzte hier betrachtete Block, das verarbeitende Gewerbe mit Bezug zum Holz, stellt eine Mischgruppe dar. Hier ist eine klare Abgrenzung der Daten des Statistischen Bundesamtes in Betriebe, die Holz einsetzen und Betriebe, die kein Holz einsetzen, nicht möglich. Innerhalb der Gruppe des Boots- und Yachtbaus beispielsweise werden Betriebe eingruppiert, die diverse Arten von Freizeit- und Sportboote sowie Segelyachten und aufblasbare Boote herstellen. Eine Nutzung von Holz im Bootsbau ist bei manchen Anwendungen sehr gut denkbar, jedoch ist Holz nicht der einzige Baustoff. Ähnlich verhält es sich mit der Gruppe der Musikinstrumente. Der Einsatz von Holz ist im Bereich der Saiten-Instrumente (mit und ohne Klaviatur) gegeben, bei den Blasinstrumenten und elektronischen Instrumenten wiederum nicht. Wie groß die Anzahl der Betriebe ist, die sich der Herstellung der hier genannten holzartigen Produkte widmen, geht aus den Zahlen der Statistischen Bundesamtes nicht hervor. Aufgrund der vergleichsweise geringen volkswirtschaftlichen Bedeutung dieser Branchen ergibt sich selbst bei optimistischen Schätzungen zum Holzeinsatz ein vernachlässigbares Aufkommen an biogener Wärmezeugung. Diese Branchen werden aus diesem Grund in diesem Sachverständigenvorhaben nicht weiter betrachtet.

### 8.3 Charakterisierung – Sägewerke

Am Anfang der stofflichen Holznutzung stehen i.d.R. die Sägewerke. Hier wird Stammholz aus der Forstwirtschaft zu verschiedensten Sägeprodukten weiterverarbeitet. Die Bandbreite ist sehr groß. Standardmäßig werden Sortimente wie Bretter, Kanthölzer und Leisten produziert, die als sog. Halbzeuge in Holzverarbeitenden Betrieben zu Möbeln, Verpackungselementen oder Bauholzsortimenten weiterverarbeitet werden.

Man unterscheidet im Bereich der Sägewerke zwischen Laubholz- und Nadelholzsägewerke. In rund 73 % der Fälle sind Betriebe auf Nadelhölzer spezialisiert. Bei 18 % handelt es sich um Mischbetriebe, die Nadel- und Laubholz einschneiden, den Rest (9 %) decken Laubholzsägewerke ab [Marmetschke, 2010]. Die Fertigungsabläufe sind weitestgehend identisch und umfassen neben einer an-

fänglichen Wurzelreduzierung die Entrindung und den anschließenden Hauptschnitt. Im Nachschnitt wird das Schnittholz i.d.R. doppelt besäumt, man erhält schwartenloses Schnittholz. Die Ausbeute beträgt je nach eingesetzter Technologie (Bandsäge hat einen geringeren Verschnitt als eine Gattersäge) im Mittel rund 68 % [Cluster BY 2008]. Restholz fällt in den verschiedenen Fertigungsabläufen in unterschiedlichen Formen an – bei der Wurzelreduzierung als Stückholz, während der Entrindung fällt Rinde in hackschnitzelähnlicher Form an, bei den Sägeprozessen und anschließendem Besäumen als Späne und Schwarten-/ Spreißelstücken. Bis zu diesem Fertigungsgrad besteht der Energiebedarf in einem Sägewerk hauptsächlich aus Strom für die einzelnen Aggregate. Zur Steigerung der Wertschöpfung wird das Holz nach dem Sägen anschließend vermehrt weiter veredelt. Dazu zählt neben der Trocknung des Schnittholzes die Oberflächenveredelung (Hobeln, Fräsen, Imprägnieren) bzw. die Weiterverarbeitung zu Brettschichtholz, verleimten Holzelementen, Massivholzplatten oder vorgefertigten Elementen für die Baubranche [Niemz 2003]. Bei diesen Verarbeitungsprozessen fallen vor allem Säge-/ Hobelspäne als Restholzsortimente an.

Die Trocknung des Schnittholzes bestimmt entscheidend den Heizwärmebedarf eines Sägewerkes. Als wesentlicher Veredelungsschritt dient er der Vermeidung von Pilzbefall (ein hoher Feuchtegehalt begünstigt das Wachstum holzschädigender Pilze), der Erhöhung der Festigkeit und der Vermeidung von Verformungen oder Rissbildung bei Feuchteänderungen. Schnittholz kann auf verschiedene Weise getrocknet werden. Freilufttrocknung spielt nur in kleinen Betrieben eine Rolle. Daneben stehen mehrere Varianten der technischen Trocknung zur Verfügung. Hierzu gehört der Verdunstungstrockner. Bei Temperaturen bis 100°C wird dem Holz in einem Dampf-Luftgemisch die Feuchtigkeit entzogen. Hochtemperaturtrockner wiederum sorgen bei Temperaturen über 100°C für einen effektiveren Trocknungsprozess, der aber weniger schonend für das Schnittholz ist und einer effektiven Prozessführung bedarf. In Vakuumtrocknern wird der Wasserentzug durch Druckabsenkung in der Trockenkammer beeinflusst. Diese Verfahren kommen immer häufiger zum Einsatz, da es die Verminderung der Trockenzeiten und Verringerung des Energieverbrauchs ermöglicht. Daneben gibt es eine Reihe weiterer Trocknungsverfahren und -aggregate, die an dieser Stelle nicht weiter erläutert werden sollen. Die am meisten eingesetzten Trockner sind Verdunstungstrockner, die üblichen Trockentemperaturen liegen bei ca. 50 bis 90°C [Niemz 2003], [Tech 2003].

### Wärmebedarf

In der Literatur sind unterschiedliche Angaben zum Wärmebedarf eines Sägewerkes zu finden (Tabelle 8-2). Sie weisen dabei je nach Spezifikation und Quelle hohe Schwankungen auf. [Tech, T. et al. 2003] beziffert den auf dem Einschnitt bezogenen Wärmebedarf eines Sägewerkes mit Schnittholztrocknung auf 120 – 1.260 kWh/Fm. Die Ursache der hohen Schwankungsbreiten wird nicht weiter benannt und ist vermutlich den spezifischen Wärmebedarfen der unterschiedlichen Trocknungsverfahren geschuldet. Die Einschätzung wird auch von [Marmetschke 2010a] geteilt. [Reisenbichler 2009] hat in einer Untersuchung von vier Sägewerken mit im Durchschnitt 40 Beschäftigten pro Sägewerk Wärmebedarfe von 31 – 216 kWh/Fm Einschnitt ermittelt, liegt im Durchschnitt damit bei rund 100 kWh/Fm und somit noch unterhalb des Mindestbedarfes nach [Tech 2003]. Hierin sind allerdings neben dem Wärmebedarf für die Holztrocknung auch die Wärmemengen für Wärmeauskopplungen in Nah-/ Fernwärmenetze, Beheizung von Betriebsgebäuden und Verteilungsverluste enthalten. [Energieinstitut 2009] spezifiziert hierbei nochmal zwischen unterschiedlichen Sägewerks-typen und kommt dabei auf unterschiedliche, auf die Schnittholzproduktion bezogene Spannweiten, zusammengenommen auf 80 – 500 kWh/m<sup>3</sup>. Des Weiteren steht eine beschäftigtenbasierte Energiekennziffer zur Verfügung. Sie wird mit rund 231.000 kWh/Beschäftigten angegeben. Hier wird

jedoch nicht weiter zwischen Wärme- und Stromeinsatz differenziert, der Wert ist für den reinen Wärmeeinsatz pro Beschäftigten mit anderen Ergebnissen nicht vergleichbar und deutlich zu hoch.

Tabelle 8-2 Übersicht zu den Angaben des spezifischen Wärmebedarfs - Sägewerken

Bezeichnung	Wärmebedarf	Quelle
Sägewerk mit Hobelwerk	31 - 216 kWh/Fm Einschnitt	[Reisenbichler 2009]
Sägewerk mit Trocknung	120 - 1.260 kWh/Fm Einschnitt	[Tech 2003]
Sägewerk	31 - 215 kWh/Fm Einschnitt	[Energieinstitut 2009]
Sägewerk mit Hobelwerk und Trocknung	183 - 400 kWh/m <sup>3</sup> Produktion	[Energieinstitut 2009]
Sägewerk mit Hobelwerk ohne Trocknung	356 - 505 kWh/m <sup>3</sup> Produktion	[Energieinstitut 2009]
Sägewerk mit elektr. Trocknung	99 - 134 kWh/m <sup>3</sup> Produktion	[Energieinstitut 2009]
Sägewerk ohne Hobelwerk, mit Trocknung	82 - 204 kWh/m <sup>3</sup> Produktion	[Energieinstitut 2009]
Sägewerk	230.625 kWh/BS	[Energieinstitut 2009]

### Gerätestruktur

Zur Gerätestruktur in Sägewerken stand die Anlagenliste des UBA zur Verfügung, die eine kleine Stichprobe (n=33) von Feuerungsanlagen in Sägewerken beinhaltet. Hieraus ergab sich eine durchschnittliche Kesselleistung pro Betrieb von rund 430 kW. Diese Spanne der Angaben reicht von 100 bis 1.000 kW. Die Daten scheinen als Durchschnittswert zu hoch und für den hier relevanten Größenbereich nicht repräsentativ. Rückfragen an Verbandsvertretern [VDS 2010] sowie anderen Experten ([Marmetschke 2010], [Krämer 2010]) brachten keine weiteren Erkenntnisse zur Gerätestruktur.

### Biomassenutzung

Aufgrund des hohen internen Aufkommens an holzartigen Reststoffen im Verlauf der Fertigung ist ein hoher Grad von thermischer Nutzung dieser Reststoffe auszugehen. [Tech 2003] spricht qualitativ von einer starken Verbreitung von Holzfeuerungsanlagen in dieser Branche. Auch [Reisenbichler 2009] geht von einem hohen Anteil von Holzfeuerungen in den Sägewerken aus. Jedoch sollte man an dieser Stelle zwischen Sägewerken mit und ohne Trocknungseinrichtungen unterscheiden. [Cluster BY, 2008] stellt dar, dass in den hier relevanten Sägewerken mit bis zu 10 Beschäftigten (analog rund 10.000 Fm Einschnitt) der Trocknungsanteil bei 23 % (< 5.000 Fm) bzw. 22 % (5.000 - 20.000 Fm) liegt. Der wesentliche Wärmeverbraucher in einem Sägewerk ist die Schnittholztrocknung. Die Versorgung mit Raumwärme spielt in solchen Betrieben eine untergeordnete Rolle. [Reisenbichler 2009] hat dafür Anteile < 2,5 % evaluiert. Demgegenüber spielten Spänetrocknung (für anschließende Pelletierung), Fernwärmeauskopplung und Wärmeverluste die weitaus größere Rolle.

[Cluster BY, 2008] hat ermittelt, dass in den hier relevanten Größenklassen nur etwa 13 bzw. 6 % der im Betrieb anfallenden Resthölzer für die innerbetriebliche Energieversorgung genutzt werden. Ein großer Teil der Reststoffe geht demzufolge in die Weiterverarbeitung (Holzwerkstoffindustrie), in den allgemeinen Biomassehandel oder wird im Gartenbau oder in anderen Heizkraftwerken weiter verwertet. Quantitative Angaben zum Anteil von Holzfeuerungsanlagen konnten nicht generiert werden. Im Allgemeinen wird im Rahmen dieser Ausarbeitung davon ausgegangen, dass in den Kleinbetrieben, in denen Schnittholztrocknung stattfindet, die dafür notwendige Wärme durch Holzfeuerungsanlagen bereitgestellt wird.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Durch die oben dargestellten hohen Schwankungsbreiten der Wärmebedarfe von Sägewerken wird die Abschätzung des Wärmeeinsatzes erschwert. Aus diesem Grund scheint es angebrachter, sich dem Ergebnis über den Restholzanfall eines Sägewerkes und entsprechender Nutzungsanteile für die interne energetische Nutzung anzunähern. Als Basis hierfür dienen Zahlen zum beschäftigten-spezifischen Holzeinschnitt aus [Cluster BY 2008]. Dieser liegt für Sägewerke mit weniger als 5.000 Fm Einschnitt pro Jahr bei 520 Fm pro Beschäftigtem und Jahr, bei Sägewerken bis 20.000 Fm Einschnitt pro Jahr bei 790 Fm pro Beschäftigtem und Jahr. Zusammen mit den Beschäftigtenzahlen im GHD-Sektor der amtlichen Statistik ergibt sich ein Gesamteinschnitt von rund 2,5 Mio. Fm in 2008 im GHD-Sektor. Zur Benennung des Restholzanfalls dienen durchschnittliche Verschnitt-Werte aus [Cluster Bayern 2008]. Der Verschnitt (in Prozent angegeben) bezeichnet die Menge des Holzes, die bei Säge- und Hobelprozessen in Form von Spänen, Schwarten, Spreißel und anderen Reststücken anfallen. Er variiert je nach Säge-technologie (Bandsäge, Gattersäge, Zerspaner) und Sägewerksgröße. Für die hier betrachteten Größenklassen wird ein durchschnittlicher Verschnitt von 68 % angenommen. Unter Annahme eines Anteils der internen energetischen Nutzung in Sägewerken von 6 - 13 % und gängigen Umrechnungsfaktoren sowie Heizwerten erhält man einen gesamten, durch Holz gedeckten Wärmebedarf pro Festmeter Einschnitt mit Spannweite (Tabelle 8-3).

Tabelle 8-3 Eingangsdatenblatt der Hochrechnung - Sägewerke

Säge-/Hobel-/ Holz- imprägnierwerke	Größe	Werte	Quellen
	A	Holzeinsatz	2.474.770 Fm/a
I	Wärmebedarf	79 ± 32 kWh/Fm	[Cluster BY 2008]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	100 % 89 % 1 % 10 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

### 8.4 Charakterisierung – Herstellung von Holzwerkstoffen

Die Herstellung von Holzwerkstoffen beinhaltet die Produktion von Furnieren und Plattenwerkstoffen. Dabei werden durch Zerkleinerung und anschließendes Zusammenführen von Strukturelementen aus Holz (Staub, Feinspäne, Grobspäne, Schnitthölzer, Furniere, Holzfasern etc.) Elemente erzeugt, die als Eingangsprodukt bei der Herstellung von Möbeln (vor allem Korpus-/ Küchenmöbel) und im weiteren Tischler-/ Schreinerhandwerk zur Anwendung kommen. Je nach Art der Strukturelemente kann man zwischen Werkstoffen auf Vollholz-/ Furnier-/ Holzspan- und Holzfaserbasis sowie Verbundwerkstoffen unterscheiden. Es besteht eine große Bandbreite an unterschiedlichen Produkten mit den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen (Brettschichtholz als tragende Plattenkonstruktionen, Furniere in der Herstellung von Möbeln, Fertigteile, Sperrholz- und Tischlerplatten, Flachpress- und Grobspänplatten für den Baubereich, Mitteldichte und Hochdichte Faserplatten, Verbundwerkstoffe wie Leichtbauplatten) [Niemz 2003].

Der Schwerpunkt der Holzwerkstoffindustrie in Deutschland liegt in der Herstellung von Spanplatten. Durchschnittliche Unternehmenszahlen (Anzahl Betriebe und Beschäftigter, Umsatz) zeigen, dass es sich bei der Holzwerkstoffherstellung um eine Branche handelt, die sich aus wenigen und dabei großen Unternehmen zusammensetzt [u. a. Cluster NRW 2003]. Dennoch werden nach amtlicher Statistik rund 104 Betriebe mit 831 Beschäftigten für diesen Bereich ausgewiesen.

### Wärmebedarf

Eine Übersicht zu möglichen spezifischen Wärmebedarfen in der Holzwerkstoffindustrie bietet Tabelle 8-4. Hier steht der Bedarf an Wärme in starker Abhängigkeit zum hergestellten Produkt und weist daher eine große Bandbreite auf. Im Allgemeinen ist im Produktionsprozess eines Holzwerkstoffherstellers die Holz Trocknung der Energieverbrauchsschwerpunkt. Bei der Herstellung von Spanplatten ist die Vortrocknung der Späne notwendig. Teilweise werden sie zur Erhöhung des Brandschutzes vorbehandelt, wodurch sich der Trocknungsaufwand noch erhöht. Zur Herstellung von Furnieren müssen Rundhölzer vor dem Schälens entrindet und anschließend gedämpft/ gekocht werden. Anschließend erfolgt die Trocknung der Furniere. Für diese Plattenherstellung aus Furnieren oder Holzspänen und -fasern wird thermische Energie für Pressen und Beschichten benötigt. Bei den Holzwerkstoffherstellern der hier betrachteten Größenklasse bis 20 Beschäftigte handelt es sich nach Expertenmeinung aller Voraussicht nach um Betriebe, die Schäl-/ Messerfurniere (z.T. in Lohnarbeit für andere Unternehmen) oder Sperrholzplatten herstellen [VHI 2011]. Andere Anwendungen kommen in diesen Größenordnungen nicht in Frage.

Tabelle 8-4 Übersicht zu den Angaben des spezifischen Wärmebedarfs in Betrieben zur Herstellung von Holzwerkstoffen

Bezeichnung	Wärmebedarf	Quelle
Spanplattenwerk (Trocknen)	210 – 580 kWh/m <sup>3</sup>	[Tech 2003]
Spanplattenwerk (Pressen)	58 – 176 kWh/m <sup>3</sup>	[Tech 2003]
Spanplattenwerk (Beschichten)	72 – 320 kWh/m <sup>3</sup>	[Tech 2003]
Furnierwerk (Dämpfen/ Kochen)	236 - 1.400 kWh/m <sup>3</sup>	[Tech 2003]
Furnierwerk (Trocknen)	650 – 2.580 kWh/m <sup>3</sup>	[Tech 2003]
Furnierwerk (Sonstige)	680 kWh/m <sup>3</sup>	[Tech 2003]
Lagenholzwerk (Sperrholz)	260 – 1.240 kWh/m <sup>3</sup>	[Tech 2003]
Lagenholzwerk (Tischlerplatte)	270 – 750 kWh/m <sup>3</sup>	[Tech 2003]
Lagenholzwerk (Beschichten)	210 – 860 kWh/m <sup>3</sup>	[Tech 2003]

### Gerätestruktur

Aufgrund des vergleichsweise hohen Wärmebedarfes vor allem im Bereich der Furnierherstellung (Dämpfen/ Kochen des Holzes) im Vergleich zum Gewerbe der Sägewerke (Schnittholztrocknung) ist bei ähnlichen Betriebsgrößen von höheren Kesselleistungen auszugehen. Zur Gerätestruktur im Holzwerkstoffgewerbe konnten jedoch keine konkreten Angaben generiert werden.

### Biomassenutzung

Im Bereich der hier relevanten Holzwerkstoffhersteller ist von einem gewissen internen Aufkommen an holzartigen Reststoffen auszugehen. [Cluster NRW 2003] spricht von einem sogenannten Einsatzfaktor, d. h. der Einsatz von Rohholz im Vergleich zum Endprodukt je nach Produktionsschwerpunkt von 1,5 bis 2,3. Im Laufe der Fertigung von Furnierholz fallen Rinde und Kappstücke an, die thermisch weiterverwertet werden können [VHI 2011]. Während der Herstellung der Plattenwerkstoffe fallen während Besäum- und Schleifvorgängen ebenfalls Reststoffe an. Wenn Plattenhersteller Rundholz anstatt Späne einkaufen, um es anschließend zu zerspannen, fallen auch hierbei Sortimente an, die für die Nutzung im Plattenwerkstoff nicht in Frage kommen. Diese werden der innerbetrieblichen thermischen Verwertung zugeführt. In Tabelle 8-5 wird eine Zusammenstellung von Angaben zum spezifischen Restholzanfall verschiedener Branchenteile dargestellt.

Tabelle 8-5 Übersicht zu den Angaben des spezifischen Restholzanfalls

Bezeichnung	Restholzanfall	Quelle
Dachdeckerei	14%	[BFS CH 1991]
Zimmerei	17%	[BFS CH 1991]
Schreinerei (Innenausbau)	46%	[BFS CH 1991]
Schreinerei (allgemein)	23%	[BFS CH 1991]
Schreinerei (Möbel)	27%	[BFS CH 1991]
Holzwarenherstellung (ohne Kisten und Paletten)	29%	[BFS CH 1991]
Möbelindustrie	18%	[BFS CH 1991]
Holzverpackungshersteller	24%	[BFS CH 1991]
Plattenbearbeitung	10%	[HKH 2002]
Massivholzbearbeitung	50%	[HKH 2002]
Bau- und Möbeltischlerei	4,3 t/BS	[HKH 2002]
Zimmerei	2,5 t/BS	[Ulbricht 1998]
Tischlerei	5 t/BS	[Ulbricht 1998]
Tischlerei	2,8 t/BS	[HKH 2002]
Tischlerei	17%	[HKH 2002]

[Tech 2003] spricht auch hier qualitativ von einer starken Verbreitung von Holzfeuerungsanlagen in dieser Branche. Quantitative Angaben zum Anteil von Holzfeuerungsanlagen konnten nicht generiert werden. Wenn Furnierhersteller in der relevanten Größenklasse eigene Dämpfgruben unterhalten, so werden sie die hierfür nötige Wärme durch die Nutzung eigener Reststoffe bereitstellen. Das gleiche gilt für Hersteller von Sperrholzplatten, deren Pressen thermische Energie benötigen [VHI 2011].

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Der in Tabelle 8-4 dargestellte Wärmebedarf in der Holzwerkstoffindustrie wird an dieser Stelle nicht weiter betrachtet. Stattdessen erfolgt eine Annäherung an die Wärmebereitstellung aus holzartigen Reststoffen über den potenziellen Restholzanfall in diesem Gewerbe. Als Basis hierfür dienen Zahlen zur beschäftigungsspezifischen Produktion von Furnieren und Sperrholzplatten aus [Cluster NRW 2003]. Dieser liegt für Furnierbetriebe bei 224 m<sup>3</sup> Produktionsmenge pro Beschäftigtem und Jahr, bei Sperrholzplattenherstellern bei 250 m<sup>3</sup> Produktionsmenge pro Beschäftigtem und Jahr. [Cluster NRW 2003] bezieht sich hier auf Betriebe mit 45 bzw. 133 Beschäftigten. Auf ein Herunterskalieren der Zahlen wird in Ermangelung eines nachweisbaren Faktors an dieser Stelle verzichtet. Zusammen mit den Beschäftigtenzahlen der amtlichen Statistik für das Jahr 2008 ergibt sich für den GHD-Sektor eine Gesamtproduktion von rund 79.000 m<sup>3</sup>. Zur Benennung des Restholzanfalls werden an dieser Stelle die Restholzanfälle in Schreinereien und der Holzwarenherstellung angesetzt (46, 23, 27, 29%) [BFS CH 1991]. Trotz unterschiedlicher Produktpalette solcher Betriebe vom hier betrachteten Gewerbe ist die Annahme dieser Zahlen in Ermangelung geeigneter Alternativen für diese Branche als bestmögliche Annäherung zu verstehen. Der Anteil des durch internen Holzanfall gedeckten Wärmebedarfs wird unter Annahme eines durchschnittlichen Faktors von 58 % auf Basis der Angaben von [HWK OWL 2010], [LWF 2006], [BHKH 2010], [HWK München 1998] gesetzt. Unter Annahme typischer Umrechnungsfaktoren und Heizwerten erhält man einen gesamten, durch Holz gedeckten



Wärmebedarf pro Kubikmeter Produktion einschließlich Spannweite (Tabelle 8-4). Aus diesen Parametern ergibt sich folgende Übersicht der zugrunde gelegten Eingangsdaten (Tabelle 8-6).

Tabelle 8-6 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Herstellung von Holzwerkstoffen

Herstellung von Furnier-/ Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten	Größe		Werte	Quellen
	A	Holzeinsatz		196.947 m <sup>3</sup> /a
I	Wärmebedarf		813 ± 264 kWh/m <sup>3</sup>	[BFS CH 1991]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		58 ± 24 % 19 % 1 % 80 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

### 8.5 Charakterisierung – Herstellung von Holz für den Baubereich

Innerhalb des Holzgewerbes (ohne Baugewerbe mit Bezug zum Holz) weist dieser Bereich die zweitgrößten Betriebs- und Beschäftigtenzahlen auf (Tabelle 8-1). Hinter dieser Branche verbirgt sich die Herstellung von vorwiegend für den Bau bestimmter Konstruktionsteile und Ausbauelemente, so insbesondere:

- Balken, Binder, Pfetten und Sparren,
- schichtverleimte und metallisch verbundene Dachstuhlkonstruktionen aus Holz ,
- Türen, Fenster, Fensterläden, Rahmen und Verkleidungen dafür, auch mit Metallbeschlägen wie Scharnieren, Schließern und dergleichen,
- Treppen und Geländer,
- Schindeln, Stäbe und Leisten.

Des Weiteren fallen in diese Gruppe die

- Herstellung von vorgefertigten, vorwiegend aus Holz bestehende Gebäuden/ Gebäudeteilen
- Herstellung von vorwiegend aus Holz bestehenden Mobilheimen
- Herstellung von Trennwänden aus Holz (außer frei stehenden) [StaBA 2008b].

Der typische Herstellungsbetrieb für Holzfenster z. B. wird dieser Gruppe zugeordnet. Der Betriebscharakteristik entsprechend wird das Holzhandwerk darunter verstanden: Tischlereien, Schreinereien und Zimmereibetriebe. Neben Rohhölzern, die im Bereich der Zimmereibetriebe Anwendung finden, kommen hier sämtliche Produkte des Säge- und Holzwerkstoffgewerbes zum Einsatz [Tech 2003].

#### Wärmebedarf

In Tischlereien, Schreinereien und Zimmereibetrieben ist ein deutlich niedrigerer Wärmebedarf als in den erstgenannten beiden Branchen anzusetzen. Dadurch, dass überwiegend Holzsortimente aus Säge- und Holzwerkstoffgewerbe zum Einsatz kommen, ist der Bedarf an Prozesswärme zur Holzmodifizierung und -veredelung kaum gegeben. Durch Säge-, Hobel- und Schleifprozesse fallen im Holzhandwerk sehr viel Holzspäne, -stäube und -mehle an. Zur Gewährleistung des Arbeitsschutzes ist es erforderlich, diese Reststoffe bei Betrieb der Anlagen kontinuierlich abzusaugen. Das gilt neben den Arbeitsplätzen mit Holzbearbeitungsmaschinen auch für den Luftaustausch in Lackierräumen, die i. d. R. ebenfalls fester Bestandteil einer Tischlerei sind. Durch die Absaugung beheizter, staub- oder anderweitig belasteter Hallenluft kommt es zu Wärmeverlusten, die durch das Heizsystem ausgeglichen werden müssen. [HKH 2002] spricht bei der Darstellung eines typischen Tischlerei-Modellbetriebs von Wärmeverlusten durch Hallenlüftung, Späneabsaugung und Lackierraumlüftung

von 53 %. Dadurch ergibt sich für die Auslegung der Kesselanlagen ein bedeutender Mehrbedarf. Eine Übersicht zu möglichen spezifischen Wärmebedarfen im hier betrachteten Gewerbe bietet Tabelle 8-6. [Geiger 1999] spricht für das Holzgewerbe von einem Wärmebedarf pro Beschäftigtem und Jahr von 2.000 bis 65.000 kWh bei einem Mittelwert von 14.800 kWh. [Energieinstitut 2009] nennt an dieser Stelle für Tischlereibetrieb rund 19.000 kWh/a\*BS, [HKH 2002] geht für einen Allround-Tischlereibetrieb (Bau- und Möbeltischler) von einem Wärmeenergiebedarf von rund 9.600 kWh/BS\*a aus. Desweiteren stehen flächenspezifische Wärmebedarfszahlen zur Verfügung.

Tabelle 8-7 Übersicht zu den Angaben des spezifischen Wärmebedarfs in Tischlereibetrieben sowie dem Holzgewerbe allgemein

Bezeichnung	Restholzanfall	Quelle
Bau- und Möbeltischlerei	9.571 kWh/BS	[HKH 2002]
Tischlerei	18.994 kWh/BS	[Energieinstitut 2009]
Holzgewerbe	2.000 - 65.000 kWh/BS	[Geiger 1999]
Holzgewerbe	14.800 kWh/BS	[Geiger 1999]
Holzgewerbe	50 - 720 kWh/m <sup>2</sup>	[Geiger 1999]
Holzindustrie & Tischlereien	50 - 450 kWh/m <sup>2</sup> Betriebsfläche	[FV Holzindustrie 2010]
Holzindustrie & Tischlereien (Mittelwert)	250 kWh/m <sup>2</sup> Betriebsfläche	[FV Holzindustrie 2010]
Bau- und Möbeltischlerei	9.571 kWh/BS	[HKH 2002]
Tischlerei	18.994 kWh/BS	[Energieinstitut 2009]

### Gerätestruktur

Zur Gerätestruktur in Tischlereien konnte eine Datenbank des UBA zur Hilfe genommen werden, die eine geringe Stichprobe (n=89) von Heizanlagen in Tischlereibetrieben beinhaltete. Hieraus ergab sich eine durchschnittliche Kesselleistung pro Betrieb von rund 300 kW. Die Spanne der Angaben reicht von 100 bis 3.500 kW. Hohe Kesselleistungen im vierstelligen kW-Bereich können als nicht repräsentativ für einen typischen Holzhandwerksbetrieb gesehen werden. Die durchschnittliche Leistung der Datenbankangaben nach Bereinigung nicht plausibler Leistungsdaten reduziert sich auf unter 240 kW. Trotzdem scheinen die Daten als Durchschnittswert noch zu hoch. [HKH 2002] stellt in der Vorstellung des Tischlerei-Modellbetriebs (Bau- und Möbeltischler) mit 7 Beschäftigten und Verarbeitung von Massivholz und Plattenwerkstoffen eine erforderliche Kesselleistung von rund 80 kW dar. Weitere Angaben zur Gerätestruktur konnten auch im Rahmen der Telefoninterviews (Anlage Interviewauflistung) nicht generiert werden.

### Biomassenutzung

Im Bereich der Hersteller von Holz für den Baubereich ist von einem hohen Restholzanfall auszugehen. Das sind im Wesentlichen Sägereste, Kappstücke, Säge- und Hobelspäne. Der Restholzanfall in Tischlereibetrieben ist außerdem davon abhängig, wie hoch der Anteil der vorgefertigten Teile ist, die weiterverarbeitet werden. [Ulbricht 1998] beispielsweise hat einen Restholzanfall in Tischlereibetrieben von 5 t pro Jahr und Beschäftigter, in Zimmereien von 2,5 t pro Jahr und Beschäftigter ermittelt. Das deckt sich mit Angaben von [HKH 2002], die für einen Modellbetrieb von einem Restholzanfall von fast 3 t pro Jahr und Beschäftigter ausgehen. Tabelle 8-5 (s.o.) zeigt eine Zusammenstellung von Angaben zum spezifischen Restholzanfall u. a. in Tischlerei-/ Schreinereibetriebe.

[Tech 2003] spricht qualitativ von einer seltenen Verbreitung von Holzfeuerungsanlagen in Tischlereien und Zimmereien. Dieser Einschätzung wird zumindest im Bereich der Tischlereien an dieser Stelle nicht gefolgt. Im Rahmen der Telefoninterviews wurden durchaus unterschiedliche Auffassungen zur Restholznutzung und Biomassefeuerungen in Tischlereibetrieben vertreten. [BHKH 2010] schätzt, dass rund 80 % der Tischlereibetriebe ihre eigenen Reststoffe thermisch verwerten. [HWK OWL 2010] vermutet einen Anteil von maximal 50 % Restholznutzung in Tischlereibetrieben. Bei bayerischen Schreinereibetrieben geht [HWK München 1998] von rund 85 % des Energiebedarfs aus, der aus Holz gedeckt wird.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Die in Tabelle 8-7 dargestellten Angaben zum Wärmebedarf von Tischlereibetrieben und dem allgemeinen Holzgewerbe werden an dieser Stelle nicht weiter betrachtet. Stattdessen erfolgt eine Annäherung an die Wärmebereitstellung aus holzartigen Reststoffen über den potenziellen Restholzanfall in diesem Gewerbe. Als Basis hierfür dienen Zahlen zum beschäftigten-spezifischen Holzeinsatz aus [Cluster BY 2008]. Hier wird für Zimmereien und dem Holzbau von einem Holzeinsatz pro Beschäftigtem und Jahr von 159 m<sup>3</sup> ausgegangen, für Tischlereien und Schreinereien von 58 m<sup>3</sup>. [HKH 2002] geht von einem Holzeinsatz von 20 m<sup>3</sup>/BS\*a aus. Bei dem Musterbetrieb handelt es sich um eine Bau- und Möbeltischlerei mit Teilezukauf, Montage und Reparatur bei einer Beschäftigtenzahl von sieben. Zusammen mit den Beschäftigtenzahlen im GHD-Sektor der amtlichen Statistik ergibt sich ein mittlerer Holzeinsatz von rund 1,6 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Zur Benennung des Restholzanfalls werden auch an dieser Stelle die Restholzanfälle in Schreinereien und der Holzwarenherstellung angesetzt (46, 23, 27, 29%) [BFS CH 1991]. Der Anteil des durch internen Holzanfall gedeckten Wärmebedarfs wird unter Annahme eines durchschnittlichen Faktors von 58 % auf Basis der Angaben von [HWK OWL 2010], [LWF 2006], [BHKH 2010], [HWK München 1998] gesetzt. Unter Annahme gängiger Umrechnungsfaktoren sowie Heizwerten erhält man einen gesamten, durch Holz gedeckten Wärmebedarf pro Kubikmeter Produktion samt Spannweite. Aus diesen Parametern ergibt sich folgende Übersicht der zugrunde gelegten Eingangsdaten (Tabelle 8-8).

Tabelle 8-8 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Herstellung von Holz für den Baubereich

Herstellung von Holz für den Baubereich	Größe	Werte	Quellen
	A	Einschnitt	1.552.745 m <sup>3</sup> /a
I	Wärmebedarf	813 ± 264 kWh/m <sup>3</sup>	[BFS CH 1991]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	58 ± 24 % 19 % 1 % 80 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

### 8.6 Charakterisierung – Herstellung von Verpackungsmitteln aus Holz

Die genaue Bezeichnung der Branche nach Wirtschaftszweigklassifikation lautet „Herstellung von Verpackungsmitteln, Lagerbehälter und Ladungsträger aus Holz“, an dieser Stelle abgekürzt durch „Herstellung von Verpackungsmitteln aus Holz“. Die Klasse umfasst die Herstellung von Schachteln, Kisten, Trommeln, Fässer, Bottiche, Tröge etc. Die wichtigsten Produkte jedoch sind Paletten und vergleichbare Ladungsträger sowie Kabeltrommeln aus Holz [StBA 2008b]. Zur Herstellung der Verpackungsmittel wird auf Produkte der Säge- und Holzwerkstoffbranche zurückgegriffen. Diese werden in Form gesägt, gepresst (Palettenklötze) und anschließend unter Einsatz von Verbindern und

Beschlägen zusammengefügt [Tech 2003]. Nach [Cluster NRW 2003] handelt es sich bei den Herstellern von Verpackungsmitteln hauptsächlich um Betriebe mit weniger als 20 Beschäftigten. Im bundesweiten Maßstab sind rund 44 % der Beschäftigten in Betrieben mit weniger als 20 Beschäftigte angestellt. Hauptprodukte in Nordrhein-Westfalen sind Holzpaletten [Cluster NRW 2003].

### Wärmebedarf

Bei der Herstellung von Verpackungsmitteln kommt ein hauptsächlichlicher Wärmebedarf für Pressvorgänge von Holzspänen (Palettenklötze) und der Trocknung der Holzprodukte in Frage. Zudem spielt noch - wie in anderen Branchen des Holzgewerbes - die Beheizung von Betriebsstätten eine gewisse Rolle.

### Gerätestruktur

Zur Gerätestruktur im Gewerbe der Verpackungsmittelhersteller konnten keine Angaben generiert werden. Denkbar ist eine Struktur, vergleichbar mit Kesselanlagen des Sägewerbes (ähnliche Charakteristik durch Holz Trocknung).

### Biomassenutzung

[BFS CH 1991] geht bei Holzverpackungsherstellern von einem Restholzanfall von 24 % aus (Tabelle 8-5). Andere Angaben zu dieser Branche konnten nicht generiert werden.

[Tech 2003] spricht auch hier qualitativ von einer starken Verbreitung von Holzfeuerungsanlagen in dieser Branche. Quantitative Angaben zum Anteil von Holzfeuerungsanlagen konnten nicht generiert werden. Aufgrund der Datenlage wird eine eher konservative Abschätzung über den Anteil biogener Festbrennstoffe vorgenommen.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Auch in diesem Fall erfolgt eine Annäherung an die Wärmebereitstellung aus holzartigen Reststoffen über den potenziellen Restholzanfall in diesem Gewerbe. Als Basis dienen Zahlen zum beschäftigten-spezifischen Holzeinsatz aus [Cluster NRW 2003]. Hier wird für das Verpackungsgewerbe ein Holzeinsatz pro Beschäftigtem und Jahr von 188 m<sup>3</sup> ausgegangen. Zusammen mit den Beschäftigtenzahlen im GHD-Sektor der amtlichen Statistik ergibt sich ein mittlerer Holzeinsatz von rund 656.000 m<sup>3</sup> pro Jahr. Zur Benennung des Restholzanfalls werden an dieser Stelle die Restholzanfälle der Holzverpackungshersteller angesetzt (24 %) [BFS CH 1991]. Der Anteil des durch internen Holzanfall gedeckten Wärmebedarfs wird unter Annahme eines durchschnittlichen Faktors von 58 % auf Basis der Angaben von [HWK OWL 2010], [LWF 2006], [BHKH 2010], [HWK München 1998] gesetzt. Unter Annahme gängiger Umrechnungsfaktoren sowie Heizwerten erhält man einen gesamten, durch Holz gedeckten Wärmebedarf pro Kubikmeter Produktion einschließlich Spannweite (Tabelle 8-7). Aus diesen Parametern ergibt sich folgende Übersicht der zugrunde gelegten Eingangsdaten (Tabelle 8-9).

Tabelle 8-9 Eingangdatenblatt für die Hochrechnung – Herstellung von Verpackungsmitteln aus Holz

Herstellung von Verpackungsmitteln aus Holz		Größe	Werte	Quellen
	A	Holzeinsatz	655.932 m³/a	[StBA 2008b], [Cluster NRW 2008]
	I	Wärmebedarf	624 ± 162 kWh/m³	[BFS CH 1991]
	B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	58 ± 24 % 19 % 1 % 80 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

### 8.7 Charakterisierung – Herstellung sonstiger Holzwaren

Aufgrund der geringen Branchengröße und des gleichen Berechnungsansatzes werden an dieser Stelle zwei Branchen zusammengefasst. Die amtliche Bezeichnung der beiden Gruppen lautet „Herstellung von Parketttafeln“. Hierunter verbirgt sich die Herstellung von zu Dielen oder Tafeln zusammengesetzte Parkettbodenstäbe, -stäbchen oder -lamellen [StBA, 2008b]. Die zweite Gruppe, die „Herstellung von Holzwaren anderweitig nicht genannt, Kork-, Flecht- und Korbwaren (ohne Möbel)“ umfasst die Herstellung verschiedenster Holzwaren – Haushaltsartikel, Griffe, Stiele, Figuren, Schmuck etc.. [StBA, 2008b]. Insgesamt handelt es sich um 687 Betriebe mit 3.930 Beschäftigten. Davon halten die Parketthersteller einen Anteil von nur rund 2 % der Betriebe, 3 % der Beschäftigten und rund 7 % des Umsatzes.

Zur Herstellung dieser Holzwaren wird auf die gesamte Bandbreite des holzverarbeitenden Gewerbes zurückgegriffen. Bei der „Herstellung von Holzwaren anderweitig nicht genannt, Kork-, Flecht- und Korbwaren (ohne Möbel)“ werden nur rund 25 % der Betriebe durch Größenklasse von 2-19 Beschäftigten abgebildet. Der Großteil wird aus Betrieben der Größenklasse 0-1 Beschäftigten gebildet (71 %). Es ist naheliegend, dass es sich bei den hier betrachteten Betrieben um Tischlereibetriebe handelt, die ihre Produktionsschwerpunkte bei eher unkonventionellen Produkten wie oben dargestellt haben (z. B. Kunsthandwerk, Nischenprodukte).

#### Wärmebedarf

Zum Wärmebedarf werden hier die gleichen Charakteristika wie in der Branche „Herstellung von sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz“ angenommen. Wärme wird hauptsächlich für die Beheizung von Werkstatt, Büro und Sozialräumen und ggf. zur Warmwasserbereitung benötigt. Auch hier sollten im Größenbereich bis 20 Beschäftigte Wärmeverluste durch Belüftungs- und Absaugaggregate, die durch das Heizsystem ausgeglichen werden müssen, berücksichtigt werden. Eine Übersicht zum möglichen, spezifischen Wärmebedarf des betrachteten Gewerbes bietet Tabelle 8-7.

#### Gerätestruktur

Analog zur Beschreibung der Branche „Herstellung von sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz“ kann davon ausgegangen werden, dass ähnliche Holzkessel eingesetzt werden. Die von [HKH 2002] vorgestellte erforderliche Kesselleistung von rund 80 kW für einen Tischlerbetrieb mit 7 Beschäftigten erscheint auch hier plausibel. Genauere Angaben zur Gerätestruktur konnten nicht generiert werden.

### Biomassenutzung

Wegen fehlender quantitativer Angaben zum Anteil von Holzfeuerungsanlagen in der hier betrachteten Branche werden die gleichen oben beschriebenen Parameter nach [BHKH 2010], [HWK OWL 2010] und [HWK München 1998] angenommen.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Eine Annäherung an die Wärmebereitstellung aus holzartigen Reststoffen erfolgt hier über den potenziellen Restholzanfall im Tischlereigewerbe. Als Basis dienen Zahlen zum beschäftigten-spezifischen Holzeinsatz aus [Cluster BY 2008]. Hier wird für Tischlereien und Schreinereien von einem Holzeinsatz von 58 m<sup>3</sup>/Beschäftigten ausgegangen, für von [HKH 2002] geht von einem Holzeinsatz von 20 m<sup>3</sup>/BS\*a aus. Zusammen mit den Beschäftigtenzahlen im GHD-Sektor der amtlichen Statistik ergibt sich ein mittlerer Holzeinsatz von rund 77.000 m<sup>3</sup>/a. Zur Benennung des Restholzanfalls werden an dieser Stelle die Restholzanfälle in Schreinereien und der Holzwarenherstellung angesetzt (23 und 29 %) [BFS CH 1991]. Der Anteil des durch internen Holzanfall gedeckten Wärmebedarfs wird unter Annahme eines durchschnittlichen Faktors von 58 % auf Basis der Angaben von [HWK OWL 2010], [LWF 2006], [BHKH 2010], [HWK München, 1998] gesetzt. Unter Annahme gängiger Umrechnungsfaktoren sowie Heizwerten erhält man einen gesamten, durch Holz gedeckten Wärmebedarf pro Kubikmeter Produktion samt Spannweite (Tabelle 0 3). Aus diesen Parametern ergibt sich folgende Übersicht der zugrunde gelegten Eingangsdaten (Tabelle 0 6).

Tabelle 8-10 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung - Herstellung von sonstigen Holzwaren

Herstellung sonstiger Holzwaren		Größe	Werte	Quellen
	A	Holzeinsatz	25.272 m <sup>3</sup> /a	[StBA 2008b], [Cluster BY 2008], [HKH 2002]
	I	Wärmebedarf	676 ± 110 kWh/m <sup>3</sup>	[BFS CH 1991]
	B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	58 ± 24 % 19 % 1 % 80 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

### 8.8 Charakterisierung – Herstellung von Möbeln

Die Herstellung hier relevanter Möbel umfasst nach Wirtschaftszweigklassifikation die Herstellung von Büro- und Ladenmöbeln, Küchenmöbeln sowie sonstigen Möbeln. Die Herstellung von Küchenmöbeln beinhaltet vorwiegend aus Holz bestehende Oberschränke, Unterschränke, Arbeitsplatten etc.. Die Branche umfasst im Bereich von 2-19 Beschäftigte, 302 Betriebe mit 1.677 Beschäftigten [StBA 2008b]. Zur Herstellung von Küchen wird in den meisten Fällen auf Spanplatten und Furniere als Eingangsprodukte zurückgegriffen. Spanplatten sind vielfach schon vorbeschichtet, so dass im Möbelbetrieb die Platten ggf. nur noch gepresst, zugeschnitten, gebohrt und oberflächenbehandelt werden [Tech 2003].

Die Herstellung von Büro- und Ladenmöbeln umfasst die Herstellung von Büromöbeln wie Stühle, Sitzmöbel, Schreibtische und Schränke/ Regale sowie die Herstellung von Laden- und sonstige Objektmöbel wie Stühle und Sitzmöbel für Hotels, Restaurants, Möbel für Kirchen, Schulen und Gaststätten, Ladentische, Schauvittrinen etc. [StBA 2008b]. Dieser Wirtschaftszweig umfasst im relevanten Größenbereich rund 790 Betriebe mit 5.979 Beschäftigten und hat am hier betrachteten Möbelgewerbe einen Anteil von 19 % der Betriebe, 24 % der Beschäftigten und rund 29 % des Umsatzes.

Die Herstellung sonstiger Möbel umfasst Polstermöbel wie Sessel, Sofas u. a. Polstergarnituren sowie die Herstellung von Möbeln für Garten, Schlaf- und Wohnzimmer und sonstiger Möbelteile. Diese Gruppe bildet den größten Teil des Möbелgewerbes mit rund 74 % der Betriebe, 69 % der Beschäftigten und 64 % des Umsatzes [StBA 2008b]. Zur Herstellung dieser Möbelprodukte wird auf die gesamte Bandbreite der vorhandenen Holzprodukte aus Sägewerken und Holzwerkstoffgewerbe zurückgegriffen.

### Wärmebedarf

Nach [Tech 2003] setzt sich der gesamte Wärmebedarf in der Küchenherstellung aus den Anteilen für die Beheizung der Betriebsstätten, Furnierpressen, Lacktrocknung und Sonstiges zusammen. Den Schwerpunkt bildet die Hallenbeheizung neben der Lacktrocknung. Bei der Herstellung der anderen genannten Möbel ist der Wärmearaufwand in der Gestellmöbelherstellung am höchsten, in der Küchenmöbelherstellung am geringsten. Begründet wird das mit den unterschiedlichen Bearbeitungszuständen, mit denen in den einzelnen Produktionen das Holz in die Verarbeitung geht. Während bei der Küchenmöbelherstellung hauptsächlich schon verarbeitete Sortimente wie Plattenwerkstoffe gebraucht werden (nur noch vergleichsweise geringer Wärmebedarf), kommen in den anderen Betrieben oft noch Rohholzsortimente zum Einsatz, die teilweise umfangreichen spanenden und nichtspanenden Verformungsprozessen sowie Lackierungs- und Beschichtungsvorgängen unterzogen werden [Tech 2003]. Auch hier bilden die Schwerpunkte die Hallenbeheizungen. Eine Übersicht zu spezifischen Wärmebedarfen in der Möbelproduktion liefert Tabelle 8-11.

Tabelle 8-11 Übersicht zu den Angaben des spezifischen Wärmebedarfs in der Möbelbranche

Bezeichnung	Wärmebedarf	Quelle
Polstermöbelherstellung	2.280 kWh/m <sup>3</sup> Produktion	[Tech 2003]
Gestellmöbelherstellung	3.580 kWh/m <sup>3</sup> Produktion	[Tech 2003]
Küchenmöbelherstellung	910 kWh/m <sup>3</sup> Produktion	[Tech 2003]
Korpusmöbelherstellung	1.630 kWh/m <sup>3</sup> Produktion	[Tech 2003]

### Gerätestruktur

Es konnten keine Angaben zur Gerätestruktur generiert werden. Unter der Annahme, dass Küchenhersteller im GHD-Sektor (<20 Beschäftigte) einem Tischlereibetrieb ähnelt, gelten auch hier die Beschreibungen zur Gerätestruktur aus den Branchen „Herstellung von sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz“ und der „Herstellung sonstiger Holzwaren“.

### Biomassenutzung

Im Bereich der Möbelherstellung ist analog zu den oben betrachteten Tischlereibetrieben von einem hohen Restholzanfall auszugehen. Das sind im Wesentlichen Sägereste, Kappstücke, Säge- und Hobelspäne. Tabelle 8-5 zeigt eine Zusammenstellung von Angaben zum spezifischen Restholzanfall u. a. in Tischlerei-/ Schreinereibetrieben. Die aus den Telefoninterviews generierten Angaben zur Biomassenutzung wurden bereits in Kapitel 8.5 gegenübergestellt.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Die Angaben zum Wärmebedarf in der Möbelherstellung Tabelle 8-11 finden in der Hochrechnung keine Anwendung. Stattdessen erfolgt eine Annäherung an die Wärmebereitstellung aus holzartigen Reststoffen über den potenziellen Restholzanfall in diesem Gewerbe. Als Basis dienen Zahlen zum

beschäftigtenspezifischen Holzeinsatz. Für Tischlereien und Schreinereien liegen Angaben von 58 m<sup>3</sup>/Beschäftigten [Cluster BY 2008] bzw. 20 m<sup>3</sup>/Beschäftigten [HKH 2002] vor. In Kombination mit der Anzahl der Beschäftigten aus der amtlichen Statistik ergibt sich ein mittlerer Holzeinsatz von 959.000 m<sup>3</sup>/a. Zur Benennung des Restholzanfalls werden auch an dieser Stelle die Restholzanfälle in Schreinereien und der Holzwarenherstellung angesetzt (46, 23, 27, 29%) [BFS CH 1991].

Der Anteil des Einsatzes biogener Festbrennstoffe wird mit 58 % beziffert, basierend auf den Angaben von [HWK OWL, 2010], [LWF 2006], [BHKH 2010], [HWK München, 1998]. Unter Annahme gängiger Umrechnungsfaktoren sowie Heizwerten erhält man einen gesamten, durch Holz gedeckten Wärmebedarf pro Kubikmeter Holzeinsatz inklusive Spannweite. Aus diesen Parametern ergibt sich folgende Übersicht der zugrunde gelegten Eingangsdaten (Tabelle 8-12).

Tabelle 8-12 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung - Herstellung von Möbeln

Herstellung von Möbeln	Größe	Werte	Quellen
	A	Holzeinsatz	958.620 m <sup>3</sup> /a
I	Wärmebedarf	813 ± 264 kWh/m <sup>3</sup>	[BFS CH 1991]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	58 ± 24 % 39 % 1 % 60 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

## 8.9 Hochrechnungsergebnisse des Holzgewerbes

Durch die oben beschriebenen verfügbaren Aktivitätsgrößen und Energiebedarfsindikatoren sind für alle Bereiche der Holzbranche die zweite Variante der Hochrechnung (Kapitel 4.4) zu wählen. Nachstehend werden die Ergebnisse der Hochrechnung für die Holzbranche dargestellt und ausgewertet. Bei der Ergebnisdarstellung werden sowohl Mittelwerte als auch Schwankungsbreiten aufgeführt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sowohl die Energiebedarfsindikatoren als auch der Anteil der Biomasse mit einer entsprechenden Unsicherheit behaftet sind.

### Brennstoffeinsatz

Entsprechend der generierten Eingangsdaten wird unter Anwendung der beschriebenen Methodik ein Einsatz biogener Festbrennstoffe im Holzgewerbe von 6.219 ± 3.285 TJ/a ermittelt. In Abbildung 8-3 ist der Einsatz biogener Festbrennstoffe für die drei hochgerechneten Bereiche, bezogen auf den Mittelwert, dargestellt.



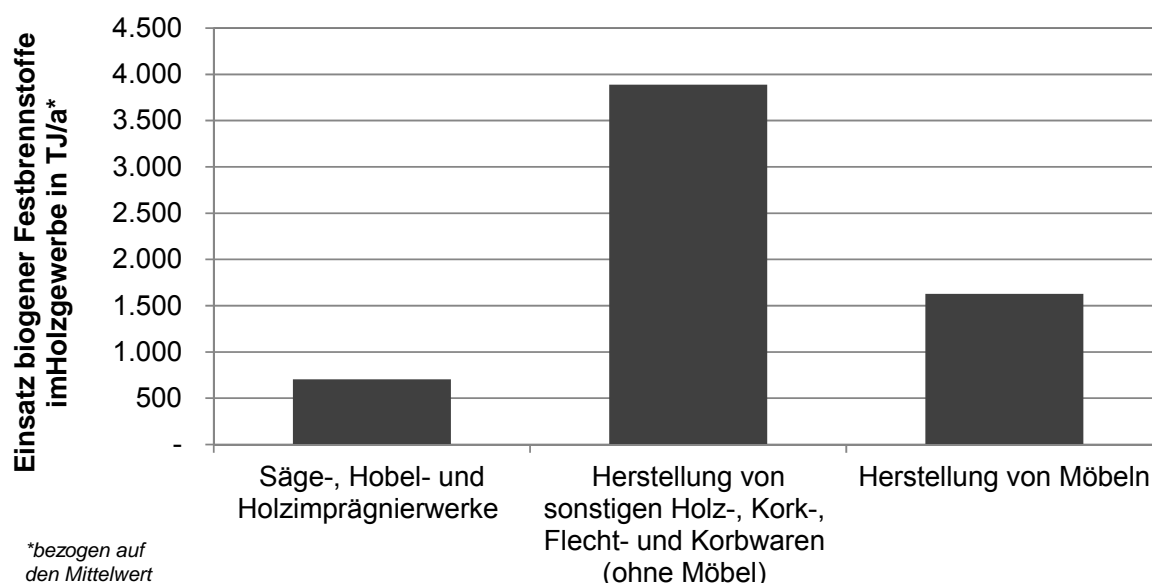


Abbildung 8-3 Einsatz biogener Festbrennstoffe im Holzgewerbe (eigene Darstellung)

Dominierend ist hierbei der Bereich „Herstellung von Holz-, Kork-, Flecht- und Korbwaren“. Dem folgt die Möbelherstellung. Den Abschluss bildet, trotz eines hohem Reststoffaufkommens und interner energetischer Nutzung, im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen wenigen Betrieben, die Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke. Eine detaillierte Aufgliederung des Brennstoffeinsatzes der drei Bereiche inklusive Schwankungsbreiten ist in Tabelle 8-13 zusammengefasst.

Tabelle 8-13 Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoffe im Holzgewerbe

Branche	Brennstoffeinsatz [TJ/a]
<i>Säge-/ Hobel-/ Holzimprägnierwerke</i>	704,2 ± 287,9
<i>Herstellung von sonstigen Holz-, Kork-, Flecht- und Korbwaren (ohne Möbel)</i>	3.888,6 ± 2.781,8
- Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfasern- und Holzspanplatten	346,7 ± 253,8
- Herstellung von Parketttafeln	6,5 ± 3,8
- Herstellung von sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz	2.634,1 ± 1.927,4
- Herstellung von Verpackungsmitteln, Lagerbehältern und Ladungsträgern aus Holz	854,6 ± 570,2
- Herstellung von Holzwaren a. n. g., Kork-, Flecht- und Korbwaren (ohne Möbel)	46,7 ± 26,6
<i>Herstellung von Möbeln</i>	1.626,1 ± 214,8
- Herstellung von Büro- und Ladenmöbeln	395,6 ± 52,2
- Herstellung von Küchenmöbeln	110,9 ± 14,7
- Herstellung von sonstigen Möbeln	1.119,6 ± 147,9

Hieraus wird deutlich, dass die Ergebnisse mit hohen und dabei unterschiedlichen Unsicherheiten behaftet sind. Die Schwankungsbreiten liegen bei den Säge-/ Hobel-/ Holzimprägnierwerken bei rund 40 %, im mittleren Abschnitt bei 72 %, im Bereich der Möbelherstellung bei 13 %. Die Schwankungen sind den unterschiedlichen Aussagen der verwendeten Quellen zuzuordnen. Hier wird noch einmal deutlich, dass selbst Experten und Verbandsvertreter keine konkreten Daten liefern konnten, allenfalls Abschätzungen mit entsprechenden Schwankungen angegeben haben. Diese Daten haben nur

mäßig mit den Angaben in der Literatur übereingestimmt. Gerade im Bereich der Tischlerei-/ Schreinereibetriebe gehen die Schätzungen hier stark auseinander.

Die Differenzierungen des Brennstoffeinsatzes ergab das in Abbildung 8-4 dargestellte Bild. Die hohe Anzahl an Betrieben, die von ihrer Charakteristik her Tischlereien/ Schreinereien bzw. Zimmereien zuzuordnen sind, führt zu einem hohen Anteil stückholzartiger Reststoffe (63 %). Darüber hinaus fällt ein hohes Maß an Spänen, Staub oder anderes schüttgutartiges Material (Rindenreste aus Furnierwerken) an. Diese Reststoffe werden in der Gruppe Hackschnitzel zusammengefasst und mit einem Anteil von zusammengenommen 36 % abgeschätzt. Eher unüblich, aber letztendlich nicht auszuschließen, wird der Anteil pelletartiger Einsatzstoffe im Holzgewerbe auf rund 1 % geschätzt.

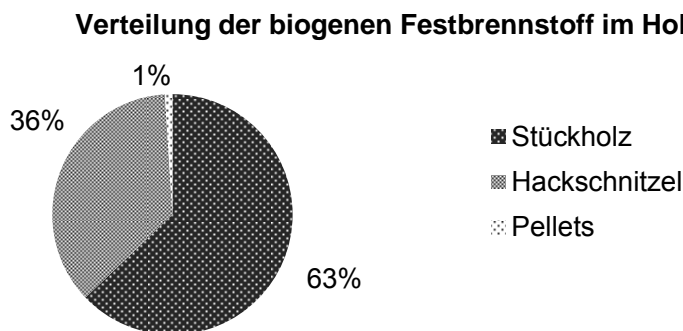


Abbildung 8-4 Verteilung der biogenen Festbrennstoffe im Holzgewerbe (eigene Darstellung)

Die Werte in Tabelle 8-4 bezogen auf den Mittelwert angegeben. Die Unsicherheit des gesamten Brennstoffeinsatzes wird anteilig auf die drei Brennstoffarten aufgeteilt, so dass sich folgende Werte ergeben:  $3.918 \pm 2.070$  TJ/a für Scheitholz,  $2.239 \pm 1.183$  TJ/a für Hackschnitzel und  $62 \pm 32$  TJ/a für Pellets.

### Wärmeerzeugung

Neben dem Brennstoffeinsatz wurde die daraus erzeugbare Wärme und die gesamte, unabhängig vom Brennstoff zu erzeugende Wärme zur Deckung des Wärmebedarfes der Holzbranche ermittelt. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse von Abschnittes C ist in Abbildung 8-5 dargestellt.

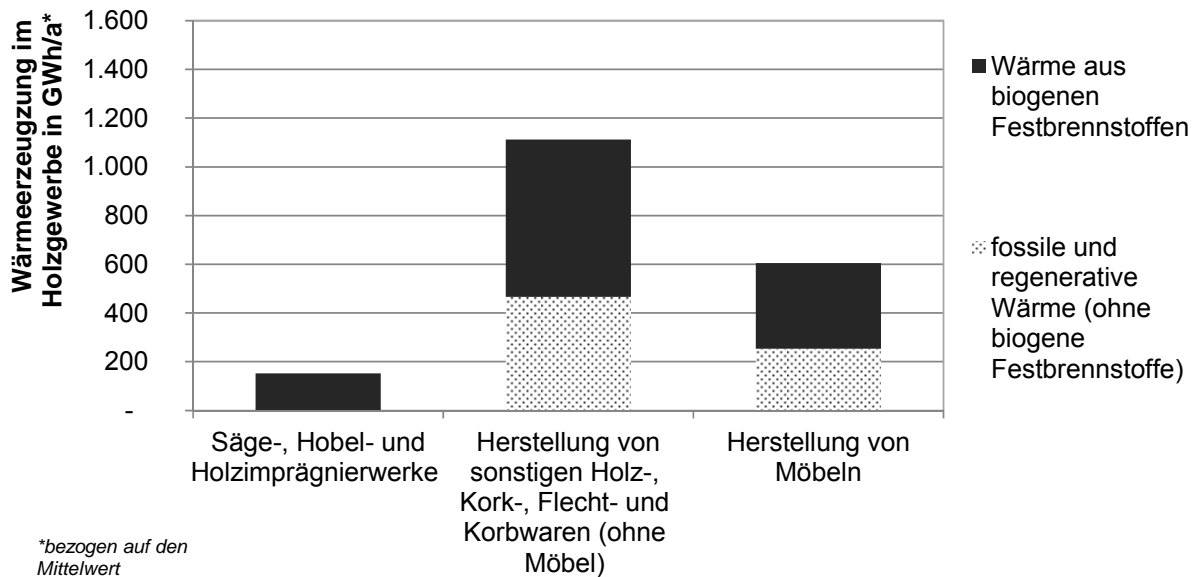


Abbildung 8-5 Wärmeerzeugung im Abschnitt C (eigene Darstellung)

Im Bereich der Säge-/ Hobel-/ Holzimprägnierwerke wird der Anteil Wärme aus biogenen Festbrennstoffen bei 100 % gesehen. Wenn ein Sägewerk Wärmebedarf hat, wird es aller Voraussicht nach ausschließlich aus Festbrennstoffen decken. Das ist bei den anderen betrachteten Betrieben wohl nicht der Fall. In kleinen Holzbearbeitungsbetrieben ist der Einsatz einer Biomassefeuerung nicht immer möglich oder zweckmäßig (zu geringe Heizlasten im Sommer). Daher wird von den in Abbildung 8-5 dargestellten Anteilen fossiler Brennstoffe ausgegangen. Er liegt bei der Gruppe „Herstellung von Holz-, Kork-, Flecht- und Korbwaren“ und in der Möbelherstellung auf Basis der oben beschriebenen Annahmen bei 42 % des gesamten Energiebedarfes.

## 9 Abschnitt I – Gastgewerbe

Neben Einzelfeuerstätten in Bewirtungsräumen und Gästezimmern bzw. Aufenthaltsräumen im Beherbergungsgewerbe können biogene Festbrennstoffe auch in Zentralheizungsanlagen eingesetzt werden. Aufgrund der hohen Anzahl der Betriebe ist demnach die Wärmebereitstellung aus biogenen Festbrennstoffen in dieser Branche detaillierter zu betrachten.

### 9.1 Charakterisierung des Gastgewerbes

Das Gastgewerbe wird entsprechend Abbildung 9-1 in zwei Kategorien, Beherbergung und Gastronomie, unterteilt. Während in der Gastronomie lediglich Speisen und Getränke zum Verzehr vor Ort angeboten werden, kann dies ein Tätigkeitsfeld des Beherbergungsgewerbes sein, deren Haupterwerbszweck jedoch bei der Beherbergung liegt.

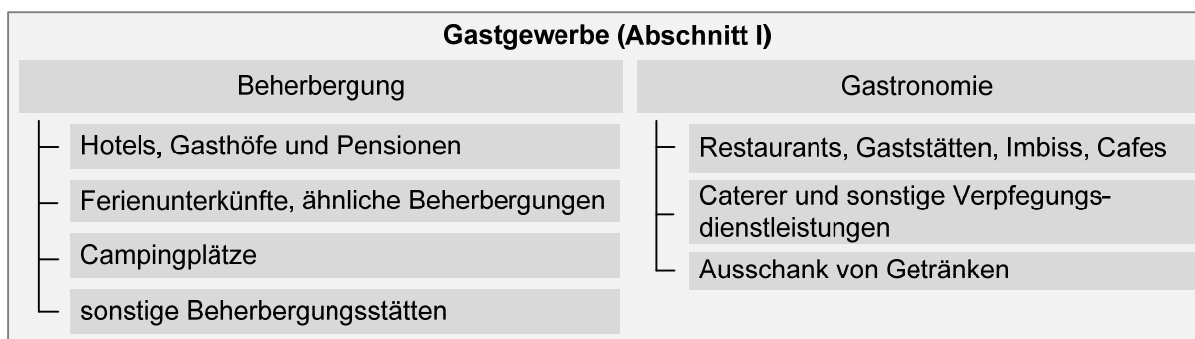


Abbildung 9-1 Gliederung des Abschnittes Gastgewerbe (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b])

### Volkswirtschaftliche Bedeutung

Dem Gastgewerbe sind 7 % der Unternehmen des GHD-Sektors zuzuordnen, die 4 % der SV-pflichtige Beschäftigten anstellen und 2 % des Umsatzes erwirtschaften. Die Gastronomie dominiert hinsichtlich der Anzahl der Betriebe (ca. 80 %) und Beschäftigten (ca. 63 %) gegenüber dem Beherbergungsgewerbe deutlich.

Tabelle 9-1 Volkswirtschaftliche Bedeutung der Bereiche des Abschnittes I (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a])

	Größe	Anzahl der Betriebe [-]	Beschäftigte [-]	Umsatz [1.000€]
Beherbergung	Hotels, Gasthöfe und Pensionen	43.062	252.408	19.040.078
	Ferienunterkünfte, ähnliche Beherbergungen	8.836	23.394	1.500.741
	Campingplätze	1.627	2.832	357.475
	Sonstige Beherbergungsstätten	1.764	4.670	276.255
Gastronomie	Restaurants, Gaststätten, Imbiss, Cafes	152.657	347.770	29.148.177
	Caterer und sonstige Verpflegungsdienstleistung	13.338	98.871	7.484.665
	Ausschank von Getränken	47.065	40.044	5.836.937

Ein Vergleich der SV-pflichtigen Beschäftigten im Unternehmensregister und den tatsächlichen Anzahl der Beschäftigten [StBA 2009e] zeigt, dass im Beherbergungsgewerbe nur 70 % und in der Gastronomie nur 35 % der Beschäftigten sozialversicherungspflichtig sind. Als Ursache für diese Diffe-

renz sind der vergleichsweise hohe Anteil an Aushilfen und Teilzeitbeschäftigten (Gastronomie ca. 50 %) zu nennen.

**Betriebsstruktur**

Ergänzend zu den Angaben in Tabelle 9-1 werden sowohl die Anzahl der Betriebe als auch der Umsatz entsprechend der drei Betriebsgrößenklassen – klein, mittel, groß – spezifiziert (Abbildung 9-2).

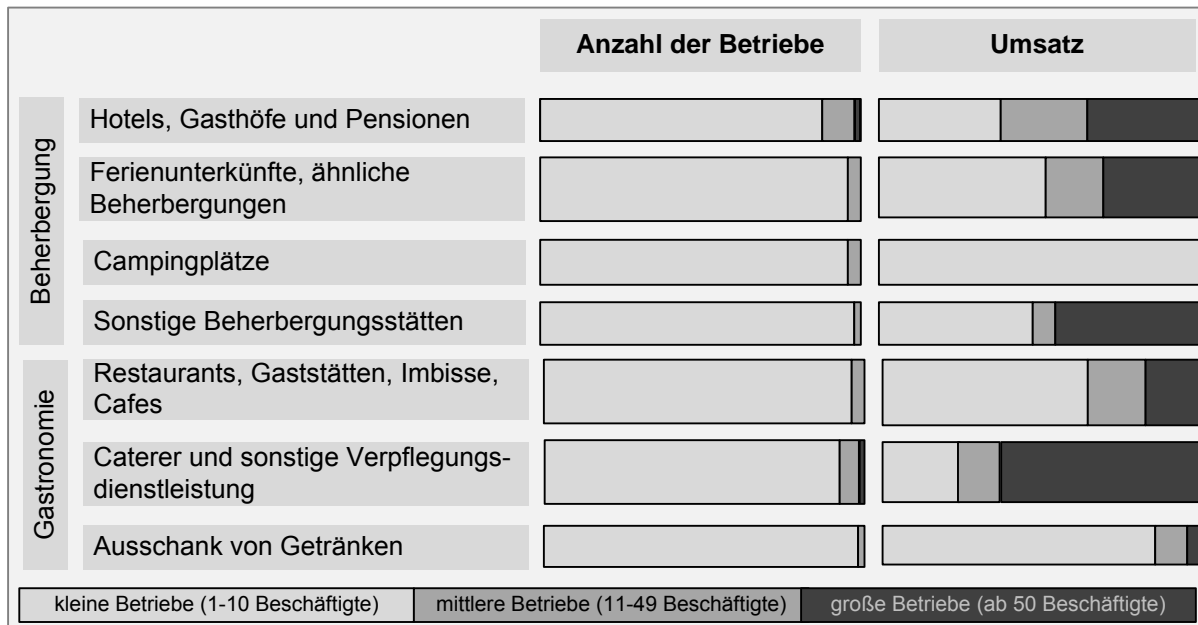


Abbildung 9-2 Betriebsstruktur der Bereiche des Gastgewerbes (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a])

Anteilmäßig dominieren die kleinen Betriebe (1-10 Beschäftigte) in allen Bereichen der Gastronomie und des Beherbergungsgewerbes. Lediglich Caterer und sonstige Verpflegungsdienstleistungen sowie Hotels, Gasthöfe und Pensionen haben einen erkennbaren Anteil an großen Betrieben. Diese wiederum generieren jedoch in allen Bereichen bis auf die Bereiche Campingplätze sowie Ausschank von Getränken meist einen erheblichen Anteil des gesamten Umsatzes der Teilbranchen.

**Energiebedarf**

Der Energieverbrauchsschwerpunkt sowohl in der Gastronomie als auch im Beherbergungsgewerbe ist der Wärmebedarf. Aufgrund der nur zum Teil ähnlichen Tätigkeitsfelder der beiden Bereiche des Gastgewerbes ist die Betrachtung des Energiebedarfes zu differenzieren.

Im Beherbergungsgewerbe liegt der Energieverbrauch zur Bereitstellung von Raum- und Prozesswärme nach [IER 2007] bei 70 %. Einen höheren Anteil mit 80 % gibt [Geiger 1999] an und die Werte von [Kubessa 1998] ordnen sich mit der Spannweite von 72 % bis 25 % in den benannten Bereich ein. Die Intensität des Wärmebedarfs differiert bei den unterschiedlichen Betriebstypen. Demnach weisen Campingplätze – deren Wärmebedarf sich im Wesentlichen auf die Bereitstellung von Warmwasser beschränkt – einen deutlich geringeren Wärmebedarf auf, als z. B. Hotels. Der Unterschied kann nach [ECOTRANS/IER 2006] das Vier- bis Fünffache betragen.

Angaben für den Anteil des Wärmebedarfs liegen in der Literatur bei 70 % [Geiger 1999], 60 % [EAMF 2004], [Kubessa 1998] und 52 % [Kubessa 1998]. Gegenüber dem Beherbergungsgewerbe ist ein

geringerer spezifischer Wärmebedarf im Wesentlichen auf das Fehlen der zu beheizenden Gästezimmer zurückzuführen.

## 9.2 Ermittlung der relevanten Bereiche des Gastgewerbes

Resultierend aus der Charakterisierung des Gastgewerbe und dessen volkswirtschaftlichen Bedeutung, aber auch des Energiebedarfs sind nicht alle Bereiche dieses Abschnittes für die Zielstellung dieses Vorhabens relevant. Bereits aus der Analyse der volkswirtschaftlichen Bedeutung kann für das Beherbergungsgewerbe der Bereich Hotels, Gasthöfe und Pensionen und für die Gastronomie der Bereich der Restaurants, Gaststätten, Imbiss und Cafés mit einem Anteil von 78 % hinsichtlich der Betriebe und 73 % in Bezug auf die SV-pflichtige Beschäftigten herausgearbeitet werden. Ergänzend dazu ist bei diesen beiden Bereichen infolge der Tätigkeitsfelder und daraus resultierende technische Infrastruktur mit dem höchsten Energie- sowie Wärmebedarf in den jeweiligen Bereichen zu rechnen. Infolge dessen werden diese beiden Bereiche getrennt voneinander detaillierter betrachtet.

## 9.3 Hotels, Gasthöfe, Pensionen

Gemäß [StBA 2008b] besteht dieser Bereich aus vier verschiedenen Arten der meist kurzzeitigen (tage- oder wochenweisen) Beherbergung von Gästen. Hotels werden in dieser Kategorie noch einmal unterteilt in Hotel und Hotel garni. Während Gasthöfe und Hotels neben der Unterbringung auch über einen Restaurantbetrieb verfügen, bieten Hotel garni höchstens Frühstück für ihre Gäste an und Pensionen lediglich Speisen und Getränke für deren Hausgäste. Insbesondere die Unterscheidung in Hotel und Hotel garni sowie die unterschiedlichen Tätigkeitsprofile sind beim Energie- und Wärmebedarf besonders zu berücksichtigen. Eine Unterteilung in Betriebsgrößenklassen auf der Ebene der 5-Steller der WZ (Hotel, Hotel garni etc.) liegt nicht vor. Über Sekundärstatistiken können jedoch Angaben zu der Anzahl der Betriebe sowie der Anzahl der Betten und Übernachtungen (ÜN) generiert werden (Tabelle 9-2).

Tabelle 9-2 Anzahl der Betriebe, Betten, Übernachtungen im Beherbergungsgewerbe (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010g])

Bezeichnung	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Betten	Anzahl der Übernachtungen
Hotels	13.156	989.399	140.963.551
Hotel garni	8.200	311.235	42.477.490
Gasthöfe	9.351	216.722	18.617.703
Pensionen	5.234	156.392	12.616.598

Insbesondere bei der Anzahl der Betten und Übernachtungen dominieren die Hotels mit 60 % bzw. 65 %. Aus diesen Angaben lassen sich Rückschlüsse auf die durchschnittlichen Größe der Betriebe (Betten/ Betrieb) sowie die Auslastung (ÜN/ Bett) ableiten, die graphisch in Abbildung 9-3 aufbereitet sind.

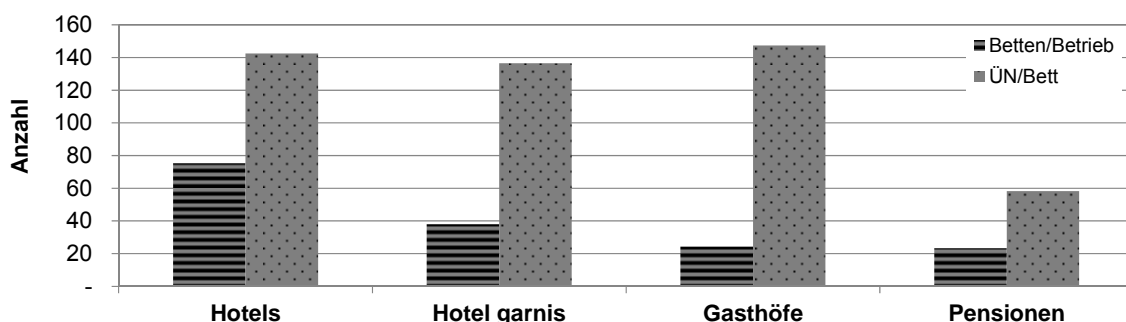


Abbildung 9-3 Anzahl der Betten/ Betrieb bzw. Übernachtungen/Bett entsprechend Betriebstypen (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010g])

Die in Abbildung 9-3 aufgezeigten Kennwerte spiegeln die große Heterogenität des Beherbergungsgewerbes wider, dessen Bandbreite von kleinen Landgasthöfen mit nur wenigen Zimmern bis hin zu großen Hotelkomplexen reicht. Bezüglich der Hotels wird hinsichtlich der durchschnittlichen Betriebsgröße ein bedeutender Unterschied zwischen Hotels (Ø 75 Betten/ Betrieb) und Hotel garnis (Ø 38 Betten/ Betrieb) sichtbar. Im Hinblick auf die Auslastung ist kein nennenswerter Unterschied zwischen Hotels und Hotel garnis erkennbar. Jedoch wird deutlich, dass die Auslastungen von Gasthöfen und Pensionen bedeutend geringer sind.

### Wärmebedarf

In Tabelle 9-3 sind sämtliche, verfügbare Angaben zum Endenergie- und Wärmeverbrauch aufgeführt. Hierbei ist hervorzuheben, dass diese für die zwei Aktivitätsgrößen Fläche und Übernachtung vorliegen.

Tabelle 9-3 Übersicht zum Endenergieverbrauch im Beherbergungsgewerbe

	Hotels		Hotel garnis		Quellen
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/ÜN	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/ÜN	
Endenergie	305,8	77,2	216,7	57,7	[ECOTRANS/IER 2006]
- 2 Sterne	299,6	96,4	322,2	51,3	[ECOTRANS/IER 2006]
- 3 Sterne	324,4	83,5	273,6	28,4	[ECOTRANS/IER 2006]
- 4 Sterne	357,6	77,8	187,4	46,6	[ECOTRANS/IER 2006]
- 5 Sterne	315,3	74,8	140,3	26,4	[ECOTRANS/IER 2006]
Endenergie	289	81	265	36	[Hermes 2000]
Strom	83	20,7	40	5,7	[Hermes 2000], [IER 2007]
Wärme	206	60	225	30	[IER 2007]
Wärme	90 - 200		90 - 200		[Kubessa 1998]
Wärme* <sup>1</sup>	214		214		[Geiger 1999]
Wärme	216±67		151±103		[AGES 2010]

\*<sup>1</sup> umfasst den Brennstoff- und Fernwärmeverbrauch

Angaben zum spezifischen Wärmebedarf liegen nur für die zwei Kategorien Hotels und Hotel garnis vor, wobei die Angaben von [Kubessa 1998] sowie [Geiger 1999] zwischen diesen beiden Betriebstypen nicht unterscheiden. In Anbetracht der Anzahl der Betten und Übernachtungen dominieren diese beiden Kategorien mit 78 % der Anzahl der Betten und 86 % der Übernachtungen innerhalb dieses Bereiches der WZ. Herauszustellen ist bei den Angaben in Abhängigkeit der Anzahl der Sterne die generelle Tendenz zum abnehmenden, spezifischen Wärmebedarf bei zunehmender Anzahl der Sterne [ECOTRANS/IER 2006]. Ursache hierfür kann – aufgrund des hohen Energiebedarfes und

damit verbundenen Kosten – die Beschäftigung von Haustechnikern sein, die u. a. für die Optimierung des Energieverbrauchs zuständig sind. Dieser Trend ist nicht bei dem flächenspezifischen Wärmebedarf der Hotels zu verzeichnen. Ein mit steigender Anzahl der Sterne einhergehender zimmer-spezifischer Flächenbedarf sowie ein zunehmendes Angebotsportfolio (z. B. Schwimmbad) können diesbezüglich als Grund für diese Tendenz angegeben werden. Angaben für Gasthöfe und Pensionen sind in der Literatur nicht enthalten.

Die Differenz zwischen dem Endenergie- und Strombedarf bildet den Wärmebedarf an Raum- und Prozesswärme inklusive Warmwasser ab, der durch Brennstoffe bzw. Fernwärme gedeckt wird. Entsprechend der Angaben von [Hermes 2000] und [IER 2007] sind dies bei Hotels 70 % und bei Hotel garnis 85 %. Dieser bedeutende Unterschied ist auf die (Nicht-) Existenz eines Restaurants und dem damit verbundenem Strombedarf zurückzuführen. In ähnlicher Größenordnung befinden sich die Angaben aus [ISI/IfE/GfK 2009] (20 % Strom- und 80 % Wärmeverbrauch), [ECOTRANS/IER 2006] (22,5 % Strom- und 77,5 % Wärmeverbrauch) als auch [AGES 2010] mit einem Anteil der Heizenergie von 70 % bei Hotels und bei Hotel garnis von 60 %. Letztere zeigen auf, dass sich bei der Verwendung von Induktions- sowie Elektroherden das Verhältnis bis zu 45 % Strom- und 55 % Wärmeverbrauch verschieben kann. Diese Angaben zur Verteilung des Strom- und Wärmebedarfes im Beherbergungsgewerbe sind weiterführend zu differenzieren. Nach [ISI/IfE/GfK 2009] setzt sich der Wärmebedarf allgemein im Gastgewerbe zu 35 % aus Prozesswärme und 65 % aus Raumwärme zusammen. Vor dem Hintergrund, dass in diese Betrachtung auch die Gastronomie mit einfließt ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit von der Anzahl der Zimmer und der Größenordnung des integrierten Restaurants diese Anteile in den verschiedenen Kategorien und Größenklassen schwanken. Spezifische Angaben sind hierfür jedoch nicht vorhanden.

### Gerätestruktur

Die Multiplikatoreninterviews und Literaturrecherche ergaben keine verwertbaren Angaben bezüglich der Gerätestruktur. Lediglich ein Interviewpartner konnte eine Spannweite für Biomassefeue-rungsanlagen im Beherbergungsgewerbe von 50 kW bis 1.250 kW angeben [EBB 2010]. Eine solche Spannweite ist aus verschiedenen Gründen denkbar, allerdings als Eingangsdaten für die Hochrechnung ungeeignet. Ursachen sind, wie bereits im Abschnitt Wärmebedarf aufgeführt, die verschiedenen Betriebsgrößen als auch Betriebsstrukturen (mit/ ohne Restaurant) sowie der Umfang des Dienstleistungsangebotes. Anhaltswerte bzgl. installierter Leistungen sind ebenso der Anlagenliste des UBA zu entnehmen.

Diese Anlagenliste enthält 19 Datensätze, die eindeutig dem Beherbergungsgewerbe zugeordnet werden können und keine weiteren Wärmeabnehmer ausweisen. Die Bandbreite dieser Praxisbeispiele reicht von 120 kW (untere Abschneidegrenze der Datenbank sind 100 kW) bis 950 kW [UBA 2010]. Ein Zusammenhang zwischen der Größe der Art der Beherbergung und der thermischen Leistung kann nicht hergestellt werden und würde aufgrund der geringen Anzahl auch kein repräsentatives Bild beschreiben. Aus [UBA 2010] liefern nur vier Datensätze Angaben zu den Vollbenutzungsstunden – deren Mittelwert 2.407 h/a beträgt und die Werte zwischen 1.000 h/a und 3.333 h/a liegen. Weiterführende Angaben liefern [KUBESEA 1998] mit 1.350 h/a und 2.000 h/a sowie [IER 2008] mit 1.500 h/a.

Diese Faktoren beeinflussen die installierte Leistung der Zentralheizungen und die damit erzeugte biogene Wärme. Darüber hinaus ist jedoch auch der Einsatz von Einzelfeuerstätten denkbar in den Zimmern (z. B. in Suiten der gehobenen Klasse) als auch in Aufenthaltsräumen bevorzugt in ländlich,



rustikal eingerichteten Unterkünften. Abschätzungen zur installierten Leistung sowie dem Nutzungsverhalten (Vollbenutzungsstunden) sind für solche Einzelfeuerstätten möglich, allerdings ist eine Abschätzung der Anzahl solcher Anlagen nicht möglich.

### Biomassenutzung

Ähnlich den beiden Punkten Wärmebedarf und Gerätestruktur ist auch die Datenlage hinsichtlich der Biomassepotenziale und dem Anteil der Nutzung von Bioenergie nicht repräsentativ.

Das Beherbergungsgewerbe verfügt im Rahmen seiner Tätigkeitsfelder über kein internes Biomassepotenzial in Form von Nebenprodukten. Besitzen diese Unternehmen jedoch Waldflächen bzw. Parkanlagen haben diese zumindest theoretisch – in Abhängigkeit der Flächengröße – ein Potenzial an Waldrest- bzw. Landschaftspflegeholz. Aussagen über den Anteil der Betriebe und die verfügbaren Flächen sind aufgrund der Datengrundlage nicht möglich. Zudem bedarf es einer nennenswerten Flächengröße, da sich ansonsten die Aufbereitung des Holzes nicht lohnt. Demnach ist davon auszugehen, dass die Unternehmen des Beherbergungsgewerbes überwiegend biogene Festbrennstoffe zukaufen (würden).

Derzeit führt der Deutsche Hotel- und Gaststättenverband (DEHOGA) die Energiekampagne Gastgewerbe [DEHOGA 2010a] mit Unterstützung von BMU und UBA durch. In diesem Rahmen werden die Energiekosten analysiert und Einsparpotenziale sowie Potenziale für die Nutzung regenerativer Energieträger aufgezeigt. Im Rahmen dieser Kampagne werden derzeit für das Projekt relevante Daten erhoben, diese können jedoch noch nicht in erforderlichem Umfang bereitgestellt werden. Ein Auszug der DEHOGA-Datenbank [DEHOGA 2010b] liefert erste Anhaltspunkte zum Anteil der Betriebe, die feste Biomasse einsetzen. Das Beherbergungsgewerbe wird in dieser Datenbank in die drei Gruppen Pensionen, Gasthöfe und Hotels eingeteilt, wobei davon ausgegangen werden kann, dass letztere Hotels und Hotel garnis umfasst. Die Umfrage der [DEHOGA 2010b] ist aufgrund der Stichprobe nur für Hotels und Gasthöfe repräsentativ. Bei diesen liegt der Anteil der teilnehmenden Unternehmen an den in der Fachstatistik [StBA 2010g] aufgeführten bei 2,3 % (Hotels) bzw. 1,1 % Gasthöfen. Dem hingegen ist der Anteil bei den Pensionen mit 0,8 % nicht als repräsentativ anzusehen. Fraglich ist jedoch inwiefern die Auswahl und Schichtung repräsentativ ist, da davon auszugehen ist, dass an solchen Kampagnen überwiegend die hinsichtlich des Einsatzes regenerativer Energieträger vorbildlichen Unternehmen teilnehmen und somit die Nutzung biogener Festbrennstoffe gegebenenfalls überrepräsentiert wird.

Aufgeschlüsselt nach den verschiedenen Beherbergungsarten sind in Abbildung 9-4 der Anteil der Betriebe, die Holz zur Wärmeerzeugung einsetzen sowie die Schwankungsbreite inkl. Mittelwerten der aus Holz erzeugten Wärme der teilnehmenden Unternehmen aufgeführt.

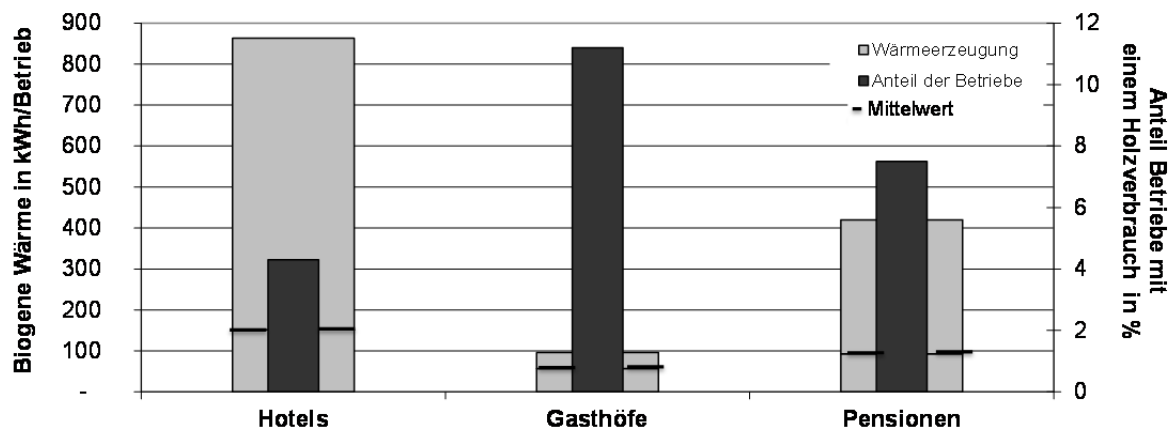


Abbildung 9-4 Anteil der biogene Festbrennstoffe nutzenden Hotels, Pensionen und Gasthöfe sowie die Schwankungsbreite und Mittelwert der erzeugten Wärme im Rahmen der DeHoGa-Umfrage (eigene Darstellung basierend auf [DEHOGA 2010b])

Gasthöfe und Pensionen weisen einen höheren Anteil an Betrieben die Holz zur Wärmeerzeugung einsetzen auf, als Hotels. Anhand der in der Anlagenliste [UBA 2010] aufgeführten Angaben zur erzeugten Wärme aus Holz und den unter dem Abschnitt Gerätestruktur aufgeführten Vollbenutzungsstunden (ca. 1.5000 h/a) ist bei dem überwiegendem Anteil an Hotels (ca. 75 %; Datensätze mit >5.000 kWh/a) sowie Gasthöfen (ca. 85 %; Datensätze mit >5.000 kWh/a) der Einsatz von Holz in Zentralheizungen und nur vereinzelt von einem ausschließlichen Einsatz in Einzelraumfeuerungen auszugehen. Vor dem Hintergrund, dass bei den Pensionen nur drei Datensätze Auskunft zum Einsatz von Holz geben und der Anteil der teilnehmenden Unternehmen nicht repräsentativ ist, können dazu keine vertiefenden Angaben generiert werden.

Aussagen zum Einsatz verschiedener, biogener Festbrennstoffe sind weder in der Datenbank [DEHOGA 2010] enthalten, noch konnte [ADELPHI 2010] Aussagen dazu treffen. Anhaltspunkte liefern die in [UBA 2010] aufgeführten Anlagenbeispiele, wobei nur die Datensätze betrachtet werden, deren ausschließlicher Wärmeabnehmer das Gastgewerbe ist (57 % der Datensätze). Mit 73% der Datensätze werden überwiegend Hackschnitzel und nur in 17 % der Anlagen Pellets eingesetzt. Von den übrigen 10 % haben 7 % keine Angaben zum Brennstoff getätigt und 3 % Stroh als Brennstoff aufgeführt [UBA 2010]. Dieser Datenbankausschnitt spiegelt einerseits die Auswertung einer nicht repräsentativen Stichprobe und andererseits nur Anlagen mit einer Nennwärmeleistung größer 100 kW wider. Dies erklärt möglicherweise den hohen Anteil an Anlagen, die Hackschnitzel einsetzen.

Es kann nach Meinung der Autoren jedoch davon ausgegangen werden, dass im Gastgewerbe eine Vielzahl an Anlagen unterhalb einer Nennwärmeleistung von 100 kW installiert sind, in denen bevorzugt Pellets, ggf. aber auch Stückholz eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird – abweichend von den Ergebnissen aus [UBA 2010] – der Schwerpunkt beim Brennstoffeinsatz bei den Pellets gesehen. Der Einsatz von Hackschnitzeln ist bei den Hotel garnis gegenüber den Hotels sowie Pensionen und Gasthöfen geringer einzuschätzen. Während bei den Hotels der Wärmebedarf und somit die zu installierende Leistung für den Einsatz von Hackschnitzeln sprechen können, ist ggf. die Nähe zum Brennstoff bei Gasthöfen sowie Pensionen als Motiv denkbar.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass der Einsatz von Bioenergie bevorzugt in ländlichen Regionen stattfindet, welches auch durch [ADELPHI 2010] bestätigt wird. Der Auszug von [UBA 2010] bestätigt diesen Trend, zeigt aber auch gleichzeitig Beispiele von drei Beherbergungs-

unternehmen, die im Stadtkern von Städten mit mehr als 200.000 Einwohnern eine Biomassefeue-  
rungsanlage zur Wärmebereitstellung betreiben.

Resultierend aus den vorangestellten Ausführungen sind, die in Abbildung 9-4 dargestellten Anteile  
der biogenen Festbrennstoffe, abzumindern. Als Eingangsgröße für die Hotels und Hotel garnis wird  
ein Anteil von 1,5 % und für die Pensionen sowie Gasthöfen von 3 % angenommen. Beide Werte  
werden mit einer Unsicherheit von 30 % des genannten Wertes belegt.

### **Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung**

Aus der Charakterisierung dieser Branche wird die schlechte Datengrundlage deutlich, welches die  
Interviewteilnehmer bestätigten. Aussagen – ohne jedoch detaillierte Richtwerte u. Ä. zu nennen –  
konnten lediglich zwei der insgesamt sieben Interviewteilnehmer tätigen. Sowohl der Hotelverband  
Deutschland [IHA 2010] als auch [DEHOGA 2010c] konnten keine belastbaren Daten liefern.

Angaben zur Gerätestruktur können zwar der Datenbank [UBA 2010] entnommen werden. Diese  
Daten sind jedoch weder als repräsentativ zu bewerten, noch weisen diese einen Bezug zur Be-  
triebsgröße auf. Im Gegensatz dazu liegen spezifische Kennzahlen des Wärmebedarfs bezogen auf  
die Fläche und Übernachtung vor. Vor dem Hintergrund, dass keine statistische Datengrundlage für  
die Flächen im Beherbergungsgewerbe vorliegen, die Anzahl der Übernachtungen hingegen jährlich  
in der Fachstatistik [StBA 2010g] veröffentlicht werden, ist letztere als Aktivitätsgröße zu wählen.  
Anhand der in Tabelle 9-2 aufgeführten Aktivitätsgröße, den in Tabelle 9-3 dargestellten Energiebe-  
darfsindikatoren sowie der bzgl. des Anteils biogener Festbrennstoffe aufgeführten Diskussion, erge-  
ben sich für Hotels und Hotel garnis die in Tabelle 9-4 zusammengefassten Eingangsdaten für die  
Hochrechnung.

Tabelle 9-4 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Beherbergungsgewerbe

	Größe		Werte	Quellen
	Hotels	A	Anzahl der Übernachtungen	143.953.225
I		Wärmebedarf	61 ± 5 kWh/ÜN	[Hermes 2000], [IER 2007], [Ecotrans/IER 2006]
B		Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	1,5 ± 0,5 % 10 % 87 % 2 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]
	Größe		Werte	Quellen
	Hotel garnis	A	Anzahl der Übernachtungen	43.368.588
I		Wärmebedarf	34 ± 10 kWh/ÜN	[Hermes 2000], [IER 2007], [Ecotrans/IER 2006]
B		Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	1,5 ± 0,5 % 5 % 92 % 2 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]
	Größe		Werte	Quellen
	Gasthöfe	A	Anzahl der Übernachtungen	18.028. 856
I		Wärmebedarf	61 ± 5 kWh/ÜN	[Hermes 2000], [IER 2007], [Ecotrans/IER 2006]
B		Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	3,0 ± 1,0 % 10 % 85 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]
	Größe		Werte	Quellen
	Pensionen	A	Anzahl der Übernachtungen	12.895.147
I		Wärmebedarf	34 ± 10 kWh/ÜN	[Hermes 2000], [IER 2007], [Ecotrans/IER 2006]
B		Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	3,0 ± 1,0 % 10 % 85 % 5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

Für Gasthöfe sowie Pensionen waren weder in der Literatur noch über die Multiplikatoreninterviews spezifische Kennwerte für den Wärmebedarf zu ermitteln. Vor dem Hintergrund, dass Pensionen sowie Hotel garnis – im Gegensatz zu den Hotels und Gasthöfen – keine Restaurants beinhalten und maximal Frühstück anbieten, werden die spezifischen Kennwerte zum Wärmebedarf der Übernachtung entsprechend übernommen.

#### 9.4 Restaurants, Gaststätten, Imbiss, Cafés, Eissalons und Ähnliches

Dieser Gruppe sind definitionsgemäß eine Vielzahl verschiedenster Betriebsformen – Selbstbedienung, Bedienung durch Personal – zum Anbieten von Speisen an Kunden zuzuordnen, die entweder vor Ort die Speisen verzehren, diese mitnehmen oder geliefert bekommen [StBA 2008b]. Nach [StBA 2009e] ist vertiefend eine Unterteilung in speisen- und getränkegeprägte Gastronomie möglich. Die

Mehrzahl der Unternehmen (72 %) als auch der Beschäftigten (78 %) sind der speisengeprägten Gastronomie zuzuordnen.

### Wärmebedarf

Entsprechend der Betriebsformen der Unternehmen, die dieser Gruppe zuzuzählen sind, kann mit einem stark abweichenden spezifischen Wärmebedarf gerechnet werden. Der Wärmebedarf ist bei den Betrieben mit Gastraum zur Bewirtung höher einzuschätzen als bei den Betrieben, bei denen die Speisen bevorzugt mitgenommen bzw. geliefert werden. Darüber hinaus sind die täglichen bzw. jährlichen Öffnungszeiten entscheidend. Dahinter verbirgt sich, dass insbesondere Eissalons häufig im Winter – wenn der Raumwärmbedarf besteht – aufgrund der verringerten Nachfrage geschlossen haben und somit einen vergleichsweise zu ganzjährig geöffneten Gaststätten geringen Wärmebedarf haben, trotz Gastraum zur Bewirtung.

Laut [ECOTRANS/IER 2006] sowie [IER 2007] wird in der Gastronomie für die Zubereitung warmer Speisen 10 kWh Energie benötigt, die – unter Voraussetzung der Verwendung von Gasherden - im Durchschnitt zu 60 % durch Gas und 40 % Strom bereitgestellt wird. Als Energieverbrauchsschwerpunkt wird in allen Literaturangaben, mit unterschiedlichen Anteilen, die Wärme benannt. Nach [Geiger 1999] ist der Anteil der Brennstoffe und Fernwärme mit 71 % zu beziffern, der wiederum zu 80 % für Raumheizung und 20 % für Prozesswärme eingesetzt wird. Ähnliche Größenordnungen sind mit 67 % in [AGES 2010], 71 % in [BMBFJ 2009] sowie 55 % in [KUBESSA 1998] genannt. Angaben zum spezifischen Wärmebedarf sind in verschiedenen Quellen aufgeführt und in Tabelle 9-5 zusammengefasst.

Tabelle 9-5 Spezifischer Wärmebedarf im Gastgewerbe

	Wärmebedarf	Quelle
Mittelwert	290 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010]
Richtwert	315 kWh/m <sup>2</sup>	[KUBESSA 1998]
Minimum	139 kWh/m <sup>2</sup>	[EA NRW 2010b]
Mittelwert	381 kWh/m <sup>2</sup>	
Maximum	647 kWh/m <sup>2</sup>	
Richtwert	100 kWh/m <sup>2</sup>	[ENERGIE CH 2010]
Praxisbeispiel	430 kWh/m <sup>2</sup>	[GEIGER 1999]
Praxisbeispiel	300 kWh/m <sup>2</sup>	
Praxisbeispiel	100 kWh/m <sup>2</sup>	

Die unterschiedlichen Literaturquellen zeigen zum einen eine große Schwankungsbreite der Angaben zum spezifischen Wärmebedarf und zum anderen, dass der Zielwert von 50 kWh/m<sup>2</sup> [BMWFJ 2009] derzeit nicht der Realität entspricht.

### Gerätestruktur

Analog dem Wärmebedarf konnten mit der Literaturrecherche sowie Multiplikatoreninterviews keine Angaben zur Gerätestruktur generiert werden. Hierbei können sowohl Zentralheizungen zur Beheizung großer Restaurants als auch Einzelfeuerstätten, z. B. Kamine im Gastraum, zum Einsatz kommen.

### Biomassenutzung

Die Energiekampagne der DEHOGA [DEHOGA 2010a] wird auch für Gaststätten durchgeführt. Definitionsgemäß ist anzunehmen, dass sich hinter dem Begriff „Gaststätte“ Unternehmen der speisen-

geprägten Gastronomie verbergen. Dass ggf. auch Unternehmen der getränkegeprägten Gastronomie dabei sind, ist jedoch nicht auszuschließen. An der Umfrage nahmen 0,3 % (in Bezug auf speisengeprägte Gastronomie) bzw. 0,2 % (speisen- und getränkegeprägte Gastronomie) der in [StBA 2009e] aufgeführten Unternehmen teil. Somit kann diese Stichprobe nicht als repräsentativ angesehen werden.

Die Auswertung der [DEHOGA 2010] ergab, dass 5,1 % der aufgeführten Unternehmen Wärme aus biogenen Festbrennstoffen in einem Umfang von 5 bis 195.000 kWh/a (im Durchschnitt 50.455 kWh/a) erzeugen. Infolge der nicht repräsentativen Stichprobe ist davon auszugehen, dass in [DEHOGA 2010] die Nutzung biogener Festbrennstoffe überrepräsentiert ist und der Anteil auf 1 % abzuschwächen ist. Aufgrund der unsicheren Datenlage, die zu diesem Ergebnis führte, ist eine Unsicherheit von 50 % anzunehmen, so dass für das Gastgewerbe ein Anteil biogener Festbrennstoffe von  $1,0 \pm 0,5$  % anzunehmen ist.

Analog dem Beherbergungsgewerbe liefert [DEHOGA 2010] keine Angaben zum Einsatz der verschiedenen biogenen Festbrennstoffe. Es ist anzunehmen, dass für den Einsatz von Hackschnitzeln der Wärmebedarf der einzelnen Betriebe zu gering sein wird, so dass der Nutzung von Pellets eine gewisse Bedeutung zugesprochen werden kann. Allerdings ist auch der Einsatz von Scheitholz denkbar, sowohl in kleinen Zentralheizungen als auch in Einzelraumfeuerungen

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Für die Gastronomie liegt nur eine sehr begrenzte Anzahl an verwertbaren Daten vor. Angaben zur Gerätestruktur konnten nicht generiert werden, so dass nur der Weg über die Kombination eines spezifischen Wärmebedarfs mit der entsprechenden Aktivitätsgröße möglich ist. Gemäß Tabelle 9-5 sind, mit Ausnahme des Wertes von [ISI/IfE/GfK 2008], lediglich flächenbezogene Wärmebedarfskennwerte für die Hochrechnung verfügbar. Angaben zur Fläche in der Gastronomie bzw. Anzahl der Sitzplätze – in [NEUFERT 2009] sowie [HEISEL 2005] sind Orientierungswerte für den Raumbedarf im Gastraum (z.B. m<sup>2</sup>/Sitzplatz) sowie Küchen (z.B. m<sup>2</sup>/Gästeplatz) aufgeführt – sind nicht verfügbar.

Als Aktivitätsgröße ist demnach die Anzahl der Beschäftigten zu wählen. Hierfür sprechen einerseits der in [ISI/IfE/GfK 2008] enthaltene Wert und andererseits die Kombination des flächenbezogenen Wärmebedarfes mit der in [Geiger 1999] sowie [ISI/IfE/GfK 2008] aufgeführten mittleren Betriebsfläche je Beschäftigten. Als Ergebnis der Erhebung in [ISI/IfE/GfK 2008] ist für das Gaststättengewerbe ein Wert von 56 m<sup>2</sup>/Beschäftigten und nach [Geiger 1998] 34 m<sup>2</sup>/Beschäftigten für die Speisewirtschaft, Restaurants, Kneipen mit 25 m<sup>2</sup>/Beschäftigten und für Cafes, Eisdielen und Trinkhallen mit 15 m<sup>2</sup>/Beschäftigten anzunehmen. Der Energiebedarfsindikator wird aus dem Produkt des in Tabelle 9-5 aufgeführten flächenspezifischen Wärmebedarfs und dem mittleren Platzbedarf eines Beschäftigten von 25 bis 34 m<sup>2</sup>/Beschäftigten gebildet und ist – zusammen mit der Aktivitätsgröße und dem Anteil biogener Festbrennstoffe – im Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung (Tabelle 9-6) enthalten.

Tabelle 9-6 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Gastronomie

Gastronomie	Größe		Werte	Quellen
	A	Anzahl der Beschäftigten	347.770	[StBA 2010a]
I	Wärmebedarf	12.384 ± 8.881 kWh/Beschäftigten	[Kubessa 1998], [Geiger 1998]. [EANRW 2010b], [BMBFJ 2009] [EnergieCH 2010], [AGES 2010], [ISI/IfE/GfK 2008]	
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	1 ± 0,5 % k.A. % k.A. % k.A. %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]	

### 9.5 Hochrechnungsergebnisse des Gastgewerbes

Die generierten Eingangsdaten aus der Analyse des Gastgewerbes lassen nur eine Hochrechnung unter Verwendung der Methode 2 (Kapitel 4.4) zu. Analog der vorangegangenen Kapitel werden die generierten Ergebnisse zum Brennstoffeinsatz, sowie der Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen sowie aus fossilen und sonstigen regenerativen Energieträgern abgebildet. Dabei wird der Abschnitt I im Wesentlichen in die Beherbergung und die Gastronomie unterteilt.

#### Brennstoffeinsatz

Die als relevant eingestuften Bereiche des Gastgewerbes dieses Sachverständigenvorhabens – den Hotels, Gasthöfen und Pensionen einerseits und den Restaurants, Gaststätten etc. andererseits – wurde ein Einsatz biogener Festbrennstoffe, unter Anwendung der in Kapitel 4.4 beschriebenen Methode, von 1.144 TJ/a ± 631 TJ/a ermittelt. Dabei entfällt mit 81 % ein Großteil auf das Beherbergungsgewerbe. Der Einsatz biogener Festbrennstoffe der zwei Bereiche des Gastgewerbes ist in Abbildung 9-5 gezeigt.

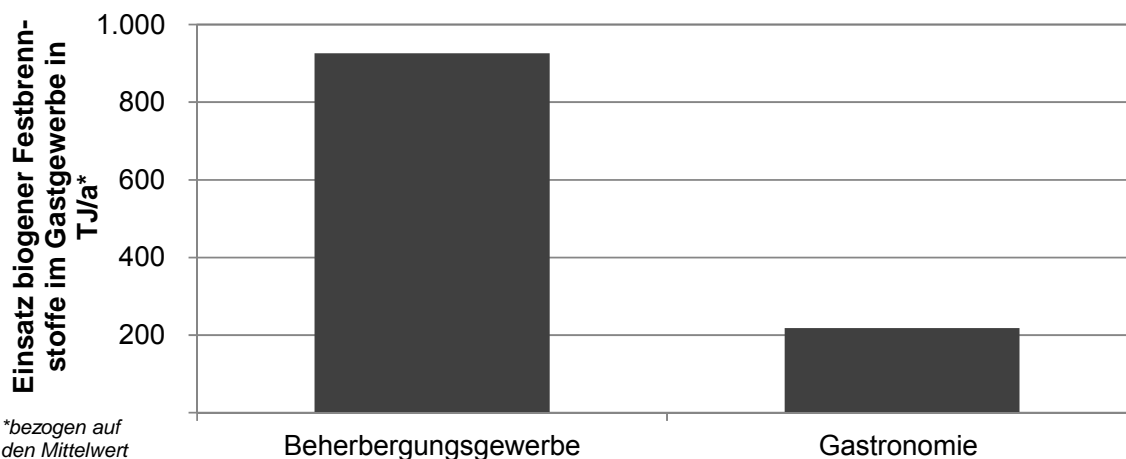


Abbildung 9-5 Einsatz biogener Festbrennstoffe im Abschnitt I (eigene Darstellung)

Ergänzend dazu sind in Tabelle 9-7 die Ergebnisse zum Brennstoffeinsatz inklusive den Schwankungsbreiten für die unterschiedlichen Kategorien der beiden Bereiche zusammengefasst.

Tabelle 9-7 Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoff im Gastgewerbe

Kategorie	Brennstoffeinsatz [TJ/a]
<i>Beherbergungsgewerbe</i>	926,3 ± 419,7
- Hotels	611,6 ± 255,6
- Hotel garnis	101,2 ± 62,6
- Gasthöfe	153,4 ± 64,1
- Pensionen	60,1 ± 37,4
<i>Gastronomie</i>	217,8 ± 210,9

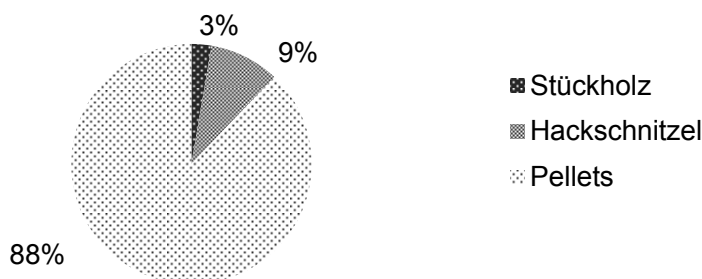
Eine weitere Gliederung der Gastronomie in Restaurants, Imbissstuben etc. ist nicht möglich, da Angaben zu den SV-pflichtigen Beschäftigten ausschließlich auf der Ebene der 4-Steller der WZ zu generieren [StBA 2010a] sind. Dies wäre vor dem Hintergrund der verschiedenen Betriebstypen und damit verbundenem Wärmebedarf wünschenswert. Infolge dessen ist die Angabe des Brennstoffeinsatzes der Gastronomie mit einer Unsicherheit von 97 % des Mittelwertes bedeutend größer als bei dem Beherbergungsgewerbe mit 45 %.

Wie Abbildung 9-5 bereits zeigt, ist das Beherbergungsgewerbe gegenüber der Gastronomie hinsichtlich des Einsatzes biogener Festbrennstoffe der dominierende Bereich des Gastgewerbes. Dies ist nicht nur auf den im Beherbergungsgewerbe marginal höheren mittleren Anteil an biogenen Festbrennstoffen von 1,5 % (Hotels und Hotel garnis) bzw. 3 % (Pensionen, Gasthöfe) im Vergleich zu 1 % der Gastronomie zurückzuführen.

Trotz des doppelt so hohen Anteils an biogenen Festbrennstoffen sind nur 19 % des gesamten Brennstoffeinsatzes den Pensionen und Gasthöfen zuzuschreiben. Zurückzuführen ist dies einerseits auf die vergleichsweise geringe Anzahl der Übernachtungen (14 % des gesamten Beherbergungsgewerbes) und andererseits im Fall der Pensionen auf den gegenüber den Hotels und Gasthöfen geringen spezifischen Wärmebedarf.

Vor dem Hintergrund, dass zum Anteil der verschiedenen Brennstoffe in der Gastronomie keine Angaben generiert werden konnten, umfasst die in Abbildung 9-6 dargestellte Verteilung des Brennstoffeinsatzes ausschließlich das Beherbergungsgewerbe.

Verteilung der biogenen Festbrennstoffe im Beherbegungsgewerbe\*



\*bezogen auf den Mittelwert; Aussagen für Gastronomie liegen nicht vor

Abbildung 9-6 Verteilung der biogenen Festbrennstoffe im Beherbergungsgewerbe (eigene Darstellung)

Deutlich dominierend ist der Einsatz von Pellets in den Biomassefeuerungen mit 88 % bezogen auf den Mittelwert. Diese Angaben sind mit Unsicherheiten von ca. 45 % versehen (88 ± 45 %).



### Wärmeerzeugung

Neben der Berechnung des Brennstoffeinsatzes lässt die angewandte Methode auch die Ermittlung der Wärmeerzeugung – sowohl aus biogenen Festbrennstoffen als auch unter Einsatz der übrigen Energieträger – zu. Die Ergebnisse für die beiden betrachteten Bereiche des Gastgewerbes sind in Abbildung 9-7 aufgeführt.

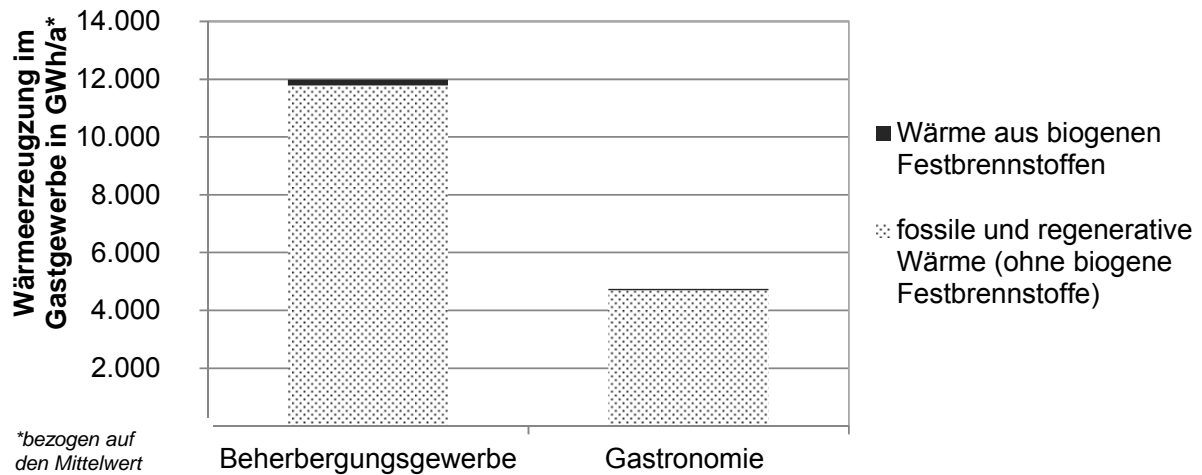


Abbildung 9-7

Wärmeerzeugung im Abschnitt I (eigene Darstellung)

Erwartungsgemäß dominiert das Beherbergungsgewerbe mit 84 % auch bei der gesamten Wärmeerzeugung der betrachteten Bereiche. Die Ergebnisse in Abbildung 9-7 entsprechen nicht der Wärmeerzeugung zur Deckung des Wärmebedarfs im gesamten Gastgewerbe, sondern ausschließlich in den Bereichen, die für den Einsatz biogener Festbrennstoffe als relevant eingestuft wurden. Infolge dessen werden die Bereiche, wie bspw. Ferienunterkünfte aber auch der Ausschank von Getränken, nicht berücksichtigt.

## 10 Abschnitt O – Öffentliche Verwaltung

Nicht zuletzt wegen der Vorbildfunktion wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl an Anlagen zur Bereitstellung von Wärme aus biogenen Festbrennstoffen für Gebäude der Öffentlichen Hand installiert. Mit der Novellierung des EEWärmeG ist der anteilige Einsatz erneuerbarer Energieträger bei der grundlegenden Sanierung öffentlicher Gebäude verpflichtend.

### 10.1 Charakterisierung der Öffentlichen Verwaltung

Der öffentlichen Verwaltung sind nach [StBA 2008b] eine Vielzahl staatlicher Aufgabenbereiche hoheitlicher Natur zuzuordnen, wie bspw. das Erlassen und juristische Auslegen von Gesetzen, Vorschriften, die Verwaltung darauf beruhender Programme sowie die Verteidigung (Militär) etc. (Abbildung 10-1).

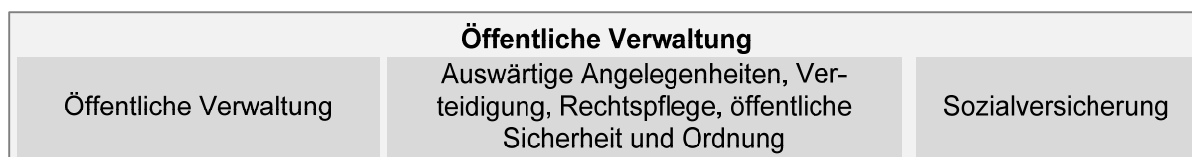


Abbildung 10-1 Gliederung des Abschnittes Öffentliche Verwaltung (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b])

Öffentliche Einrichtungen sind nicht grundlegend dem Abschnitt Öffentliche Verwaltung zuzuordnen, sondern können – in Abhängigkeit des Aufgabenbereiches – bereits in anderen Abschnitten der WZ aufgeführt werden. Zu verdeutlichen ist dies am Beispiel des Bildungswesens. Während die Verwaltung des Bildungssystems (z. B. Aufsicht, Lehrplanerstellung) zum Abschnitt O zählt, ist die Erziehungs- und Unterrichtsdurchführung dem Abschnitt P zuzuordnen [StBA 2008b].

Ergänzend zu dieser Einteilung [StBA 2008b] (Abbildung 10-1) ist eine Gliederung der Öffentlichen Verwaltung in die drei Ebenen Bund, Länder und Kommunen möglich. Nicht alle drei Ebenen umfassen gleichermaßen alle staatlichen Aufgabenbereiche. Beispielsweise ist der Aufgabenbereich der Verteidigung (Militär) ausschließlich der Bundesebene zuzuordnen, wohingegen die Schulbildung ausschließlich Aufgabe der Länder und Kommunen ist [StBA 2009c].

### Volkswirtschaftliche Bedeutung

Die Anzahl der Einrichtungen der Öffentlichen Verwaltung (Abschnitt O) sind aufgrund der fehlenden Angaben im Unternehmensregister [StBA 2010a] oder alternativen Statistiken nicht bekannt. Angaben zum Personal im Öffentlichen Dienst werden hingegen jährlich veröffentlicht. Hinter dem Begriff Personal des Öffentlichen Dienstes verbergen sich neben dem der Öffentlichen Verwaltung auch Bedienstete im Bildungs- und Gesundheitswesen [StBA 2009c]. Folglich ist eine Differenzierung der Angaben in [StBA 2009c] vorzunehmen. Im Detail wurden beim Bildungswesen die Beschäftigten an allgemeinbildenden und weiterführenden Schulen sowie Hochschulen und beim Gesundheitswesen, die der Krankenhäuser und Heilstätten nicht berücksichtigt, da diese im Abschnitt P bzw. Abschnitt Q der WZ gesondert erfasst werden.

Insgesamt sind 2.162.092 Personen – 10 % der Beschäftigten des GHD-Sektors in der Öffentlichen Verwaltung tätig. Eine Differenzierung nach Aufgabenbereich sowie den Ebenen erfolgt in Tabelle 10-1.

Tabelle 10-1 Beschäftigte im Abschnitt der Öffentlichen Verwaltung [StBA 2009c]

		Bund	Länder	Kommunen
Öffentliche Verwaltung	Politische Führung, zentrale Verwaltung	34.059	125.325	225.734
	Finanzverwaltung	42.812	148.100	58.588
	Bildungswesen, Wissenschaft, Forschung, kulturelle Angelegenheiten	347	54.222	117.116
	Soziale Sicherung, soziale Kriegsfolgeaufgaben, Wiedergutmachung	3.530	43.611	-
	Gesundheit, Umwelt, Sport und Erholung	5.351	26.898	-
	Wohnungswesen, Städtebau, Raumordnung, kommunale Gemeinschaftsdienste	-	25.500	279.512
	Ernährung, Landwirtschaft und Forsten	410	22.654	14.651
	Energie- und Wasserwirtschaft, Gewerbe, Dienstleistungen	1.081	9.765	119.008
	Verkehrs- und Nachrichtenwesen	24.289	-	-
Öffentliche Ordnung, Sicherheit	Auswärtige Angelegenheiten	8.448	113	
	Verteidigung	294.893	-	-
	Öffentliche Sicherheit und Ordnung	46.028	281.951	110.131
	Rechtsschutz	4.543	181.239	-
	Sozialversicherung	375.803	128.778	-

Der Großteil der Angestellten (65 %) ist im Aufgabenbereich der Allgemeinen Verwaltung tätig. In Bezug auf die drei Ebenen haben den größten Anteil mit 43 % die Länder, vor den Kommunen (36 %) und dem Bund (21 %).

### Betriebsstruktur

Weder das Unternehmensregister noch alternative Datenquellen liefern Daten zur Betriebsstruktur, so dass diesbezüglich keine Aussagen getroffen werden können.

### Energie- und Wärmebedarf

Nach [Geiger 1998] werden in Verwaltungsgebäuden ca. 69 % des Endenergieverbrauchs für die Bereitstellung der Raumwärme (65 %) und Warmwasser (4 %) aufgewendet. Einen höheren Anteil der Raumwärme und des Warmwassers am Endenergieverbrauch der Raumwärme bei Verwaltungsgebäuden wird mit 75 % in [Kubessa 1998] aufgeführt. Ergänzend dazu sind in [AGES 2010] für die verschiedenen Gebäudetypen der Öffentlichen Verwaltung (Gerichtsgebäude, Verwaltungsgebäude, Polizeiinspektionen etc.) Bedarfswerte aufgezeigt (Abbildung 10-2).

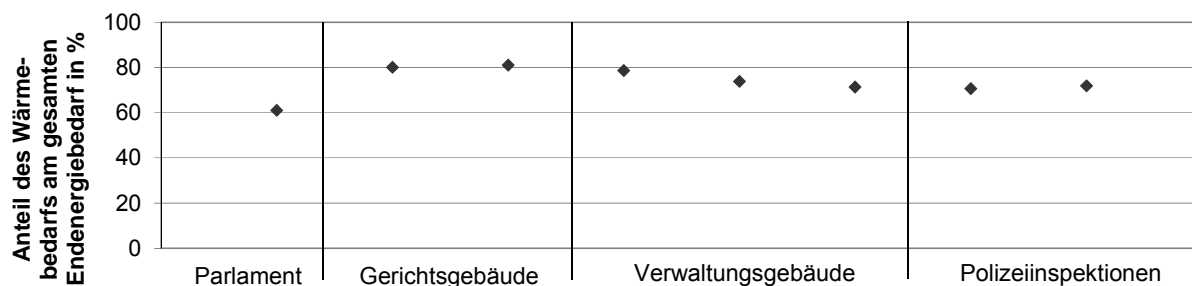


Abbildung 10-2 Bedarfskennwerte typischer Gebäudetypen der Öffentlichen Verwaltung (eigene Darstellung nach [AGES 2010])

Grundlegend zeigen alle Datenquellen, dass der Energieverbrauchsschwerpunkt bei Gebäuden der Öffentlichen Verwaltung mit 60 % bis 80 % bei der Bereitstellung von Wärme liegt.

## 10.2 Ermittlung der relevanten Bereiche der Öffentlichen Verwaltung

Hinsichtlich der Anzahl der Beschäftigten ist mit 21 % der Bundesebene der geringste Anteil zuzuschreiben. Davon sind 57 % den Bediensteten im Bereich der Verteidigung zuzuschreiben. Neben der Anzahl der Beschäftigten verfügt die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) über Angaben zur Liegenschaftsfläche nach Auskunft von [BImA 2010] umfasst das Einheitliche Liegenschaftsmanagement (ELM) zum Jahr 2009 insgesamt 2.897 Liegenschaften mit einer Fläche von 6,3 Mio. m<sup>2</sup>. Somit sind bis zu diesem Zeitpunkt 62 % der gesamten Fläche bereits in das ELM übertragen. Der Wärmebedarf dieser Liegenschaften wird nach Angaben von [BImA 2010] zu 50 % über Gas und 48 % Fernwärme gedeckt. Die übrigen 2 % durch Flüssiggas und Heizöl. Regenerative Energieträger, wie biogene Festbrennstoffe, aber auch Geo- und Solarthermie finden in dieser Zusammenstellung keine Berücksichtigung. Nach Angaben von [UBA 2009] waren bis Ende 2008 lediglich 15 Biomassefeuerungen mit einer installierten Leistung von 24 kW bis 3,1 MW in Bundesliegenschaften bekannt.

Diese Angaben umfasst nicht die ebenso auf Bundesebene angesiedelte Verteidigung. Nach Angaben von [BImA 2010] werden bis 2013 zusätzlich 35 Mio.m<sup>2</sup> an Liegenschaften der Bundeswehr an die BImA übertragen. Nach [UBA 2009] ist im Bereich der Verteidigung der Anteil biogener Energieträger (fest, flüssig und gasförmig) mit weniger als 1 % zu beziffern.

Sowohl durch die Angaben zur Beheizungsstruktur in den Liegenschaften des Bundes sowie durch den im Vergleich zur Ebene der Länder und Kommunen geringen Anteil an Beschäftigten ist die Bundesebene nicht als relevant anzusehen und wird demnach nicht detaillierter betrachtet. Dem hingegen liegen eine Vielzahl an Beispielen zur Nutzung biogener Festbrennstoffe auf Ebene der Länder sowie Kommunen vor, so dass auf diese nachstehend näher eingegangen wird.

## 10.3 Charakterisierung – Ebene der Bundesländer

Als Datengrundlage dienen einerseits die Energieberichte, die von 8 der 16 Bundesländer vorliegen. Andererseits liegt eine Befragung der mit der Verwaltung der Landesliegenschaften betrauten Behörden aller Bundesländer zugrunde. Ziel der Datenerhebung war die Ermittlung der Gebäudeflächen verschiedener Nutzungsarten sowie die Bildung von Kennwerten hinsichtlich des Wärmebedarfs. Die Ergebnisse bezüglich des Anteils der verschiedenen Nutzungsarten in Abhängigkeit der Fläche der

Landesliegenschaften sind am Beispiel von fünf Bundesländern (BW, Hessen (HE), NRW, Schleswig-Holstein (SH), SN und Rheinland-Pfalz (RP)) in Abbildung 10-3 dargestellt.

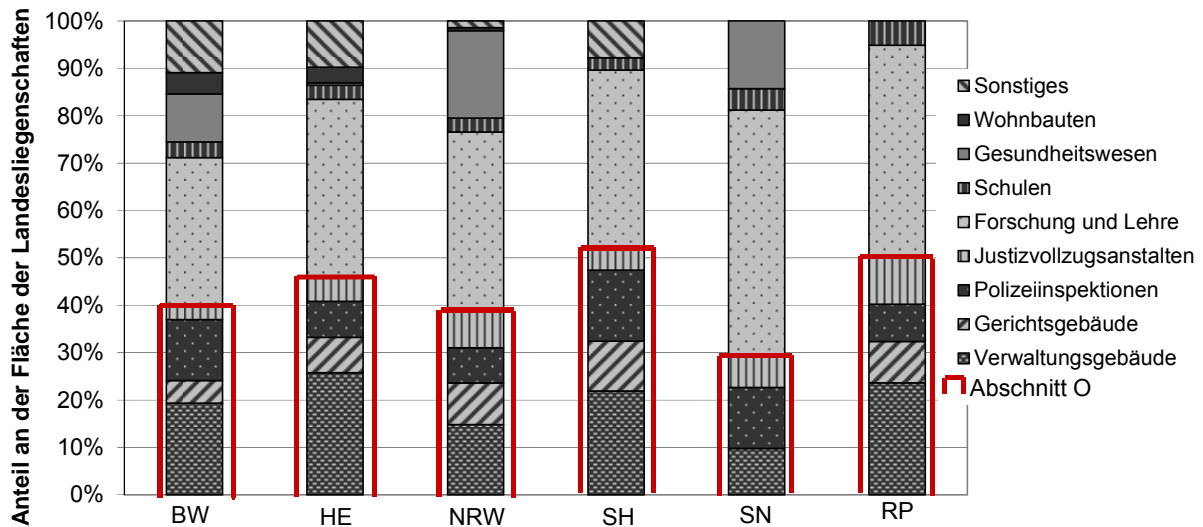


Abbildung 10-3 Verteilung der unterschiedlichen Nutzungen bei den Landesliegenschaften (eigene Darstellung nach [FM BW 2009], [GMSH 2010], [HMUELV 2009], [LBB 2011], [MBV 2005], [SIB 2011], [SILB 2010])

Im Durchschnitt beträgt der Anteil der Liegenschaften der Öffentlichen Verwaltung an der gesamten Gebäudefläche der Landesliegenschaften 43 % (29 % bis 52 %). Einen wesentlich größeren Anteil haben die Gebäude anderer Branchen – vor allem Bildung und Gesundheit – sowie vereinzelt anderer Sektoren (Wohnbauten).

Nicht alle Bundesländer haben Angaben zur Gebäudefläche der Öffentlichen Verwaltung bereitgestellt. Aus der Kombination der Angaben in Energieberichten und der Befragung der Behörden (Abbildung 10-3) zur Gebäudefläche mit den Angaben zu den Beschäftigten in [StBA 2009c] kann als Kennwert der Platzbedarf je Beschäftigten [m<sup>2</sup>/BS] ermittelt werden. Eine Auflistung der Beispielswerte aus sechs verschiedenen Bundesländern für vier Nutzungsarten – Verwaltung, Gerichte, Polizei und Justizvollzugsanstalten (JVA) – der Öffentlichen Verwaltung erfolgt in Abbildung 10-4.

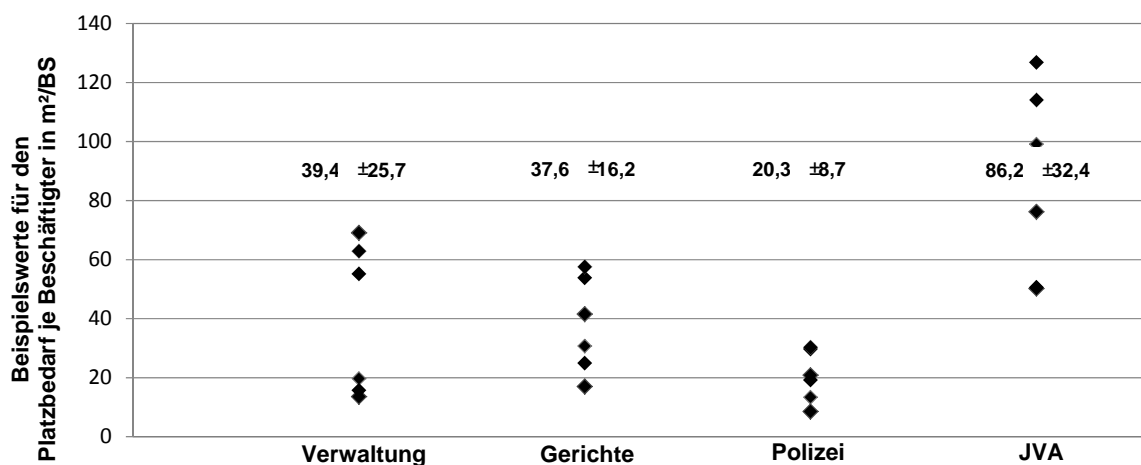


Abbildung 10-4 Platzbedarf je Beschäftigter in der Öffentlichen Verwaltung (eigene Darstellung nach [FM BW 2009a], [GMSH 2010], [HMUELV 2009], [LBB 2011], [MBV 2005], [SIB 2011], [SILB 2010])

Ergänzend dazu sind in [Geiger 1998] Angaben zum durchschnittlichen Platzbedarf eines Beschäftigten aufgeführt, für Gebietskörperschaften mit 28 m<sup>2</sup>/BS, Arbeitsförderung mit 22 m<sup>2</sup>/Beschäftigten und Sozialversicherungen mit 13 m<sup>2</sup>/Beschäftigten. Ein Vergleich der Werte zeigt, dass zwar der Wert für Gebietskörperschaften von [Geiger 1998] deutlich unter dem Mittelwert der Verwaltungsgebäude der Beispiele in Abbildung 10-4 liegt, drei der sechs Beispiele jedoch einen Kennwert deutlich unter dem Wert von [Geiger 1998] ausgeben.

### Wärmebedarf

Angaben zum spezifischen Wärmebedarf der Gebäudetypen der Öffentlichen Verwaltung sind in Tabelle 10-2 zusammengefasst.

Tabelle 10-2 Spezifischer Wärmebedarf von Landesliegenschaften

	Wärmebedarf	Quelle
Parlaments-, Gerichts- und Verwaltungsgebäude		
- Richtwert	75 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
- Mittelwert	105 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
- Mittelwert - Parlamentsgebäude	98 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010]
- Mittelwert – Gericht	91, 78 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010]
- Mittelwert - Verwaltungsgebäude	103, 90, 87 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010]
- Mittelwert - Verwaltungsgebäude	72, 127 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010]
- Sollwert - Verwaltungsgebäude	72 kWh/m <sup>2</sup>	[Muhmann 2009]
- Grenzwert - Verwaltungsgebäude	128 kWh/m <sup>2</sup>	[Muhmann 2009]
- Praxisbeispiel	91 kWh/m <sup>2</sup>	[HMUELV 2009]
- Praxisbeispiel	72 - 114 kWh/m <sup>2</sup>	[MBV 2005]
Polizeiinspektionen		
- Richtwert	85 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
- Mittelwert	130 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
- Mittelwert	96 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010]
- Mittelwert	102 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010]
- Mittelwert	83 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010]
- Praxisbeispiel	107 kWh/m <sup>2</sup>	[HMUELV 2009]
- Praxisbeispiel	114, 120, 167 kWh/m <sup>2</sup>	[MBV 2005]
Justizvollzugsanstalten		
- Praxisbeispiel	177 kWh/m <sup>2</sup>	[HMUELV 2009]
- Praxisbeispiel	167 kWh/m <sup>2</sup>	[MBV 2005]

Mit Ausnahme eines Wertes (167 kWh/ m<sup>2</sup> [MBV 2005]) liegen die in der Literatur generierten Werte innerhalb der Richt- und Mittelwerte, die in [VDI 1998] enthalten sind.

### Gerätestruktur

Angaben zur installierten Leistung in Gebäuden der Öffentlichen Verwaltung sind für einzelne Beispielanlagen verfügbar. In vier Bundesländer werden insgesamt 55 Beispielanlagen für Biomassekessel in Forstämtern aufgeführt. Die installierte Leistung dieser Anlagen umfasst den Bereich 15 bis 250 kW [MUFV 2009], [HMUELV 2009], [Hessen-Forst 2011], [SMUL 2006]. Eine deutliche Dominanz der Anlagen im Leistungsbereich <100 KW bestätigen die Angaben zur durchschnittlich installierten Leistung von 35 kW [SMUL 2006], 46 kW [Hessen-Forst 2011] und 44 kW [Fm BW 2009b] in den drei Bundesländern.

Ergänzend dazu werden als Beispiele für Biomassefeuerungen Justizvollzugsanstalten (800 kW) und Dienstleistungszentren (920 kW), Straßenmeistereien (120 kW) sowie Bildungseinrichtungen benannt [MUFV 2009], [SMUL 2006], [STMI 2008]. Letztere sind jedoch dem Bildungswesen und nicht dem Abschnitt der Öffentlichen Verwaltung zuzuordnen.

### Biomassepotenzial

Für einige Bundesländer können Aussagen zum Einsatz von Biomasse in Landesliegenschaften getätigt werden. In Rheinland-Pfalz [MUFV 2009], dem Bundesland mit dem höchsten Anteil an Waldfläche an der gesamten Landkreisfläche, werden im Energiebericht 14 Einrichtungen benannt, die biogene Festbrennstoffe einsetzen. Elf der Einrichtungen sind der Öffentlichen Verwaltung zuzurechnen, darunter 10 Forstämter und eine Justizvollzugsanstalt. Als Brennstoffe werden in der Justizvollzugsanstalt und 2 Forstämtern Hackschnitzel, in einem Scheitholz und in den übrigen Forstämtern Pellets eingesetzt. Dies zeigt, dass nicht zwingend ein Zusammenhang zwischen der Nähe zum Brennstoff (Forst) und dem Einsatz von biogenen Festbrennstoffen besteht, da Pellets i. d. R. keinen regionalen Bezug aufweisen.

Rückschlüsse auf andere Bundesländer wären aufgrund der unterschiedlichen politischen Bestrebungen sowie der abweichenden Nähe zum Brennstoff (Regionen mit einem hohen bzw. geringen Anteil an Wald) nicht möglich. Angaben zum Anteil regenerativer Energieträger bzw. Biomasse sind in 8 der 16 Bundesländer vorhanden und in Abbildung 10-5 dargestellt.

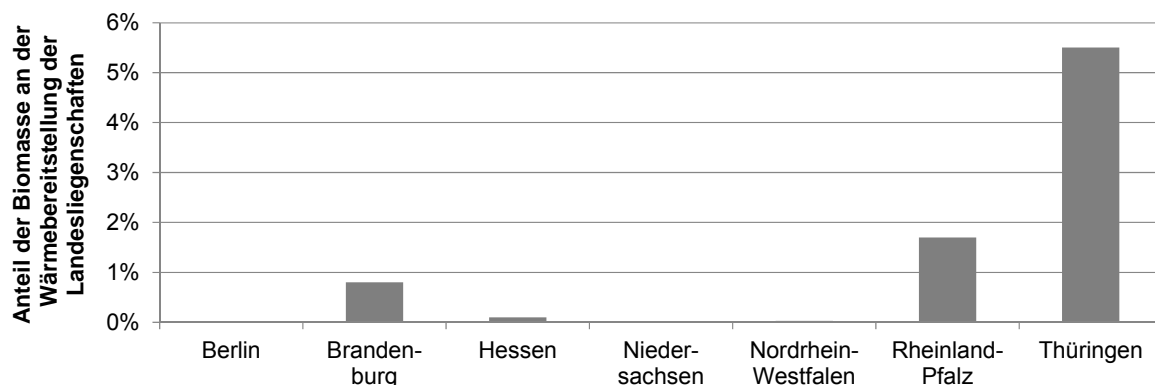


Abbildung 10-5 Anteil regenerativer Energieträger bzw. Biomasse in den Bundesländern (eigene Darstellung basierend auf [MBV 2005], [MUFV 2009], [MI BB 2006], [HMUELV 2009], [SILB 2010], [THUELIMA 2006], [OFD 2010a])

Thüringen weist den mit Abstand größten Anteil an Biomasse bei der Versorgung von Landesliegenschaften mit Heizenergie auf. Baden-Württemberg und Bayern hingegen weisen lediglich den Anteil regenerativer Energien an der Wärmeversorgung aus und beziffern diesen mit 0,6 % [STMI 2008] bzw. <1 % [FM BW 2010]. Darüber hinaus sind in [FM BW 2009b] die Biomassefeuerungen der Landesliegenschaften in Baden-Württemberg aufgeführt. Sieben der zehn aufgeführten Anlagen sind der Öffentlichen Verwaltung zuzuordnen – darunter 4 Forstämter, 2 Justizvollzugsanstalten sowie 1 Untersuchungsamt. Bei den anderen Bundesländern ist keine Zuordnung zu den verschiedenen Nutzungen bei den Landesliegenschaften möglich. Indem in [MBV 2005] und [SIB 2008] Biomassefeuerungen aufgeführt werden, die entsprechend der WZ dem Bildungswesen (Kapitel 11) zuzurechnen sind und in [MI BB 2005] ein Anteil von 85 % der Landesliegenschaften Wohngebäude sind, ist nicht davon auszugehen, dass die dargestellten Angaben zum Einsatz biogener Festbrennstoffe in Landesliegenschaften dem Anteil in der Öffentlichen Verwaltung entspricht.

Des Weiteren gab [SILB 2010] an, dass in keiner der vom Sondervermögen des Landes Berlin (SILB) verwalteten Landesliegenschaften biogene Festbrennstoffe zur Wärmegewinnung eingesetzt werden. Selbiges bestätigte [OFD NI 2010a] mit dem Zusatz, dass in Niedersachsen derzeit zwei Projekte angedacht sind. Eine Realisierung dieser ist jedoch nur dann möglich, wenn die Biomassefeuerung einen ökonomischen Vorteil gegenüber der fossilen Heizanlage aufweist [OFD NI 2010a].

Grundlegend zeigen diese Beispiele, dass von den Gebäuden, die der Öffentlichen Verwaltung zuzurechnen sind, insbesondere Justizvollzugsanstalten ([FM BW 2009b], [SIB 2008], [MUFV 2009]) und Forstämter ([FM BW 2009b], [SIB 2008], [MUFV 2009], [HMUELV 2009], [MdF SL 2010]) biogene Festbrennstoffe einsetzen. Eine Auswertung, welche Brennstoffe eingesetzt werden, sind nur basierend auf den Angaben von drei Bundesländern möglich [Hessen-Forst 2011], [FM BW 2009b], [MUFV 2009]. Demnach werden in 78 % der 27 Forstämter Pellets, nur in 19 % Hackschnitzel und in einer Anlage Scheitholz eingesetzt. Die Präferenz von Holzpellets beruht nach Angaben von [Hessen-Forst 2011] auf der geringen Nennwärmeleistung der Biomassefeuerungen. Ergänzend dazu werden in den Anlagen der Justizvollzugsanstalten – sofern bekannt – Hackschnitzel eingesetzt.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Auf der Ebene der Bundesländer ist eine Hochrechnung grundlegend denkbar. Als Aktivitätsgröße ist dabei die Anzahl der Beschäftigten der Öffentlichen Verwaltung auf Landesebene zu wählen. Der dazugehörige Energiebedarfsindikator ist aus einer Kombination des flächenspezifischen Wärmebedarfes (Tabelle 10-2) und dem Platzbedarf je Beschäftigten (Abbildung 10-4) zu bilden. Die in Abbildung 10-4 aufgeführten Mittelwerte inklusive Standardabweichungen gehen in die Berechnung der in Tabelle 10-3 dargestellten Energiebedarfsindikatoren mit ein.

Im Zuge der Analyse dieser Branche wurden die Bereiche der Öffentlichen Verwaltung auf Ebene der Bundesländer sichtbar, die biogene Festbrennstoffe einsetzen. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um Justizvollzugsanstalten und Forstämter.

Bei den Justizvollzugsanstalten ergibt sich der Energiebedarfsindikator aus der Kombination des flächenspezifischen Wärmebedarfs einerseits und dem Platzbedarf je Beschäftigten andererseits. Der Einsatz biogener Festbrennstoffen ist in 2,4 % der Anlagen bekannt. In Hinblick darauf, dass nicht alle Anlagen bekannt sind wird ein Anteil biogener Festbrennstoffe von 3 % mit einer Unsicherheit von 20 % angenommen. Die verfügbaren Praxisbeispiele zeigen zwar ausschließlich den Einsatz von Hackschnitzeln auf, der Einsatz von Pellets ist prinzipiell nicht auszuschließen, welcher mit einem Anteil von 5 % am Brennstoffeinsatz berücksichtigt wird. Die Eingangsdaten zur Hochrechnung der Justizvollzugsanstalten sind in Tabelle 10-3 zusammengefasst.



Tabelle 10-3 Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung – Öffentliche Verwaltung, Landesebene

Justizvollzugsanstalten (JVA)	Größe		Werte	Quellen
	A	Anzahl der Beschäftigten		38.912
I	Wärmebedarf		14.826 ± 6.457 kWh/Beschäftigten	[HMUELV 2009], [GMSH 2010], [SILB 2010], [FM BW 2009a], [LBB 2011], [SIB 2011], [MBV 2005]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon		3 ± 0,5 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]
	- Hackschnitzel		95 %	
	- Pellets		5 %	
	- Stückholz		0 %	

Innerhalb der Öffentlichen Verwaltung auf Länderebene wurden ausschließlich Forstämter als Beispiele aufgeführt. Denen ist – mit einem Anteil an der Gebäudefläche der Öffentlichen Verwaltung von 1 % [MBV] bzw. 3 % [LBB 2010] – nur eine geringe Bedeutung zuzuschreiben. Darüber hinaus ist der Anteil biogener Festbrennstoffe der Forstverwaltung nicht verifizierbar, so dass dieser Bereich der Öffentlichen Verwaltung nicht hochgerechnet wird.

### 10.4 Charakterisierung – Ebene der Landkreise bzw. kreisfreien Städte

Die kommunale Ebene umfasst sowohl kreisfreie Städte sowie Flächenlandkreise, denen eine Vielzahl der staatlichen Aufgabenbereiche übertragen wurde. Zur Datenerhebung erfolgte eine Auswertung der verfügbaren Energieberichte – 17 % bei den 300 Flächenlandkreisen sowie 33 % der 114 kreisfreien Städte.

Analog der Ebene der Bundesländer (Kapitel 10.3) umfassen die kommunalen Liegenschaften nicht nur Gebäude der Öffentlichen Verwaltung, sondern auch Schulen sowie Kindergärten, die jedoch dem Abschnitt P (Kapitel 11) zuzuordnen sind. Angaben zur Verteilung des Wärmeverbrauches auf die verschiedenen Nutzungsarten können 22 Energieberichten (24 % der Energieberichte) entnommen werden. Eine Übersicht dazu gibt Abbildung 10-6.

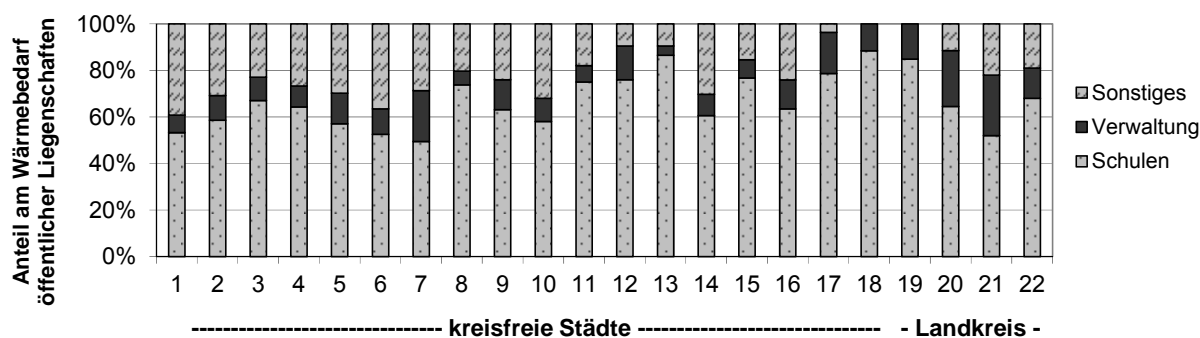


Abbildung 10-6 Anwendungsorientierte Verteilung des Wärmebedarfs bei kommunalen Liegenschaften (eigene Darstellung basierend auf [Aachen 2004], [Birkenfeld], [Bonn 2009], [Coburg], [Dessau-Roßlau 2009] [Dortmund 2009], [Erlangen 2004], [Göttingen 2008], [Heidelberg 2009], [Heilbronn 2008], [Karlsruhe 2006], [Kaiserslautern 2005], [Kassel 2009], [KEA BW 2009], [Kempten 2008], [Köln], [Leverkusen 2009], [Magdeburg 2009], [Mainz 2007], [Ostholstein], [Warendorf 2008])

Analog der Landesebene ist in Abbildung 10-6 zu erkennen, dass auch auf Kreisebene ein Großteil des Wärmebedarfes für Schulen – im Durchschnitt 67 % – verwendet wird. Einen vergleichsweise

geringen Anteil haben die Gebäude, die dem Abschnitt Öffentliche Verwaltung zuzurechnen sind. Im Durchschnitt der in Abbildung 10-6 aufgeführten Beispiele beträgt dieser 13 % mit einem Minimum von 4 % und Maximum von 26 %.

Basierend auf den Angaben in den Energieberichten sind sowohl Aktivitätsgröße als auch der Energiebedarfsindikator zu bestimmen. Analog der Landesebene liegt die Gebäudefläche kommunaler Liegenschaften, die der Öffentlichen Verwaltung zuzuordnen sind, nicht vor. Folglich ist diese über einen spezifischen Kennwert hochzurechnen. Die auf kommunaler Ebene Beschäftigten sind zwar in [StBA 2009c] aufgeführt, jedoch auf Ebene der Bundesländer aggregiert. Somit sind infolge der Datenlage abweichend zu der Landesebene (Kapitel 10.3) die Einwohner als einzig verfügbare Bezugsgröße zu wählen.

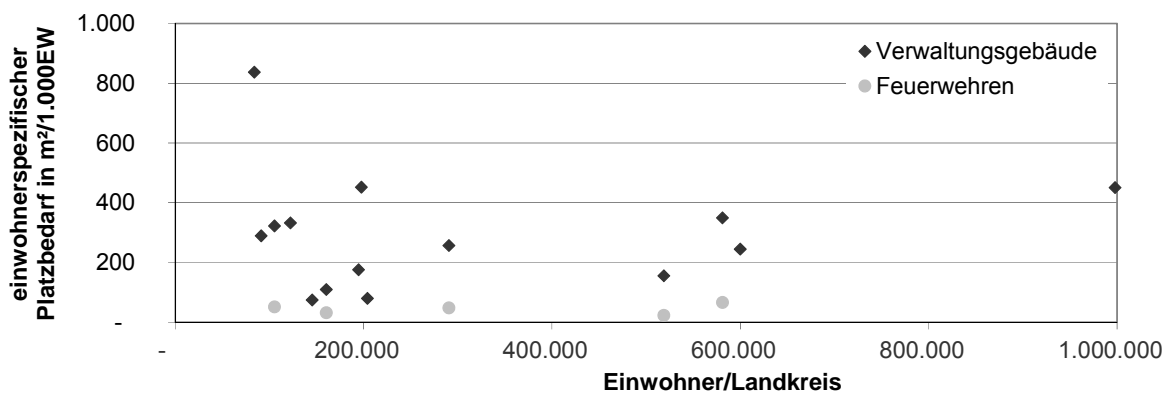


Abbildung 10-7 Einwohnerspezifischer Platzbedarf an Verwaltungsgebäuden und Feuerwehren (eigene Darstellung basierend auf [Birkenfeld], [Erlangen 2004], [Heidelberg 2009], [Heilbronn 2008], [Karlsruhe 2006], [Kassel 2009], [KEA BW 2009], [Köln], [Leverkusen 2009], [Mainz 2007], [Ostholstein], [Stuttgart 2005])

Mit Ausnahme von 839 m²/1.000EW, liegen die Werte der Verwaltungsgebäude in einem Bereich von  $245 \pm 131$  m²/EW. Der einwohnerspezifische Platzbedarf ist bei den Feuerwachen bedeutend geringer und beträgt  $44 \pm 17$  m²/1.000EW. Angaben zu Polizeiwachen liegen in den Energieberichten nicht vor.

### Wärmebedarf

Kennwerte zum spezifischen Wärmebedarf von Verwaltungsgebäuden etc. sind nicht nur in den Energieberichten, sondern auch in anderen Quellen zu finden und in Tabelle 10-4 aufgeführt.

Tabelle 10-4 Spezifischer Wärmebedarf von kommunalen Liegenschaften

	Wärmebedarf	Quelle
Rathaus		
- Richtwert	50 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
- Praxisbeispiel	145 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
- Praxisbeispiel	125 kWh/m <sup>2</sup>	[Heidelberg 2009]
- Praxisbeispiel	122, 203 kWh/m <sup>2</sup>	[Ravensburg 2009]
Ämtergebäude		
- Richtwert	20 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
- Mittelwert	125 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
- Praxisbeispiel	75, 106, 125 kWh/m <sup>2</sup>	[Ravensburg 2009]
- Praxisbeispiel	126, 165 kWh/m <sup>2</sup>	[Ravensburg 2009]
- Praxisbeispiel	60, 92 kWh/m <sup>2</sup>	[Zollernalbkreis 2009]
- Praxisbeispiel	133, 145 kWh/m <sup>2</sup>	[Zollernalbkreis 2009]
- Praxisbeispiel	102 kWh/m <sup>2</sup>	[Heidelberg 2009]
Verwaltungsgebäude		
- Praxisbeispiel	122 kWh/m <sup>2</sup>	[MI BB 206]
- Praxisbeispiel	100 kWh/m <sup>2</sup>	[Gütersloh 2009]
- Praxisbeispiel	73, 121, 171 kWh/m <sup>2</sup>	[K&L 2009]
- Praxisbeispiel	127 kWh/m <sup>2</sup>	[Stuttgart 2005]

Mittels [VDI 1998] und einer Vielzahl an Energieberichten konnte eine Reihe an Kennwerten des flächenspezifischen Wärmebedarfs ermittelt werden. Im Durchschnitt liegen die Ämtergebäude, ohne den in den Praxisbeispielen nicht erreichten Richtwert von 20 kWh/m<sup>2</sup>, sowie Verwaltungsgebäuden mit 114 kWh/m<sup>2</sup> bzw. 119 kWh/m<sup>2</sup> nah beieinander. Auch der in der [VDI 1998] aufgeführte Richtwert für Rathäuser wird in den 4 Praxisbeispielen um das 2,5- bis 4fache überstiegen. Diese Schwankungen zeigen einen deutlichen Unterschied der Gebäude hinsichtlich der Wärmedämmungsstandards etc., bspw. beeinflusst durch Bauweise und Gebäudealter.

### Gerätestruktur

Weder anhand der Energieberichte noch den Multiplikatoreninterviews (z.B. [DStGB 2010a], [DStGB 2010b], [EAD 2010]) konnten Erkenntnisse zu der Gerätestruktur gewonnen werden. Lediglich der Anlagenliste des UBA [UBA 2010] können diesbezüglich Daten entnommen werden, wobei an dieser Stelle nicht klar ist, ob es sich um Verwaltungseinrichtungen auf Ebene des Bundes, der Bundesländer oder Landkreise bzw. Kommunen handelt. Insgesamt 36 Datensätze an Biomasseheizwerken, die ausschließlich Verwaltungsgebäude beheizen, sind in der Anlagenliste enthalten. Die installierte Leistung reicht von 100 kW (der unteren Abschneidegrenze) bis hin zu 800 kW, wobei der Mittelwert bei ca. 250 kW liegt [UBA 2010].

Repräsentativ sind diese Angaben aufgrund der Anzahl und der unteren Abschneidegrenze nicht. Die Auswertung des [Biomasseatlas 2010] weist darauf hin, dass knapp 200 Biomasseanlagen für öffentliche Einrichtungen mit einer Leistung <100 kW gefördert wurden. Auch an dieser Stelle wird eine Abgrenzung der drei Ebenen nicht vorgenommen und es ist nicht auszuschließen, dass bspw. Einrichtungen der Branche Bildung und Erziehung sich dahinter verbergen.

### Biomassenutzung

Auf Basis der vorliegenden Energieberichte können für 4 % der Landkreise und 8 % der kreisfreien Städte Angaben zum Anteil biogener Festbrennstoffe am Wärmeverbrauch in den Landkreisen bzw. kreisfreien Städten generiert werden (Abbildung 10-8).

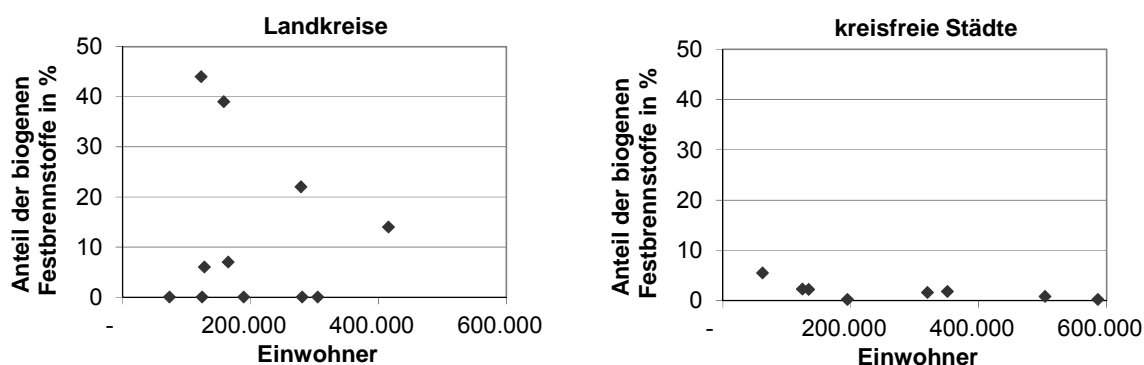


Abbildung 10-8 Anteil der biogenen Festbrennstoffe am Wärmeverbrauch der Landkreise bzw. kreisfreien Städten (eigene Darstellung basierend auf [Ahrweiler 2008], [Bonn 2009], [Calw 2010], [Düsseldorf 2010], [Ingolstadt], [Kassel 2009], [Kempten 2008], [Nürnberg 2010], [Regensburg 2010], [Stuttgart 2005], [Wuppertal])

Die Auswertung der verfügbaren Energieberichte zeigt, dass der Anteil der zur Wärmeerzeugung eingesetzten biogene Festbrennstoffe bei den Landkreisen mit bis zu 44 % deutlich höher ist als bei den kreisfreien Städten (maximal 5,5 %). Explizite Angaben, welche Nutzungsarten der öffentlichen Gebäude Biomasse einsetzen, konnten nicht generiert werden. Entsprechend der in Abbildung 10-6 aufgeführten Nutzungsart von Liegenschaften auf Kreisebene ist eine deutliche Dominanz der Schulen, die dem Abschnitt P – Erziehung und Unterricht zuzurechnen sind, zu verzeichnen. Neben einzelnen Gebäuden der Öffentlichen Verwaltung (z.B. in [Regensburg]) werden vermehrt auch Schulen als Beispiele für Holzheizungen aufgeführt ([Bonn 2009], [Kempten 2008], [Warendorf 2008]). Folglich ist davon auszugehen, dass der in den Energieberichten der Landkreise aufgeführte Biomasseinsatz häufig auch auf den Einsatz in Schulen zurückzuführen und demnach nicht diesem Abschnitt zuzurechnen ist. Detailliertere Aussagen sind an dieser Stelle aufgrund der fehlenden Informationen nicht möglich.

Basierend auf einer Reihe von Interviews z. B. bei dem Deutschen Städte- und Gemeindebund e.V. (DStGB) [DStGB 2010a], [DStGB 2010b] der Kommunalen Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt) [KGSt 2010], dem Bundesverband der Energie- und Klimaschutzagenturen (eaD) e.V. [eaD 2010] und einigen Energieagenturen auf Landesebene (Sachsen, Berlin, Mecklenburg-Vorpommern sowie Nordrhein-Westfalen) [BEA 2010], [SAENA 2010], [EA NRW 2010c], [EA NRW 2010d], [EA MW 2010] konnten ebenso keine Angaben zu der Anzahl von Gebäuden bzw. Flächen generiert werden.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Resultierend aus den aufgeführten, generierten Daten – und der Tatsache, dass weder verwertbare Aktivitätsgrößen noch geeignete Indikatoren zur Verfügung stehen – kann dieser Bereich der Öffentlichen Verwaltung in die Hochrechnung nicht mit einfließen. Grundsätzlich ist eine Relevanz durch die Vielzahl an Gebäuden mit einem entsprechenden Wärmebedarf gegeben und von bestehenden Biomassefeuerungen in dieser Branche ist auch auszugehen, eine Quantifizierung ist im Rahmen dieses Vorhabens anhand des verfügbaren Zahlenmaterials jedoch nicht möglich.

## 10.5 Hochrechnungsergebnisse der Öffentlichen Verwaltung

Mit Ausnahme der Justizvollzugsanstalten war eine Hochrechnung der Öffentlichen Verwaltung aufgrund der schlechten Datenlage nicht möglich. Darüber hinaus wurden, infolge der vertiefenden Analyse, Bereiche dieser Branche als nicht relevant eingeschätzt.

### Brennstoffeinsatz

Demnach kann ausschließlich der Brennstoffeinsatz in Justizvollzugsanstalten unter Verwendung der in Kapitel 4.4 beschriebenen Methode hochgerechnet werden. Ergänzend dazu wurde durch [UBA 2009] der Einsatz biogener Festbrennstoffe im Militär zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10-5 zusammengefasst.

Tabelle 10-5 Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoffe in Öffentlichen Verwaltung

Kategorien	Brennstoffeinsatz [TJ/a]
Verteidigung	1,8 ± k.A.
Öffentliche Sicherheit und Ordnung - Justizvollzugsanstalten	80,6 ± 50,8 80,6 ± 50,8

Anhand Tabelle 10-5 wird deutlich, dass der Einsatz biogener Festbrennstoffe im Bereich der Verteidigung – auch gegenüber dem der Justizvollzugsanstalten – sehr gering ist. Der Brennstoffeinsatz der Verteidigung wird nicht hochgerechnet, sondern beruht auf Angaben von [UBA 2009].

Angaben zum Einsatz der verschiedenen biogenen Festbrennstoffe werden im Rahmen von [UBA 2009] getätigt und können basierend auf der Analyse für die Justizvollzugsanstalten abgeschätzt werden (Abbildung 10-9).

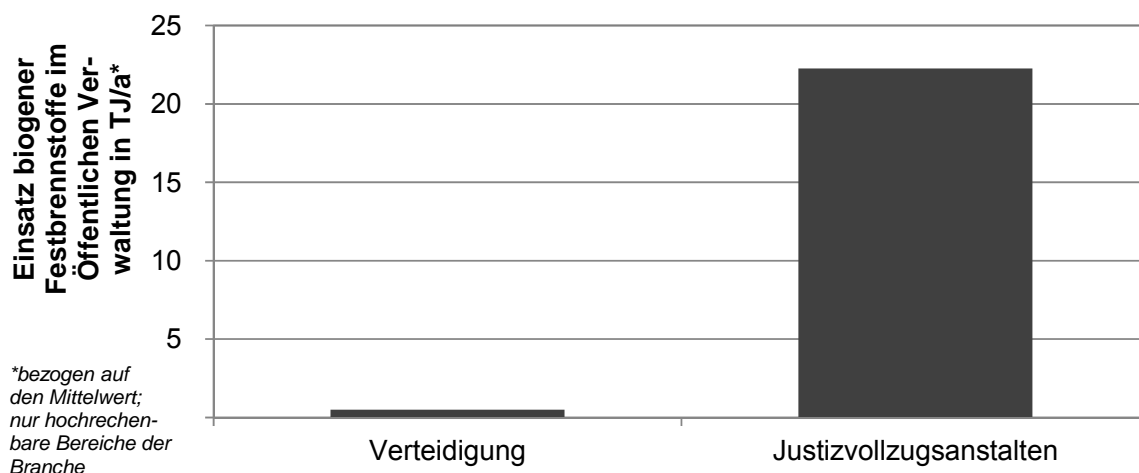


Abbildung 10-9 Einsatz biogener Festbrennstoffe in Öffentlichen Verwaltung (eigene Darstellung)

Der Festbrennstoffeinsatz in den beiden in Abbildung 10-9 aufgeführten Bereichen der Öffentlichen Verwaltung ist im Wesentlichen auf den Einsatz von Hackschnitzeln (95 %) zurückzuführen. Da von einem Einsatz an Scheitholz nicht auszugehen ist, sind die restlichen 5 % dem Einsatz von Pellets zuzuschreiben.

### Wärmeerzeugung

Neben der Berechnung des Brennstoffeinsatzes lässt die angewandte Methode auch die Ermittlung der Wärmeerzeugung – sowohl aus biogenen Festbrennstoffen als auch unter Einsatz der übrigen Energieträger – zu. Letztere ist für die Verteidigung aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht möglich. Die Ergebnisse sind in Abbildung 10-10 aufgeführt.

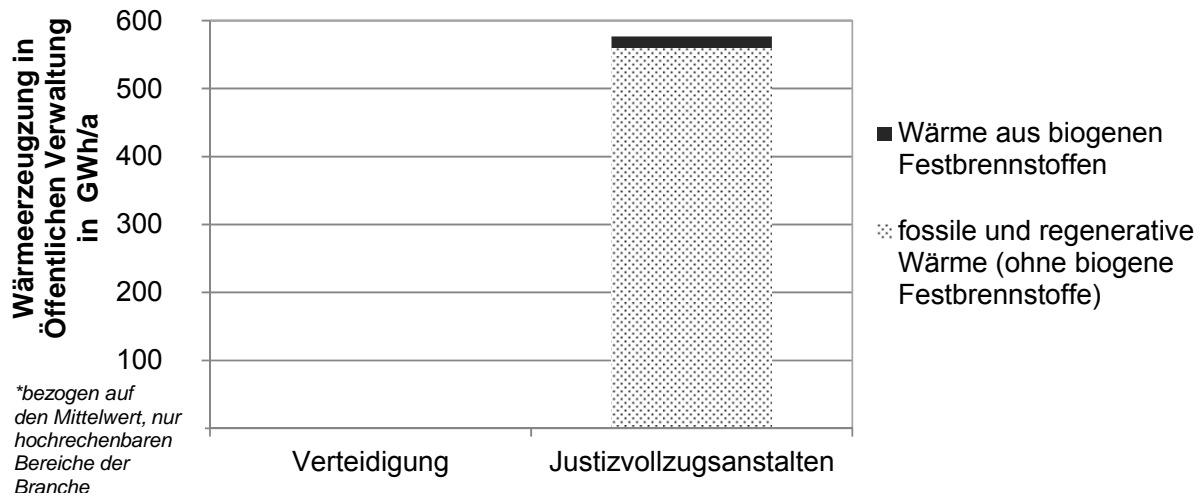


Abbildung 10-10 Wärmeerzeugung im Abschnitt O (eigene Darstellung)

Die vergleichsweise geringe Wärmeerzeugung von 0,4 GWh/a/a der Verteidigung ist in diesem Maßstab nicht darstellbar. Mit der Angabe, dass die regenerative Wärme im Militär (inkl. Fernwärme aus regenerativen Quellen, die in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt wurde) unter 1 % liegt, ist von einem Wärmebedarf von mindestens 400 GWh/a/ auszugehen.

## 11 Abschnitt P – Erziehung/ Unterricht

Ähnlich dem Abschnitt Öffentliche Verwaltung sind Einrichtungen der Erziehung und Unterricht vornehmlich Gebäude der öffentlichen Hand. Vor dem Hintergrund der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand und entsprechender Förderprogramme (z. B. Wärme in Schulen im Rahmen des MAP) kann von einer Relevanz dieser Branche für dieses Vorhaben ausgegangen werden.

### 11.1 Charakterisierung der Branche Erziehung/ Unterricht

In Anlehnung an das Unternehmensregister ist der Abschnitt Erziehung und Unterricht entsprechend Abbildung 11-1 einzuteilen.

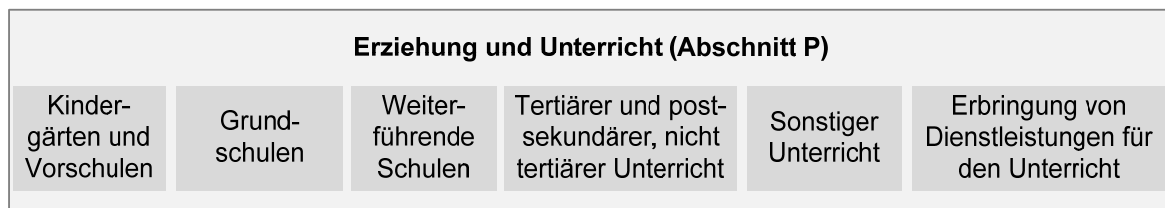


Abbildung 11-1 Gliederung des Abschnittes Erziehung und Unterricht (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2008b])

Hinter dem Begriff weiterführende Schulen verbergen sich allgemeinbildende Schulen der Sekundarstufe I und II (Gymnasien, Real- und Hauptschulen) sowie berufsbildende, weiterführende Schulen (z. B. Ausbildung von Reiseführern). Ergänzend dazu umfasst der tertiäre und post-sekundärer, nicht tertiäre Unterricht Einrichtungen zur Erteilung von Abschlüssen auf Bachelor-, Graduierten- und Postgraduiertenebene, wie bspw. Universitäten, Berufsakademien etc. Die Gruppe des sonstigen Unterrichts beinhaltet die allgemeine und berufliche Weiterbildung – angefangen von Sport- und Freizeitunterricht (z. B. Schwimmunterricht), über Kulturunterricht (Schauspielschulen) bis hin zu Sprach- und Konversationskursen, Rettungsschwimmerausbildung sowie Fahr- und Flugschulen [StBA 2008b].

### Volkswirtschaftliche Bedeutung

Bereits in Kapitel 5.1 wurden die Abweichung bzgl. der Anzahl der Betriebe im Unternehmensregister und den Fachstatistiken [StBA 2009b], [StBA 2009d] erläutert mit dem Ergebnis weiterführend mit den Angaben aus der Fachstatistik zu arbeiten. Unter Verwendung der Fachstatistiken [StBA 2009b] und [StBA 2009d] sind dem Abschnitt P 3 % der Betriebe mit 7 % der Beschäftigten des GHD-Sektors zuzuordnen. Eine Aufteilung entsprechend der einzelnen Bereiche dieser Branche ist gemäß den Angaben der Fachstatistiken und des Unternehmensregisters in Tabelle 11-1 dargestellt.

Tabelle 11-1 Volkswirtschaftliche Bedeutung der Bereiche der Erziehung und des Unterrichtes (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2009b], [StBA 2009d], [StBA 2010a])

Größe	Anzahl der Betriebe [-]	Beschäftigte [-]	Umsatz [1.000€]
Kindergärten <sup>1</sup> und Vorschulen <sup>2</sup>	51.904	385.578	k.A.
Grundschulen <sup>2</sup>	16.391	92.684	k.A.
Weiterführende Schulen <sup>2</sup>	25.581	419.009	k.A.
Tertiärer und post-sekundärer, nicht tertiärer Unterricht <sup>3</sup>	1.843	257.444	1.597.899
Sonstiger Unterricht <sup>3</sup>	44.325	164.257	6.205.258
Erbringung von Dienstleistungen für den Unterricht <sup>3</sup>	545	1.089	113.138

<sup>1</sup> Datengrundlage [StBA 2009b]; <sup>2</sup> Datengrundlage [StBA 2009d]; <sup>3</sup> Datengrundlage [StBA 2010a]

### Betriebsstruktur

Aufgrund enormer Abweichungen zwischen Unternehmensregister und den Fachstatistiken, können die Angaben aus dem Unternehmensregister entsprechend der Betriebsgrößenklassen nicht verwendet werden. Mit Ausnahme der Tageseinrichtungen zur Kinderbetreuung werden in den Fachstatistiken keine betriebsgrößenspezifischen Angaben getätigt.

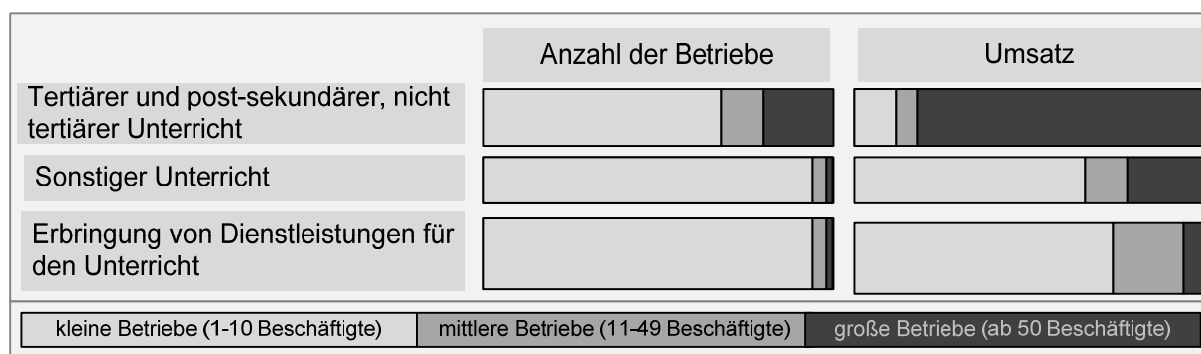


Abbildung 11-2 Betriebsstruktur der Bereiche der Erziehung und Unterrichtes (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2010a])

Für die drei Bereiche sind in Abbildung 11-2 keine alternativen Fachstatistiken verfügbar. Deshalb werden die Angaben des Unternehmensregisters und somit auch die betriebsgrößenspezifischen Angaben weiter verwendet. Während die beiden Bereiche „Sonstiger Unterricht“ und „Erbringung von Dienstleistungen für den Unterricht“ hauptsächlich aus kleinen Betrieben bestehen, ist beim tertiären und post-sekundären, nicht tertiären Unterricht auch ein erkennbarer Anteil mit mehr als 50 Beschäftigten zu verzeichnen.

Basierend auf den betriebsgrößenspezifischen Angaben zu Kindertageseinrichtungen in [StBA 2009b] ist in Abbildung 11-3 die Anzahl der Betriebe in Abhängigkeit der genehmigten Betreuungsplätze dargestellt.



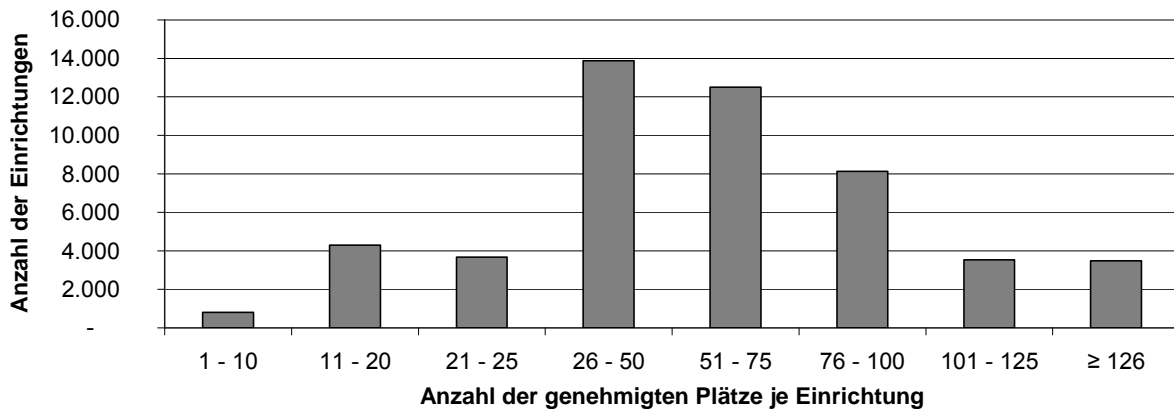


Abbildung 11-3 Einteilung der Betriebe zur Kinderbetreuung entsprechend der Anzahl der Plätze (eigene Darstellung basierend auf [StBA 2009b])

Knapp über 50 % der Tageseinrichtungen haben einen Umfang von 26 bis 75 Betreuungsplätzen.

### Energiebedarf

Der Energieschwerpunkt liegt bei Kindertagesstätten, Schulen und Universitäten nach [ISI/IfE/GfK 2009] mit 83 % in der Bereitstellung von Raumwärme. Gemäß [Geiger 1999] werden in Schulen 15 % der Endenergie durch Strom und 85 % durch Brennstoffe und Fernwärme gedeckt. Diese werden wiederum zu 95 % für die Raumheizung und 5 % für Prozesswärme genutzt. Bestätigt wird dies durch die Angaben aus der [VDI 1998]. In Abhängigkeit der Art der Bildungseinrichtung wird der Anteil der Wärme am gesamten, flächenbezogenen Energiebedarf auf 90 % bis 95 % beziffert. In einer ähnlichen Größenordnung liegen die in [AGES 2010] aufgeführten Anteile der Heizenergie am gesamten Energieverbrauch von 87 % bis 92 %.

### 11.2 Ermittlung relevanter Bereiche der Branche Erziehung/ Unterricht

In Bezug auf die Anzahl der Betriebe weisen die beiden Bereiche Kindergärten und Vorschulen (37 %) sowie Sonstiger Unterricht (32 %) den größten Anteil im Abschnitt Erziehung und Unterricht auf. Einrichtungen des sonstigen Unterrichtes sowie der Erbringung von Dienstleistungen sind bevorzugt kleine Unternehmen (1 bis 10 Beschäftigte) und häufig in Bürogebäuden bzw. Wohngebäuden mit Gewerbeeinheiten untergebracht (z. B. Fahrschulen). Demnach weisen diese einen Wärmebedarf analog der Bürogebäude auf und werden i. d. R. über Sammelheizungen mitversorgt.

Mit der Ausnahme kleiner Kindergärten umfassen die Kindergärten und Vorschulen sowie Grundschulen und die Weiterführenden Schulen, in Abhängigkeit der Anzahl der Kinder bzw. Schüler, häufig allein stehende und größere Gebäude (-komplexe), deren Wärmeversorgung auch über eine biomassebasierte Sammelheizung etc. denkbar ist. Dies wurde insbesondere mit dem Programmteil „Wärme in Schulen“ im Rahmen des MAP gefördert, so dass in dieser Branche von einem nennenswerten Anteil an Biomassefeuerungen am Gesamtbestand ausgegangen werden kann. Schlussfolgernd sind die Grundschulen sowie weiterführenden Schulen als auch die Kindergärten und Vorschulen aufgrund der Anzahl der Betriebe vertiefend zu analysieren und als relevant einzustufen.

Betriebe des tertiären Unterrichts, denen lediglich 1 % der Betriebe des Abschnittes P zuzuordnen sind, umfassen, abhängig von der Anzahl an Studenten, große Gebäudekomplexe und/ oder eine Vielzahl an Gebäuden. Die Versorgung über Objektfeuerungen oder biomassebasierte Sammelheizungen ist prinzipiell möglich und wird in zwei Hochschulen (Außenstelle Tharandt der TU Dresden [TU DD

2009] sowie [BTU 2007] praktiziert. Diese Beispiele zeigen jedoch auch, dass diese nur einzelne Gebäude und nur einen geringen Anteil am gesamten Wärmebedarf der Hochschule (2 % in Cottbus) leisten. Demnach ist auch der tertiäre Unterricht weiterführend nicht zu betrachten.

### 11.3 Kindergärten und Vorschulen

Als Eingangsstufe in das formelle Bildungswesen wird die Ausrichtung der in diesem Bereich der WZ zusammenfassenden Betriebe verstanden und können gemäß Tabelle 11-2 unterschieden werden.

Tabelle 11-2 Anzahl der Betriebe und Kinder im Bereich Kindertagesstätten und Vorschulen

Betriebstyp	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Kinder	Quellen
Tageseinrichtungen			
- keine Schulkinder	25.351	1.285.665	[StBA 2009b]
- Schulkinder	3.313	215.640	[StBA 2009b]
- Beides	21.635	1.549.611	[StBA 2009b]
Schulkindergarten	1.341	19.414	[StBA 2009d]
Vorschulen	267	8.663	[StBA 2009d]

Definitionsgemäß sind die Tageseinrichtungen zur Betreuung von Schulkindern nicht dem Bereich der vorschulischen Erziehung zu zuordnen. Vor dem Hintergrund, dass in 43 % der Tageseinrichtungen Schulkinder gemeinsam mit Nicht-Schulkindern betreut werden, eine Trennung somit nur bedingt möglich ist und vergleichbare Strukturen vorzufinden sind, wird weiterführend die Betreuung der Schulkinder diesem Bereich zugezählt.

#### Wärmebedarf

Der Energieverbrauchsschwerpunkt liegt bei Kindertagesstätten und Vorschulen bei der Raumwärme. In Kindertagesstätten werden knapp 40 % der Kinder mehr als 7 Stunden am Tag betreut und nur 25 % der Kinder weniger als 5 Stunden [StBA 2009b]. Die Betreuung der Schulkinder beschränkt sich ebenso auf einen gewissen Zeitraum vor Schulbeginn und den Nachmittag. Dies könnte ggf. ein Indiz für verschiedene Kennwerte (z.B. Vollbenutzungsstunden) des spezifischen Wärmebedarfes sein.

Angaben zum spezifischen Wärmebedarf konnten in den Multiplikatoreninterviews nicht gewonnen werden. Jedoch ergab die Literaturrecherche neben Richtwerten in [VDI 1998] sowie [AGES 2010] eine Vielzahl an Kennwerten beruhend auf Beispielen aus der Praxis, die im Rahmen von kommunalen Energieberichten veröffentlicht wurden. Eine Übersicht dieser Daten gibt Tabelle 11-3.

Tabelle 11-3 Übersicht zum spezifischen Wärmebedarf – Kindertagesstätten und Vorschulen

	Wärmebedarf	Quellen
Mittelwerte - Kindertagesstätte - Kindergarten	95 kWh/m <sup>2</sup> 120 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
Richtwerte - Kindertagesstätte - Kindergarten	80 kWh/m <sup>2</sup> 120 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998]
Kennwerte - Kindertagesstätten - Kindergärten - Kinderkrippen - Kindergärten, -tagesstätte	123 kWh/m <sup>2</sup> 143 kWh/m <sup>2</sup> 178 kWh/m <sup>2</sup> 95 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010] [Muhmann 2009]
Grenzwerte	175 kWh/m <sup>2</sup>	[Muhmann 2009]
Praxisbeispiele	65 kWh/m <sup>2</sup> 113 kWh/m <sup>2</sup> 117 kWh/m <sup>2</sup> 74; 75; 98; 102 kWh/m <sup>2</sup> 106; 111; 119; 124 kWh/m <sup>2</sup> 135; 153; 236; 238 kWh/m <sup>2</sup> 167 kWh/m <sup>2</sup>	[TSB 2004] [Gütersloh 2009] [TSB 2005] [Heidelberg 2009] [Heidelberg 2009] [Heidelberg 2009] [Karlsruhe 2006]

In Tabelle 11-3 werden die beiden Begriffe Kindertagesstätte und Kindergarten aufgeführt. Eine Abgrenzung beider Begriffe wird regional unterschiedlich vorgenommen. Allgemein wird unter einem Kindergarten die Betreuung von Kleinkindern im Alter von 3 bis 6 Jahren verstanden und unter dem Begriff Kindertagesstätte Einrichtungen, die neben dem Kindergarten auch die Kinderkrippe (bis 3 Jahre) sowie den Schulhort (außerschulische Betreuung von Schulkindern) umfasst.

### Gerätestruktur

Zwei Praxisbeispiele geben Auskunft über die Gerätestruktur von Kindergärten. Die installierte Leistung und Vollbenutzungsstunden der Kessel liegen bei 15 kW<sub>th</sub> mit 1.267 h/a [TSB 2005] und 70 kW<sub>th</sub> mit 1.818 h/a [TSB 2004]. Ein Bezug zwischen der installierten Leistung und der Anzahl der betreuten Kinder ist aufgrund Unkenntnis bzgl. der Anzahl an Kindern sowie der geringen Anzahl an Beispielen nicht möglich. Weiterführende Beispiele sind auch in der Anlagenliste des UBA nicht verfügbar [UBA 2010].

### Biomassenutzung

Einrichtungen die dem Bereich Erziehung und Unterricht zuzuordnen sind, haben aufgrund deren betriebswirtschaftlichen Ausrichtung kein internes Brennstoffpotenzial, so dass ein Zukauf biogener Festbrennstoffe analog fossiler Brennstoffe notwendig ist. Einige realisierte Projekte zum Einsatz biogener Festbrennstoffe zur Wärmebereitstellung in Kindertagesstätten konnte recherchiert werden, z. B. [TSB 2005], [HESSENENERGIE 2003]. Allerdings lässt dies keine Rückschlüsse über den Anteil der Kindertagesstätten, die eine solche Biomassefeuerung nutzen, zu. Angaben diesbezüglich konnten auch nicht über die Befragung zweier Verbände von Kindertagesstätten ([KTK 2010] sowie [KiB 2010]) generiert werden.

Nach Einschätzungen von [DBFZ 2011a] kann als konservative Abschätzung für Kinderkrippen und -gärten sowie Vorschulen und Schulkindergärten ein Anteil biogener Festbrennstoffe zur Wärmeversorgung von 2 % angenommen werden. Aufgrund der hohen Unsicherheiten bzgl. dieses Wertes wird

eine Unsicherheit von 25 % angenommen, so dass sich eine Spannweite von  $2 \pm 0,5$  % ergibt. Pellets sind nach [DBFZ 2011a] der bevorzugte biogene Festbrennstoff bei Kindergärten und Vorschulen, da diese den geringsten Arbeitsaufwand implizieren. Deren Anteil kann auf 90 % angesetzt werden. Während der Einsatz von Stückholz auszuschließen ist, sind Hackschnitzel (10 %) in großen Kindergärten oder in Form eines Anschluss an eine auf dem Grundstück angeschlossene Schulgebäude denkbar.

### Eingangsdatenblatt für die Hochrechnung

Die Verwendung der Gerätestruktur als Energiebedarfsindikator ist aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht möglich. Alternativ kann als Aktivitätsgröße die Anzahl der Kinder verwendet werden. Angaben zum spezifischen Wärmebedarf liegen jedoch nur flächenspezifisch vor, so dass unter der Berücksichtigung des Platzbedarfs je Kind der Energiebedarfsindikator Wärmebedarf in kWh/Kind abzuleiten ist.

Grundlagen der Bauentwurfslehre können solche flächenpezifischen Angaben/Richtwerte entnommen werden. Für die Bemessung des Gruppenraumes in Kindertageseinrichtungen sind gemäß [Neufert 2009] Mindestwerte der verschiedenen Bundesländer angegeben. Diese reichen mit einem Mittelwert von  $2,4 \text{ m}^2$  von  $1,5 \text{ m}^2/\text{Kind}$  in Hessen bis  $4,5 \text{ m}^2$  in Berlin. Gemäß [Heisel 2004] sind bei der Betreuung von Kindern im Alter von 0 bis 3 Jahren zusätzlich zum Gruppenraum auch ein Schlafräum mit mindestens  $3 \text{ m}^2/\text{Kind}$  vorzusehen. Des Weiteren sind neben dem Gruppenraum Platz für Räume mit peripherer Nutzung, Küchen und Speiseräume ( $13 \text{ m}^2/\text{Gruppe}$ ), Sanitäreanlagen, Mehrzweck- und Bewegungsräume (mind.  $60 \text{ m}^2/\text{Einrichtung}$  mit mehr als zwei Gruppen) sowie Funktionsräume (Personalraum, Abstellraum etc.), vorzuhalten.

Aufbauend auf den Angaben kann ein Mindestflächenbedarf von  $10 \text{ m}^2/\text{Kind}$  für die Betreuung von 0- bis 3-jährigen Kindern und  $7,5 \text{ m}^2/\text{Kind}$  für die Betreuung von 3 bis 6-jährigen Kindern in Kindertagesstätten sowie Kindern im Schulhort gerechnet werden. Indem diese Vorgehensweise mit entsprechenden Unsicherheiten (Annahme 20 %) verbunden ist und es sich hierbei um Mindestwerte handelt, ergibt sich für die Betreuung von 0 bis 3-jährigen ein Platzbedarf von  $12 \pm 2 \text{ m}^2/\text{Kind}$  und für die Betreuung von Kindern ab 3 Jahren ein Platzbedarf  $9 \pm 2,5 \text{ m}^2/\text{Kind}$ .

Aus der Multiplikation der in Tabelle 11-3 aufgezeigten flächenbezogenen Wärmebedarf und den Platzbedarf je Kind ergeben sich die in Tabelle 11-4 aufgeführten Energiebedarfsindikatoren.

Tabelle 11-4 Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Kinderkrippen und Kindergärten

Kinderkrippen, Kindergärten	Größe		Werte	Quellen
	A	Anzahl der Kinder - Schulkindergärten - Vorschulen		356.274 2.275.705
I	Wärmebedarf - Kinderkrippen (0-3 Jahre) - Kindergärten (3-6 Jahre)		1.484±604 kWh/Kind 1.064±497 kWh/Kind	[VDI 1998], [Muhmann 2009], [Karlsruhe 2006], [Heisel 2004], [Gütersloh 2009], [Heidelberg 2009], [Neufert 2009], [AGES 2010], [TSB 2004]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		2 ± 0,5 % 90 % 10 % 0 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

Schulkindergärten und Vorschulen sind häufig an Grundschulen angegliedert und auch von der Ausrichtung diesem Schultyp ähnlich. Demnach wird nicht der Energiebedarfsindikator der Kindergärten, sondern der der Grundschulen angewendet. Die Herleitung der in Tabelle 11-5 aufgeführten Energiebedarfsindikatoren ist ausführlich im Kapitel 11.4 dargestellt.

Tabelle 11-5 Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Schulkindergärten, Vorschulen

Schulkindergärten, Vor- schulen	Größe		Werte	Quellen
	A	Anzahl der Kinder - Schulkindergärten - Vorschulen		438.351 8.663
I	Wärmebedarf		466±146 kWh/Kind	[VDI 1998], [Heidelberg 2009], [AGES 2010], [Köln 2009], [TSB 2005], [MI BB 2006]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		2 ± 0,5 % 90 % 10 % 0 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

## 11.4 Schulen

Weiterführend werden unter dem Begriff Schulen sowohl Grundschulen als Primärbereich der allgemeinbildenden Schulen als auch die weiterführenden Schulen im Sinne von allgemeinbildenden Schulen (Gymnasien, Gesamtschulen etc.) und berufsbildende Schulen (z. B. Fachoberschulen, Berufsschulen) zusammengefasst. [StBA 2008b] Anzahl der Schulen und Betriebe sind in Tabelle 11-6 für die verschiedenen Betriebstypen aufgelistet.

Tabelle 11-6 Anzahl der Schulen und Schüler im Bereich der allgemein- und berufsbildenden Schulen

Betriebstyp	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Kinder	Quellen
Grundschulen	16.391	2.997.074	[StBA 2010d]
Allgemeinbildende Schulen			
- Hauptschulen	4.283	852.730	[StBA 2010d]
- Realschulen	2.625	1.262.545	[StBA 2010d]
- Gymnasien	3.070	2.468.949	[StBA 2010d]
- Gesamtschulen	705	503.170	[StBA 2010d]
- freie Waldorfschulen	204	79.624	[StBA 2010d]
- Förderschulen	3.302	393.491	[StBA 2010d]
- schulartunabhängige Orientierungsstufe	1.059	104.552	[StBA 2010d]
- Schulart mit mehreren Bildungsgängen	1.363	302.269	[StBA 2010d]
Berufsbildende weiterführende Schulen			
- Fachgymnasien	773	154.074	[StBA 2010e]
- Fachschulen	1.315	152.268	[StBA 2010e]
- Fachoberschulen	831	134.303	[StBA 2010e]
- Berufsschulen	3.180	1.826.363	[StBA 2010e]
- Teilzeit-Berufsschulen	1.649	1.726.703	[StBA 2010e]
- Berufsvorbereitungsjahr	956	55.302	[StBA 2010e]
- Berufsgrundbildungsjahr	575	44.358	[StBA 2010e]
- Berufsfachschulen	2.532	510.855	[StBA 2010e]
- Berufsober-/ Technische Oberschulen	234	20.385	[StBA 2010e]
- Fach-/ Berufsakademien	82	7.199	[StBA 2010e]

Angesichts der Tatsache, dass die Aufgabenhoheit der Bildung bei den Bundesländern liegt, sind nicht alle in Tabelle 11-6 aufgeführten Schultypen bundesweit vorhanden. Während beispielsweise die schulartenunabhängige Orientierungsstufe lediglich in Hamburg, Hessen und Brandenburg vorzufinden ist, sind für Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen sowie Baden-Württemberg keine Schulen mit mehreren Bildungswegen aufgeführt [StBA/StLA 2010a].

Eine Auswertung der Schulen hinsichtlich Betriebsgrößenklassen, in Abhängigkeit der Anzahl der Schüler, liegt nicht vor. Dem hingegen jedoch – für die verschiedenen Betriebstypen die Anzahl der Schüler und Schulen auf Landkreisebene. Mit der Bildung des Mittelwertes je Schulart und Landkreis können zumindest auf Ebene der Landkreise Unterschiede deutlich gemacht werden.

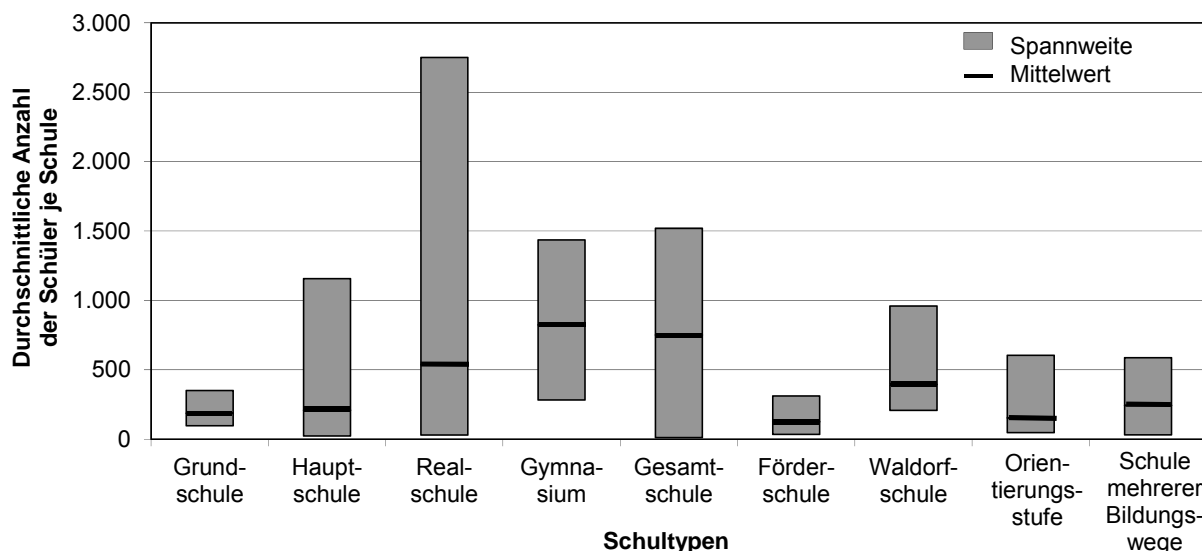


Abbildung 11-5 Spannweiten und Mittelwerte verschiedener Schultypen allgemeinbildender (weiterführender) Schulen (eigene Darstellung basierend auf [StBA/StLA 2010a])

Deutlich erkennbar ist in Abbildung 11-5, dass Grund- sowie Förderschulen nicht nur eine geringe Spannweite aufweisen, sondern auch eine vergleichbar geringe durchschnittliche Anzahl an Schülern je Schule aufweisen. Zurückzuführen ist dies einerseits auf den geringeren Einzugsradius und auf der geringeren zumutbaren Reisezeit für die Kinder der Primärstufe. Andererseits ist die Ursache bei den Förderschulen die vergleichsweise geringen Schülerzahlen trotz größerer Einzugsradien. Allgemeinbildende sowie berufliche Schulen sind jedoch häufig in Schulzentren an zentralen Orten angesiedelt und können demnach auch in ländlichen Bereichen größere Schülerzahlen aufweisen. Die Spannweiten sowie Mittelwerte sind für die berufsbildenden Schulen in Abbildung 11-6 abgebildet.

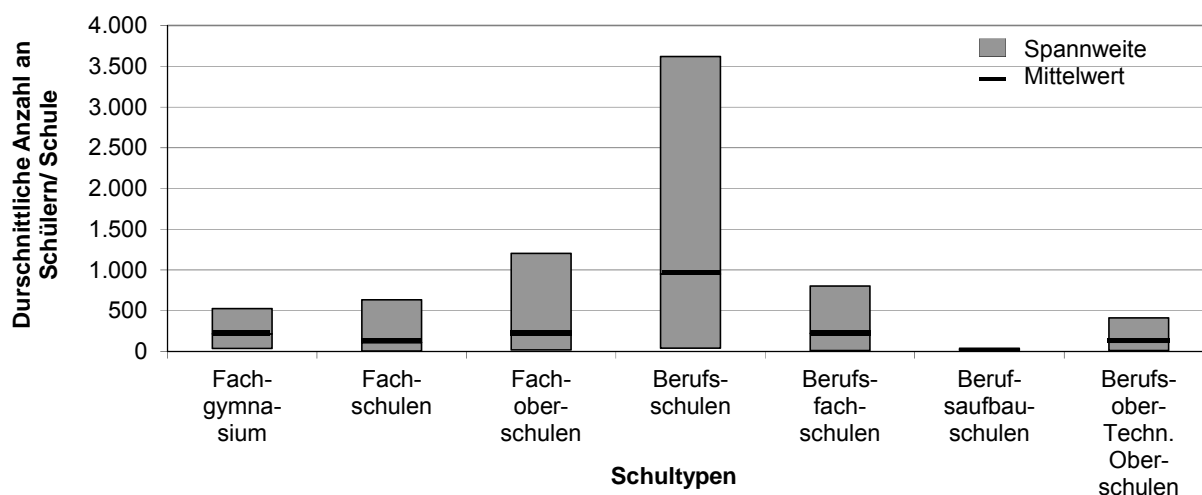


Abbildung 11-6 Spannweiten und Mittelwerten verschiedener Schultypen beruflichen Bildung (eigene Darstellung basierend auf [StBA/StLA 2010b])

Analog den allgemeinbildenden weiterführenden Schulen ist auch bei den berufsbildenden Schulen ein deutlicher Unterschied der durchschnittlichen Anzahl an Schülern je Schule zwischen den verschiedenen Schultypen zu verzeichnen. Die größte Spannweite sowie Mittelwert (950) ist bei den Berufsschulen zu finden, während die Mittelwerte der anderen Schultypen im Bereich von 100 bis 200 Schülern je Schule liegen.

### Wärmebedarf

Energieverwendungsschwerpunkt der Schulen ist nach [ISI/IfE/GfK 2009] und den spezifischen Energieverbrauchskennwerten der VDI 3807 Blatt 2 [VDI 1998] der Raumwärmebedarf. Nach Angaben der [VDI 1998] schwankt der Anteil der Raumwärme in Abhängigkeit des Schultyps zwischen 89 % und 96 %. Praxisbeispiele zeigen auch einen geringeren Anteil der Raumwärme (75 % bis 80 %) am gesamten Energieverbrauch. Tabelle 11-7 gibt einen Überblick zu dem in der Literatur aufgeführten spezifischen Raumwärmebedarf für die verschiedenen Schultypen.

Tabelle 11-7 Übersicht zum spezifischen Wärmebedarf allgemeinbildender Schule

	Wärmebedarf	Quellen
Grundschulen - Richt-, Mittelwert - Kennwert - Praxisbeispiele	70, 140 kWh/m <sup>2</sup> 110 kWh/m <sup>2</sup> 91; 135 kWh/m <sup>2</sup> 114; 145 kWh/m <sup>2</sup> 115; 146 kWh/m <sup>2</sup> 70 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998] [AGES 1998] [MI BB 2006] [Heidelberg 2009] [Köln 2009] [TSB 2005]
Gymnasien - Richt- Mittelwert - Kennwert - Praxisbeispiele	65, 85 kWh/m <sup>2</sup> 101 kWh/m <sup>2</sup> 87, 92, 97 kWh/m <sup>2</sup> 70, 102 kWh/m <sup>2</sup> 53; 95; 105; 117 kWh/m <sup>2</sup> 107; 120 kWh/m <sup>2</sup> 119 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998] [AGES 1998] [KVMYK 2009] [MI BB 2006] [Heidelberg 2009] [Köln 2009] [Karlsruhe 2006]
Real-, Haupt- und Förderschulen - Richt-, Mittelwert - Kennwert - Praxisbeispiele - Realschule  - Praxisbeispiele - Förderschule	75, 110 kWh/m <sup>2</sup> 97; 108; 101 kWh/m <sup>2</sup> 72; 67 kWh/m <sup>2</sup> 77; 152 kWh/m <sup>2</sup> 114 kWh/m <sup>2</sup> 73; 118; 122 kWh/m <sup>2</sup> 77; 152 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998] [AGES 1998] [KVMYK 2009] [MI BB 2006] [Karlsruhe 2008] [KVMYK 2009] [MI BB 2006]
Waldorfschule – Praxisbeispiel	147 kWh/m <sup>2</sup>	[Köln 2009]
Berufsschulen - Kennwerte - Praxisbeispiele	74, 99, 104 kWh/m <sup>2</sup> 177 kWh/m <sup>2</sup>	[AGES 2010] [Köln 2009]
Schulen - Baujahr vor 1978 - Baujahr 1978 – 1995 - Baujahr nach 1995	788 kWh/m <sup>2</sup> 445 kWh/m <sup>2</sup> 339 kWh/m <sup>2</sup>	[IER 2008] [IER 2008] [IER 2008]

Der Übersicht in Tabelle 11-7 ist zu entnehmen, dass nur einige Literaturwerte für die einzelnen Schultypen generiert werden konnten. Anhaltswerte für berufsbildende Schulen sowie einzelne spezifische, allgemeinbildende Schultypen (z. B. Waldorfschulen) waren nicht zu erhalten. Darüber hinaus ist insbesondere für die Grundschulen sowie Real-, Haupt- und Förderschulen zu erkennen, dass jeweils die Richtwerte um 33 % bzw. 50 % geringer sind als die Mittelwerte des Raumwärmebedarfes. Da der Richtwert bei der Durchführung von Energieeinsparungsmaßnahmen anzustreben ist und der Mittelwert den untersuchten Praxisbeispielen entspricht, lässt sich aus der Differenz ein noch umfangreicher energetischer Sanierungsbedarf dieser Schultypen ableiten. Ferner sind die Praxisbeispiele nicht als repräsentative Werte zu betrachten, da diese nur die Situation in einigen Regionen widerspiegeln. Dennoch sind diese Werte die einzigen verfügbaren Werte, die für die Eingabe in die Hoch-



rechnung generiert werden konnten. Detailliertere Angaben konnten weder aus der Literatur noch durch die Multiplikatoreninterviews (z. B. diverse Energieagenturen [EAD 2010], [SAENA 2010], Deutscher Städte und Gemeindegtag [DSTGB 2010]) generiert werden.

### Gerätestruktur

Angaben zur installierten Leistung sowie den Vollbenutzungsstunden sind für sieben Praxisbeispiele schultypspezifisch verfügbar und in Tabelle 11-8 aufgeführt.

Tabelle 11-8 Übersicht zum spezifischen Wärmebedarf in Kindertagesstätten und Vorschulen

Betriebstyp	Installierte Leistung	Vollbenutzungsstunden	Quelle
Grundschule			
- Praxisbeispiele	150 kW <sub>th</sub>	1.067 h/a	[TSB 2005]
- Praxisbeispiele	414 kW <sub>th</sub>	960 h/a	[TSB 2004]
Gymnasium	1.120 kW <sub>th</sub>	1.399 h/a	[TSB 2005]
Realschule	800 kW <sub>th</sub>	1.000 h/a	[TSB 2004]
Berufliche Schulen			
- Praxisbeispiele	602 kW <sub>th</sub>	635 h/a	[TSB 2005]
- Praxisbeispiele	270 kW <sub>th</sub>	404 h/a	[TSB 2005]
- Praxisbeispiele	66 kW <sub>th</sub>	1.000 h/a	[TSB 2005]

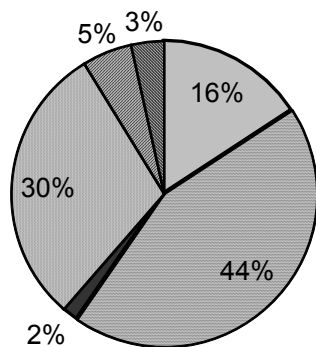
Vollbenutzungsstunden unter 1.000 h/a weisen auf eine Überdimensionierung der bestehenden Anlage hin, so dass drei der sieben Beispiele keiner optimalen Heizanlagenauslegung entsprechen. Ergänzend zu diesen Praxisbeispielen sind in der UBA-Anlagenliste 122 Datensätze verfügbar, die Schulen allein oder anteilig versorgen. Für 47 von diesen Datensätzen lässt sich eine mittlere installierte Leistung von 395 kW<sub>th</sub> und eine mittlere Anzahl an Vollbenutzungsstunden von 2.036 h/a ausweisen. Insgesamt zeigen die Angaben der Anlagenliste jedoch große Schwankungsbreiten bzgl. der installierten Leistung (100 bis 900 kW<sub>th</sub>) und den Vollbenutzungsstunden (351 bis 3.541 h/a) auf. Das Minimum der installierten Leistung von 100 kW<sub>th</sub> entspricht der unteren Grenze der Anlagenliste (Abschnitt 5.4), so dass kleinere Anlagen denkbar sind, aufgrund der Abschneidegrenze der Anlagenliste jedoch nicht berücksichtigt wurden. Weiterführend enthält die Anlagenliste 12 weitere Datensätze an Biomassefeuerungen, die mehrere Schulen versorgen. Hierbei schwankt die installierte Leistung von 210 bis 600 kW<sub>th</sub> (Mittelwert: 405 kW<sub>th</sub>). Lediglich bei 3 der 12 Datensätze können Vollbenutzungsstunden zwischen 2.714 h/a und 3.614 h/a berechnet werden. Grundsätzlich handelt es sich hierbei nicht um eine repräsentative Auswahl, so dass diese Werte nicht (zwingend) die Realität widerspiegeln.

### Biomassenutzung

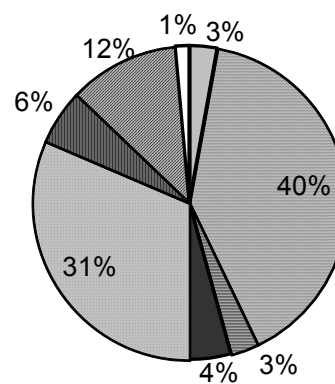
Analog den Kindergärten müssen auch Schulen biogene Festbrennstoffe zukaufen, da diese über kein internes Biomassepotenzial z. B. in Form von Reststoffen verfügen. Demnach besteht gegenüber den fossilen Brennstoffen kein Vorteil in der Brennstoffbeschaffung. Der Ausbau der energetischen Biomassenutzung in Schulen wurde seitens des Bundes mit der Aufnahme des Programmteils „Wärme in Schulen“ bzw. „Wärme in Schulen und Kirchen“ in das MAP forciert [MAP-Richtlinien, 2006]. Somit sind neben Solaranlagen auch Biomassefeuerungen bis zu einer Leistung von 100 kW<sub>th</sub> durch die BAFA förderfähig. Nach Angaben der [BAFA 2010] wurden lediglich vier Anlagen im Zeitraum 2006 bis 2009 gefördert. Es ist jedoch von einer weitaus höheren Anzahl an Schulen auszugehen, die Biomasse zur Wärmebereitstellung einsetzen. Allein der zur Verfügung stehende Auszug der Anlagenliste des UBA beinhaltet 58 Biomassefeuerungen, die nur eine Schule bzw. mehrere Schulen versorgen. Bei 57 der 58 Datensätze werden Angaben zum eingesetzten Brennstoff getätigt. Diese sind im Ver-

gleich mit den restlichen 69 Datensätzen, in denen die Anlagen nur anteilig Schulen in Kombination mit Verwaltungsgebäuden versorgt werden, in Abbildung 11-7 aufgeführt.

**Wärmeversorgung von Schule(n)**



**Wärmeversorgung anteilig Schulen**



PE – Pellets, WRH – Waldrestholz, LPH – Landschaftspflegeholz, SRH – Sägereestholz, St-Stroh, AI/II – Altholz  
Abbildung 11-7 Einsatz der Brennstoffe bei Beispielanlagen der alleinigen sowie anteiligen Versorgung von Schulen (eigene Darstellung basierend auf [UBA 2010])

Grundlegend wird erkennbar, dass entsprechend der Anlagenliste [UBA 2010] überwiegend Waldrestholz – allein oder in Kombination mit anderen Brennstoffen – in den Biomasseheizanlagen zur Wärmeversorgung von Schulen eingesetzt wird. Dies kann – mit Ausnahme der Schulformen Grundschule, Schulartunabhängige Orientierungsstufe, Förderschule sowie den Freien Waldorfschulen, die im Durchschnitt vergleichsweise geringe Schüleranzahlen je Schule aufweisen (Abbildung 11-5), übernommen werden. Daraus ergibt sich für Hackschnitzel ein Anteil von 80 % und für Pellets von 20 %. Infolge der geringeren Anzahl an Schülern je Schule ist in der Regel eine geringere Nennwärmeleistung des Heizkessels notwendig, so dass dem Einsatz von Pellets eine höhere Bedeutung zuzusprechen ist, schätzungsweise 70 % bei den Grund- und Freien Waldorfschulen sowie der Schulartunabhängigen Orientierungsstufe und 50 % bei den Förderschulen.

### Eingangsdatenblätter für die Hochrechnung

Entsprechend der Kindergärten und Vorschulen (Kapitel 11.3) liegen auch bei den Schulen unzureichende Daten zur Verwendung der Gerätestruktur als Energiebedarfsindikator vor. Als alternative Aktivitätsgröße ist analog zu Kapitel 11.3 die Anzahl der Schüler zu verwenden. Angaben zum spezifischen Wärmebedarf von Schulen liegen lediglich flächenbezogen [kWh/m<sup>2</sup>] vor, so dass anhand allgemeingültiger Kennwerte der Bauentwurfslehre zum Platzbedarf je Schüler der Energiebedarfsindikator kWh/ Schüler abzuleiten ist. Vor dem Hintergrund, dass die Angaben zum Platzbedarf auf Angaben aus Musterprogrammen beruhen, wird aus den darin enthaltenen Werten der Mittelwert gebildet und mit einer Unsicherheit von 20 % behaftet. Mit der sich daraus ergebenden Spannweite wird der schülerbezogene Energiebedarfsindikator ermittelt.

Der Platzbedarf umfasst nicht nur die Klassenräume, sondern darüber hinaus Gruppenräume, Fachräume sowie Räume für die Verwaltung. Nach [Heisel 2004] sieht das Musterprogramm für Grundschulen in Sachsen einen Platzbedarf von 4 bis 4,2 m<sup>2</sup>/ Schüler vor. Mit einer Unsicherheit von 20 % ergibt sich für Grundschulen sowie den vergleichbaren Schulkindergärten und Vorschulen ein Platzbedarf von 4,1 ± 0,8 m<sup>2</sup>/Schüler.

Aus der Multiplikation der in Tabelle 11-7 dargestellten flächenbezogenen Wärmebedarf für Grundschulen und dem Platzbedarf je Schüler ergeben sich die in Tabelle 11-9 aufgeführten Energiebedarfsindikatoren. Mit der Begründung einer ähnlichen Ausrichtung der Schulartunabhängigen Orientierungsstufe und der häufigen Angliederung dieser an die Grundschule ist ebenfalls der gleiche Energiebedarfsindikator zu verwenden.

Tabelle 11-9 Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Grundschulen, Schulartunabhängige Orientierungsstufe

Grundschule, schulartunabhängige Orientierungsstufe	Größe		Werte	Quellen
	A	Anzahl der Schüler - Grundschulen - Orientierungsstufe		2.997.074 104.552
I	Wärmebedarf		466±146 kWh/Schüler	[VDI 1998], [AGES 2010], [Heidelberg 2009], [TSB 2005], [Köln 2009], [MI BB 2006]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		2 ± 0,5 % 30 % 70 % 0 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

Die Richtwerte für den Platzbedarf je Schüler sind dem Musterraumprogramm von Sachsen entnommen, bei dem Haupt- und Realschulen den Mittelschulen entsprechen. Laut [Heisel 2004] wird bei kleinen Mittelschulen (300 – 340 Schüler) mit einem Platzbedarf von 6,7 m<sup>2</sup>/Schüler und großen Mittelschulen (450 - 540 Schüler) von 5,5 m<sup>2</sup>/ Schüler ausgegangen. In Anlehnung an die differierende durchschnittliche Anzahl der Schüler je Schule (Abbildung 11-5) kann – versehen mit einer Unsicherheit von 20 % - für Hauptschulen in Anlehnung an kleine Mittelschulen ein Platzbedarf von 5,4 ± 1,3 m<sup>2</sup>/ Schüler und bei Realschulen in Anlehnung an große Mittelschulen von 5,5 ± 1,1 m<sup>2</sup>/Schüler angenommen werden.

Der schülerbezogene Energiebedarfsindikator stellt das Produkt des Platzbedarfes und des in Tabelle 11-7 aufgeführten flächenbezogenen Wärmebedarfs dar. Die Eingangsdaten sind für Haupt- und Realschulen in Tabelle 11-10 zusammengefasst.

Tabelle 11-10 Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Haupt- und Realschulen sowie Gesamtschulen, Schularten mit mehrerer Bildungswege

	Größe		Werte	Quellen
	Hauptschulen	A	Anzahl der Schüler	825.730
I		Wärmebedarf	664 ± 199 kWh/Schüler	[VDI 1998], [KVMYK 2009], [Karlsruhe 2006], [AGES 2010], [Heisel 2004], [MI BB 2006]
B		Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	2 ± 0,5 % 80 % 20 % 0 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]
	Größe		Werte	Quellen
	Realschulen, Gesamtschulen, Schulen mehr. Bildungswege	A	Anzahl der Schüler - Realschulen - Schule mehr. Bildungswege - Integrierte Gesamtschule	1.262.545 302.269 503.170
I		Wärmebedarf	545 ± 165 kWh/Schüler	[VDI 1998], [KVMYK 2009], [Karlsruhe 2006], [AGES 2010], [Heisel 2004], [MI BB 2006]
B		Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	2 ± 0,5 % 80 % 20 % 0 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

Integrierte Gesamtschulen und Schulen mit mehreren Bildungsgängen weisen im Durchschnitt ähnliche Schülerzahlen je Schule wie Gymnasien auf. Der durchschnittliche Platz- und Raumwärmebedarf wird an den der Realschulen angelehnt, da auch die Schularten mit mehreren Bildungswegen bzw. Integrierten Gesamtschulen mit raumintensiven Werkräumen ausgestattet sind.

Neben den Grund- und Mittelschulen ist in [Heisel 2004] auch für Gymnasien ein gesondertes Musterraumprogramm angegeben. In Abhängigkeit der Anzahl der Schüler wird von einem Platzbedarf zwischen 4,7 m<sup>2</sup>/ Schüler (960 Schüler) und 5,1 m<sup>2</sup>/ Schüler (720 Schüler) ausgegangen. Für die Bestimmung des Endenergiebedarfs ist der Platzbedarf von 4,9 ± 1,0 m<sup>2</sup>/ Schüler mit dem in Tabelle 11-7 aufgeführten flächenbezogenen Wärmebedarf multipliziert. Die Eingangsdaten für die Hochrechnung von Gymnasien sind in Tabelle 11-11 dargestellt.

Tabelle 11-11 Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Gymnasien

	Größe		Werte	Quellen
	Gymnasien	A	Anzahl der Schüler	2.468.949
I		Wärmebedarf	462 ± 134 kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998], [Karlsruhe 2006], [KVMYK 2009], [MI BB 2006], [Heisel 2004], [AGES 2010], [Heidelberg 2009], [Köln2009]
B		Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz	2 ± 0,5 % 80 % 20 % 0 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

Staatlich anerkannten Ersatz für die Primär- und Sekundarstufen stellen die Freien Waldorfschulen dar, welche gesondert in der Schulstatistik geführt werden [StBA 2010d]. Die Ausrichtung dieses

Schultyps lässt auf einen vergleichsweise hohen Platzbedarf schließen, so dass als Platzbedarf der der Hauptschulen und der Wärmebedarf der Gymnasien zugrunde gelegt werden. Die Recherche ergab, dass mindestens sechs ([Ervinghausen 2010] [Fildern 2010] [Chiemgau 2010] [Prien 2010] [Bramsche 2010] [Lensahn 2010]) der derzeit insgesamt 219 Waldorfschulen (2,7 %) auf jeden Fall über eine Biomassefeuerung verfügen, so dass für diesen Schultyp von einem erhöhten Anteil biogener Festbrennstoffe ausgegangen werden kann. Resultierend daraus ergibt sich der in Tabelle 11-12 angegebene Eingangswert für den spezifischen Wärmebedarf.

Tabelle 11-12 Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Freie Waldorfschulen

Freie Waldorfschulen	Größe		Werte	Quellen
	A	Anzahl der Schüler		79.624
I	Wärmebedarf		654 ± 199 kWh/Schüler	[VDI 1998], [Karlsruhe 2006] [KVMYK 2009], [MI BB 2006], [Heisel 2004], [AGES 2010], [Heidelberg 2009], [Köln2009]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		4 ± 1 % 30 % 70 % 0 %	[Ervinghausen 2010], [DBFZ 2011a], [Chiemgau 2010], [UBA 2010], [Fildern 2010], [Bramsche 2010], [Prien 2010], [Lensahn 2010]

Darüber hinaus sind den allgemeinbildenden Schulen Förderschulen zuzurechnen, die der Betreuung körperlicher, geistig und seelisch benachteiligter sowie sozial gefährdeter Kinder dienen. Insbesondere wegen der Betreuung körperlich benachteiligter Kinder und der damit barrierefreien Gestaltung der Gebäude sowie einer deutlich geringeren Schüleranzahl je Klasse, ist ein erhöhter Platzbedarf je Schüler anzunehmen. Als Mindestwert werden 8 m<sup>2</sup>/ Schüler, dem Maximum der Hauptschulen, veranschlagt. Mit der einheitlich verwendeten Unsicherheit von 20 % ergibt sich somit ein schülerbezogener Platzbedarf von 8 ± 1,6 m<sup>2</sup>/ Schüler. Der Energiebedarfsindikator (Tabelle 11-13) resultiert aus der Multiplikation des Platzbedarfs und der in Tabelle 11-7 gesondert aufgeführten flächenbezogenen Wärmebedarfswerten für Förderschulen.

Tabelle 11-13 Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Förderschulen

Förderschulen	Größe		Werte	Quellen
	A	Anzahl der Schüler		393.491
I	Wärmebedarf		826 ± 252 kWh/Schüler	[AGES 2010], [MI BB 2006], [VDI 1998], [Heisel 2004], ], [KVMYK 2009]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		2 ± 0,5 % 50 % 50 % 0 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

Neben den allgemeinbildenden Schulen werden in diesem Abschnitt auch die beruflichen Schulen betrachtet. Flächenbezogene Werte für den Wärmebedarf sind für Berufsschulen im Allgemeinen in Tabelle 11-7 aufgeführt. Einen spezifischen Platzbedarf für diese Schultypen beinhalten weder [NEUFERT 2009] noch [Heisel 2004], so dass diese Werte in Anlehnung an die verfügbaren Werte der Real-, Haupt und Gymnasien gebildet werden. Diese Vorgehensweise ist gegenüber der Adaption

der vorhandenen Werte auf die verschiedenen Betriebstypen der allgemeinbildenden Schulen mit erhöhten Unsicherheiten verbunden, so dass die Unsicherheit von 20 % auf 30 % erhöht wird.

Der Großteil (60 %) der Schüler der beruflichen Schulen besuchen Teilzeit-Berufsschulen, die von den Schülern zwei Tage/ Woche oder in Blöcken besucht werden, während sie die restliche Zeit die Arbeitsstätte aufsuchen ([StBA 2008b], [StBA 2010e]). Hinsichtlich des Wärme- und Platzbedarfes kann dieser Schultyp an die Realschulen angelehnt werden, die ebenso über Werkräume verfügen und eine vergleichsweise hohe Anzahl an Schülern je Schule aufweisen. Mit der veränderten Unsicherheit ergibt sich somit ein Platzbedarf von  $5,8 \pm 1,8$  m<sup>2</sup>/ Schüler. Im Eingangsdatenblatt in Tabelle 11-14 wird vor dem Hintergrund der Teilzeit-Anwesenheit der Schüler, nur die Hälfte der Schüler aus der Schulstatistik (insgesamt: 1.726.704) angegeben.

Tabelle 11-14 Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Teilzeit-Berufsschulen

Teilzeit-Berufsschulen	Größe		Werte	Quellen
	A	Anzahl der Schüler		863.352
I	Wärmebedarf		$612 \pm 278$ kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998], [Heisel 2004] [AGES 2010]. [Köln 2009]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		$2 \pm 0,5$ % 80 % 20 % 0 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

Weitere Schultypen die den beruflichen Schulen zuzuordnen sind, werden von den Schülern an 5 Tagen/ Woche besucht. Darüber hinaus unterscheiden sich die anderen Schultypen von den Teilzeit-Berufsschulen dahingehend, dass sie eine bedeutend niedrigere durchschnittliche Schülerzahl je Schule (20 bis 200) aufweisen. Vor dem Hintergrund, dass diese Schulen jedoch über Werkstätten, Seminarräume verfügen und in tendenziell kleinere Klassen unterrichtet werden, können hinsichtlich des durchschnittlichen Platz- sowie Wärmebedarfes die Werte der Hauptschulen angenommen werden können. Der Platzbedarf je Schüler ist demnach mit  $7,3 \pm 2,2$  m<sup>2</sup>/ Schüler anzusetzen. Damit ergeben sich die in aufgeführten Eingangsdaten für die Hochrechnung.

Tabelle 11-15 Eingangsdatenblatt für Hochrechnung – Berufsschulen (ohne Teilzeit-Berufsschulen)

Berufliche Schulen (o. Teilzeit-Berufs-)	Größe		Werte	Quellen
	A	Anzahl der Schüler		1.072.038
I	Wärmebedarf		$777 \pm 352$ kWh/m <sup>2</sup>	[VDI 1998], [Heisel 2004] [AGES 2010]. [Köln 2009]
B	Anteil biogene Festbrennstoffe, davon - Hackschnitzel - Pellets - Stückholz		$2 \pm 0,5$ % 80 % 20 % 0 %	[DBFZ 2011a], [UBA 2010]

## 11.5 Hochrechnungsergebnisse der Branche Erziehung/ Unterricht

Bereits bei den Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2008] wurde abweichend zur Aktivitätsgröße Beschäftigte, die Anzahl der Schüler aufgrund der guten Korrelation mit dem Wärmebedarf gewählt. Auch die vorangestellte Analyse dieses Abschnittes hat gezeigt, dass ausschließlich flächenspezifische Energiebedarfsindikatoren zur Verfügung stehen. Angaben zu den Gebäudeflächen von Kindergärten sowie Schulen liegen für Deutschland nicht vor. Daher wurde dieses als Aktivitätsgröße

gewählt unter Verwendung des durchschnittlichen Platzbedarfes je Kind bzw. Schüler. Demnach findet in diesem Abschnitt die Hochrechnung entsprechend der in Kapitel 4.4 beschriebenen Variante 2 statt.

Voranstehend wurde der Abschnitt Erziehung und Unterricht in die zwei Gruppen Kindergärten/ Vorschulen zum einen und Schulen zum anderen unterteilt. In der Darstellung der Hochrechnungsergebnisse werden die Schulen vertiefend in die drei Gruppen Grundschulen, Allgemeinbildende weiterführende Schulen sowie Berufsbildende Schulen gegliedert.

### Brennstoffeinsatz

Unter Verwendung der dargelegten Methode und den in den vorangegangenen Kapiteln aufgeführten Eingangsdaten wurde für den Abschnitt Erziehung und Unterricht ein Brennstoffeinsatz von  $842 \pm 525$  TJ/a ermittelt. Der Verteilung des Brennstoffeinsatzes auf die vier verschiedenen Bereiche ist in Abbildung 11-8 abgebildet. Mit 36 % bzw. 35 % haben die allgemeinbildenden weiterführenden Schulen bzw. Kindergärten/ Vorschulen, bezogen auf den Mittelwert, den größten Anteil am Brennstoffeinsatz.

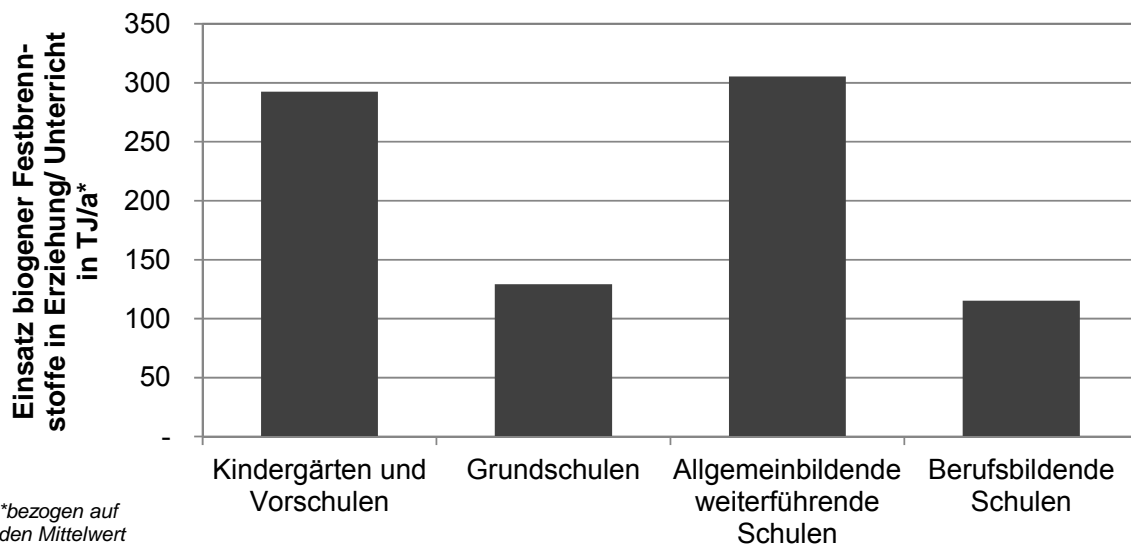


Abbildung 11-8 Einsatz biogener Festbrennstoffe im Abschnitt P (eigene Darstellung basierend auf [FNR 2006])

Ergänzend dazu wird der Brennstoffeinsatz für die vier Bereiche und vertiefend für die verschiedenen Betriebstypen als Mittelwert inklusive den Schwankungsbreiten ausgewiesen (Tabelle 11-16).

Tabelle 11-16 Hochgerechneter Einsatz biogener Festbrennstoffe in Erziehung/ Unterricht

Kategorien	Brennstoffeinsatz [TJ/a]	
<i>Kindergärten und Vorschulen</i>	292,6	± 203,9
- Kinderkrippen	49,0	± 32,2
- Kindertagesstätten	224,3	± 160,8
- Schulkindergärten	18,9	± 10,7
- Vorklassen	0,4	± 0,2
<i>Grundschulen</i>	129,4	± 72,9
<i>Allgemeinbildende weiterführende Schulen</i>	305,6	± 167,8
- Schulartunabhängige Orientierungsstufe	4,7	± 2,9
- Hauptschulen	50,8	± 27,9
- Schularten mit mehreren Bildungsgängen	15,3	± 8,4
- Realschulen	63,8	± 35,3
- Gymnasien	105,8	± 57,2
- Integrierte Gesamtschulen	25,4	± 14,1
- Freie Waldorfschulen	9,7	± 5,3
- Förderschulen	30,1	± 16,7
<i>Berufsbildende Schulen</i>	132,9	± 90,3
- Teilzeit-Berufsfachschulen	49,0	± 34,5
- Berufsvorbereitungsjahr und Berufsgrundbildungsjahr	6,2	± 5,0
- Berufsaufbauschulen	0,0	± 0,0
- Berufsfachschulen	36,8	± 25,8
- Fachoberschulen	9,7	± 6,8
- Fachgymnasien	11,1	± 7,8
- Berufsoberschule/Technische Oberschulen	1,5	± 1,0

Hinsichtlich der für die Hochrechnung verwendeten Aktivitätsgröße Schüler bzw. Kinder ist der größte Anteil dem Bereich der allgemeinbildenden weiterführenden Schulen mit 43 % zuzurechnen, gefolgt von den Kindergärten/ Vorschulen mit 22 % und Grundschulen mit 21 %. Der größte Anteil am Brennstoffbedarf (36 %) ist den allgemeinbildenden Schulen zuzurechnen allein aufgrund deren deutlich höheren spezifischen Energiebedarfsindikator je Kind. Ein Vergleich der Eingangsdaten zeigt, dass nicht der flächenspezifische Wärmebedarf ausschlaggebend dafür ist, sondern der gegenüber den Schulen deutlich höhere Platzbedarf je Kind.

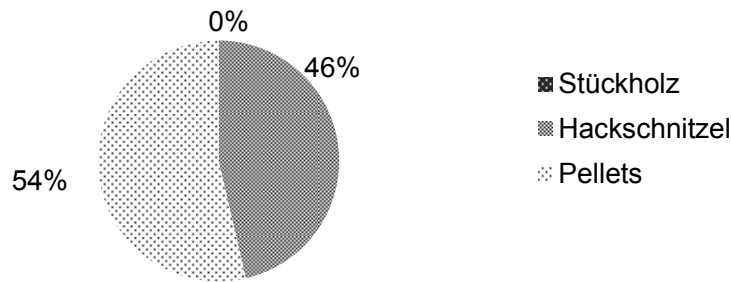
Werden die einzelnen Bereiche der vier Branchen betrachtet, so sind bei den allgemeinbildenden weiterführenden Schulen die drei Schultypen Haupt-, Realschule und Gymnasium mit 72 % dominierend. Bei den Kindergärten/ Vorschulen sind die Kindertagesstätten mit 77 % dominierend.

Die Unsicherheiten des Brennstoffeinsatzes liegen für die vier Bereiche dieses Abschnittes der WZ in einer Größenordnung. Die geringste Schwankungsbreite weisen mit 55 % des Mittelwertes die allgemeinbildenden weiterführenden Schulen und die größte mit 70 % des Mittelwertes die berufsbildenden Schulen auf. Zurückzuführen sind die Schwankungsbreiten sowohl auf die Energiebedarfsindikatoren als auch den abzuschätzenden Anteil des Einsatzes biogener Festbrennstoffe.

Ergänzend zu der detaillierten Betrachtung der verschiedenen Bereiche ist in Abbildung 11-9 der Anteil der verschiedenen biogenen Festbrennstoffe im Abschnitt P dargestellt.



## Verteilung der biogenen Festbrennstoffe in Erziehung/ Unterricht\*



\*bezogen auf den Mittelwert

Abbildung 11-9 Verteilung der biogenen Festbrennstoffe im Abschnitt P (eigene Darstellung)

Der Einsatz von Stückholz ist in diesem Abschnitt auszuschließen, so dass sich eine Verteilung der Brennstoffe von 46 % Hackschnitzel und 54 % Pellets ergibt. Den vorangestellten Eingangsdatenblättern sind die Annahmen zur Verteilung des Brennstoffeinsatzes auf die vier Bereiche zu entnehmen. Aufgrund zum Teil erheblicher Differenzen ist ergänzend zu Abbildung 11-9 in Abbildung 11-10 der Anteil der beiden Brennstoffarten am Einsatz biogener Festbrennstoffe dargestellt.

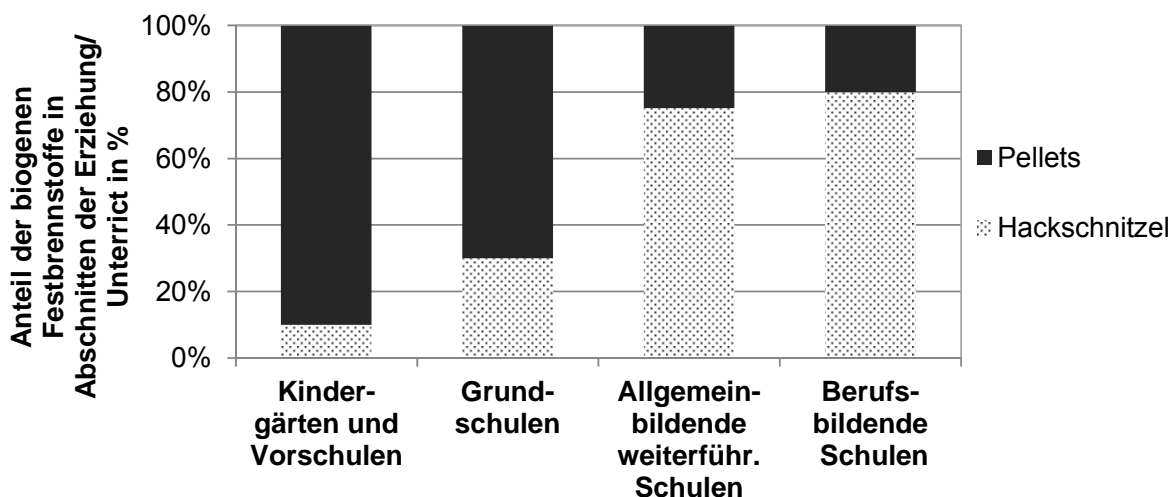


Abbildung 11-10 Verteilung der biogenen Festbrennstoffe im Abschnitt P für die vier Bereiche (eigene Darstellung)

Der verstärkte Einsatz von Pellets bei Kindergärten/ Vorschulen und Grundschulen ist auf den i. d. R. geringeren Wärmebedarf je Betrieb zurückzuführen. Gegenüber Grundschulen haben die den Bereichen der Allgemeinbildenden weiterführenden Schulen zuzuordnenden Schularten – mit Ausnahme der Förderschulen, bei denen ein Anteil beider Brennstoffarten von jeweils 50 % angenommen wurde – deutliche höhere durchschnittliche Anzahl an Schülern je Schule (Abbildung 11-5).

### Wärmeerzeugung

Die einerseits aus den biogenen Festbrennstoffen und andererseits aus den fossilen und anderen regenerativen Energieträgern erzeugte Wärme wurde unter Verwendung der in Kapitel aufgezeigten Methodik berechnet. Einen Überblick hierzu gibt Abbildung 11-11.

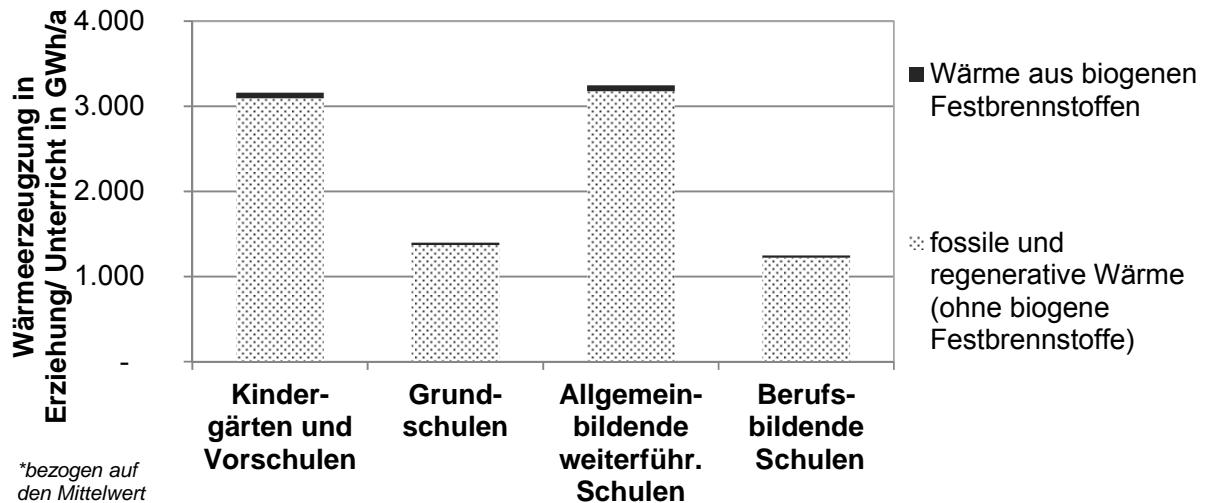


Abbildung 11-11 Wärmeerzeugung im Abschnitt P (eigene Darstellung)

Die Verteilung der Wärmeerzeugung in den vier Bereichen ist analog der Verteilung des Brennstoffeinsatzes. Der Anteil aus biogenen Festbrennstoffen ist gegenüber der Wärmeerzeugung aus anderen Energieträgern, mit jeweils 2 %, bezogen auf den Mittelwert, gering.

Die dargestellte Wärmeerzeugung in Abbildung 11-11 aus biogenen und sonstigen Brennstoffen ist die gesamte Wärmeerzeugung der relevanten Bereiche des Abschnittes P, unter Verwendung der generierten Eingangsdaten.

## 12 Diskussion der Ergebnisse

Aufbauend auf der branchenspezifischen Ergebnisdarstellung in den vorangegangenen Kapiteln wird nachstehend das Ergebnis des gesamten, betrachteten GHD-Sektors dargestellt und diskutiert. Ergänzend dazu werden die in diesem Sachverständigenvorhaben erzielten Ergebnisse mit denen der in Kapitel 2 analysierten Studien ins Verhältnis gesetzt und die verwendeten Eingangsdaten analysiert.

### 12.1 Zusammenfassung der Branchen

Die durchgeführte Hochrechnung in diesem Sachverständigenvorhaben weist einen Brennstoffeinsatz von  $12.919 \pm 5.852$  TJ/a für das Jahr 2008 aus. Hierbei ist zu betonen, dass dieses Ergebnis nicht den gesamten GHD-Sektor widerspiegelt, sondern ausschließlich die als relevant identifizierten Bereiche. Außerdem beschränkt sich das Ergebnis auf die hochrechenbaren Bereiche der relevanten Branchen (Voraussetzung waren eine ausreichende Datenlage für die Eingangsdaten). In Abbildung 12-1 ist der Einsatz biogener Festbrennstoffe in den als relevant identifizierten Branchen, bezogen auf den Mittelwert, dargestellt.

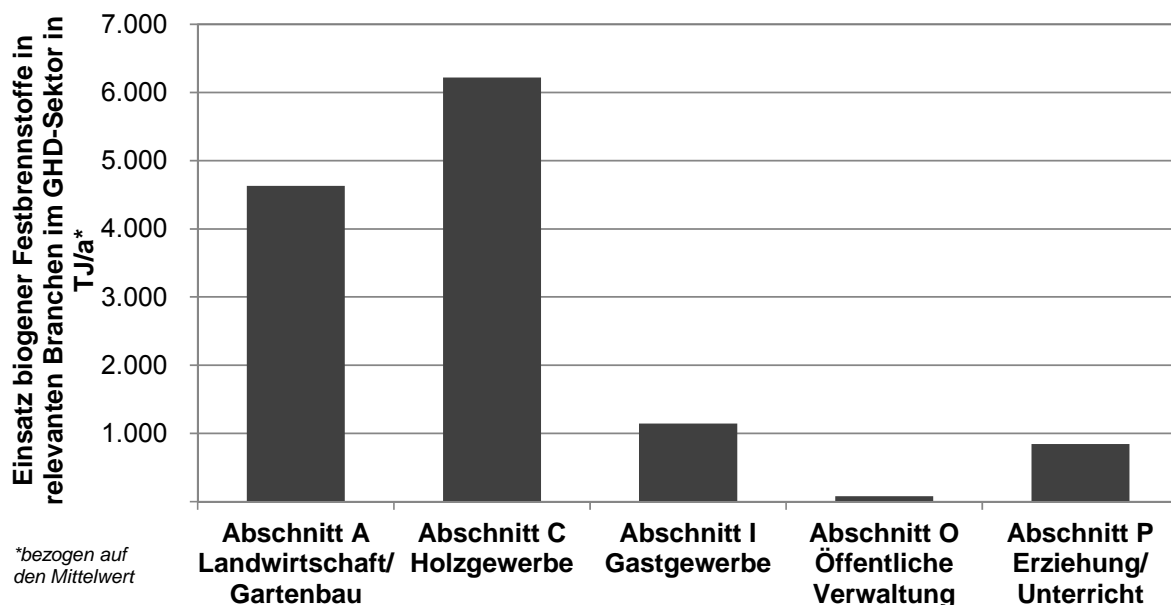


Abbildung 12-1 Einsatz biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor in den als relevant identifizierten Branchen, Darstellung des Mittelwertes (eigene Darstellung)

Den zwei Abschnitten Landwirtschaft/ Gartenbau (Abschnitt A) einerseits und Holzgewerbe (Abschnitt C) andererseits ist mit 84 % der wesentliche Einsatz biogener Festbrennstoffe zuzurechnen. Die übrigen 16 % verteilen sich auf die drei Branchen Gastgewerbe, Öffentliche Verwaltung und Erziehung/ Unterricht, wobei dies nicht ausschließlich auf die vergleichsweise geringe Verbreitung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe zurückzuführen ist. Vielmehr ist insbesondere der sehr geringe Anteil des Abschnittes der Öffentlichen Verwaltung (Abschnitt O) der Tatsache zu schulden, dass die Datenlage nicht die Hochrechnung aller relevanten Bereiche der Branche zuließ. Dies betrifft ebenso den Bereich der Hochschulen im Abschnitt P (Erziehung/ Bildung).

Unter Berücksichtigung der Fehlerfortpflanzung spiegeln sich die Schwankungsbreiten der Eingangsdaten auch auf die Ergebnisse wider. Dementsprechend sind in Abbildung 12-2 neben dem Mittelwert

auch die aus den Schwankungsbreiten resultierenden Minima und Maxima des Brennstoffeinsatzes biogener Festbrennstoffe der fünf Branchen aufgeführt.

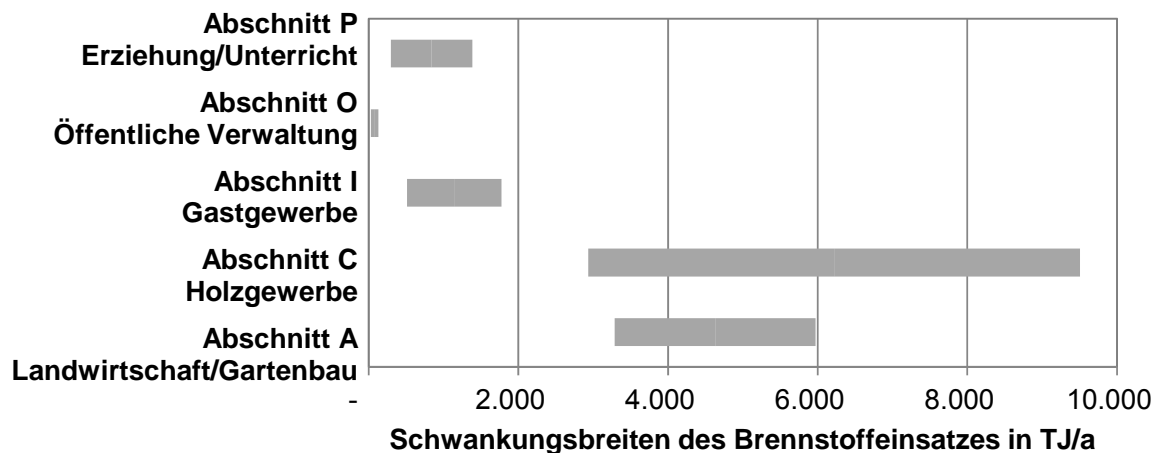


Abbildung 12-2 Spannweiten des hochgerechneten Brennstoffeinsatzes der relevanten Branchen (eigene Darstellung)

Die mit Abstand größte Spannweite weist das Holzgewerbe auf. Im Vergleich dazu sind die Spannweiten der anderen Branchen, vor allem auch des Abschnittes A, deutlich geringer. An dieser Stelle ist jedoch hervorzuheben, dass es sich hierbei um die Darstellung des relativen Fehlers handelt. Indem die Ergebnisse in unterschiedlichen Größenordnungen liegen, lässt die Abbildung des relativen Fehlers keine Beurteilung der Daten- und somit Ergebnisqualität der einzelnen Abschnitte zu. Hierfür sind in Abbildung 12-3 die relativen Fehler der Branchen aufgeführt.

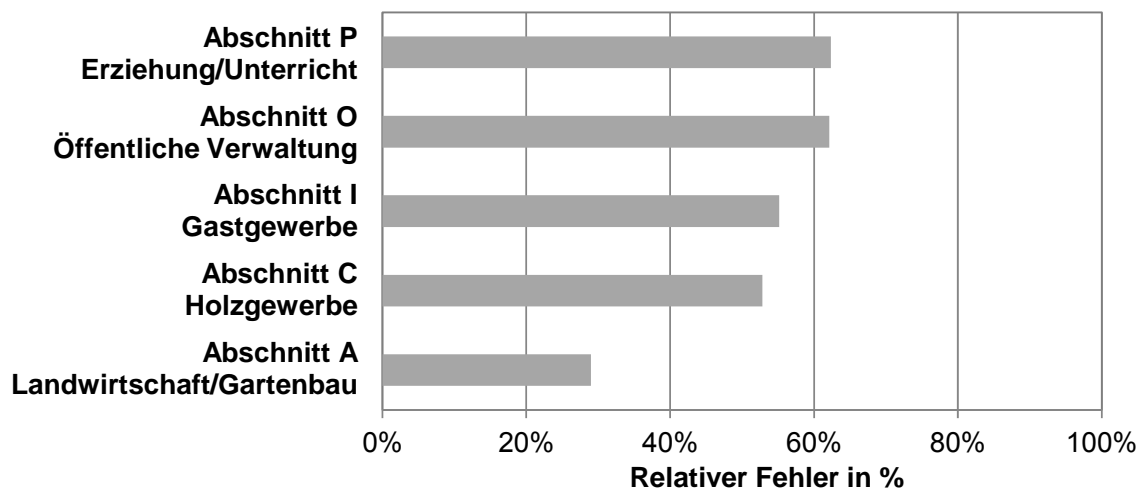


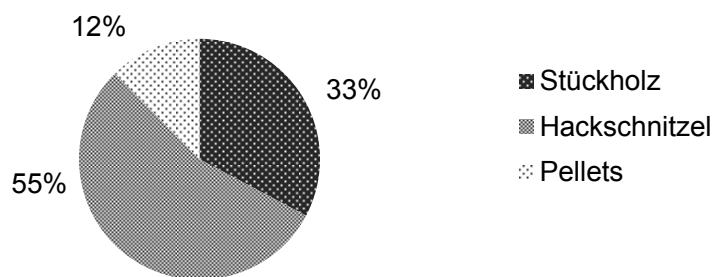
Abbildung 12-3 Relativer Fehler bei der Hochrechnung des Brennstoffeinsatzes (eigene Darstellung)

Mit Ausnahme des Abschnittes A liegt der relative Fehler der einzelnen Abschnitte zwischen 52 % und 63 %. Der vergleichsweise geringe Fehler im Abschnitt A ist auf den Bereich Gartenbau (27 %) und dessen hohe Bedeutung für den Biomasseeinsatz gegenüber der Schweinehaltung (63 %) zurückzuführen. Solche Unterschiede innerhalb einer Branche sind auch in Abschnitt I vorhanden. Der relative Fehler in der Gastronomie ist mit 97 % mehr als doppelt so hoch wie im Beherbergungsgewerbe (45 %).

Grundlegend wird deutlich, dass die Eingangsdaten und folglich auch Ergebnisse mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sind. Auch wenn Abschnitt A den vergleichsweise geringsten Fehler in Abbildung 12-3 aufweist, ist die Datenlage in allen Branchen mit einer unzureichenden Qualität zu beurteilen. Demnach besteht nicht nur in den nicht-hochrechenbaren Bereichen (z. B. Hochschulen, kommunale Ebene der Öffentlichen Verwaltung) ein erheblicher Verbesserungsbedarf hinsichtlich der Datengrundlage, sondern auch in den in Abbildung 12-3 dargestellten Bereichen der Branchen.

Für die einzelnen Branchen wurde eine Einteilung des Brennstoffeinsatzes in die drei Kategorien Stückholz, Hackschnitzel sowie Pellets vorgenommen. Die anteilige Verteilung der drei Brennstoffarten ist Abbildung 12-4 zu entnehmen.

#### Verteilung der biogenen Festbrennstoff in den relevanten Bereichen des GHD-Sektors)\*



*\*bezogen auf den Mittelwert*

Abbildung 12-4 Anteil des Einsatzes der drei biogenen Brennstoffarten (eigene Darstellung)

Den größten Anteil am Einsatz der verschiedenen Brennstoffarten haben mit 55 % die Hackschnitzel. Der Einsatz von Holzhackschnitzeln ist zu 60 % der Landwirtschaft/ Gartenbau und 32 % dem Holzgewerbe zuzurechnen. Im Wesentlichen auf das Holzgewerbe (94 %) ist der Einsatz von Stückholz zurückzuführen. Pellets hingegen werden überwiegend im Gastgewerbe (52 %) und dem Abschnitt Erziehung/ Bildung (29 %) eingesetzt.

Auch diese Angaben sind mit erheblichen Unsicherheiten versehen. Die vorangestellte Analyse der einzelnen Branchen hat gezeigt, dass insbesondere zum Einsatz der verschiedenen Brennstoffe – wenn überhaupt – nur rudimentäre Kenntnisse bei den entsprechenden Interviewpartnern bzw. in der ausgewerteten Literatur vorhanden sind.

Ergänzend zum Brennstoffeinsatz wurde die benötigte Wärmeerzeugung zur Deckung des Wärmebedarfs für die relevanten Branchen im Rahmen dieses Vorhabens bestimmt. Unter Verwendung des Anteils der biogenen Festbrennstoffe wurde darüber hinaus auf den gesamten Wärmebedarf der Branchen rückgeschlossen. An dieser Stelle ist jedoch noch einmal zu betonen, dass es sich in Abbildung 12-5 nicht um den gesamten Wärmebedarf der aufgezeigten Branchen, sondern ausschließlich um die die als relevant eingestuften Branchen und deren hochrechenbaren Bereiche handelt.

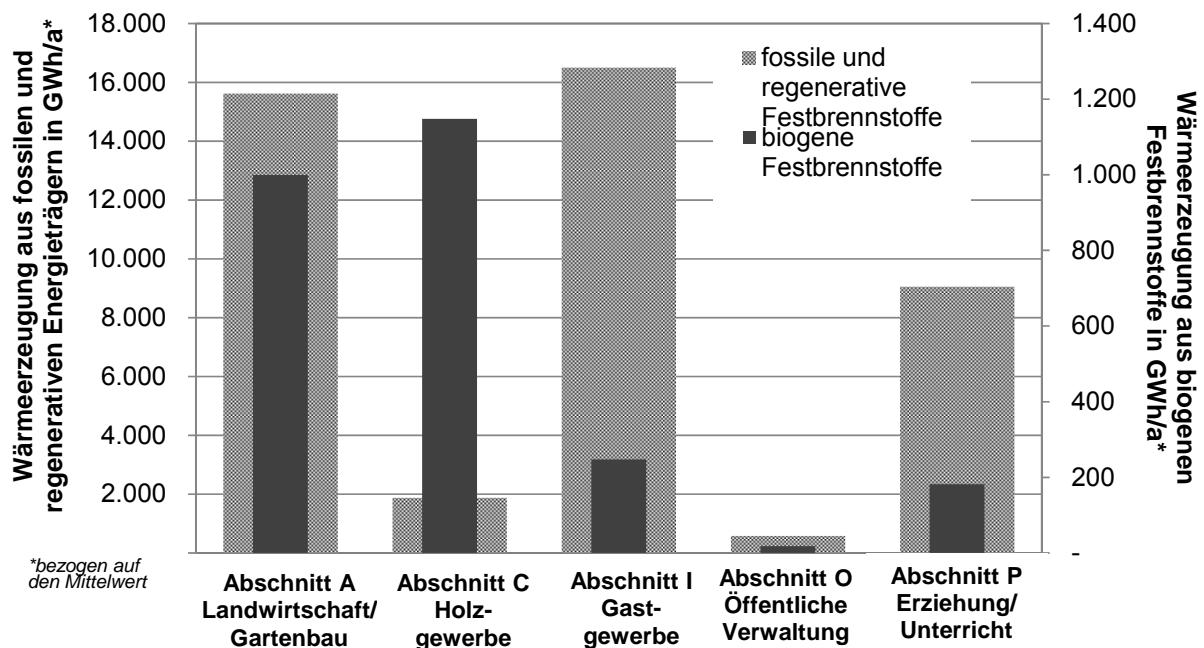


Abbildung 12-5 Wärmezeugung aus biogenen Festbrennstoffen als auch regenerativen sowie fossilen Brennstoffen der hochgerechneten Branchen (eigene Darstellung)

Während der Schwerpunkt bei der Wärme aus biogenen Festbrennstoffen in den Branchen Landwirtschaft/ Gartenbau und Holzgewerbe liegt, zeichnet sich bei der übrigen Wärmezeugung ein anderes Bild ab. Entsprechend Abbildung 12-5 liegt hier der Schwerpunkt beim Gastgewerbe mit 38 % und Landwirtschaft/ Gartenbau (36 %). Dem hingegen weist das Holzgewerbe einen vergleichsweise geringen gesamten Wärmebedarf auf. Demnach ist dessen Bedeutung im Kontext der biogenen Festbrennstoffe auf deren Etablierung in dieser Branche zurückzuführen.

Grundlegend ist die gesamte Wärmezeugung zur Deckung des Bedarfs in den aufgezeigten Branchen einerseits und dem gesamten GHD-Sektor wesentlich höher einzuschätzen. Hintergrund ist die angewandte Methodik, ausschließlich die für den Einsatz biogener Festbrennstoffe interessanten Branchen zu betrachten. Am Beispiel der Landwirtschaft besteht gemäß Kapitel 7.2 ebenso in der Geflügelhaltung ein Wärmebedarf. Indem dieser für den Einsatz biogener Festbrennstoffe nicht als relevant eingestuft wurde, wird dieser auch nicht in der Darstellung der gesamten Wärmezeugung in Abbildung 12-5 berücksichtigt.

Auch in den Abschnitten P und vor allem Abschnitt O ist die gesamte Wärmezeugung deutlich höher einzuschätzen. Ursache ist die schlechte Datenlage und die damit verbundene, nicht mögliche Hochrechnung einzelner Bereiche (z. B. Hochschulen).

## 12.2 Einordnung der Ergebnisse

Die generierten Ergebnisse im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens werden zunächst branchenweise sowie insgesamt zu den Ergebnissen der anderen Studien (Kapitel 2) ins Verhältnis gesetzt und im Kontext des Brennstoffeinsatzes der Bundesrepublik Deutschland betrachtet.

### Abschnitt A – Landwirtschaft/ Gartenbau

Eine Gegenüberstellung des Ergebnisses dieses Vorhabens mit den Literaturwerten erfolgt in Abbildung 12-6.

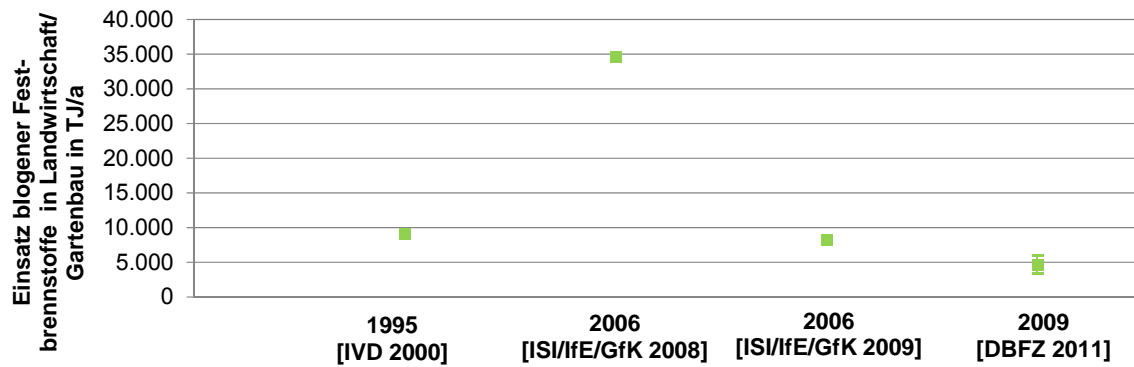


Abbildung 12-6 Vergleich des Hochrechnungsergebnisses mit Literaturwerten – Abschnitt A - Landwirtschaft und Gartenbau (eigene Darstellung beruhend auf [IVD 2000], [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009])

Die Diskussion über die Abweichung der Ergebnisse der drei Literaturstudien wurde bereits ausführlich in Kapitel 2.3.3 geführt. Das Ergebnis dieses Sachverständigenvorhabens liegt deutlich unterhalb von [ISI/IfE/GfK 2008], allerdings im Größenbereich von [IVD 2000] und [ISI/IfE/GfK 2009]. Neben der abweichenden Abgrenzung der Branche ist die große Differenz bei [ISI/IfE/GfK 2008] auf die Berücksichtigung der Biotreibstoffe bei der Ausweisung des Brennstoffeinsatzes in [ISI/IfE/GfK 2008] zu nennen. Der Anteil der Biotreibstoffe wird in [ISI/IfE/GfK 2009] nicht berücksichtigt. [ISI/IfE/GfK 2009] weist gegenüber dem Ergebnis dieses Vorhabens einen doppelt so hohen Brennstoffeinsatz aus. Zurückzuführen ist dies u.a. auf die Annahme eines vergleichsweise höheren Anteils biogener Festbrennstoffe.

Eine vertiefende Analyse dieser Branche zeigt, dass die Bedeutung der beiden Bereiche Landwirtschaft und Gartenbau grundlegend unterschiedlich eingestuft wird. Während der Brennstoffeinsatz dieser Branche in [ISI/IfE/GfK 2008] ausschließlich und mit 87 % in [ISI/IfE/GfK 2009] vordergründig in der Landwirtschaft verortet wird, so zeigt das Hochrechnungsergebnis dieses Sachverständigenvorhabens einen Anteil der Landwirtschaft von lediglich 4 %. Resultierend aus der vorangestellten Charakterisierung der Landwirtschaft scheint eine Überschätzung des Brennstoffeinsatzes in [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] stattzufinden.

Die Branchenanalyse zeigte, dass nicht alle Bereiche der Landwirtschaft mit einem Wärmebedarf für den Einsatz biogener Festbrennstoffe geeignet sind (z. B. Haltung von Geflügel). Ferner wurde für den als relevant identifizierten Bereich im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens ein deutlich geringerer Anteil biogener Festbrennstoff gegenüber [ISI/IfE/GfK 2008] erhoben. Der Anteil biogener Festbrennstoffe dieses Sachverständigenvorhabens ist jedoch vergleichbar mit der Annahme in [ISI/IfE/GfK 2009].

Darüber hinaus bleibt die große Differenz in Bezug auf die Bedeutung des Gartenbaus zwischen [ISI/IfE/GfK 2008] bzw. [ISI/IfE/GfK 2009] und diesem Sachverständigenvorhaben bestehen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich des absoluten Wärmebedarfs der Branche und der Verbreitung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe scheinen eine Unterschätzung in [ISI/IfE/GfK 2008] bzw. [ISI/IfE/GfK 2009] zu sein.

### Abschnitt C – Holzgewerbe

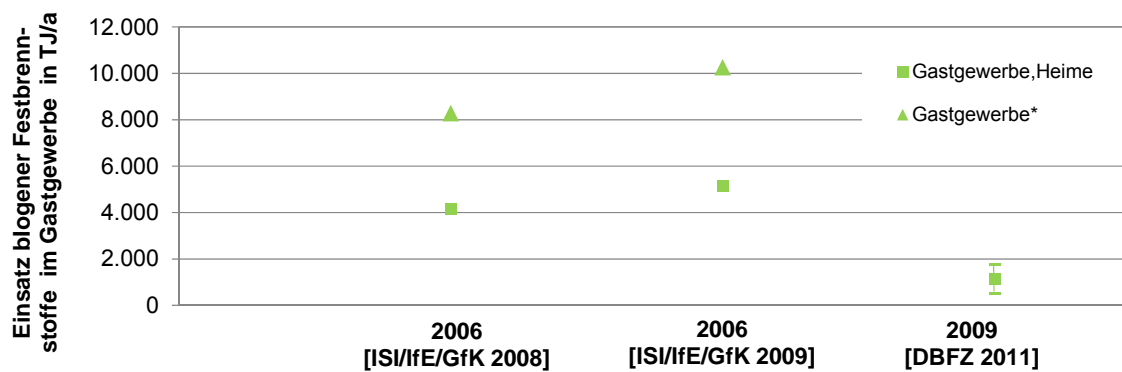
Da das Holzgewerbe in keinen der in Kapitel 2 analysierten Studien gesondert aufgeführt wird, kann das im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens generierte Ergebnis nicht mit den anderen Studien ins Verhältnis gesetzt werden.

Das Holzgewerbe wird in den Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009], aber auch in [IVD 2000] sowie [UH 2007] als Bestandteil des gesamten Gewerbes ausgewiesen. Nach [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] umfasst das Gewerbe neben dem Holzgewerbe auch das Metall- Kfz-, sowie Papier-/ Druckereigewerbe. Die Angaben zum Brennstoffeinsatz belaufen sich auf 3.240 TJ/a [ISI/IfE/GfK 2008] bzw. 360 TJ/a [ISI/IfE/GfK 2009] angegeben. Im Rahmen dieses Vorhabens wird mit  $6.257 \pm 3.283$  TJ/a ein deutlich höheres Ergebnis erzielt.

Für das Gewerbe wird in [IVD 2000] ein Brennstoffeinsatz von 20.830 TJ/a angegeben und in [UH 2007] 57.020 TJ/a. Im Vergleich dazu liegt das im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens erzielte Ergebnis erheblich unterhalb der beiden Studien. Analog [ISI/IfE/GfK 2008] umfassen auch die Angaben in [IVD 2000] und [UH 2007] neben dem Holzgewerbe andere Branchen. Hinter dem Begriff Gewerbe verbergen sich in [IVD 2000] mit Ausnahme der Landwirtschaft/ Gartenbau sämtliche Kleinverbraucher (z. B. kommunale Anlagen). Im Gegensatz dazu werden in [UH 2007] kommunale Anlagen gesondert aufgeführt. Anlagen der Landwirtschaft/ Gartenbau sind hingegen enthalten.

### Abschnitt I – Gastgewerbe

Für den Vergleich des Gastgewerbes können ausschließlich die beiden Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] verwendet werden (siehe Abbildung 12-7).



\* Verteilung biogener Festbrennstoffe entsprechend der Verteilung des gesamten Brennstoffeinsatzes (Heime 50 %, Gastgewerbe 50 %)

Abbildung 12-7 Vergleich des Hochrechnungsergebnisses mit Literaturwerten – Abschnitt I - Gastgewerbe (eigene Darstellung beruhend auf [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009])

Das generierten Ergebnis im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens gemäß Abbildung 12-7 liegt deutlich unterhalb der Ergebnisse von [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009].

Als Ursache ist zunächst die Abgrenzung der Branche anzuführen. In den beiden Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] umfasst das Ergebnis neben dem Gastgewerbe auch Heime, die entsprechend der Brancheneinteilung in diesem Sachverständigenvorhaben der Abschnitt Gesundheits- und Sozialwesen zuzuordnen sind. Unter Berücksichtigung der Verteilung des gesamten Brennstoffeinsatzes wurde der Anteil des Gastgewerbes am Ergebnis der beiden Studien [ISI/IfE/GfK 2008] sowie [ISI/IfE/GfK 2009] abgeschätzt und ergänzend in Abbildung 12-7 dargestellt. Trotz dessen



übersteigt der in den beiden Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] ausgewiesenen Brennstoffeinsatz das Ergebnis dieses Sachverständigenvorhabens um das Drei- bis Vierfache.

Der Anteil der einzelnen Bereiche am Brennstoffeinsatz der Branche zeigt ebenso erhebliche Diskrepanzen auf. Während in diesem Sachverständigenvorhaben die Beherbergung mit 72 % gegenüber der Gastronomie (28 %) deutlich dominiert, wird in [ISI/IfE/GfK 2008] der Brennstoffeinsatz im Gastgewerbe zu 67 % der Gastronomie und nur 33 % der Beherbergung zugeordnet.

Demnach kann davon ausgegangen werden, dass die erhebliche Differenz auf eine Unterschätzung der Gastronomie im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens zurückzuführen ist. Bereits in der Analyse der Gastronomie (Kapitel 9.4) wurde die Unsicherheit der Eingangsdaten diskutiert, die sich in der Schwankungsbreite des Ergebnisses (relativer Fehler von 97 %) widerspiegelt.

### Abschnitt O – Öffentliche Verwaltung

Im Bereich der Öffentlichen Verwaltung wurde ausschließlich auf der Ebene des Landes im Bereich der Justizvollzugsanstalten eine Hochrechnung durchgeführt. Ergänzend dazu wurde von [UBA 2009] die Angaben zum Einsatz biogener Festbrennstoffe im Bereich der Verteidigung bereitgestellt, so dass diese Angaben keiner Hochrechnung bedurften.

Ein Einsatz biogener Festbrennstoffe erfolgt jedoch auch in anderen Bereichen der Branche, bspw. auf Ebene der Bundesländer bzw. Landkreise/Kommunen. Die in Kapitel 10 durchgeführte Analyse sowie die Anlagenliste des UBA [UBA 2009] sowie die Biomasseheizwerk-Datenbank des DBFZ [DBFZ 2010b] enthalten Praxisbeispiele in dieser Branche. Aufgrund mangelnder Eingangsdaten war eine Hochrechnung jedoch ausschließlich für den Bereich der Justizvollzugsanstalten möglich. Demzufolge ist davon auszugehen, dass das im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens erzielte Ergebnis hinsichtlich des Einsatzes biogener Festbrennstoffe im Bereich der Öffentlichen Verwaltung gegenüber den Angaben in den in Kapitel 2 analysierten Studien bedeutend geringer ausfallen wird.

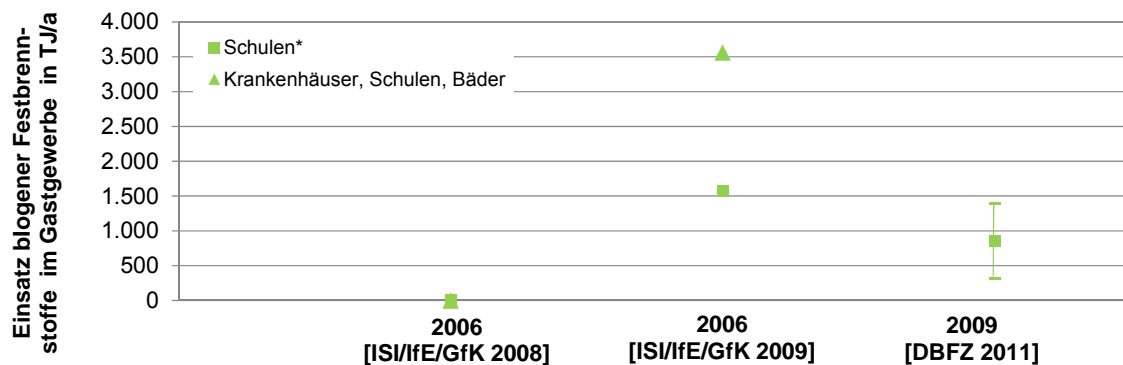
Für einen Vergleich dient ausschließlich [UH 2007]. Der Brennstoffeinsatz in kommunalen Anlagen wird in [UH 2007] in Höhe von 3.978 TJ/a ausgewiesen – dem 44-fachen des generierten Ergebnisses in diesem Sachverständigenvorhaben. In diesem Fall ist die erhebliche Differenz nicht nur auf das oben aufgeführte Argument zurückzuführen. Infolge der Analyse der Energieberichte zeigte sich, dass Gebäude, die dem Abschnitt Erziehung/ Unterricht zuzuordnen sind, einen erheblichen Anteil an den Öffentlichen Liegenschaften haben. Demnach wurden möglicherweise auch Biomassefeuerungen bspw. zur Versorgung von Schulen von den Städten/ Gemeinden angegeben und sind in dem ausgewiesenen Brennstoffeinsatz der kommunalen Anlagen enthalten. Im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens wurden die Schulen hingegen dem Abschnitt P (Erziehung/ Unterricht) zugeordnet.

Die prinzipiell sehr gute branchenspezifische Ergebnisdarstellung in [ISI/IfE/GfK 2009] liefert für diesen Abschnitt der WZ keine vergleichbaren Ergebnisse. Gebietskörperschaften bzw. die Sozialversicherungen werden als Teil der weitumfassenden Gruppe büroähnliche Betriebe ausgewiesen. Eine energieträgerspezifische Ausweisung der Untergruppe erfolgt nicht.

Darüber hinaus wird das Militär in [ISI/IfE/GfK 2009] nicht dem GHD-Sektor zugeordnet und ist demnach auch nicht in der Restgruppe enthalten.

### Abschnitt P – Erziehung/ Unterricht

Für einen Vergleich der Hochrechnungsergebnisse dieses Abschnittes der WZ liefern lediglich die beiden Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] Daten (Abbildung 12-8). Analog dem Abschnitt I wird das Bildungswesen in den beiden Studien nicht gesondert ausgewiesen, sondern gemeinsam mit den Krankenhäusern. Letztere werden im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens und der WZ dem Abschnitt Gesundheits- und Sozialwesen zugeordnet. Unter der Annahme, dass die Verteilung des gesamten Brennstoffeinsatzes auch der der biogenen Festbrennstoffe entspricht, wurde die Größenordnung des Bildungswesens für die Studie [ISI/IfE/GfK 2009] abgeschätzt und in Abbildung 12-8 ergänzend dargestellt.



\* Verteilung biogener Festbrennstoffe entsprechend der Verteilung des gesamten Brennstoffeinsatzes (Schulen 44 %, Krankenhäuser, Bäder 56 %)

Abbildung 12-8 Vergleich des Hochrechnungsergebnisses mit Literaturwerten – Abschnitt P – Erziehung und Unterricht (eigene Darstellung beruhend auf [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009])

Der Mittelwert des in diesem Sachverständigenvorhaben generierten Ergebnisses ist vergleichbar mit der Angabe für Schulen in [ISI/IfE/GfK 2009]. Im Gegensatz dazu wird in [ISI/IfE/GfK 2008] kein Einsatz biogener Festbrennstoffe identifiziert. Diese Angabe entspricht nicht der Realität. Dies bestätigt neben [ISI/IfE/GfK 2009] auch das Ergebnis dieses Sachverständigenvorhabens sowie die Vielzahl an Praxisbeispielen in der Anlagenliste [UBA 2009] sowie Anlagendatenbank [DBFZ 2010b].

Vergleichbare Angaben zum Anteil der biogenen Festbrennstoffe werden mit ca. 2 % in diesem Sachverständigenvorhaben und der Studie [ISI/IfE/GfK 2009] angenommen. Demnach ist die Differenz beider Studien auf andere Ursachen zurückzuführen. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass beide Studien unterschiedliche Bereiche des Abschnittes Erziehung/ Unterricht betrachten. Während in diesem Sachverständigenvorhaben neben den Schulen ebenso die Gruppe der Kindertagesstätten/ Vorschulen betrachtet werden, umfasst [ISI/IfE/GfK 2009] Schulen sowie Hochschulen. Im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens wurde ein Brennstoffeinsatz ausschließlich von Schulen von  $522 \pm 320$  TJ/a ermittelt. Für einen Vergleich mit [ISI/IfE/GfK 2009] wären Kenntnisse über die Hochschulen notwendig. Entsprechend der Ausführungen in Kapitel 11.2 ist der Einsatz biogener Festbrennstoffe denkbar, eine Hochrechnung war in Ermangelung von Eingangsdaten jedoch nicht möglich.

Im Kontext der Ergebnisdiskussion des Abschnittes O, Öffentliche Verwaltung wurde als Resümee gezogen, dass möglicherweise der Brennstoffeinsatz im Bildungswesen in [UH 2007] den kommunalen Anlagen zugerechnet wird. Ein Vergleich ist aufgrund der Branchenabgrenzung nicht möglich.

### GHD-Sektor

Für die vorangestellte branchenweise Einordnung der generierten Ergebnisse im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens konnten nur einzelne der in Kapitel 2 analysierten Studien verwendet werden. Ein Vergleich des Ergebnisses für den gesamten GHD-Sektor ist in Abbildung 12-9 aufgeführt.

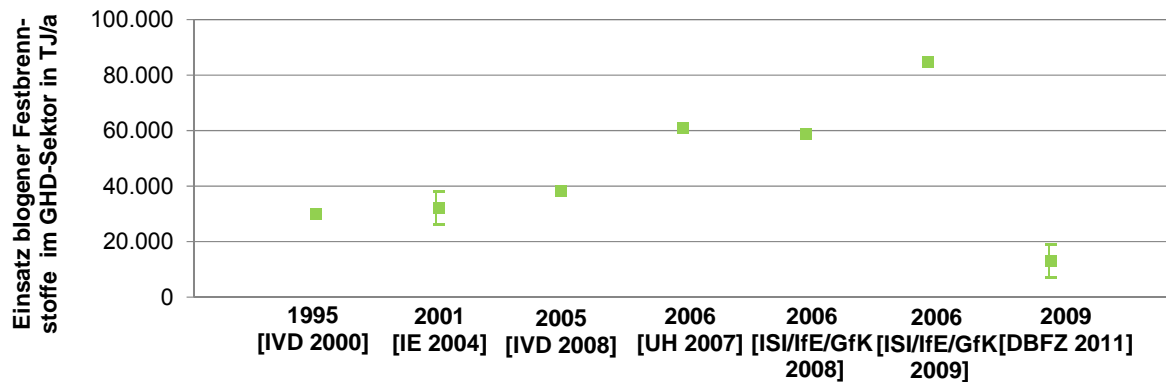


Abbildung 12-9 Vergleich des Hochrechnungsergebnisses mit Literaturwerten (eigene Darstellung beruhend auf [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009])

Resultierend aus der vorangestellten branchenweisen Gegenüberstellung der Ergebnisse dieses Sachverständigenvorhabens mit den in Kapitel 2 analysierten Studien sind auch für das Gesamtergebnis erhebliche Differenzen sichtbar. Die Diskussion bezüglich der Qualität der Ergebnisse in der Literatur wurde bereits in Kapitel 2.3.3 ausführlich geführt.

Unabhängig von der Qualität der einzelnen Literaturwerte wird deutlich, dass das im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens generierte Ergebnis deutlich unterhalb aller sonstigen Studien liegt. Im Wesentlichen ist dies auf die in den Studien angewandten Methoden und damit verbundenen Definition bzw. Abgrenzung des GHD-Sektors verbunden. Während die Studien [ISI/IfE/GfK 2008] und [ISI/IfE/GfK 2009] eine sektorweise Untersuchung beinhalten, wurden in diesem Sachverständigenvorhaben ausschließlich die als relevant eingestuft Bereiche hochgerechnet.

Entsprechend der Definition in Kapitel 6 ist den nicht oder den potenziell relevanten Branchen der Einsatz biogener Festbrennstoffe nicht absolut abzuspochen, allerdings wurde diesen eine derzeit geringere Bedeutung im Vergleich zu den analysierten Branchen zugesprochen. Indem lediglich 5 der 18 Abschnitte der WZ – und davon meist nur einzelne Bereiche – als relevant identifiziert und somit in die Hochrechnung einfließen, können auch die übrigen 13 Abschnitte in Summe ggf. einen merklichen Brennstoffeinsatz aufweisen, obwohl den Branchen an sich keine bedeutende Relevanz zuzuschreiben ist. Ferner war die Hochrechnung einiger als relevant identifizierten Bereiche aufgrund der unzureichenden Datengrundlage (z. B. Öffentliche Verwaltung auf kommunaler Ebene) nicht möglich.

Bereits die vorangestellte branchenweise Gegenüberstellung der Ergebnisse zeigte, dass die im Rahmen dieses Vorhabens generierten Ergebnisse i. d. R. unterhalb der Literaturwerte lagen. Zurückzuführen ist dies entweder auf eine Unterschätzung des Brennstoffeinsatzes in diesem Sachverständigenvorhaben (möglicherweise bei der Gastronomie) oder einer Überschätzung in den anderen Studien. Vorangestellt diskutiert wurde die Möglichkeit der Überschätzung im Kontext der Landwirtschaft/ Gartenbau.

Neben den in Kapitel 2 analysierten Studien erstellt die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) jährlich die Energiebilanzen für Deutschland. Die Energiebilanz weist für die vier Sektoren Haushalte, GHD, Industrie sowie Verkehr den Endenergieverbrauch (entspricht dem Brennstoffeinsatz) für die verschiedenen Energieträger aus. Die Energiebilanz fasst unter dem Begriff Biomasse und erneuerbare Energieträger feste, flüssige und gasförmige Bioenergieträger zusammen. Ergänzend dazu wird seit 2000 eine Satellitenbilanz Erneuerbare Energien erstellt, in der der benannte Brennstoff weiter unterteilt wird in Holz/ Stroh/ u. a. feste Stoffe, Biodiesel/ u. a. flüssige Stoffe, Klärgas inkl. Biogas, Deponiegas/ Siedlungsabfälle. Für das Jahr 2008 gibt die Energiebilanz für den GHD-Sektor einschließlich militärischer Dienststellen einen Brennstoffeinsatz an Biomasse inkl. erneuerbarer Abfälle von 4.874 TJ. an. Unter Verwendung der Satellitenbilanz wird sichtbar, dass diese Angabe von ausschließlich auf den Einsatz von Biodiesel/ u. a. flüssige Stoffe (4.396 TJ) sowie Klärgas/inkl. Biogas (478 TJ) zurückzuführen sind. Die Position Holz/ Stroh/ u. a. feste Stoffe bleibt derzeit für den GHD-Sektor leer. Sowohl dieses Sachverständigenvorhabens als auch die anderen Studien, wie bspw. [ISI/IfE/GfK 2008], [ISI/IfE/GfK 2009] aber auch [UH 2007] und [IE 2004] haben gezeigt, dass biogene Festbrennstoffe in einem nennenswerten Umfang im GHD-Sektor eingesetzt werden und somit in die Energiebilanz aufzunehmen sind.

### 12.3 Bewertung der Eingangsdaten

Eine Vielzahl an Eingangsdaten wurden im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens für die Durchführung der Hochrechnung benötigt. Hierzu zählen neben amtliche Statistiken auch eine umfangreiche Literaturrecherche sowie Multiplikatoreninterviews. Nachstehend werden die verschiedenartigen, wesentlichen Datenquellen hinsichtlich der Qualität bewertet.

Amtliche Statistiken können aufgrund der geprüften und gesicherten Erhebungsmethodik prinzipiell als verlässlich bewertet werden. Grundlage für die Hochrechnung in Variante eins (Kapitel 4.3) ist das Unternehmensregister, das Angaben zur Anzahl der Betriebe, zu SV-pflichtigen Beschäftigten sowie zum Umsatz – unterteilbar in acht Betriebsgrößenklassen – vorhält. Nachteilig ist anzumerken, dass im Unternehmensregister keine Angaben für den Abschnitt A (Landwirtschaft) und Abschnitt O (Öffentliche Verwaltung) enthalten, die allerdings für den Einsatz biogener Festbrennstoffe relevant sind. Für den Bereich P wurden darüber hinaus die Angaben des Unternehmensregisters [StBA 2010a] mit der Fachstatistik allgemeinbildender Schulen [StBA 2010d] verglichen, mit dem Ergebnis erheblicher Abweichungen hinsichtlich der Anzahl der Betriebe. Entsprechend der in Kapitel 5.1 aufgeführten Plausibilitätsüberprüfung lassen die Zahlen der Fachstatistik gegenüber dem Unternehmensregister auf eine höhere Qualität schließen.

Indem die Hochrechnung aufgrund der schlechten Eingangsdatenlage nach der favorisierten Variante (Variante 1) basierend auf der Anzahl der Betriebe (Kapitel 4.3) nicht möglich war, wurde die alternative Variante (Kapitel 4.4) angewandt. Hierfür wurden eine Vielzahl weiterer amtlicher Statistiken verwendet, zum Beispiel:

- Gartenbauerhebung [StBA 2006a]
- Viehhaltung der Betriebe [StBA 2008c]
- Statistik der Kinder- und Jugendhilfe [StBA 2009b]
- Personal des Öffentlichen Dienstes [StBA 2009c]
- Allgemeinbildende Schulen [StBA 2010d], Berufliche Schulen [StBA 2010e]
- Monaterhebung zum Tourismus [StBA 2010g]

Die Qualität dieser Datenquellen ist als sehr gut einzustufen. Mit Ausnahme der Gartenbauerhebung handelt es sich bei den aufgeführten um jährlich wiederkehrende Statistiken. In Hinblick auf eine angestrebte Fortschreibung ist dies besonders hervorzuheben. Gleichmaßen ist die diskontinuierliche Durchführung der Gartenbauerhebung zu beanstanden, da somit eine Fortschreibung der Eingangsdaten für die Hochrechnung des Gartenbaus nicht möglich ist.

Auch die Statistik zum Personal im Öffentlichen Dienst ist für dieses Vorhaben nicht ohne weiteres zu verwenden. Diese Statistik umfasst nicht nur die Beschäftigte der Öffentlichen Verwaltung (Abschnitt O) sondern auch Beschäftigte anderer Abschnitte der WZ (z. B. Bildungswesen). Demnach sind die entsprechenden Bereiche aus der Statistik herauszurechnen. Folglich wäre eine detailliertere Gliederung dieser Statistik für die Abgrenzung der Öffentlichen Verwaltung zielführend. Indem die Anlagengrößen mit Betriebsgrößen einhergehen, wären betriebsgrößenspezifische Angaben bspw. bei den Schulen wünschenswert.

Die amtlichen Statistiken dienen im Wesentlichen der Bereitstellung von Aktivitätsgrößen für die Hochrechnung. Zur Ermittlung des Brennstoffeinsatzes waren darüber hinaus Angaben zu den aktivitätsgrößenspezifischen Energiebedarfsindikatoren als auch zu dem Anteil der eingesetzten Biomasse notwendig. Für die Bereitstellung dieser beiden Größen wurde – neben den Multiplikatoreninterviews – eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Hierbei wurde eine Vielzahl an Quellen unterschiedlicher Art verwendet.

Einerseits sind die Quellen [VDI 1998] und [AGES 2010] zu benennen, die Angaben zu Energieverbrauchskennwerten beinhalten. Diese Datenquellen stellen für den flächenspezifischen Wärmebedarf unterschiedlichster Gebäudetypen (und Branchen) eine sehr gute Datenquelle dar, da die Angaben auf einer Erhebung einer Vielzahl an Gebäuden je Gebäudtyp beruhen. Vorteilhaft bei beiden Datenquellen ist die Angabe von Häufigkeitsverteilungen der Kennwerte zu benennen. Während [AGES 2010] auf eine vergleichsweise aktuellen Datenbasis (2005) zurückgreift, ist bei der [VDI 1998] die Aktualität – die Verbrauchsmessungen wurden bereits in den Jahren 1993 bis 1995 durchgeführt – zu bemängeln.

Energiekennwerte werden ebenso im Handbuch [Kubessa 1998] veröffentlicht. Deren Aktualität ist jedoch analog der [VDI 1998] zu bewerten. Neben der Vielzahl an betrachteten Branchen in [Kubessa 1998] ist auch die Tatsache als positiv hervorzuheben, dass der Wärmebedarf nicht nur bezogen auf die Gebäudefläche, sondern darüber hinaus auch bezogen auf alternative Aktivitätsgrößen (z. B. Bett bei Krankenhäuser) angegeben ist. Eine gute Datenbasis für energierelevante Daten, die auf einer Erhebung in einer Vielzahl an Branchen beruhen, stellt auch [Geiger 1998] dar, die wiederum von [ISI/IfE/GfK 2008] aktualisiert werden. Hinsichtlich der in [ISI/IfE/GfK 2008] aufgeführten Daten ist die Aktualität dieser hervorzuheben, [Geiger 1998] nimmt jedoch eine detailliertere Gliederung der Branchen des GHD-Sektors vor.

Andererseits sind Studien zu benennen, die sich mit dem Energieverbrauch in einer Branche (z. B. Beherbergungsgewerbe [Hermes 2000]) im Detail auseinandersetzen und Daten in verschiedenen Betrieben erheben. Diese Studien liefern neben den flächenspezifischen Verbrauchskennwerten, auch Verbrauchskennwerte, die sich auf andere Aktivitätsgrößen (z. B. Übernachtungen bei [Hermes 2000]) beziehen und somit direkt in die Hochrechnung einfließen können. In Abhängigkeit der verwendeten Stichprobe liefern diese Studien einen sehr guten Einblick in den Wärmebedarf einer Branche. Auch in diesen Studien werden i. d. R. ein Mittelwert und die entsprechenden Schwankungsbrei-

ten der Kennwerte angegeben. Nachteilig ist auch bei einigen dieser Studien die Aktualität zu nennen. Eine besondere Form der branchenspezifischen Studien stellen die Energieberichte der Liegenschaften auf Ebene der Bundesländer bzw. Städte und Landkreise dar. Diese Berichte liefern eine Vielzahl an zumeist aktuellen Daten zu Praxisbeispielen unterschiedlichster Branchen (neben der Öffentlichen Verwaltung auch Erziehung/ Unterricht, ggf. Gesundheitswesen). Die im Rahmen der Charakterisierung der Branchen erfolgte Gegenüberstellung der Energieberichte zeigt zum Teil enorme Schwankungsbreiten auf. Dies wirkt sich zwar negativ auf die Genauigkeit des Ergebnisses aus, zeigt aber auch die Bandbreiten der Praxisbeispiele.

Grundlegend zeigt die Literaturanalyse, dass in Abhängigkeit der zu betrachtenden Branche eine Vielzahl an Literatur vorhanden ist, die Eingangsdaten für die Hochrechnung liefern können. Im Rahmen der Bearbeitung dieses Sachverständigenvorhabens haben sich insbesondere folgende Aspekte als problematisch erwiesen. Zum einen treten erhebliche Differenzen bei den in der Literatur angegebenen Kennwerten auf, zum anderen konnte aufgrund einer zu geringen Anzahl z. T. keine Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden. Ferner ist bei den meisten Literaturquellen zu beanstanden, dass flächenspezifische Wärmebedarfswerte angegeben wurden, die wiederum unter Verwendung von Kenngrößen auf die geeigneten Aktivitätsgrößen umzurechnen waren. Dies betrifft im Wesentlichen die Branchen Öffentliche Verwaltung sowie Erziehung/ Unterricht. Angaben zum spezifischen Brennstoffverbrauch der Branchen konnten ausschließlich in [ISI/IfE/GfK 2008] gewonnen werden. Prinzipiell ist die Auswertung verfügbarer Literatur als Form der Datenerhebung anzuwenden. In diesem Zusammenhang liefert diese Methode nicht grundsätzlich eine gute Datenbasis. Zurückzuführen ist dies auf eine z. T. geringen Anzahl an verwertbaren Studien bzw. der Verwendung ungeeigneter Bezugsgrößen.

Infolge dessen, wurden Befragungen zur Erhebung weiterer und insbesondere aktuellerer Daten durchgeführt. Vor dem Hintergrund der verfügbaren und vorgesehenen Ressourcen und der daraus resultierenden beschränkten Anzahl an Interviewpartnern wurden Multiplikatoren, Verbandsmitglieder, Energieagenturen etc. befragt. Die Befragung von Branchenvertretern führte nicht zur Erweiterung belastbarer Angaben, da diese häufig selber nur Abschätzungen vornehmen konnten, die ggf. regional gefärbt waren oder keine Auskunft gaben. Plausibilitätsprüfungen waren aufgrund der begrenzten Anzahl verwertbarer Aussagen nur bedingt möglich. Zusammenfassend ist anzumerken, dass die Durchführung von Multiplikatoreninterviews zur Erhebung von Eingangsdaten für diese Fragestellung nicht geeignet ist, da die Verbände etc. über keine Datenbasis verfügen. Generell konnte jedoch ein großes Interesse an dieser Fragestellung bei den verschiedenen Branchenverbänden und Akteuren vernommen werden. In einigen Branchen wurde mit einer entsprechenden Datenerhebung bereits begonnen bzw. ist angedacht. Folglich ist eine aufwendige Unternehmensbefragung mit einer ausreichenden Stichprobe bei der derzeitigen Datenlage in den Verbänden durch Multiplikatoreninterviews nicht zu ersetzen.

## 13 Zusammenfassung

Ein wesentlicher Bestandteil des Energiekonzepts der Bundesregierung ist der Ausbau erneuerbarer Energien. Die politischen Zielsetzungen sind im Nationalen Aktionsplan für Erneuerbare Energien der Bundesrepublik Deutschland festgehalten. Zur Überprüfung der gesetzten Ziele und der in diesem Zusammenhang initiierten Fördermaßnahmen ist eine regelmäßige sowie zeitnahe Berichterstattung notwendig. Während sich die Datenlage zum Einsatz biogener Festbrennstoffe in den Sektoren private Haushalte und Industrie in den letzten Jahren deutlich verbessert hat, fehlen für den GHD-Sektor weiterhin belastbare Zahlen. Vor diesem Hintergrund ist das Ziel dieses Sachverständigenvorhabens, eine belastbare Schätzung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor zu erarbeiten. Die generierten Ergebnisse beziehen sich zunächst auf das Jahr 2008. Dabei soll mit der erarbeiteten Methode aber grundsätzlich auch eine Fortschreibung der Daten möglich sein.

Grundlage dieses Sachverständigenvorhabens bildet zum einen die Analyse bestehender Studien zu dieser Thematik und zum anderen die Abgrenzung des GHD-Sektors. Die analysierten Studien, die sich mit der Ermittlung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor auseinandersetzen, unterschieden sich nicht nur in Bezug auf die zur Datenerhebung durchgeführten Befragungen (Art und Umfang des Teilnehmerkreises), sondern auch hinsichtlich des Hochrechnungsansatzes und den generierten Ergebnissen. Eine Abgrenzung des GHD-Sektors gegenüber den anderen Sektoren war vor dem Hintergrund notwendig, dass die Vorgehensweise der Ermittlung des Einsatzes fossiler Brennstoffe per Restdefinition bei den biogenen Festbrennstoffen nicht anwendbar ist.

Den eigentlichen Schwerpunkt der Untersuchungen bildete eine vertiefte Analyse der für den Einsatz biogener Festbrennstoffe relevanten Branchen, die unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien, z. B. Wärmebedarf, internes Brennstoffaufkommen, identifiziert wurden. Diese sind Landwirtschaft/ Gartenbau (Abschnitt A), Holzgewerbe (Abschnitt C), Gastgewerbe (Abschnitt I), Öffentliche Verwaltung (Abschnitt O) sowie Erziehung/ Unterricht (Abschnitt P).

Daraufhin erfolgte eine Charakterisierung der einzelnen Bereiche der relevanten Branchen bezüglich deren volkswirtschaftlichen Bedeutung, Betriebsstruktur sowie deren Energie- und insbesondere Wärmebedarf mit dem Ziel relevante Bereiche festzustellen. Beispielsweise zeigte die Charakterisierung der Branche Landwirtschaft, dass derzeit lediglich die Schweinehaltung in einem relevanten Umfang für den Einsatz biogener Festbrennstoffe in Frage kommt. Aufbauend darauf wurden Eingangsdaten für die Hochrechnung (Wärmebedarf, Gerätestruktur sowie Biomassenutzung) für die relevanten Bereiche, anhand der Literaturrecherche und Multiplikatoreninterviews ermittelt.

Die Hochrechnung der einzelnen Bereiche bzw. Branchen war zunächst (Variante 1) als Produkt aus Anzahl der Betriebe, typische Nennwärmeleistungen je Betriebsgrößenklasse, mittleren Vollbenutzungsstunden sowie dem Anteil der Betriebe, die biogene Festbrennstoffe einsetzen, angedacht. Infolge der unzureichenden Datenlage wurde ein alternatives Hochrechnungsverfahren (Variante 2), basierend auf branchenspezifischen Energiebedarfsindikatoren entwickelt. Der Endenergieverbrauch berechnet sich aus dem Produkt aus branchenspezifischer Aktivitätsgröße, Energiebedarfsindikator sowie dem Anteil an biogenen Festbrennstoffen. In die Hochrechnung fließen die Eingangsdaten versehen mit den generierten Unsicherheiten ein, so dass die Hochrechnungsergebnisse entsprechende Schwankungsbreiten aufweisen. Mit Ausnahme des kommunalen Bereiches bei der Öffentlichen Verwaltung war die Hochrechnung aller als relevant identifizierten Bereiche/ Branchen, unter Anwendung der Variante 2 möglich.

Das Ergebnis der Hochrechnung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe der relevanten Branchen ergab einen Einsatz von  $12.919 \pm 5.852$  TJ. Den größten Anteil am gesamten hochgerechneten Brennstoffeinsatz weist, erwartungsgemäß aufgrund des internen Brennstoffaufkommens, das Holzgewerbe mit 48 % auf. Landwirtschaft/ Gartenbau sind 36 %, dem Gastgewerbe 9 % und der Erziehung/ Unterricht 7 % zuzurechnen. Der hochgerechnete Bereich der Öffentlichen Verwaltung hat einen Anteil von lediglich 1 %. Der relative Fehler des gesamten Brennstoffeinsatzes von 48 % ist auf die Unsicherheiten der Eingangsdaten zurückzuführen. Hierbei gibt es zwischen den Branchen erhebliche Unterschiede. Während die Unsicherheit beim Ergebnis der Landwirtschaft/ Gartenbau mit 29 % vergleichsweise gering ist, weisen die übrigen Branchen Unsicherheiten von 56 % bis hin zu 65 % auf. Diese Unsicherheiten sind auf eine unzureichende Qualität der Eingangsdaten zurückzuführen. Ursachen hierfür sind unzureichende bzw. stark differierende Literaturwerte. Darüber hinaus konnten anhand der Multiplikatoreninterviews nur begrenzt verwertbare, ebenfalls zum Teil widersprüchliche oder regional begrenzte Daten generiert werden.

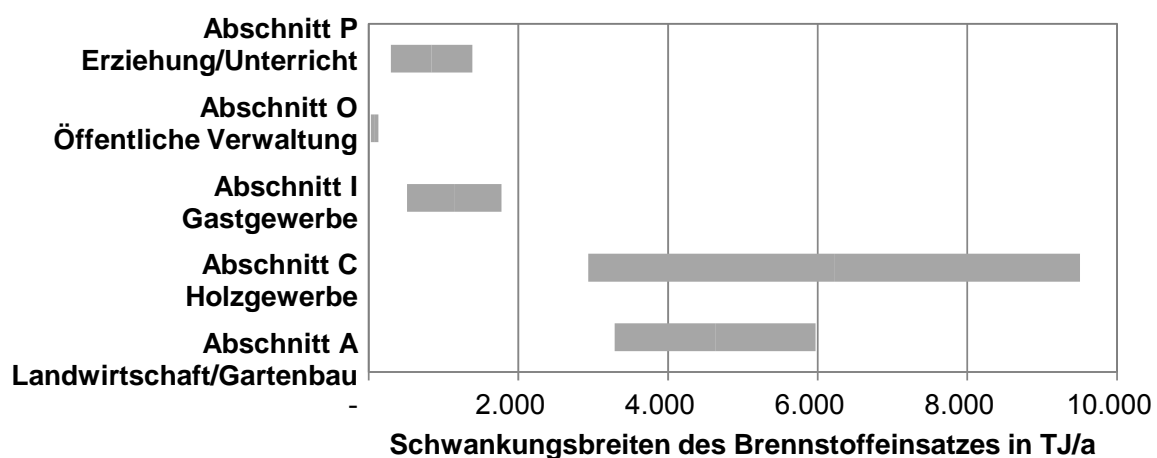


Abbildung 13-1 Einsatz biogener Festbrennstoffe der relevanten Branchen (eigene Darstellung)

Darüber hinaus erfolgte die Aufteilung des gesamten Brennstoffeinsatzes auf die verschiedenen Brennstoffarten. Nach der durchgeführten Hochrechnung werden 55 % des Brennstoffeinsatzes durch Hackschnitzel, 33 % durch Stückholz und 12 % durch Pellets bereitgestellt. Auch diese Angaben sind mit entsprechenden Unsicherheiten von 40 bis 50 % versehen.

Folglich besteht erheblicher weiterer Forschungs- und Wissensbedarf, um eine erhebliche Qualitätssteigerung der Eingangsdaten zu erreichen. Diesbezüglich sind verschiedene Ansätze denkbar, bspw. die Implementierung eines Meldeportals von Anlagenbetreibern (inklusive einer sektoralen und branchenweisen Zuordnung der Anlagen), der Ausbau hinsichtlich des Stichprobenumfangs der bestehenden Unternehmensbefragungen (z. B. [ISI/IfE/GfK 2008]). Ferner wäre zu prüfen, inwiefern in Erhebungen durch das StBA (z. B. Landwirtschaftszählung) bzw. ggf. in vorhandenen Befragungen von Verbänden, Abfragen zum Einsatz biogener Festbrennstoffe aufgenommen werden könnten.



## 14 Forschungs- und Wissensbedarf

Derzeit wird im Rahmen der Erstellung der Energiebilanzen der Endenergieverbrauch des GHD-Sektors nach dem Ansatz einer Restdefinition ermittelt. Somit umfasst dieser Sektor alle Endenergieverbraucher, die nicht den Sektoren Industrie, Private Haushalte oder Verkehr zugeordnet werden können. Sektorenspezifischen Erhebung von festen Bioenergieträgern für den Sektor Haushalte (Rheinbraun-Erhebung) und Produzierendes Gewerbe (Brennholzabgabe an die Industrie, Energiestatistik) und dem Umwandlungssektor (Energiestatistik) liegen vor. Indem der gesamte Einsatz von festen Bioenergieträgern in allen Endenergiesektoren nicht bekannt ist, kann die Restdefinition zur Bestimmung des Einsatzes von festen Bioenergieträgern im GHD-Sektor nicht angewendet werden.

Infolge dessen wurde in diversen Studien und diesem Sachverständigenvorhaben die Entwicklung einer Methodik zur Ermittlung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor in Auftrag gegeben. Trotz großer Diskrepanzen im Ergebnis haben alle Studien gezeigt, dass ein nennenswerter Einsatz biogener Festbrennstoffe stattfindet. Im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens wurde eine geeignete Methodik zur Hochrechnung des Einsatzes biogener Brennstoffe auf Basis amtlicher Statistiken entwickelt. Gesicherte Ergebnisse konnten aufgrund der vielfach eingeschränkten Datelage allerdings nur bedingt generiert werden.

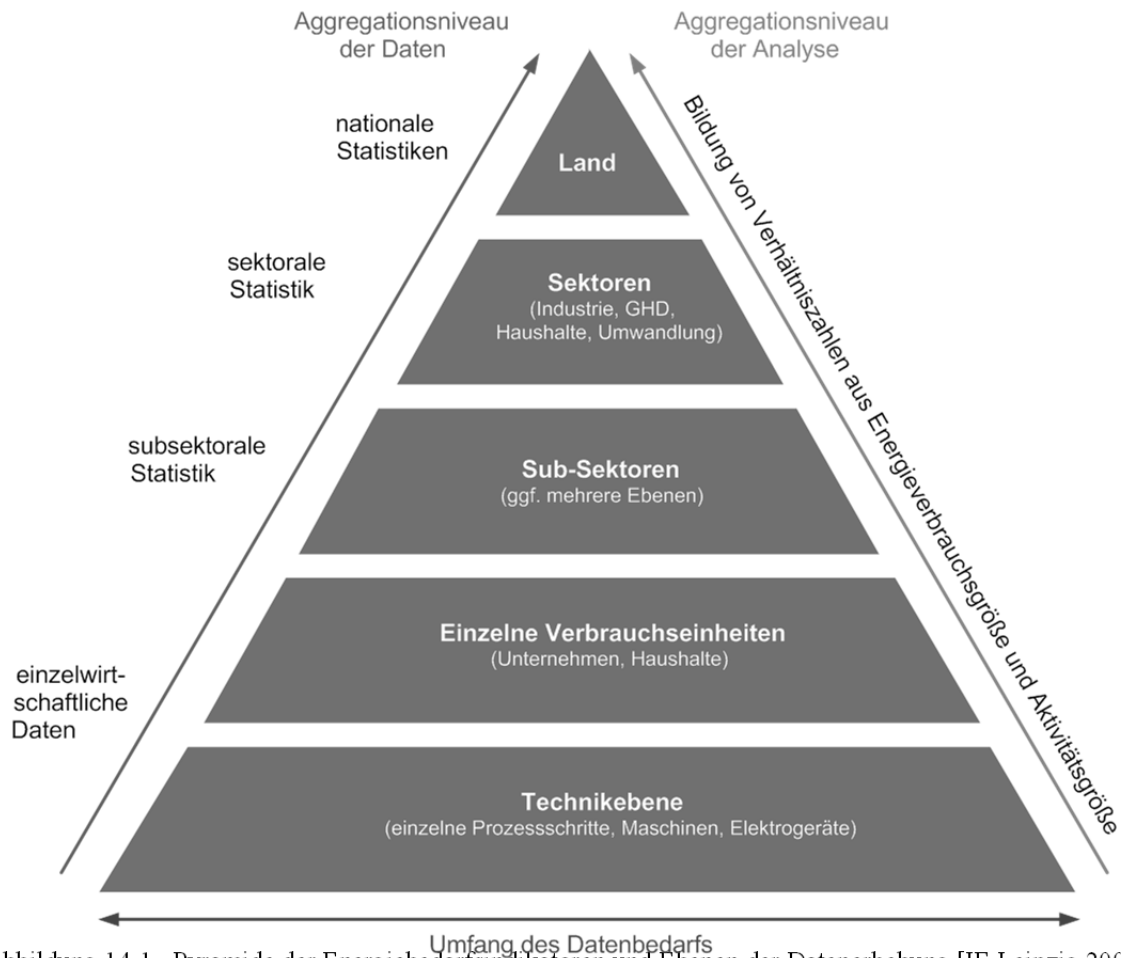
Für eine Vielzahl von wirtschafts-, umwelt- und sozialpolitischen Fragen und Problemstellungen (u. a. Monitoring politischer Ziele, Wirkung branchenspezifischer Förderprogramme) ist die Kenntnis des Einsatzes fester Bioenergieträger nach Branchen jedoch unerlässlich. Nach derzeitigem Kenntnisstand können diese Daten nur über spezielle Erhebungen generiert werden.

Zum einen könnten diese Daten über reguläre Erhebungen ermittelt werden. In diesem Zusammenhang wäre eine Ausweitung des Energiestatistikgesetzes zu nennen. Das Energiestatistikgesetz bildet die Grundlage für den Betrachtungsraum der amtlichen Energiestatistik StLA/StBA. Der Fokus liegt bisher jedoch im Wesentlichen auf dem Umwandlungssektor und den Endenergieverbrauch im Sektor Industrie.

Zum anderen könnten diese Daten durch regelmäßige in Auftrag gegebene Erhebungen gewonnen werden. Diese Vorgehensweise wird derzeit im Sektor Haushalte und mit der Beauftragung des Konsortiums ISI/IfE/GfK auch für den GHD-Sektor verfolgt.

Unter Berücksichtigung des Aggregationsniveaus der Daten können Angaben zum Einsatz von festen Bioenergieträgern auf verschiedenen Ebenen erfasst werden. In Anlehnung an die Pyramide der Energiebedarfsindikatoren (siehe Abbildung 14-1) bieten sich für die Erfassung der festen Bioenergieträger im GHD-Sektor zwei grundsätzliche Pfade an:

1. Erhebung auf Technikenebene (u. a. installierte Feuerungswärmeleistung von Biomassekesseln, Vollbenutzungsstunden usw.)
2. Erhebung des Einsatzes fester Bioenergieträger auf Ebene einzelner Verbrauchseinheiten (Unternehmen, Schulen usw.)



Auf der Technischebene könnte der Einsatz von festen Bioenergieträgern über die Erfassung des Anlagenbestandes auf Basis fester Bioenergieträger in Kombination mit branchentypischen Nutzungsprofilen abgeleitet werden. Zur Ermittlung des Anlagenbestandes sind prinzipiell zwei Vorgehensweisen denkbar: zum einen über die Direktbefragung von Unternehmen zur verwendeten Technologie und zum anderen durch die Errichtung eines Meldeportals.

Das Schornsteinfegerhandwerk verfügt, allerdings nicht zentralisiert, über das Wissen in Hinblick auf den gesamten Anlagenbestand unterhalb der Nennwärmeleistung von 1 MW. Eine Meldung durch die Schornsteinfeger hinsichtlich der sektoralen bzw. branchenspezifischen Zuordnung aller Anlagen ist aufgrund des Aufwandes nicht durchführbar. Denkbar ist jedoch eine Verbindung der Inbetriebnahme durch das Schornsteinfegerhandwerk mit dem Eintrag in ein Melderegister durch den Anlagenbetreiber, ähnlich dem Melderegister der Bundesnetzagentur über Photovoltaikanlagen. Mit einer Verpflichtung der Betreiber, Biomassefeuerungen vor Inbetriebnahme in ein Register – mit den entsprechenden Angaben (Sektor, Branche, Nennwärmeleistung, Brennstoffeinsatz, Brennstoffart etc.) – einzutragen, könnte dies als eine gute Datenbasis für den Anlagenzubau dienen, nicht nur für den GHD-Sektor. Indem bei Inbetriebnahme dem Schornsteinfeger der Eintrag in das Melderegister in Form einer Meldebestätigung vorzulegen ist, wäre eine Kontrolle des Eintrages vorhanden, die mit einem sehr geringen Zusatzaufwand durch die Schornsteinfeger verbunden wäre. Zur Erhebung des Anlagenbestandes könnten Übergangspflichten für die Anlagenbetreiber bestehender Anlagen geschaffen werden. Im Rahmen der wiederkehrenden Messung bzw. der Feuerstättenschauen könnte auch dies durch das Schornsteinfegerhandwerk mit vertretbarem Aufwand überprüft werden. Der Anteil von Außerbe-

triebnahmen wäre über einen (stichprobenartigen) Abgleich mit dem ZIV im mehrjährigen Turnus denkbar.

Ferner ist zu prüfen, inwiefern mit entsprechenden Verbänden zusammengearbeitet werden kann, indem ggf. bestehende Verbandsbefragungen genutzt werden. Die Datenerhebung im Rahmen dieses Sachverständigenvorhabens ergab ein Interesse der Verbände an diesen Daten, zeigt aber auch auf, dass entsprechende Daten derzeit nicht vorhanden sind. Bei der Landwirtschaft wäre bspw. der Einbezug von zentralen landwirtschaftlichen Beratungsstellen zu prüfen oder in die Agrarstrukturhebung bzw. Landwirtschaftszählung – durchgeführt vom Statistischen Bundesamt – einzubetten. Im Rahmen der Landwirtschaftszählung 2010 wird bereits die Nutzung regenerativer Energieträger abgefragt. Als Ergebnis kann der Anteil der Betriebe, die biogene Festbrennstoffe einsetzen, angegeben werden, nicht jedoch die installierte Leistung. Diese wird im Rahmen des Erhebungsbogens nur für die Biogasanlagen abgefragt. Die Aufnahme weiterer Fragen wäre mit dem Statistischen Bundesamt im Rahmen der Erstellung des Erhebungsbogens für die darauffolgende Landwirtschaftszählung zu prüfen. Selbige Vorgehensweise ist hinsichtlich der Verbesserung der Datenlage beim Gartenbau anzuwenden.

Eine alternative Datenerhebung ist die direkte Befragung von Unternehmen bezüglich deren Energieverbrauch und Energieträgereinsatz (Unternehmensebene). Aufgrund der Heterogenität des GHD-Sektors und dem derzeit vergleichsweise geringen Anteil an Biomassefeuerungen ist eine ausreichende Stichprobe für repräsentative Aussagen notwendig. Die Erstellung der Fragebögen, die Auswahl der Befragungsteilnehmer, sowie die Durchführung und Auswertung solcher Befragungen sind mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Solche Erhebungen werden bereits im Rahmen der Studien [ISI/IfE/GfK 2008] sowie [ISI/IfE/GfK 2009] durchgeführt, die eine gute Grundlage zum Energieeinsatz bilden. Allerdings ist, entsprechend der vorangestellten Ausführungen in dieses Sachverständigenvorhabens, der Stichprobenumfang zur Erhebung des derzeit gering verbreiteten Einsatzes biogener Festbrennstoffe zu erhöhen.

Über die Erhebung Unternehmensebene hinaus, sollten aufgrund ihrer hohen Bedeutung, Städte und Gemeinden zum Einsatz von festen Bioenergieträgern befragt werden. Unter Umständen könnte im Rahmen der Förderung von kommunalen Klimaschutzkonzepten die Konzepterstellung zum Controlling um Berichtspflichten, u. a. auch zur Entwicklung des Einsatzes fester Bioenergieträger in kommunalen Liegenschaften, erweitert werden.

In Bezug auf die Fragestellung, den Einsatz biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor zu ermitteln, ist zukünftig der Schwerpunkt auf die Verbesserung der Eingangsdaten zu legen. Hierfür bedarf es eines breiteren Verständnisses in der Politik, dass zur Generierung von Aussagen bzgl. Entwicklungen bzw. dem Erreichen politisch gesetzter Ziele, entsprechende Datenerhebungen notwendig und folglich an geeigneten Stellen zu implementieren sind.

## Literatur- und Referenzverzeichnis

- [Aachen 2004] Stadt Aachen, Eigenbetrieb Gebäudemanagement: Energiebericht des Gebäudemanagements der Stadt Aachen, Aachen 2004.
- [AGEB 2008] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.: Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland, Berlin, Köln 2008.
- [AGEB 2009] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.: Satellitenbilanz "Erneuerbare Energieträger" zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2007, Stand vom 28.10.2009.
- [AGEB 2010] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.: Der Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2008 nach Sektoren, Energieträgern und Anwendungsbereichen, Fassung vom 16.08.2010, Berlin, Köln 2010.
- [ADELPHI 2010] persönliche Auskunft von Herrn Ratjen (Adelphi research) im Mai 2010.
- [AGES 2010] AGES GmbH: Verbrauchskennwerte 2005, Energie- und Wasserverbrauchskennwerte der Bundesrepublik Deutschlands, Münster 2010.
- [ASUE] Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (ASUE): Blockheizkraftwerke in Krankenhäusern, Hrsg: Energieagentur NRW.
- [BAFA 2010] persönliche Auskunft von Herrn Wagner (Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle – BAFA) im März 2010.
- [BEA 2010] persönliche Auskunft von Frau Braunwantke (Berliner Energieagentur – BEA) im Juli 2010.
- [BHKH 2010] persönliche Auskunft von Herr Spiekers (Bundesverband Holz und Kunststoff – BHKH) im Mai 2010.
- [BImA 2010] persönliche Auskunft von Frau Kunert (Bundesanstalt für Immobilienaufgaben – BImA) im August 2010.
- [Biomasseatlas 2010] [www.biomasseatlas.de](http://www.biomasseatlas.de), Zugriff am 10.02.2010.
- [Birkenfeld] Referat Gebäudemanagement/ Liegenschaften Energiebewirtschaftung, Birkenfeld: Energieverbrauch in den Liegenschaften des Landkreises Birkenfeld, Zeitraum 2001-2007, Birkenfeld.
- [Block 2010] persönliche Auskunft von Herrn Block (Glaser-Innung Berlin) im Juni 2010.

- [BMU 2009a] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Fördergeld für Energieeffizienz und erneuerbarer Energien, Berlin 2009.
- [BMU 2009b] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und Internationale Entwicklungen, Berlin 2009.
- [BMU 2010] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energien gemäß der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, Berlin 2010.
- [BMWFJ 2009] Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ): Energiemanagement in der Hotellerie und Gastronomie. Wien, 2009.
- [Bonn 2009] Bonn, Baumanagement: Energiebericht 2009, Bonn 2009.
- [Bramsche 2010] <http://idw-online.de/pages/de/news385622>.
- [BTU 2007] Brandenburgisch Technische Universität Cottbus: Umweltbericht 2005/2006, Cottbus 2007.
- [Chiemgau 2010] [http://www.waldorfschule-chiemgau.de/biomasse\\_heizung.phtml](http://www.waldorfschule-chiemgau.de/biomasse_heizung.phtml).
- [Coburg] Coburg, Kommunales Energiemanagement: Energiemanagement des Landkreises Coburg für die kreiseigenen Liegenschaften, Coburg.
- [Cluster BY 2008] Pöyry Forest Industry Consulting GmbH (Hrsg.): Clusterstudie Forst und Holz, Bayern – Ergebnisse der Clusterstudie 2008, Freising, 2008.
- [Cluster NRW 2003] Schulte, A. et al.: Clusterstudie Forst und Holz NRW – Gesamtbericht, 2003.
- [DBFZ 2010a] Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH: Expertenfachgespräch zum Sachverständigenvorhaben „Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor“ am 17.03.2010 in Leipzig.
- [DBFZ 2010b] Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH: Anlagendatenbank Heizwerke (>100 kW), unveröffentlicht.
- [DBFZ 2010c] Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH: Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, Zwischenbericht, Leipzig 2010.

- [DBFZ 2010d] Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH: Anlagendatenbank Biogas, unveröffentlicht.
- [DBFZ 2011a] Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH: hausinterne Schätzungen.
- [DBFZ 2011b] Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH: Ergebnisse der vorliegenden Studie.
- [DEHOGA 2010a] Deutscher Hotel- und Gaststättenverband: Internetpräsenz der Energiekampagne unter [www.energiekampagne-gastgewerbe.de](http://www.energiekampagne-gastgewerbe.de) , Zugriff am 25.05.2010.
- [DEHOGA 2010b] Deutscher Hotel- und Gaststättenverband: Auszug aus der Datenbank, bereitgestellt am: 19.02.2010.
- [DEHOGA 2010c] persönliche Auskunft von Herrn Meyer (Deutscher Hotel- und Gaststättenverband – DEHOGA) im Juli 2010.
- [Dessau-Roßlau 2009] Dessau-Roßlau, Amt für Zentrales Gebäudemanagement, Dessau 2009.
- [Diekmann 2000] Diekmann, J. et al.: Erarbeitung kostengünstiger Erhebungsformen für die Erfassung des effektiven Energieverbrauches im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher, Fraunhofer ISI 2000.
- [DHI 2005] Kornhardt, U. (Deutsches Handwerksinstitut - DHI): Energiekosten im Handwerk. IN: Göttinger Handwerkswirtschaftliche Arbeitshefte Nr. 57), Duderstadt 2005.
- [DLR/ITW/TFZ 2009] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für technische Thermodynamik, Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart (ITW), Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme (Solites), Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing und Entwicklungsnetzwerk (C.A.R.M.E.N.e.V), Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2007 bis Dezember 2008, Stuttgart 2009.
- [Dortmund 2009] Stadt Dortmund, Städtische Immobilienwirtschaft: Energiemanagement Energiebericht 2008, Dortmund 2009.
- [DStGB 2010a] persönliche Auskunft von Herrn Fuchs (Deutscher Städte- und Gemeindebund – DStGB) im Juli 2010.

- [DStGB 2010b] persönliche Auskunft von Herrn Düsterdieck (Deutscher Städte- und Gemeindebund – DStGB) im Juli 2010.
- [EAD 2010] persönliche Auskunft von Herrn Geißler (Bundesverband der Energie- und Klimaschutzagenturen – eaD) im Juli 2010.
- [EA MF 2004] Energieagentur Mittelfranken (EA MF): Effizienter Energieeinsatz in der Gastronomie – drei Beispiele aus Mittelfranken, Nürnberg 2004.
- [EA MV 2010] persönliche Auskunft von Herrn Plath (Energieagentur Mecklenburg Vorpommern – EA MV) im Juli 2010.
- [EA NRW 2010a] Energieagentur Nordrhein-Westfalen (EA NRW): [www.ea-nrw.de](http://www.ea-nrw.de): u. a. Branchenenergiekonzept für die holzbe- und holzverarbeitende Industrie. Zugriff am 18.06.2010.
- [EA NRW 2010b] Energieagentur Nordrhein-Westfalen (EA NRW): [www.ea-nrw.de](http://www.ea-nrw.de): Energieeffizienz – Gastronomie.
- [EA NRW 2010c] persönliche Auskunft von Herrn Geschermann (Energieagentur Nordrhein-Westfalen – EA NRW) im Juli 2010.
- [EA NRW 2010d] persönliche Auskunft von Herrn Schütz (Energieagentur Nordrhein-Westfalen – EA NRW) im Juli 2010.
- [EBB 2010] persönliche Auskunft von Herrn Balzarek (Energie.Beratung.Balzarek – EBB) im Mai 2010.
- [ECOTRANS/IER 2006] Ecotrans, Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER): Umweltleistungen europäischer Tourismusbetriebe, Instrumente, Kennzahlen und Praxisbeispiele, Saarbrücken 2006
- [EEWärmeG 2009] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG) vom 15.Juli 2009 geändert durch Artikel 3 des Gesetzes (BGBl.I S.1804).
- [Energie CH 2010] [www.energie.ch](http://www.energie.ch): Energieeffizienz in der Schweiz.
- [Energieinstitut 2009] Energieinstitut der Wirtschaft GmbH: KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung – Begleitstudie – Kennwerte zur Energieeffizienz in KMU – Zwischenbericht Teil II – Überblick über existierende Branchenzahlen, Wien 2009.
- [Erlangen 2004] Energiebericht für Städtische Gebäude und Einrichtungen 2003, Erlangen 2004.
- [Ervingerhausen 2010] <http://www.erziehungskunst.de/artikel/waldorf-weltweit/mehr-als-nur-ein-warmes-klassenzimmer-wie-nachhaltigkeit-erfahrbar-wird/>.

- [EUROSTAT 2008] Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaft: Country Annual Questionnaire – Heat and Energy, Luxemburg 2008.
- [EG 2006] Europäische Gemeinschaft (EG): Die neue KMU-Definition. Benutzerhandbuch und Mustererklärungen, 2006.
- [FH Lübeck 2009] Fachhochschule Lübeck: Umwelterklärung 2009 der Fachhochschule Lübeck, Lübeck 2009.
- [FH Lippe 2001] Fachhochschule Lippe: Erster Umweltbericht der FH Lippe, Lemgo 2001.
- [Fildern 2010] <http://www.gutenhalde.de/schule/heizung.shtml>.
- [FKT 2009] Fachvereinigung Krankenhaustechnik e.V.: Einsatz von Blockheizkraftwerken (BHKW) in Krankenhäusern, Sendenhorst 2009.
- [FM BW 2009a] Finanzministerium Baden-Württemberg, Staatliche Vermögens- und Hochbauverwaltung: Energiebericht Stuttgart 2009.
- [FM BW 2009b] Finanzministerium Baden-Württemberg: Antwort auf kleine Anfrage des Abgeordneten Thomas Oelmayer zum Einsatz von Holzhackschnitzel-Heizungsanlagen in landeseigenen Gebäuden, Stuttgart 2009.
- [FM BW 2010] persönliche Auskunft von Frau Wenzel (Finanzministerium Baden-Württemberg) im Dezember 2010.
- [FNR 2006] Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR): Leitfaden Bioenergie im Gartenbau, Gülzow, 2006.
- [FNR 2010] Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR): Basisdaten Bioenergie, Gülzow 2010.
- [FV Holzindustrie 2006] Energieeffizienz Holzindustrie & Energieeffizienz Tischlereien, Broschüren des Fachverbandes in Zusammenarbeit mit Österreichische Energieagentur, WIFI Unternehmensservice der WKÖ und dem Lebensministerium Abteilung für Energie und Umweltökonomie. Wien, 2006.
- [GEFOMA 2010] persönliche Auskunft von Herrn Diezemann (GEFOMA GmbH Großbeeren Ingenieur- und Planungsgesellschaft – GEFOMA) im Mai 2010.
- [Geiger 1999] Geiger, B.: Energieverbrauch und Einsparung in Handel, Gewerbe und Dienstleistung, Physica Verlag, Heidelberg 1999.



- [Geiger 2002] Geiger, B.; Wittke, F.: Energieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland, BWK Energiefachmagazin, Heft 1/2, 2002.
- [Gipser 2010] persönliche Auskunft von Herrn Gipser (Landesinnungsverband des Glaserhandwerks Sachsen-Anhalt) im Juni 2010.
- [GMSH 2010] persönliche Auskunft von Herrn Metasch (Gebäudemanagement Schleswig-Holstein GMSH) im Dezember 2010.
- [Göttingen 2008] Göttingen: Energiebericht 2007, Göttingen 2008.
- [Gütersloh 2009] Stadt Gütersloh, Fachbereich Hochbau: Energiebericht 2009, Gütersloh 2009.
- [Härtwig 2010] persönliche Auskunft von Herr Härtwig (Landesinnungsverband des Glaserhandwerks Sachsen) im Juni 2010.
- [HAWK/LIV 2007] Zelinski, V., Neff, A.; Thomschke, C.; Welmert, J.; Loewen, A.; Kopka, A.; Ihl, C.; Weihs, S. (Hochschule für angewandte Wissenschaften und Kunst; Landesinnungsverband für das Schornsteinfegerhandwerk Niedersachsen): Feuerstättenzählung in Niedersachsen für regenerative Brennstoffe 2006. Göttingen, Langenhagen, Kufstein 2007.
- [Hermes 2000] Hermes, D.: Analysen zur Umsetzung rationeller Energieanwendung in kleinen und mittleren Unternehmen des Kleinverbrauchersektors, Stuttgart 2000.
- [Heidelberg 2009] Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie: Energiebericht 2008, Klima sucht Schutz in Heidelberg auch in städtischen Liegenschaften, Heidelberg 2009.
- [Heilbronn 2008] Heilbronn, Hochbauamt: Energiebericht 2008, Auswertungen für das Jahr 2007, Heilbronn 2008.
- [Heisel 2004] Heisel, J.P.: Planungsatlas, Bauwerk Verlag GmbH, Kiel 2004.
- [HessenEnergie 2003] HessenEnergie GmbH: Holzpelletfeuerung – Kindergarten Bensheim/Zell, Wiesbaden 2003.
- [Hessen-Forst 2011] persönliche Auskunft von Herrn Geule (Hessen-Forst) im März 2011.
- [Hirnsteiner 2010] persönliche Auskunft von Herrn Hirnsteiner (Glaser-Innung Düsseldorf) im Juni 2010.
- [HKH 2002] Fachverband Holz und Kunststoff, Schleswig-Holstein: Energiearme Betriebsstätten im Tischlerhandwerk – Kurzfassung der Projektergebnisse und Anregungen für die Praxis 2002.

- [HMUELV 2009] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV): Energiebericht 2008 der Hessisches Landesregierung, Wiesbaden 2009.
- [HWK München 1998] Handwerkskammer für München und Oberbayern, Zitat in LWF-Wissen Nr.53, S.43 zur Energiebedarfsdeckung von Zimmerei-/Schreinereibetrieben.
- [HWK OWL 2010] persönliche Auskunft von Herrn Horstbrink (Handwerkskammer Ostwestfalen-Lippe zu Bielefeld – HWK OWL) im Mai 2010.
- [IEA 2008] International Energy Agency : Country Annual Questionnaire – Renewables and Wastes, Paris 2008.
- [IE Leipzig 2003] Leipziger Institut für Energie GmbH: Methodik zur Ermittlung des Energieverbrauchs im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (GHD) für den Aufbau aktueller Energiebilanzen, Leipzig 2003, unveröffentlicht.
- [IE Leipzig 2004] Merten, D.; Falkenberg, D.; Nill, M.; Kaltschmitt, M. (Leipziger Institut für Energetik und Umwelt gGmbH): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) Anhang: Wärmegewinnung aus Biomasse. Leipzig 2004.
- [IE Leipzig 2007] Leipziger Institut für Energie GmbH: Grundlagen für die Erstellung eines Kälteatlases und die beispielhafte Anwendung, , Leipzig 2007, unveröffentlicht.
- [IER 2007] Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER): Energie- und Umweltmanagement in Hotels und Gaststätten: Entwicklung eines Softwaretools zur systematischen Prozessanalyse und Managementunterstützung, Stuttgart 2008.
- [IER 2008] Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER): Wärmeatlas Baden-Württemberg, Erstellung eines Leitfadens und Umsetzung für Modellregionen, Stuttgart 2008.
- [IfM 2010] Institut für Mittelstandsforschung Bonn (IfM): KMU-definition des IfM Bonn. [www.ifm-bonn.org](http://www.ifm-bonn.org).
- [IHA 2010] persönliche Auskunft von Frau Strohmeyer (Hotelverband Deutschland – IHA) im Mai 2010.

- [ISI/IfE/GfK 2008] Schlomann, B.; Gruber, E. (Institut für System- und Innovationsforschung), Geiger, B.; Kleeberger, H. (Lehrstuhl für Energie- und Anwendungstechnik TU München), Herzog, T.; Konopka, D-M. (GfK Marketing Service GmbH): 2006Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006, Karlsruhe, München, Nürnberg 2008.
- [ISI/IfE/GfK 2009]; Schlomann, B.; Gruber, E. (Institut für System- und Innovationsforschung), Geiger, B.; Kleeberger, H.; Wehmhörner, U. (Lehrstuhl für Energie- und Anwendungstechnik TU München), Herzog, T.; Konopka, D-M. (GfK Marketing Service GmbH): Nutzung erneuerbarer Energien im GHD Sektor, Auswertung einer Sondererhebung im Rahmen des Projekts Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis, Karlsruhe, München, Nürnberg 2009.
- [IVD 2000] Pfeiffer,F.; Struschka, M.; Baumbach, G.: Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher. Herausgeber: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2000.
- [IVD 2008] Struschka, M.; Kilgus, D.; Springmann, M.; Baumbach, G. (Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen Universität Stuttgart): Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. Herausgeber: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau 2008.
- [K+L 2009] K & L Ingenieurgesellschaft für Energiewirtschaft mbH: Energiebericht 2008 für den Landkreis Reutlingen, Hockenheim 2009.
- [Kaiserslautern 2005] Stadt Kaiserslautern, Referat Gebäudewirtschaft: Energiebericht 2004, Kaiserslautern 2005.
- [Karlsruhe 2006] Stadt Karlsruhe, Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft: Energiebericht 2007 Gebäudewirtschaft Stadt Karlsruhe, Karlsruhe 2008.
- [Karlsruhe 2008] Stadt Karlsruhe, Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft: Energiebericht, Fortschreibung 2006/2007, Karlsruhe 2008.
- [Kassel 2009] Kassel, Hochbau und Gebäudewirtschaft: Energiebericht der städtischen Gebäude 2007/2008, 2.Fortschreibung, Kassel 2009.
- [KEA BW 2009] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg: Energiebericht für 11 kommunale Liegenschaften, Esslingen 2009.
- [Kempten 208] Kempten, Hochbauamt: 8.Energiebericht 2008, Kempten 2008.
- [KfW 2010] persönliche Auskunft von Herrn Hattemer (Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW) im Mai 2010.

- [KGSt 2010] persönliche Auskunft von Herrn Korte (Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement – KGSt) im Juli 2010.
- [KiB 2010] persönliche Auskunft von Frau Schwille (Kindertagesstätten- & Beratungs-Verband e.V – KiB) im August 2010.
- [Knauf 2009] Knauf, M.; Paul, V.: Zunahme der Montagetätigkeit im Handwerk. Veröffentlicht im Holzzentralblatt, April 2009.
- [Knibbe 2010] persönliche Auskunft von Herrn Knibbe (Knibbe Garten- und Landschaftsbau) im Mai 2010.
- [Köln] Köln, Gebäudewirtschaft: Energiebericht 2008.
- [Kolmetz 1995] Kolmetz, S.: Energieverbrauchsstrukturen im Sektor Kleinverbraucher, Monographien des Forschungszentrums Jülich, Band 18, Graphische Kunstanstalt Dieter Gehler, Düren-Birkesdorf 1995.
- [Krämer 2010] persönliche Auskunft von Herrn Krämer (Holzfachschule Bald Willdungen) im Juni, Juli 2010.
- [KTK 2010] persönliche Auskunft von Frau Janz (Verband Katholischer Tageseinrichtungen für Kinder – KTK) im August 2010.
- [KTBL 2009] Kuratorium für Technik und Baumwesen in der Landwirtschaft (KTBL): Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/09, Darmstadt 2008.
- [Kuba 2010] persönliche Auskunft von Herrn Kuba (Klaus Kuba GmbH) im Mai 2010.
- [Kubessa 1998] Kubessa, M.: Energiekennwerte. Handbuch für Beratung, Planung, Betrieb. Brandenburgische Energiespar-Agentur, Potsdam 1998.
- [KVMYK 2009] Kreisverwaltung Mayen- Koblenz (KVMYK): Energiebericht für die Schulen in der Trägerschaft des Landkreises Mayen-Koblenz für das Verbrauchsjahr 2008, Mayen-Koblenz 2009.
- [Lange/Hack/Belker 2002] Rationelle Energienutzung im Gartenbau. Leitfaden für die betriebliche Praxis, Vieweg Verlag, Braunschweig, Weisbaden 2002.
- [LBB 2011] persönliche Auskunft von Herrn Großhans (Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung Rheinland-Pfalz - LBB) im Januar und März 2011.
- [Lensahn 2010] [http://www.biomasse-sh.de/beispiele\\_kommunen\\_und\\_gewerbe.html](http://www.biomasse-sh.de/beispiele_kommunen_und_gewerbe.html).
- [Leipzig 2008] Stadt Leipzig, Hochbauamt: Technisches Gebäudemanagement, Bericht über das Jahr 2007, Leipzig 2008.

- [LEL BW 2010] persönliche Auskunft von Herrn Schmid (Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Baden-Württembergs – LEL BW) im Mai 2010.
- [Leverkusen 2009] Stadt Leverkusen, Fachbereich Gebäudewirtschaft: Energiebericht 2008, Leverkusen 2009.
- [LfULG 2010] persönliche Auskunft von Herrn Heidenreich (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie – LfULG) im Mai 2010.
- [LLH HE 2010] persönliche Auskunft von Herrn Gersbeck (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen) im Mai 2010.
- [Lux 2010] persönliche Auskunft von Herrn Lux (Glaserinnungsverband Nordrhein-Westfalen) im Juli 2010.
- [LWF 2006] LWF-Wissen Nr. 53: Energieholzmarkt Bayern - Analyse der Holzpotenziale und der Nachfragestruktur, Freising 2006.
- [LWK NI 2010] persönliche Auskunft von Herrn Brüggemann (Landwirtschaftskammer Niedersachsen – LWK NI) im Januar 2010.
- [LWK NRW 2007] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LWK NRW): Energiekosten – ungenutztes Sparpotential, Suhl 2007.
- [LWK NRW 2010a] persönliche Auskunft von Herrn Brügger (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen – LWK NRW) im Januar 2010.
- [LWK NRW 2010b] persönliche Auskunft von Frau Hack (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen – LWK NRW) im Mai 2010.
- [LWK RP 2010] persönliche Auskunft von Herrn Auerbach (Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz – LWK RP) im Mai 2010.
- [LWK SH 2010a] persönliche Auskunft von Herrn Seifert (Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein – LWK 2010) im Mai 2010.
- [LWK SH 2010b] persönliche Auskunft von Herrn Daniel (Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein – LWK 2010) im Mai 2010.
- [Magdeburg 2009] Magdeburg, Eigenbetrieb Kommunales Gebäudemanagement: Energiebericht 2009, Auswertungen für die Jahre 2003-2008. Magdeburg 2009.
- [Mainz 2007] Gebäudewirtschaft Mainz: Energiebericht 2006, Mainz 2007.
- [MAP-Richtlinien 2006] Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien Vom 12.Juni 2006.

- [MAP-Richtlinie 2009] Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vom 20. Februar 2009.
- [Marmetschke, 2010] Marmetschke, M.: Sekundäruntersuchung Sägeindustrie, nicht veröffentlicht, Holzfachschule Bad Wildungen 2010.
- [MBV 2005] Ministerium für Bauen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen: Energiebericht für Landesbauten Nordrhein-Westfalen Umsetzung baupolitischer Ziele, ILS NRW Materialien 3/05, Düsseldorf 2005.
- [MI BB 2006] Ministerium des Inneren (Land Brandenburg): Zusammenfassender Bericht zur überörtlichen Prüfung, Energiemanagement in den Landkreisen und kreisfreien Städten des Landes Brandenburg, Potsdam 2006.
- [Muhmann 2009] Muhmann, C.: Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden. Energieoptimierung an einem Praxisbeispiel. C.F.Müller Verlag Heidelberg 2009.
- [MUFV 2009] Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz (MUFV): 8. Energiebericht Rheinland-Pfalz, Mainz 2009.
- [Neufert 2009] Neufert, E: Bauentwurfslehre, Vieweg+Teubner Verlag, 39. Auflage, Wiesbaden 2009.
- [Niemz 2003] Niemz, P., Bächle, F., Sonderegger, W. Holztechnologie, Holzwerkstoffe. Vorlesungsskript der ETH Zürich. Zürich, 2003.
- [Nürnberg 2010] Stadt Nürnberg, Baureferat: Energiebericht 2010, Nürnberg 2010.
- [OFD 2010a] persönliche Auskunft von Frau Rating (Oberfinanzdirektion Niedersachsen – OFD NI) im Dezember 2010.
- [OFD 2010b] persönliche Auskunft von Frau Rating (Oberfinanzdirektion Niedersachsen – OFD NI) im Dezember 2010.
- [Ostholstein] Amt für Hoch- und Tiefbau des Kreises Ostholstein: Handlungsfeld: Energie, Zweiter Bericht über die Energiebewirtschaftung der kreiseigenen Immobilien 1998 bis 2000, Eutin.
- [Prien 2010] <http://www.kess-gmbh.com/cms/referenzen/biomasseprojekte/waldorfschule-prien.html>.
- [Prognos 2000] Prognos AG: Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1. Auflage 2000.

- [Rainer 2003] Rainer, N.: Systematik der Wirtschaftstätigkeiten Band 1: Einführung, Grundstruktur , Erläuterungen, Verlag Österreich GmbH, Wien 2003.
- [Ravensburg 2009] Stadt Ravensburg, Amt für Architektur und Gebäudemanagement: Wärme-Energiebericht 2008 für 47 öffentliche Gebäude und 1 Wohngebäude der Stadt Ravensburg, Ravensburg 2009.
- [Regensburg 2010] Stadt Regensburg: Energiebericht 2010, Regensburg 2010.
- [Reisenbichler 2009] Reisenbichler, R.: Energieeffizienzsteigerung durch standardisierte Energieaudits in Industrie und produzierendem Gewerbe, Wien 2009.
- [SAENA 2010] persönliche Auskunft von Herrn Thieme (Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH) im Juli 2010.
- [SBN 2004] Staatliches Baumanagement Niedersachsen (SBN): Jahresbericht Energie- und Gebäudemanagement 2002-2003, Hannover 2004.
- [Scheibe 2009] Scheibe, G.: Aquakulturtechnik, ein neues Standbein für die Landwirtschaft – Perspektiven und Ausblick, Stralsund 2009.
- [Schlette 1999] Schlette, Kay: Entwicklung eines praxisorientierten und rechnergestützten Modells zur Prognose des deutschen Energieverbrauchs, Oldenburg 1999.
- [Schwarze 2002] Schwarze. R.: Vorlesungsskript “Energiewirtschaft und Moderne Energiepolitik“, Fachhochschule Bielefeld, Bielefeld 2002.
- [SIB 2008] Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement: Energieberichteffizienz 2008, Dresden 2008.
- [SIB 2011] persönliche Auskunft von Frau Kilian (Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement – SIB) im Februar 2011.
- [SILB 2010] persönliche Auskunft von Frau Ströher (Sondervermögen des Landes Berlin – SILB) im Dezember 2010.
- [SMUL 2006] Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Kleine Anfrage des Abgeordneten Johannes Lichdi Fraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN, Thema Charta für Holz – II, Ausgegeben am 20. Januar 2006.
- [StBA 1993] Statistischen Bundesamt: Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen, Deutscher Sparkassenverlag Stuttgart, 1. Auflage 1993.

- [StBA 2006a] Statistisches Bundesamt: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei Gartenbauerhebung 2005. Fachserie 3, Wiesbaden 2008.
- [StBA 2007] Statistisches Bundesamt: Gliederung der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) Wiesbaden.
- [StBA 2008a] Statistisches Bundesamt: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei Agrarstrukturenerhebung 2007. Fachserie 3 Reihe 2.1.4, Wiesbaden 2008.
- [StBA 2008b] Statistisches Bundesamt: Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen, Wiesbaden 2008.
- [StBA 2008c] Statistisches Bundesamt: Viehhaltung der Betriebe, Fachserie 3, Reihe 2.1.3, Wiesbaden 2008.
- [StBA 2009a] Statistisches Bundesamt: Unternehmensregister – System 95 (Qualitätsbericht), Wiesbaden 2009.
- [StBA 2009b] Statistisches Bundesamt: Statistik der Kinder- und Jugendhilfe, Kinder und tätige Personen in Tageseinrichtungen und in öffentlich geförderten Kindertagespflege am 01.03.2009, Wiesbaden 2009.
- [StBA 2009c] Statistisches Bundesamt : Finanzen und Steuern, Personal des öffentlichen Dienstes, Fachserie 14 Reihe 6, Wiesbaden 2009.
- [StBA 2009d] Statistisches Bundesamt: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung – Anbau von Zierpflanzen, Fachserie 3 Reihe 3.1.6, Wiesbaden 2009.
- [StBA 2009e] Statistisches Bundesamt: Gastgewerbe im Jahr 2007, Wiesbaden 2009.
- [StBA 2010a] Statistisches Bundesamt: Unternehmensregister auf der Ebene der 4-Steller der WZ, bereitgestellt am 17.02.2010.
- [StBA 2010b] Statistisches Bundesamt: Struktur der Forstbetriebe, Abfrage über Genesis am 08.01.2010, Wiesbaden 2010.
- [StBA 2010c] Statistisches Bundesamt: Struktur Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort, Abfrage über Genesis am 17.06.2010, Wiesbaden 2010.
- [StBA 2010d] Statistisches Bundesamt: Bildung und Kultur, Allgemeinbildende Schulen, Fachserie 11 Reihe 2, Wiesbaden 2010.
- [StBA 2010e] Statistisches Bundesamt: Bildung und Kultur, Berufliche Schulen, Fachserie 11 Reihe 1, Wiesbaden, 2010.



- [StBA, 2010f] Statistisches Bundesamt: Statistik der Studenten, Abfrage über Genesis am 29.07.2010.
- [StBA 2010g] Statistisches Bundesamt: Monatserhebung im Tourismus, Abfrage über Genesis am 29.07.2010, Wiesbaden 2010.
- [StBA 2010h] Statistisches Bundesamt: Anzahl der Studenten, Abfrage über Genesis am 29.07.2010, Wiesbaden 2010.
- [StBA/StLA 2010a] Statistisches Bundesamt und Statistische Ämter der Länder: Statistik der Allgemeinbildenden Schulen auf Kreisebene, Abfrage auf [www.regionalstatistik.de](http://www.regionalstatistik.de) am 05.08.2010, Wiesbaden 2010.
- [StBA/StLA 2010b] Statistisches Bundesamt und Statistische Ämter der Länder: Statistik der Beruflichen Schulen auf Kreisebene, Abfrage auf [www.regionalstatistik.de](http://www.regionalstatistik.de) am 05.08.2010, Wiesbaden 2010.
- [STMI 2008] Bayerisches Staatsministerium des Inneren: Energiebericht der Bayerischen Staatlichen Hochbauverwaltung, München 2008.
- [Stuttgart 2005] Stuttgart, Amt für Umweltschutz: Energiebericht Fortschreibung für das Jahr 2004, In: Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz – Heft 2/2005, Stuttgart 2005.
- [Tantau 2004] Prof. Tantau (Universität Hannover): Energetische Nutzung von Biomasse im Unterglasgartenbau – das Projekt, 2004.
- [Tantau 2010] persönliche Auskunft von Prof. Tantau (Universität Hannover – UH) im Mai und August 2010.
- [Tech 2003] Tech, T.; Bodden, P.; Albert, J.: Rationelle Energienutzung im holzbe- und holzverarbeitenden Gewerbe – Leitfaden für die betriebliche Praxis, Wiesbaden 2003.
- [THUELIMA 2006] Thüringer Liegenschaftsmanagement, Landesbetrieb des Freistaates Thüringen: Energiebericht des Freistaates Thüringen 2005/06, Erfurt 2006
- [TLL 2010] persönliche Auskunft von Herrn Hering (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft – TLL) im Mai 2010.
- [TSB 2004] Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung im ITB (TSB): Sanierungskonzept für die Grundschule Köperich, Trippstadt 2004.
- [TSB 2005] Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung im ITB (TSB): Machbarkeitsstudie Holz-Nahwärme am Schulzentrum „Auf dem Füllkasten“ in Simmern, Trippstadt 2005.

- [TU DD 2009] Technische Universität Dresden (TU DD): Umweltbericht der TU Dresden 2009, Dresden 2009.
- [Tzscheuschler 2009] Tzscheuschler, P.; Nickel, M.; Wernicke, I.; Buttermann, H.G.: Energieverbrauch in Deutschland, Stand 2007: Daten, Fakten, Kommentare. In: BWK Bd. 61(2009) Nr. 6, S.6-14.
- [UBA 2009] persönliche Auskunft von Herrn Memmler (Umweltbundesamt – UBA) im Dezember 2009.
- [UBA 2010] Umweltbundesamt: Auszug aus der Anlagenliste Biomasseheizwerke des Umweltbundesamtes.
- [Ulbricht 1998] Untersuchung zur Abfallsituation und diesbezüglicher Branchenlösungen im holzbe- und holzverarbeitenden Handwerk. Diplomarbeit, Hochschule Zittau/ Görlitz 1998.
- [UNI Mainz 2003] Johannes Gutenberg Universität Mainz: Umweltbericht der Johannes Gutenberg Universität Mainz, Mainz 2003.
- [UNI Erlangen 2008] Universität Nürnberg-Erlangen: Energiebericht der Universität Erlangen-Nürnberg für das Jahr 2007 ohne Klinikum, Erlangen 2008.
- [UNI Osnabrück 2008] Universität Osnabrück: Nachhaltigkeit 208, Umweltbericht der Universität Osnabrück, Osnabrück 2008.
- [UNI Rostock 2008] Universität Rostock, Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften: Entwicklung der Bewirtschaftungskosten der Universität Rostock im Zeitraum 2000 – 2007, Rostock 2008.
- [UH 2006] Weimar, H., Mantau, U.(Universität Hamburg Zentrum Holzwirtschaft): Standorte der Holzwirtschaft Einsatz von Holz in Biomasse- und Holzfeuerungsanlagen, Hamburg 2006.
- [UH 2007] Musialczyk, C., Mantau, U.(Universität Hamburg Zentrum Holzwirtschaft): Die energetische Nutzung von Holz in kommunalen und gewerblichen Kleinanlagen, Hamburg 2007.
- [VDI 1998] Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 3807 Blatt 2, Energieverbrauchskennwerte für Gebäude, Düsseldorf 1998.
- [VHI 2011] persönliche Auskunft von Herrn Dr. Peter Sauerwein (Verband der deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V.) im März 2011.
- [VLWK 2009] Verband der Landwirtschaftskammern e.V.: Energieeffizienzverbesserung in der Landwirtschaft e.V.

- [Warendorf 2008] Kreis Warendorf, Kämmerei: Energiebericht für die Immobilien des Kreises Warendorf 1992 -2007, Warendorf 2008.
- [ZDB 2010] persönliche Auskunft von Herrn Heide (Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V – ZDB) im Juli 2010.
- [ZIV 2009] Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV): Ergebnisse der Festbrennstoffmessung, Sankt Augustin 2009.
- [Zollernalbkreis 2009] Kommunales Energiemanagement Zollernalbkreis: Energiebericht 2008, Zollernalbkreis 2009.
- [ZSW 2007] Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar bis Dezember 2006, Stuttgart 2007.
- [ZSW/TFZ/SOLITES2006] Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Technologie. Und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme (Solites): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005, Stuttgart, Straubing 2006.
- [ZVG 2010] persönliche Auskunft von Frau Jacobsen (Zentralverband Gartenbau e.V. – ZVG) im Mai 2010.
- [1.BImSchV 2003] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Artikel 1 der Verordnung zur Neufassung der Ersten und Änderung der Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1.BImSchV) vom 14.08.2003 zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung (BGBl.I S.1614).
- [1.BImSchV 2010] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Artikel 1 der Verordnung zur Neufassung der Ersten und Änderung der Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1.BImSchV) vom 14.08.2003 zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung (BGBl.I S.1614).
- [3N/LIV 2009] Jakobs, U. (3N- Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe), Landesinnungsverband für das Schornsteinfegerhandwerk Niedersachsen: Feuerstättenzählung Niedersachsen 2008 für holzbefeuerte Anlagen bis 1 MW. Wertle 2009.

## Anfahrt / Impressum



### Anfahrt

#### ... mit dem Zug

Ankunft Leipzig Hauptbahnhof; Straßenbahn Linie 3/3E (Richtung Taucha/Sommerfeld) bis Haltestelle „Bautzner Straße“; Straße überqueren, Parkplatz rechts liegen lassen und geradeaus durch das Eingangstor Nr. 116, nach ca. 100 m links. Der Haupteingang des DBFZ befindet sich nach weiteren 60 m auf der linken Seite.

#### ... mit dem Auto

Über die Autobahn A 14; Abfahrt Leipzig Nord-Ost, Taucha; Richtung Leipzig; Richtung Zentrum, Innenstadt; nach Jet Tankstelle links einfahren (siehe „... mit dem Zug“).

#### ... mit der Straßenbahn

Linie 3/3E Richtung Taucha/Sommerfeld bis zur Haltestelle „Bautzner Straße“ (siehe „... mit dem Zug“).

### Impressum

#### Herausgeber

DBFZ Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundesrates.

#### Kontakt

DBFZ Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH  
Torgauer Straße 116  
D-04347 Leipzig  
Tel.: +49 (0)341 2434-112  
Fax: +49 (0)341-2434-133  
info@dbfz.de  
www.dbfz.de

#### Geschäftsführung

Prof. Dr.-Ing. Frank Scholwin  
(wissenschaftlicher Geschäftsführer)  
Daniel Mayer  
(administrativer Geschäftsführer)

#### DBFZ Report Nr. 10

ISSN: 2190-7943

**Bilder:** Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ), Tomsk / pixelio.de (Titel links), Michael Lorenzet / pixelio.de (Titel rechts)

**Druck:** FISCHER druck&medien

DBFZ, Leipzig 2012

© Copyright: Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Broschüre darf ohne die schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere auch die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM.

