

## **DBFZ Report Nr. 24**

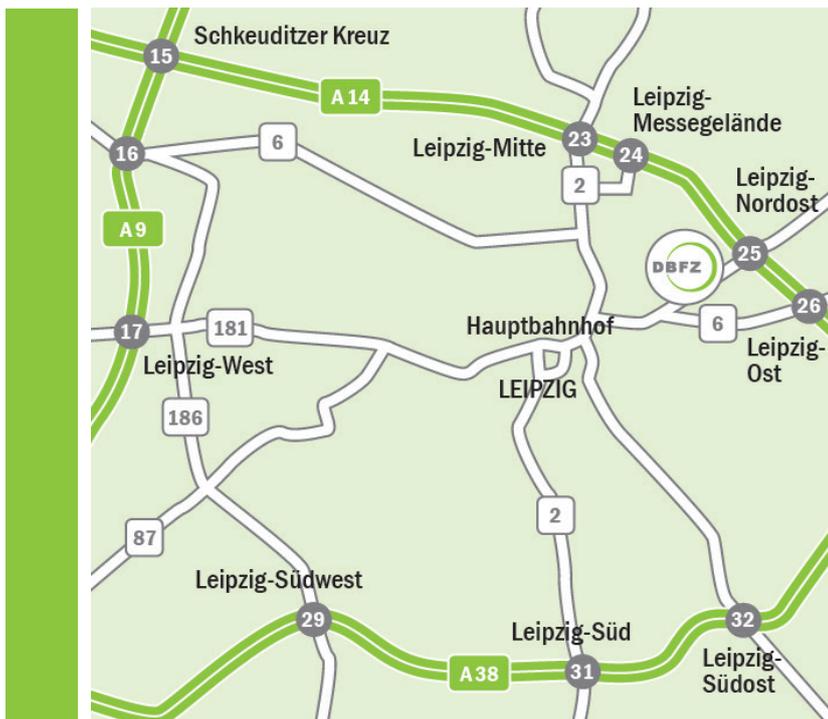
# **Biomasse zur Wärmeerzeugung – Methoden zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes**

**Cornelia Rönsch, Philipp Sauter, Kathrin Bienert,  
Torsten Schmidt-Baum, Daniela Thrän**



In Kooperation mit:

## Impressum / Anfahrt



## Impressum

### Herausgeber:

Prof. Dr. mont. Michael Nelles

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

### Kontakt:

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum  
gemeinnützige GmbH  
Torgauer Straße 116  
04347 Leipzig  
Telefon: +49 (0)341 2434 - 112  
Fax: +49 (0)341 2434 - 133  
info@dbfz.de  
www.dbfz.de

### Geschäftsführung:

Prof. Dr. mont. Michael Nelles  
(Wissenschaftlicher Geschäftsführer)  
Daniel Mayer  
(Administrativer Geschäftsführer)

### DBFZ Report Nr. 24

ISSN: 2197-4632 (Online)

Bilder (Titel): DBFZ

DBFZ, Leipzig 2015

### 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

### Verantwortlich im Sinne des Presserechts:

Paul Trainer

### Autoren des Berichts:

Cornelia Rönsch, Philipp Sauter, Kathrin Bienert, Torsten Schmidt-Baum, Prof. Dr. Daniela Thrän

### Datum der Veröffentlichung:

01. Juli 2015

## 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.

### ... mit dem Auto:

Über die Autobahn A 14; Abfahrt Leipzig Nord-Ost, Taucha; Richtung Leipzig; Richtung Zentrum, Innenstadt; nach bft-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“).

# **Biomasse zur Wärmeerzeugung – Methoden zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes**

**DBFZ Report Nr. 24**

**Rönsch, Cornelia**  
**Sauter, Philipp**  
**Bienert, Kathrin**  
**Schmidt-Baum, Torsten**  
**Thrän, Daniela**

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum  
gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116  
04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434 - 112  
Fax: +49 (0)341 2434 - 133

[www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)  
[info@dbfz.de](mailto:info@dbfz.de)

**Gefördert mit Mitteln des:** Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin

**Ansprechpartner:** DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH  
Torgauer Straße 116  
04347 Leipzig  
Tel. +49 (0)341 2434-112  
Fax: +49 (0)341 2434-133  
E-Mail: [info@dbfz.de](mailto:info@dbfz.de)  
Internet: [www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)

**Dipl.-Ing. Cornelia Rönsch**  
Tel.: +49 (0)341 2434-719  
E-Mail: [cornelia.roensch@dbfz.de](mailto:cornelia.roensch@dbfz.de)

In Kooperation mit:



**Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän**  
Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)  
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)  
E-Mail: [daniela.thraen@dbfz.de](mailto:daniela.thraen@dbfz.de)  
E-Mail: [daniela.thraen@ufz.de](mailto:daniela.thraen@ufz.de)

**Erstelldatum:** 31.10.2013

**Projektnummer DBFZ:** 3330007

**Projektnummer Auftraggeber  
oder Zuwendungsgeber:** 03MAP182

**Gesamtseitenzahl + Anlagen:** 149

Zitieren als:

Rönsch, C.; Sauter, P.; Bienert, K.; Schmidt-Baum, T.; Thrän, D.: Biomasse zur Wärmeerzeugung – Methoden zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes (DBFZ Report Nr. 24). DBFZ, Leipzig. ISSN 2197-4632

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungs- und Symbolverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>X</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>XII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Hintergrund und Untersuchungsgegenstand.....</b>	<b>2</b>
2.1 Biogene Energieträger .....	2
2.2 Sektorale Abgrenzung.....	4
2.3 Berichtspflichten und Fachinformationen .....	8
2.4 Kurzüberblick zur Struktur der Wärmebereitstellung .....	13
2.5 Relevanz der Bioenergieträger im Wärmemarkt.....	15
<b>3 Methodik.....</b>	<b>17</b>
3.1 Analyse der Datenquellen .....	17
3.2 Methodische Arbeiten zur Verwendung von Datenquellen .....	18
3.3 KWK-Anlagen – Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung .....	23
3.4 Wärmeerzeugungsanlagen – Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung.....	28
<b>4 Feste Bioenergieträger.....</b>	<b>31</b>
4.1 Bewertung der Datenquellen .....	32
4.1.1 Datenquellen – Rohstoffaufkommen.....	32
4.1.2 Datenquellen – Rohstoffverwendung .....	34
4.2 Analyse des Zahlenmaterials.....	39
4.2.1 Rohstoffseite.....	40
4.2.2 Verwendungsseite – Sektoren .....	40
4.2.3 Verwendungsseite – Technik .....	45
4.3 Methodischer Ansatz.....	50
4.3.1 Umwandlungssektor.....	54
4.3.2 Industriesektor.....	58
4.3.3 GHD-Sektor.....	60
4.3.4 Private Haushalte.....	61
4.4 Datenlücken / Datenbedarf .....	64
<b>5 Flüssige Bioenergieträger .....</b>	<b>64</b>
5.1 Bewertung der Datenquellen .....	64
5.2 Methodischer Ansatz.....	66
5.3 Datenlücken / Datenbedarf .....	69
<b>6 Gasförmige Bioenergieträger – Biogas und Biomethan.....</b>	<b>69</b>
6.1 Bewertung der Datenquellen .....	70
6.2 Analyse des Zahlenmaterials.....	71
6.3 Methodischer Ansatz.....	72
6.4 Datenlücken / Datenbedarf .....	77

<b>7</b>	<b>Gasförmige Bioenergieträger – Klärgas</b> .....	<b>77</b>
7.1	Bewertung der Datenquellen .....	77
7.2	Analyse des Zahlenmaterials.....	78
7.3	Methodischer Ansatz.....	81
7.4	Datenlücken / Datenbedarf .....	86
<b>8</b>	<b>Gasförmige Bioenergieträger - Deponiegas</b> .....	<b>86</b>
8.1	Bewertung der Datengrundlage .....	86
8.2	Analyse des Zahlenmaterials.....	87
8.3	Methodischer Ansatz.....	90
8.4	Datenlücken / Datenbedarf .....	92
<b>9</b>	<b>Methodik - Biogener Anteil des Abfalls</b> .....	<b>92</b>
9.1	Bewertung der Datenquellen .....	93
9.2	Analyse des Zahlenmaterials.....	93
9.3	Methodischer Ansatz.....	95
9.4	Datenlücken / Datenbedarf .....	97
<b>10</b>	<b>Handlungsempfehlungen</b> .....	<b>98</b>
10.1	Amtliche Statistiken .....	98
10.2	Datenerhebungen außerhalb der amtlichen Statistik .....	101
10.3	Neu konzipierte Datenerhebung des DBFZ.....	101
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>102</b>
	<b>Literatur- und Referenzverzeichnis</b> .....	<b>105</b>
<b>A 1</b>	<b>Literaturquellen</b> .....	<b>117</b>
A 1.1	Energiestatistiken des Statistischen Bundesamtes.....	119
A 1.2	Sonstige Statistiken des Statistischen Bundesamtes .....	123
A 1.3	Amtliche Statistiken außerhalb des StBA.....	125
A 1.4	Jährlich wiederkehrende Erhebungen ohne gesetzlichen Hintergrund .....	128
A 1.5	Unregelmäßig wiederkehrende Erhebungen ohne gesetzlichen Hintergrund .....	134
A 1.6	Einmalige bzw. neue Erhebungen ohne gesetzlichen Hintergrund.....	136

## Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGEE-Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare-Energien-Statistiken
AgrarStatG	Agrarstatistikgesetz
AHStatDV	Außenhandelsstatistik-Durchführungsverordnung
AHStatGes	Außenhandelsstatistikgesetz
AIS-I	Anlageninformationssystem-Immissionsschutz
AT	Antriebstechnik
BAFA	Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauStat	Bautätigkeitsstatistik
BB	Brandenburg
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BDH	Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.
BE	Berlin
BEI	Bremer Energie Institut
BG	Biogas
BGA	Biogasanlage
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BioKraftÄndG	Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffänderung
BioKraftQ	Biokraftstoffquote
BiomasseV	Biomasseverordnung
BioMaxEff	Cost efficient biomass boilers system with maximum annual efficiency and lowest emissions
BioSt-NachV	Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung
BLE	Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft
BM	Biomethan

Abkürzung	Erklärung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMF	Bundesministerium für Finanzen
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technik
BNetzA	Bundesnetzagentur
BStatG	Bundesstatistikgesetz
BUBE	Betriebliche Umweltdatenberichterstattung
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
C.A.R.M.E.N. e.V.	Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Energie-Netzwerk
CO	Kohlenmonoxid
DBFZ	Deutsches Biomasseforschungszentrum
dena	Deutsche Energieagentur
DEPI	Deutsches Pelletinstitut
DEPV	Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband
e.V.	Eingetragener Verein
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz
EFH	Einfamilienhaus
EmE	Emissionserklärung
EnergieStG	Energiesteuerstatistikgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnStat	Energiestatistik
EnStatG	Energiestatistikgesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen

Abkürzung	Erklärung
EWärmeG	Erneuerbare-Wärme-Gesetz
FAME	Fettsäuremethylester
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
FWL	Feuerungswärmeleistung
GasNZV	Gasnetzzugangsverordnung
GD-Holz	Gesamtverband Deutscher Holzhandel e.V.
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
GHD	Gewerbe Handel Dienstleistung
GM	Biogas und Biomethan
HB	Hansestadt Bremen
HBauStatG	Hochbaustatistikgesetz
HE	Hessen
HH	Hansestadt Hamburg
HK	Heizkessel
HKI	Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V.
IEA	International Energy Agency
IfE	Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (Technischen Universität München)
IND	Industrie
INFRO	Informationssystem für Rohstoffe
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
IREES	Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien
ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
ITAD	Interessengemeinschaft Thermischer Abfallbehandlungsanlagen Deutschland
IuK	Information und Kommunikation
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
k.A.	Keine Angabe
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau

Abkürzung	Erklärung
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
ksZ	Keine sektorale Zuordnung
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
KUP	Kurzumtriebsplantagen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LIS-A	LänderinformationsSystem für Anlagen
MAP	Marktanreizprogramm für erneuerbare Wärme
MBA	Mechanisch-Biologische-Abfallbehandlungsanlage
MFH	Mehrfamilienhaus
MinÖIDatG	Mineralöldatengesetz
MV	Mecklenburg-Vorpommern
MVA	Müllverbrennungsanlage
MZG	Mikrozensusgesetz
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NI	Niedersachsen
nKWK	Keine Kraft-Wärme-Kopplung
Nr.	Nummer
nREAP	Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energien
NW	Nordrhein-Westfalen
OEF	Ökonomie für Forst- und Holzwirtschaft
PES	Primärenergieeinsparung
pHH	private Haushalte
RBB	Rheinbraun Brennstoff GmbH
RP	Rheinland-Pfalz
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
SH	Schleswig-Holstein

Abkürzung	Erklärung
SL	Saarland
SN	Sachsen
SNG	synthetic natural gas
SONST	Sonstige
ST	Sachsen-Anhalt
StBA	Statistisches Bundesamt
TH	Thüringen
TI	Johann Heinrich von Thünen Institut
UBA	Umweltbundesamt
UNECE	United Nations Statistic Devison, Energy Statistic Section
US	Umwandlungssektor
UStatG	Umweltstatistikgesetz
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDP	Verein Deutscher Papierfabriken
VHI	Verband der Holzwerkstoffindustrie e.V.
WZ	Wirtschaftszweigklassifikation
ZFH	Zweifamilienhaus
ZID	Zentrale InVeKos Datenbank
ZIV	Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1	Übersicht zu den Sortimenten fester Bioenergieträger, nach (FNR, 2007).....	2
Abbildung 2-2	Einteilung der Endenergiesektoren auf internationaler und nationaler Ebene, nach (DBFZ, 2011b) .....	5
Abbildung 2-3	Gliederungsebenen für den gemeinsamen Fragebogen von IEA und Eurostat und UNECE nach (IEA, Eurostat, UNECE, n.d.) .....	9
Abbildung 2-4	Für dieses Vorhaben relevante Tabellen des Nationalen Aktionsplanes nach (EU, 2009) .....	10
Abbildung 2-5	Schematische Darstellung der Energiebilanz sowie der Satellitenbilanz „Erneuerbare Energieträger“ nach (AGEB, 2012a) und (AGEB, 2012b).....	11
Abbildung 3-1	Analyserraster der Datenquellen.....	17
Abbildung 4-5	Anteil der Biomassekessel an der gesamten installierten thermischen Leistung von Heizwerken, Auswertung basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank.....	42
Abbildung 4-8	Gegenüberstellung der Ergebnisse verschiedener Datenquellen zum Brennstoffeinsatz im GHD-Sektor .....	44
Abbildung 4-9	Gegenüberstellung der Ergebnisse zum Brennstoffeinsatz im Sektor Haushalte (links) und die Verteilung des Brennstoffsortiments im Sektor Haushalte nach der RWI-Haushaltsstudie (rechts).....	44
Abbildung 4-10	Gegenüberstellung der in den verschiedenen Datenquellen ausgewiesenen Stromerzeugung aus KWK-Anlagen basierend auf festen Bioenergieträgern (links) und die Entwicklung der Stromerzeugung basierend auf den Energiestatistiken (rechts) .....	45
Abbildung 4-11	Verteilung der hand- und mechanisch beschickten Anlagen (links), Verteilung des Brennstoffsortiments (mittig) und der Größenklassen (rechts) am Zubau zwischen 1995 und 2011, basierend auf den ZIV-Emissionsdaten .....	46
Abbildung 4-12	Entwicklung des Anlagenbestandes mechanisch beschickter Anlagen zwischen 2005 und 2011 für die Brennstoffsortimente (Mitte) und Anlagengrößenklassen (rechts) mit dem Vergleich zur Verteilung in 2005 (links), basierend auf den ZIV-Emissionsdaten.....	47
Abbildung 4-13	Anteil des Anlagenbestandes am Anlagenzubau zwischen 1995 und 2011 basierend auf den ZIV-Emissionsdaten (links) und Auswertung der Kkehrbucherhebung bezüglich des Inbetriebnahmejahres von Zentralfeuerstätten >15 kW (rechts).....	47
Abbildung 4-14	Anzahl der geförderten Anlagen mit einer thermischen Leistung <15 kW nach Brennstoffsortiment, basierend auf MAP-Statistik (links); Verteilung des Brennstoffsortiments in Zentralfeuerstätten <15 kW, basierend auf der Kkehrbucherhebung (rechts) .....	48
Abbildung 4-15	Index des Anlagenbestandes an Einzelraumfeuerstätten, differenziert nach verschiedenen Techniken, basierend auf Rheinbraun-Daten .....	49

Abbildung 4-16	Bedeutung der verschiedenen Einzelraumfeuerstätten in fünf Altersklassen der Anlagen, basierend auf der Kehrbucherhebung .....	49
Abbildung 4-17	Elektrischer Nutzungsgrad in Abhängigkeit des elektrischen Wirkungsgrades von KWK-Anlagen basierend auf festen Bioenergieträgern, Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank.....	52
Abbildung 4-18	Leistungsbezogene Stromkennzahl in Abhängigkeit von Leistung und Stromerzeugungstechnologie von KWK-Anlagen basierend auf festen Bioenergieträgern, nach DBFZ-Anlagendatenbank .....	53

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1	Übersicht zu den Datenquellen – feste Bioenergieträger zum Ansatz Rohstoffaufkommen.....	33
Tabelle 4-2	Übersicht zu den Datenquellen - feste Bioenergieträger zum Ansatz Rohstoffverwendung.....	35
Tabelle 4-3	Übersicht zu den Datenquellen für feste Bioenergieträger – Sektoren.....	37
Tabelle 4-4	Übersicht zu den Datenquellen für feste Bioenergieträger - Techniken .....	38
Tabelle 4-5	Ergebnis des Expertenworkshops im Rahmen der DBFZ-GHD-Studie zur Einschätzung der sektoralen Zuordnung von Zentralfeuerstätten, nach (DBFZ, 2011b).....	54
Tabelle 5-1	Übersicht zu den Datenquellen für flüssige Bioenergieträger .....	65
Tabelle 6-1	Übersicht der Datenquellen zu Biogas .....	70
Tabelle 7-1	Übersicht zu den Datenquellen – Klärgas .....	78
Tabelle 8-1	Übersicht zu den Datenquellen für Deponiegas .....	87
Tabelle 9-1	Übersicht zu den Datenquellen für biogenen Anteil des Abfalls.....	93
Tabelle 9-2	Ergebnisse der Literaturrecherche zu Heizwerten von Siedlungsabfall.....	94

## 1 Einleitung

Erklärtes Ziel der Bundesregierung ist ein grundlegender Umbau der Energieversorgung hin zu einem Energiesystem, in dem die erneuerbaren Energien den Hauptanteil ausmachen. Dieses Vorhaben kann nur dann gelingen, wenn das Potenzial an Einspar- und Effizienzmaßnahmen konsequent ausgenutzt wird – vor allem im Gebäudebereich, dem ein großes Einsparpotenzial zugeschrieben wird. Von maßgeblicher Bedeutung für das Erreichen der Ziele ist der Wärmesektor. In Deutschland wurden 2013 rund 58 % des Endenergieverbrauchs zur Bereitstellung von Wärme und Kälte aufgewendet. Davon entfallen 61 % auf Raumwärme und -kälte sowie Warmwasser und 39 % auf Prozesswärme und -kälte (BMWi, 2015a).

Der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch betrug 11,1 % in 2014. Differenziert nach den Endenergieträgern liegen die Anteile der Erneuerbaren bei 27,8 % im Strombereich, 9,9 % im Kälte- und Wärmebereich und 5,4 % im Kraftstoffbereich. Der bedeutendste erneuerbare Energieträger ist mit einem Anteil von 62 % die Biomasse, nicht zuletzt aufgrund der vielfältigen Konversionsmöglichkeiten in allen drei Bereichen Strom, Wärme und Kraftstoff. Gegenwärtig hat mit 88 % der Einsatz von Biomasse zur Wärmeerzeugung die größte Bedeutung – zurückzuführen auf die Bedeutung des Wärmesektors am Endenergieverbrauch und dem historisch gewachsenen Einsatz von Holz zur Wärmeerzeugung (BMWi, 2015b).

Weil Biomasse zur Wärmebereitstellung gegenwärtig 42 % des erneuerbaren Endenergieverbrauchs entspricht, ist die Quantifizierung der biogenen Wärmebereitstellung und dem damit verbundenen Brennstoffeinsatz für die nationale und internationale Berichterstattung von wesentlicher Bedeutung. Während die Strommenge aus erneuerbaren Energieträgern über die Einspeisemenge in das öffentliche Netz bekannt ist, wird die Wärme überwiegend dezentral erzeugt und genutzt und nicht über öffentliche Netze verteilt. Demzufolge wird in der amtlichen Statistik nur ein Bruchteil der biogenen Wärmeerzeugung und den damit verbundenem Brennstoffeinsatz abgebildet. Zur Behebung dieser Datenlücke sind eine Vielzahl an Statistiken, Studien, Verbandsdaten etc. verfügbar. Gemein haben diese hingegen, nur einen definierten Teilbereich der vielschichtigen biogenen Wärmebereitstellung zu betrachten – in Abhängigkeit des Bioenergieträgers, der eingesetzten Technologie und/oder Verbrauchergruppen.

Vor diesem Hintergrund ergab sich das Ziel im Rahmen des BMU/PTJ-Vorhaben „Wechselwirkung der Markteinführungsinstrumente auf die energetische Nutzung von Biomasse“ (O3MAP182) im Arbeitspaketes 12 zur „Methodikentwicklung biogene Wärme“ eine systematische Herangehensweise zur Aufnahme der durch Biomasse bereitgestellten Wärme zu entwickeln und Ansätze für deren Fortschreibung aufzeigen.

Grundlage hierfür bildet die Analyse der Berichtspflichten und den daraus resultierenden Anforderung an den Detaillierungsgrad der Ergebnisse sowie eine Betrachtung des (biogenen) Wärmemarktes. Zudem werden sämtliche, für dieses Vorhaben relevante Datenquellen hinsichtlich Methodik, Gliederung und Verfügbarkeit analysiert und für die Verwertbarkeit in diesem Vorhaben bewertet. Kern des vorliegenden Berichtes ist die nach Bioenergieträgern differenzierte Abbildung des methodischen Ansatzes zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes und Wärmeerzeugung. Hierbei wird sowohl der Weg für den Status Quo (2008 bis 2011) aufgezeigt, als auch Ansätze für die Fortschreibung des Brennstoffeinsatzes beschrieben. Vorbereitend findet eine Gegenüberstellung und Bewertung des verfügbaren Zahlenmaterials statt. Aufbauend auf der Datenanalyse und der entwickelten Methodik werden Handlungsempfehlungen für die Schließung weiterhin bestehender Datenlücken einerseits und Vorschläge zur Verbesserung bestehender Datenquellen andererseits ausgewiesen.

## 2 Hintergrund und Untersuchungsgegenstand

Ziel dieses Vorhabens ist die Erarbeitung einer methodischen Grundlage für die Erfüllung der nationalen und internationalen Berichtspflichten sowie Fachinformationen im Kontext Wärmenutzung aus Biomasse. Zu diesem Zweck werden nachstehend die Berichtspflichten sowie Fachinformationen analysiert und die darin enthaltenen Anforderungen an die Ergebnisdarstellung zusammengefasst. Ergänzend dazu werden der Wärmemarkt im Allgemeinen und der Einsatz von Biomasse zur Wärmeerzeugung im Speziellen dargestellt und auf die Bandbreite der Technologien eingegangen. Vorangestellt werden zunächst verschiedene Biomassen – nachstehend Bioenergieträger genannt – und Sektoren voneinander abgegrenzt.

### 2.1 Biogene Energieträger

Die Vielseitigkeit der biomassebasierten Wärme- sowie gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung ist auf die Bandbreite verfügbarer Technologien, aber auch der einsetzbaren Biomassen zurückzuführen, darunter:

- Feste Bioenergieträger
- Flüssige Bioenergieträger
- Gasförmige Bioenergieträger (Biogas, Biomethan, Klärgas, Deponiegas)
- Biogener Anteil des Abfalls

#### Feste Bioenergieträger

Brennstoffe organischer Herkunft, die zum Zeitpunkt der energetischen Nutzung in fester Form vorliegen, werden als feste Bioenergieträger definiert (FNR, 2007). Eine Übersicht zu den verschiedenen Sortimenten der festen Bioenergieträger gibt Abbildung 2-1.

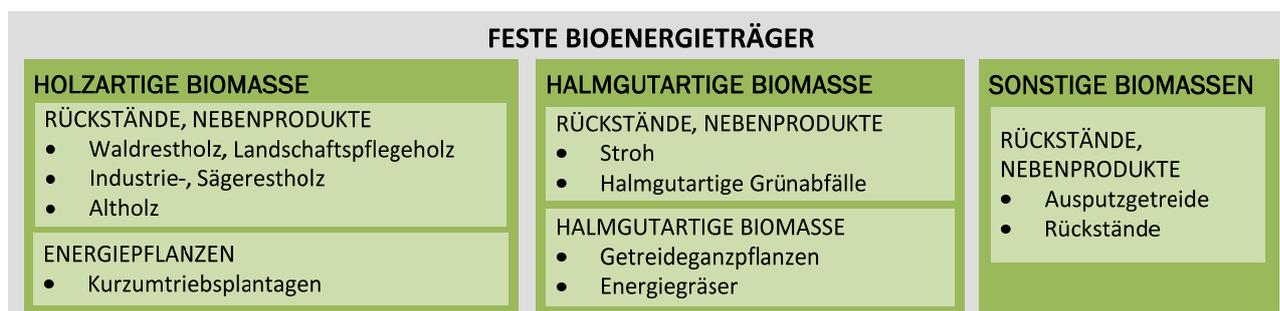


Abbildung 2-1 Übersicht zu den Sortimenten fester Bioenergieträger, nach (FNR, 2007)

Zentrale Bedeutung haben die holzartigen Rückstände bzw. Nebenprodukte. Neben der Differenzierung nach Herkunft ist die Unterteilung nach ihrer Form – Scheite, Hackschnitzel, Pellets, Briketts sowie Mehl und Späne – weit verbreitet. In der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1.BImSchV werden folgende Brennstoffgruppen, beruhend auf Angaben zur Herkunft und Form, definiert:

- Brennstoff 4: Naturbelassenes stückiges Holz, inklusive anhaftender Rinde, z.B. in Form von Scheitholz, Hackschnitzel, Reißig und Zapfen
- Brennstoff 5: Naturbelassenes nicht stückiges Holz, z.B. in Form von Sägemehl, Spänen, Schleifstaub oder Rinde
- Brennstoff 5a: Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzbriketts (DIN 51731) oder vergleichbaren Holzpellets oder anderen Presslingen aus naturbelassenem Holz in gleichwertiger Qualität
- Brennstoff 6/7: Gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz, Sperrholz, Spanplatten oder Faserplatten und deren Reste, soweit kein Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind sowie Beschichtungen unter Ausschluss von halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle
- Brennstoff 8: Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe, nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide sowie Pellets von vorgenannten Brennstoffen
- Brennstoff 13: sonstige nachwachsende Rohstoffe

Industrieabfälle organischer Herkunft – beispielsweise aus der Holzverarbeitung – werden nach Aussagen von (StBA, 2012a) in der amtlichen Energiestatistik des Statistischen Bundesamtes (StBA) unter dem Begriff feste Bioenergieträger subsumiert:

- Schwarzlauge (= Nebenprodukt der Zelluloseherstellung in der Papier- und Zellstoffindustrie); zählt ab 2009 zu den festen Bioenergieträgern und bis 2008 zu den flüssigen Bioenergieträgern
- Sulfitablauge (= Nebenprodukt beim Holzaufschluss); zählt ab 2012 zu den festen Bioenergieträgern und bis 2011 zu den flüssigen Bioenergieträgern

### Flüssige Bioenergieträger

Flüssige Bioenergieträger werden in Form von Bioethanol sowie Biodiesel überwiegend im Kraftstoffbereich eingesetzt. Im Fokus dieses Vorhabens steht jedoch die Wärmeerzeugung, bei der in der Regel Pflanzenöl direkt oder durch Umesterung von Pflanzenöl hergestelltes Bioheizöl (FAME = Fettsäuremethylester) eingesetzt wird.

Zudem wurde bis zum Berichtsjahr 2008 die Schwarzlauge und bis zum Berichtsjahr 2011 die Sulfitablauge den flüssigen und nicht festen Bioenergieträgern zugerechnet. Auch Bleicherde, die als Adsorptionsmittel bei der Entfärbung von Öl Verwendung findet, zählte bis zum Berichtsjahr 2011 zu den flüssigen Bioenergieträgern, seit 2012 jedoch zu den Industrieabfällen.

### Gasförmige Bioenergieträger

Die durch die anaerobe Verstoffwechslung von Biomasse erzeugten gasförmigen Bioenergieträger werden – entsprechend der Rohstoffe – differenziert. Deponiegas wird im Zuge des anaeroben Abbaus von Deponieabfällen und Klärgas infolge der Fermentierung des Klärschlammes erzeugt. Als Biogas wird in diesem Vorhaben das Endprodukt des anaeroben Abbaus sonstiger Biomassen, z.B. Gülle, Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) sowie Abfälle und Nebenprodukte der Landwirtschaft, Lebensmittelindustrie etc., bezeichnet (IEA, OECD, EuroStat, 2005). Hinter dem Begriff Biomethan verbirgt sich Methan, das in technischen Prozessen aus biogenen Rohstoffen erzeugt wird. Dies kann

durch biochemische Umwandlung (Biogas) einerseits oder thermochemische Umwandlung (Bio-SNG =synthetic natural gas) andererseits generiert werden. Die Zusammensetzung des Rohgases wird unter Verwendung verschiedener Aufbereitungsschritte an Erdgasqualität angepasst (DBFZ et al., 2010). Eine begriffliche Abgrenzung findet nicht einheitlich statt. So fasst das Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG) unter dem Begriff Biogas sämtliche Gase biogenen Ursprungs (Bio-, Deponie- und Klärgas sowie Biomethan) zusammen (EnWG, 2012). Nach (AGEE-Stat, 2012) besteht der Konsens, in der Statistik und Wissenschaft die Begriffe Biogas und Biomethan entsprechend der vorangestellten Ausführungen abzugrenzen, dem im Rahmen dieses Vorhabens gefolgt wird.

### Biogener Anteil des Abfalls

Im Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) wird gemäß §3 Abs. 1 KrWG Abfall als Stoffe oder Gegenstände definiert, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Die Energiestatistik (EnStat) differenziert seit 2008 zwischen Siedlungs- und Industrieabfällen. Die Zuordnung durch die Berichtersteller erfolgt bei der Energiestatistik nicht zwingend nach den Abfallschlüsseln der Abfallstatistik (StBA, 2012b).

Der in der Energiestatistik aufgeführte Brennstoffeinsatz an Siedlungsabfällen umfasst neben dem biogenen Anteil auch nicht biologisch abbaubare Substanzen, wie beispielsweise Mineralien und Metalle. Entsprechend (IAA, 2011) ist der biogene Anteil des Siedlungsabfalls mit 50 % zu beziffern.

Bis zum Berichtsjahr 2011 ist gemäß (DBFZ, 2011a) in der Position Industrieabfall kein biogener Anteil enthalten. Sofern dies der Fall ist, werden die biogenen Anteile von den Statistischen Landesämtern den flüssigen oder festen Bioenergieträgern zugerechnet. Seit dem Berichtsjahr 2012 wird Bleicherde als biogener Anteil dem Industrieabfall angerechnet.

## 2.2 Sektorale Abgrenzung

Wie in Kapitel 2.3 detailliert erläutert, erfolgt die Gliederung der Berichtspflicht sowohl in Bioenergieträger als auch Sektoren, deren Abgrenzung auf nationaler und internationaler Ebene abweicht, siehe Abbildung 2-2.



Abbildung 2-2 Einteilung der Endenergiesektoren auf internationaler und nationaler Ebene, nach (DBFZ, 2011b)

Für dieses Vorhaben keine Relevanz hat der Sektor Verkehr. Nachstehend werden der Umwandlungssektor und die drei Endenergieverbrauchssektoren Industrie, Haushalte und GHD voneinander abgegrenzt.

### Umwandlungssektor

Nach (Diekmann et al., 1999) umfasst die Umwandlungsbilanz die Energiemengen, die für die Umwandlung von Primär- und Sekundärenergieträgern für den Endenergieverbraucher sowie die nichtenergetische Nutzung aufzuwenden sind. Hierzu zählen auch Eigenverbrauch sowie Transport- und Verteilungsverluste.

Hinter dem Begriff Umwandlung verbirgt sich einerseits die Erzeugung sekundärer Brennstoffprodukte (z. B. Briketterzeugung aus unterschiedlichen Kohletypen) und andererseits die Erzeugung von Elektrizität und Wärme (AGEB, 2010).

Grundlegend ist dem Umwandlungssektor der Brennstoffeinsatz für die gesamte Stromerzeugung (industrielle und ins Netz einspeisende Eigenversorgungsanlagen) zuzurechnen. Im Wärmebereich wird allerdings nur der Brennstoffeinsatz verbucht, der für die Erzeugung von Wärme zur Abgabe an Dritte benötigt wird (LAK EB, 2011), (IEA OECD, EuroStat, 2005).

### Sektor Private Haushalte

Die Abgrenzung dieses Sektors ist selbsterklärend und in den verschiedenen Berichtspflichten bzw. Fachinformationen vergleichbar. Zuzurechnen ist dem Sektor Private Haushalte lediglich der im

Haushalt stattfindende Brennstoffeinsatz. Wird von einem Haushalt Wärme über ein Nah- oder Fernwärmenetz bezogen, ist dies Gegenstand des Umwandlungssektors (Abgabe an Dritte).

### Sektor Industrie

Die Abgrenzung des Sektors Industrie weicht in der nationalen von der internationalen Berichterstattung ab. Auf nationaler Ebene werden der Industrie alle Unternehmen der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des sonstigen Bergbaus (Abschnitt B der Wirtschaftszweigklassifikation (WZ)) und die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes mit Betrieben  $\geq 20$  Mitarbeitern (Abschnitt C der WZ) zugerechnet. Der Berichtskreis der amtlichen Statistik lässt eine Befragung aller Betriebe der beiden Abschnitte B und C der WZ nicht zu, so dass die Beschränkung auf die Betriebe mit  $\geq 20$  Mitarbeitern als Hilfsgröße eingeführt wurde.

Abweichend davon wird gemäß Abbildung 2-2 auf internationaler Ebene das Verarbeitende Gewerbe unabhängig der Anzahl der Mitarbeiter sowie das Baugewerbe (Abschnitt F der WZ) dem Sektor Industrie zugerechnet (IEA, OECD, EuroStat, 2005).

### Sektor Gewerbe Handel Dienstleistungen bzw. Other Sectors (ohne Residential)

Ein wesentlicher Definitionsbedarf besteht für den GHD-Sektor und übrige Verbraucher (AGEB, 2012a) bzw. Other Sectors (ohne Residential) (IEA, Eurostat, UNECE, n.d.). Bereits in Abbildung 2-2 wird deutlich, dass es sich hierbei um die Bereiche einer Volkswirtschaft handelt, die keinem der drei zuvor genannten Sektoren zugeordnet werden konnten. Bereits in (Diekmann et al., 1999) wird dieser Sektor als Restgröße bezeichnet und die gravierenden Abgrenzungsprobleme bemängelt. Die Restdefinition kann nur bei Energieträgern angewendet werden, dessen Brennstoffeinsatz in Summe bekannt ist. Dies gilt nur für fossile Energieträger und nicht für Bioenergieträger.

Grundlegend zeichnet sich dieser Sektor von sehr heterogenen Verbrauchsstrukturen aus. Erschwerend kommt hinzu, dass die nationale sowie internationale Abgrenzung nicht einheitlich ist (siehe Abbildung 2-2).

### Diskussion offener Punkte in Bezug auf die sektorale Zuordnung

Nicht zuletzt die Restdefinition des GHD-Sektors, aber auch der Ausbau erneuerbarer Energien und damit einhergehende Veränderungen bezüglich der Energieversorgungsstruktur führen zu Diskussionsbedarf hinsichtlich der sektoralen Zuordnung. Nachstehend werden die im Kontext der Wärmeerzeugung aus Biomasse wesentlichen Themenfelder aufgeführt und diskutiert.

- Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Bei Energieerzeugungsanlagen die das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) nutzen, ist unter Verwendung der in Kapitel 3.3 dargestellten Finnischen Methode der Brennstoffeinsatz anteilig auf die Strom- und Wärmeerzeugung aufzuteilen. Wird der Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung grundlegend im Umwandlungssektor gebucht, ist beim Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung auch eine Zuweisung zu den drei Endenergieverbrauchssektoren Industrie, GHD und Haushalte möglich. Zur Diskussion steht die sektorale Zuordnung des Brennstoffeinsatzes zur Wärmeerzeugung.

Bei industriellen Heizkraftwerken der Brennstoffeinsatz maßgeblich der Erzeugung von Prozesswärme und gegebenenfalls die Verwertung von Nebenprodukten (z. B. Schwarzlauge) dient,

wird der Brennstoffeinsatz dem industriellen Sektor zugeordnet. Gegen die Anwendung dieser Vorgehensweise auf landwirtschaftliche Biogasanlagen sprechen folgende Argumente:

- Motivation des Anlagenbetriebes. Während die Hauptmotivation der industriellen Wärmekraftwerke die Bereitstellung von Prozesswärme und gegebenenfalls die Verwertung von Nebenprodukten (z.B. Schwarzlauge) ist, wurden landwirtschaftliche Biogasanlagen insbesondere mit der Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) zur Erzeugung und Einspeisung von EEG-vergütetem Strom ins Netz errichtet. Somit ist die primäre Aufgabe der Anlage nicht die Selbstversorgung, sondern der Beitrag zum Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland.
- Ausgründung von Firmen zum Betrieb von Biogasanlagen. Eine branchenbezogene Zuordnung der Anlagenbetreiber ist für 54 % der in der DBFZ-Anlagendatenbank enthaltenen Biogasanlagen möglich. Davon lassen ca. 25 % der Datensätze auf eine Ausgründung des Betriebes von Biogasanlagen vom landwirtschaftlichen Betrieb schließen. In diesem Fall ist die Wärmeabgabe an Stall- sowie Sozialgebäude (31 % bzw. 71 % der Nennungen als Wärmenutzungsoption in (DBFZ, 2012)) als Abgabe an Dritte zu werten, so dass das ausgegründete Unternehmen ausschließlich Aufgaben eines Energieversorgungsunternehmens übernimmt.
- Einspeisung in Nah- und Fernwärmenetze. Die Analyse des EEG-Monitorings (EEG-MON) weist im Zeitraum 2008 bis 2011 eine steigende Tendenz der Wärmeeinspeisung in Nah- und Fernwärmenetze aus. Nach Angaben von (DBFZ, 2012) haben in 2010 nur 7 % und in 2011 bereits 14 % der Befragungsteilnehmer die Option der Einspeisung in ein Wärmenetz angegeben. Eine Fortsetzung des aufgezeigten Trends ist anzunehmen, insbesondere vor dem Hintergrund der Erschließung neuer Wärmesenken bei Bestandsbiogasanlagen im ländlichen Raum. Dies wird gezielt durch Förderprogramme wie das Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (MAP) aber auch dem Gesetz für die Erhaltung, Modernisierung und dem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz – KWKG) gefördert. Die Einspeisung in ein Nah- oder Fernwärmenetz implementiert die Abgabe von Wärme an Dritte, so dass der hierfür aufgewendete Brennstoffeinsatz dem Umwandlungssektor zuzurechnen ist.
- Datenqualität. Die sektorale Zuordnung der Biogasanlagen ist mit der Energiestatistik (EnStat 067, EnStat 066k) nur für einen geringen Teil gegeben (2 % der Stromeinspeisung). Die übrigen 98 % der Stromeinspeisung werden in EnStat 070 ohne sektoralen Bezug verbucht. Darunter fallen landwirtschaftliche Biogasanlagen, aber auch Anlagen des Umwandlungs- und Industriesektors. Für eine gesonderte Ausweisung des Brennstoffeinsatzes im GHD-Sektor wären Abschätzungen, basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank zur sektoralen Zuordnung notwendig. Zu erwähnen bleibt, dass diese Angaben mit Unsicherheiten behaftet sind, da nicht alle Biogasanlagen einem Sektor zugerechnet werden können.

Infolge der aufgeführten Argumente – insbesondere den Unsicherheiten bei der sektoralen Zuordnung – sind zur Verbesserung der Datenqualität des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung die Biogasanlagen außerhalb der Industrie dem Umwandlungssektor zuzuordnen.

- Landwirtschaftliche Haushalte

Nach (BDEW, 2010) wird der Brennstoffeinsatz dem Sektor mit dem höheren Verbrauchsmengen zugerechnet. In Abstimmung mit dem Projektbeirat wird der Brennstoffeinsatz daher gänzlich der Landwirtschaft zugeordnet. Bekräftigung findet diese Verfahrensweise durch die Nichtanrechenbarkeit von Haushalten bei der Beantragung von Fördermitteln im Bereich der Landwirtschaft (DBFZ, 2012).

Unsicherheiten, die durch die fehlerhafte sektorale Zuordnung bzw. möglichen Doppelerfassung entstehen, haben nach (DIW, 2012) eine marginale Bedeutung, da eine gesicherte Datenlage für den Energieverbrauch der Landwirtschaft nicht verfügbar ist.

- Baugewerbe

Die nationale und internationale Berichterstattung verbucht den Brennstoffeinsatz im Baugewerbe in verschiedenen Sektoren – international im Sektor Industrie und national im GHD-Sektor (Abbildung 2-2). Zur Erfüllung beider Berichtspflichten wäre somit eine gesonderte Ermittlung des Brennstoffeinsatzes in dieser Branche zielführend. In diesem Kontext ist zudem die Bedeutung dieser Branche für den Einsatz von Bioenergieträgern zur Wärmeerzeugung zu prüfen. Während nach (ISI et al., 2011) im Baugewerbe 5 % des Einsatzes von Bioenergieträgern im GHD-Sektor stattfindet, wird in (DBFZ, 2011b) der Baubranche aufgrund dessen Struktur und Wärmebedarfs keine wesentliche Rolle beim Einsatz von Biomasse zur Wärmeerzeugung.

- Abgrenzung des Sektors Industrie

Während auf internationaler Ebene alle Unternehmen des Abschnittes C der Wirtschaftszweigklassifikation (WZ) der Industrie zugerechnet werden, beschränkt sich der Berichtskreis auf nationaler Ebene lediglich auf Unternehmen mit mindestens 20 sozialversicherungspflichtigen Mitarbeitern. Unternehmen mit 19 oder weniger Mitarbeitern werden auf nationaler Ebene im GHD-Sektor verbucht (s. Abbildung 2-2).

## 2.3 Berichtspflichten und Fachinformationen

Angaben bezüglich des Einsatzes von Bioenergieträgern sind Bestandteil einer Vielzahl von Berichtspflichten und Fachinformationen. Auf internationaler und nationaler Ebene sind nach Angaben von (AGEE-Stat, 2011) für dieses Vorhaben folgende relevant:

- Internationale Ebene
  - Country Annual Questionnaire Renewables and Wastes (IEA, Eurostat, UNECE)
  - Nationaler Aktionsplan
- Nationale Ebene
  - Energiebilanz Deutschland
  - Erneuerbare Energien in Zahlen

### Country Annual Questionnaire Renewables and Wastes (IEA, Eurostat, UNECE)

Die Verordnung Nr. 1099/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2008 über die Energiestatistik, geändert durch die Verordnung Nr. 844/2010 der Kommission vom

20. September 2010 stellt die Grundlage für diese Berichtspflichten dar (EU 844/2010, 2010). Die Fragebögen zum Einsatz fossiler sowie regenerativer Brennstoffe zur Energiebereitstellung sind bis Ende September des Folgejahres auszufüllen und an die International Energy Agency (IEA), Eurostat sowie die United Nations Statistic Division, Energy Statistic Section (UNECE) zu übermitteln (IEA, Eurostat, UNECE, 2010).

Der Brennstoffeinsatz zur Strom- und Wärmeerzeugung ist für die in Abbildung 2-3 aufgeführten Brennstoffe und Sektoren auszuweisen. Dabei wird der Sektor Industrie vertiefend in 13 Branchen unterteilt.

BRENNSTOFFEINSATZ IN TJ		
BRENNSTOFFE	SEKTOREN	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biogener Anteil des Abfalls</li> <li>• Holz/Altholz/sonstige feste Bioenergieträger</li> <li>• Holzkohle</li> <li>• Deponiegas</li> <li>• Klärgas</li> <li>• Biogas</li> <li>• Sonstige flüssigen Bioenergieträger</li> </ul>	<b>UMWANDLUNGSSEKTOR</b> 8 Stromerzeugungsanlagen der Allgemeinen Versorgung 9 Heizkraftwerke der Allgemeinen Versorgung 10 Heizwerke der Allgemeinen Versorgung 12 Heizkraftwerke der Industrie* 13 Heizwerke der Industrie <b>ANDERE SEKTOREN</b> 56 Gewerbe, Handel, Dienstleistung 57 Haushalte 58 Land- und Forstwirtschaft 59 Fischerei 60 Sonstige (z.B. Militär)	<b>INDUSTRIE</b> 37 Eisen und Stahl 38 Chemische Industrie 39 Nichteisen-Metalle 40 Nichtmetallische Mineralstoffe 41 Fahrzeugbau 42 Maschinenbau 43 Bergbau 44 Lebensmittel-, Getränke-, Tabakindustrie 45 Papier- und Druckerzeugnisse 46 Holzindustrie 47 Baugewerbe 48 Textil- und Lederindustrie 49 Sonstige
<small>*Zuordnung dem Umwandlungssektor (Strom, Wärme zur Abgabe an Dritte) sowie Industrie (Eigenverbrauch)</small>		

Abbildung 2-3 Gliederungsebenen für den gemeinsamen Fragebogen von IEA und Eurostat und UNECE nach (IEA, Eurostat, UNECE, n.d.)

Zusätzlich besteht die Notwendigkeit zwischen den Anlagentypen zu differenzieren. Im Detail hat dies zur Folge, dass bei den Anlagen der Energieversorgungsunternehmen der Brennstoffeinsatz im gekoppelten Prozess den Heizkraftwerken zugerechnet wird, ohne auf die beiden Energieprodukte aufgeteilt zu werden. Auch in den KWK-Anlagen wird sowohl Strom als auch Wärme im ungekoppelten Prozess erzeugt. Der damit korrespondierende Brennstoffeinsatz ist dann den Stromerzeugungsanlagen bzw. Heizwerken zuzurechnen. Abweichend davon gilt für die Eigenerzeugungsanlagen (Autoproducer, Industrie), dass der Brennstoffeinsatz zur Erzeugung von Strom und verkaufter Wärme dem Umwandlungssektor und die vom Unternehmen genutzte Wärme im der entsprechenden Branche in der Industrie zuzurechnen ist (ZSW, 2012).

### EU-Richtlinie Erneuerbare Energien / Nationale Aktionspläne

Gemäß der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energien aus erneuerbaren Quellen wurde in der Entscheidung der Kommission vom 30. Juni 2009 das Muster für die Erstellung von nationalen Aktionspläne für erneuerbare Energien festgelegt. Die nationalen Aktionspläne sind alle zwei Jahre anzufertigen, erstmalig zum 31.12.2011 und letztmalig zum 31.12.2021 (EU, 2009).

Wesentliche Inhalte der Nationalen Aktionspläne sind:

- Nationale Strategie für Erneuerbare Energien
- Erwartung an den Endenergieverbrauch für den Zeitraum 2010-2020, differenziert nach Elektrizität, Wärme/Kälte und Verkehr)
- Nationales Gesamtziel, sektorspezifische Ziele und Zielpfade für Erneuerbare Energien
- Maßnahmen zur Verwirklichung der Ziele

Im Kontext dieses Vorhabens sind der Einsatz regenerativer Energieträger zur Wärme- und Kälteerzeugung (Tabelle 11 des Aktionsplanes) und der Anteil der regenerativen Energieträger in Gebäuden (Tabelle 6 des Aktionsplanes) von vordergründigem Interesse. Die relevanten Anforderungen an diese Tabellen sind in Abbildung 2-4 schematisch abgebildet.

<p><b>TABELLE 6 - Geschätzter Anteil erneuerbarer Energiequellen am Energieverbrauch in Gebäuden [%]</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>JAHRE</th> <th>GEBÄUDETYP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• 2005</td> <td>• Wohngebäude</td> </tr> <tr> <td>• 2010</td> <td>• Geschäftsgebäude</td> </tr> <tr> <td>• 2015</td> <td>• Öffentliche Gebäude</td> </tr> <tr> <td>• 2020</td> <td>• Industriegebäude</td> </tr> </tbody> </table>	JAHRE	GEBÄUDETYP	• 2005	• Wohngebäude	• 2010	• Geschäftsgebäude	• 2015	• Öffentliche Gebäude	• 2020	• Industriegebäude	<p><b>TABELLE 11 - Schätzung des Gesamtbeitrags (Endenergieverbrauch) der in Deutschland von jeder Technologie zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen im Hinblick auf die verbindlichen Ziele für 2020 und die indikativen Zielpfade für den Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen im Wärme- und Kältesektor im Zeitraum 2010-2020 erwartet wird</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>BRENNSTOFFE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Biomasse</td> </tr> <tr> <td>• fest</td> </tr> <tr> <td>• Biogas</td> </tr> <tr> <td>• Flüssige Biobrennstoffe<sup>1</sup></td> </tr> <tr> <td>Davon Fernwärme</td> </tr> <tr> <td>Davon Biomasse in Haushalten</td> </tr> </tbody> </table>	BRENNSTOFFE	Biomasse	• fest	• Biogas	• Flüssige Biobrennstoffe <sup>1</sup>	Davon Fernwärme	Davon Biomasse in Haushalten
JAHRE	GEBÄUDETYP																	
• 2005	• Wohngebäude																	
• 2010	• Geschäftsgebäude																	
• 2015	• Öffentliche Gebäude																	
• 2020	• Industriegebäude																	
BRENNSTOFFE																		
Biomasse																		
• fest																		
• Biogas																		
• Flüssige Biobrennstoffe <sup>1</sup>																		
Davon Fernwärme																		
Davon Biomasse in Haushalten																		

<sup>1</sup>ausschließliche die flüssigen Bioenergieträger, die die Nachhaltigkeitskriterien gemäß Artikel 5 Absatz 1 letzter Unterabsatz der Richtlinie 2009/28/EG erfüllen

Abbildung 2-4 Für dieses Vorhaben relevante Tabellen des Nationalen Aktionsplanes nach (EU, 2009)

Eine sektorale Differenzierung der Ergebnisse ist gemäß Abbildung 2-4 nicht notwendig, mit Ausnahme der Biomasse in Haushalten sowie Fernwärme (Umwandlungssektor). Bei den Angaben für Tabelle 6 des Aktionsplanes ist lediglich die Wärme- und /oder Elektrizitätserzeugung für einzelne Gebäude anrechenbar. So ist die unmittelbare Versorgung mit Wärme/Kälte durch Fernwärme bzw. -kälte anrechenbar, nicht aber nicht der Bezug von Strom aus erneuerbarem Strom aus dem nationalem Netz (EU, 2009).

### Energiebilanz für Deutschland

Statistiken der Energiewirtschaft nach einheitlichen Kriterien auszuwerten und zur Abbildung der energiewirtschaftlichen Verflechtungen zusammenzufassen, ist die zentrale Aufgabe der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) (AGEB, 2010; DIW et al., 2003). Eine Veröffentlichung der Energiebilanz erfolgt jährlich und wurde im Jahr 2000 um die Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger erweitert. Die Gliederung der Energiebilanz und Satellitenbilanz ist in Abbildung 2-5 schematisch dargestellt.

## ENERGIEBILANZ DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

### SEKTOREN

#### UMWANDLUNGSSEKTOR

- 11 Wärmekraftwerke der allgemeinen Versorgung
- 12 Industrierärmekraftwerke (nur Strom)
- 14 Wasserkraft-, Windkraft-, Photovoltaik u.a. Anlagen
- 15 Heizkraftwerke der Allgemeinen Versorgung
- 16 Fernheizwerke

#### HAUSHALTE,GEWERBE,DIENSTLEISTUNGEN u. ÜBRIGE VERBRAUCHER

- 66 Haushalte
- 67 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher

#### BERBRAU, GEWINNUNGVON STEINEN UND ERDEN, VERARBEITENDES GEWERBE

- 46 Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau
- 47 Ernährung und Tabak
- 48 Papiergewerbe
- 49 Grundstoffchemie
- 50 Sonstige chemische Industrie
- 51 Gummi- und Kunststoffwaren
- 52 Glas und Keramik
- 53 Verarbeitung von Steinen und Erden
- 54 Metallherzeugung
- 55 NE-Metalle, -gießereien
- 56 Metallbearbeitung
- 57 Maschinenbau
- 58 Fahrzeugbau
- 59 Sonstige Wirtschaftszweige

## SATELLITENBILANZ „ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER“ ZUR ENERGIEBILANZ DEUTSCHLANDS

### SEKTOREN

#### UMWANDLUNGSSEKTOR

- 11 Wärmekraftwerke der allgemeinen Versorgung
- 12 Industrierärmekraftwerke (nur Strom)
- 14 Wasserkraft-, Windkraft-, Photovoltaik u.a. Anlagen
- 15 Heizkraftwerke der Allgemeinen Versorgung
- 16 Fernheizwerke

#### ENDENERGIEVERBRAUCHSSEKTOREN

- 60 Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe insgesamt
- 66 Haushalte
- 67 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher

### BRENNSTOFFE

#### BIOMASSENUTZUNG

- Holz, Stroh, u.a. feste Stoffe
- Biodiesel u.a. flüssige Stoffe
- Klärgas, Biogas

#### SIELDUNGSABFÄLLE

- Deponiegas

Abbildung 2-5 Schematische Darstellung der Energiebilanz sowie der Satellitenbilanz „Erneuerbare Energieträger“ nach (AGEB, 2012a) und (AGEB, 2012b)

In der Energiebilanz ist der Brennstoffeinsatz für die in Abbildung 2-5 dargestellten Sektoren für Biomasse (fest, flüssig, gasförmig zusammengefasst) anzugeben. Ein höherer Detaillierungsgrad bezüglich der Bioenergieträger wird in der Satellitenbilanz gefordert. Grundsätzlich ist der Brennstoffeinsatz für die Strom- und Wärmeherzeugung – auch wenn diese in KWK-Anlagen erfolgt – getrennt zu melden. Für die Einteilung des Brennstoffeinsatzes ist die Finnische Methode anzuwenden, erläutert in der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 (2004/8/EG, 2004) und nachstehend in Kapitel 3.3.

### Erneuerbare Energien in Zahlen der AGEE-Stat/BMWi

Die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) wurde mit dem Ziel gegründet, eine umfassende, aktuelle und abgestimmte Datenbasis für Erneuerbare Energien zu schaffen und damit eine Grundlage für die verschiedenen (inter-) nationalen Berichtspflichten der Bundesregierung zu leisten. Mit der Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklungen“ werden die wesentlichen Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in

Deutschland zweimal jährlich auf der Internetpräsenz des Bundesministeriums Wirtschaft und Energie (BMWi) veröffentlicht.

Abweichend von der Berichtspflicht wird in dieser Fachinformation nicht der Brennstoffeinsatz, sondern die Energieerzeugung dokumentiert. Die Wärmeerzeugung wird differenziert in feste und flüssige Bioenergieträger sowie Biogas, Klärgas, Deponiegas und den biogenen Anteil des Abfalls. Einzig bei den festen Bioenergieträgern wird zwischen Haushalte, Industrie und Umwandlungssektor (Heizwerk/Heizkraftwerke) unterschieden. Keine Berücksichtigung findet in dieser Datenquelle der GHD-Sektor – geschuldet der derzeit unzureichenden Datenlage.

### Differenzen zwischen den Berichtspflichten und Fachinformationen

Die vorangestellt charakterisierten Berichtspflichten und Fachinformationen weisen formale und inhaltliche Unterschiede in den Bilanzen auf – in Bezug auf die Einteilung der Bioenergieträger einerseits und der Sektoren (und ggf. Branchen) andererseits. Während beispielsweise im Fragebogen der IEA die gasförmigen Bioenergieträger gesondert auszuweisen sind, werden in der Satellitenbilanz der Energiebilanz Deutschlands sämtliche Bioenergieträger zum Teil zusammengefasst. Zudem sind die Ergebnisse in unterschiedlicher Tiefe der sektoralen Gliederung zu generieren.

Unterschiede zwischen den Angaben in der Energiebilanz einerseits und in dem Fragebogen der IEA andererseits wurden bereits in (EEFA, 2011) diskutiert. Folgende Ursachen werden benannt:

- Formale und inhaltliche Unterschiede der Bilanzen, wie z. B: abweichende Aufteilung der Energieträger und auch Wirtschaftszweige, sowie abweichende Buchungsmethoden
- Verfügbarer Datenbestand zum jeweiligen Veröffentlichungstermin

### Anforderungen resultierend aus den Berichtspflichten

Die dargestellten Berichtspflichten und Fachinformationen bedürfen unterschiedlicher Daten – in Bezug auf die Zusammenlegung verschiedener Brennstoffe sowie der sektoralen Abgrenzung und Größe (Brennstoffeinsatz, Wärmeerzeugung). Resultierend daraus sind folgende Anforderungen an die Generierung der Ergebnisse zu stellen:

- **Ermittlung des Brennstoffeinsatzes**

Die anzugebende Größe in den meisten Berichtspflichten/Fachinformationen ist der Brennstoffeinsatz. Zusätzlich ist die korrespondierende Wärmeerzeugung - sofern möglich - anzugeben bzw. abzuschätzen.

- **Sektorale Abgrenzung des Brennstoffeinsatzes**

Mit Ausnahme des Nationalen Aktionsplans ist die sektorale Abgrenzung des Brennstoffeinsatzes ein wichtiger Bestandteil der Berichtspflichten/Fachinformationen. Eine Einteilung in die vier Sektoren – Umwandlungssektor, Haushalte, GHD, Industrie – ist demnach als Mindestanforderung an die Ergebnisdarstellung zu stellen. Eine vertiefende Gliederung ist aufgrund (IEA, Eurostat, UNECE, n.d.) sowie (AGEB, 2012a) für den Umwandlungssektor als auch Industrie wünschenswert.

- **Flexible Abgrenzung der Bioenergieträger**

Alle Berichtspflichten/Fachinformationen beinhalten eine Abgrenzung in feste, flüssige sowie gasförmige Bioenergieträger. Zudem werden diese drei Gruppen unterteilt – z.B. gasförmige

Bioenergieträger in Klärgas, Deponiegas und Biogas. Während in der Energiebilanz Klär- und Deponiegas eine gesonderte Gruppe bilden, sind diese in der Satellitenbilanz zwei verschiedenen Gruppen zugeordnet. Daraus ableitend sind die Ergebnisse mit einem möglichst großem Detaillierungsgrad darzustellen.

## 2.4 Kurzüberblick zur Struktur der Wärmebereitstellung

Im Jahr 2013 betrug der Endenergieverbrauch zur Bereitstellung von Raum- und Prozesswärme sowie Warmwasser 55 % des gesamten Endenergieverbrauchs von rund 9.170 PJ (BMWi, 2015a). In Abbildung 2-6 ist der Endenergieverbrauch für Wärme und Warmwasser in 2013 entsprechend der Sektoren abgebildet.

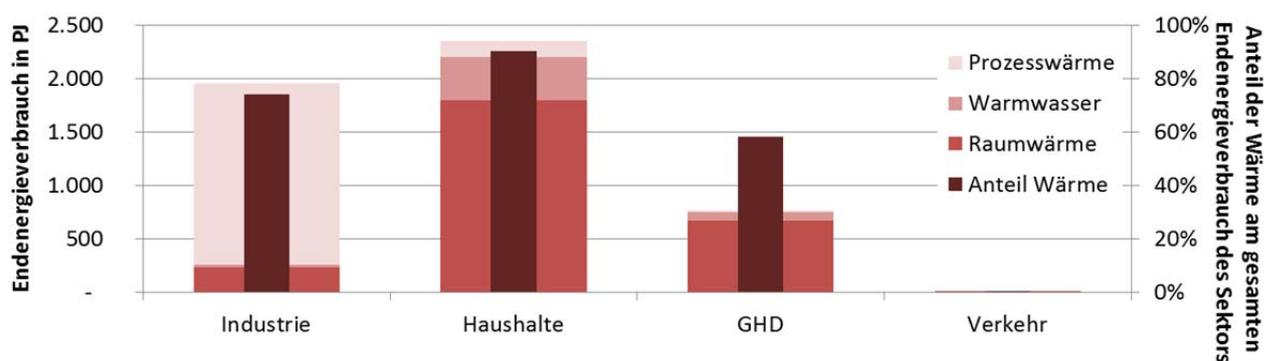


Abbildung 2-6 Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung nach Sektoren, eigene Abbildung nach (BMWi, 2015a)

Dominierend im Bereich des Wärmebedarfs sind Haushalte (46 %) sowie Industrie (39 %), wobei 53 % auf die Bereitstellung von Raumwärme und 37 % auf Prozesswärme zurückzuführen sind. Während in den letzten vier Jahren kein eindeutiger Abwärtstrend des Endenergieverbrauchs zur Wärmebereitstellung zu verzeichnen ist, ist die Tendenz gegenüber 1996 deutlich in Abbildung 2-7 erkennbar (BMWi, 2015a).

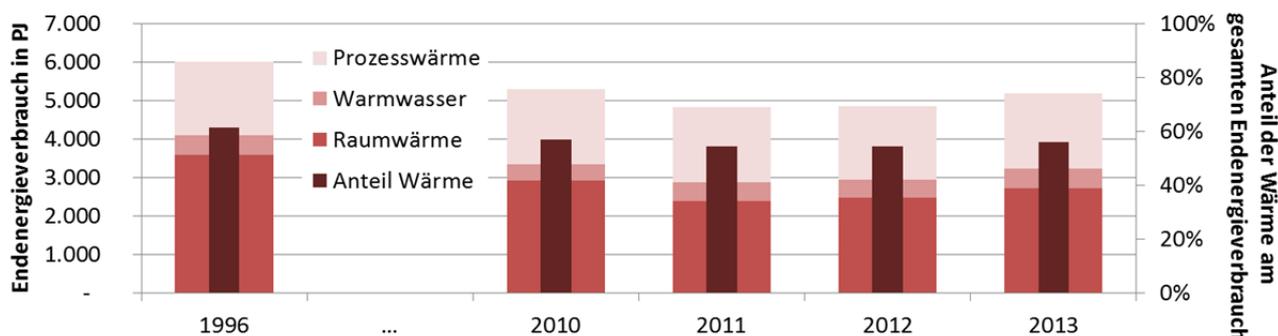


Abbildung 2-7 Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung nach Sektoren (BMWi, 2015a)

Als wesentliche Eckpfeiler zur Erreichung der Ziele des Energiekonzeptes im Wärmebereich wurden die beiden Handlungsfelder Ausschöpfung der Effizienzpotenziale sowie die energetischen Gebäudesanierung/energieeffizientes Bauen benannt (BMU, 2011a). Gemäß den Leitszenarien von (BMU, 2009) ist mit einem Rückgang der Wärmenachfrage zu rechnen. Inwiefern dieser Effekt tatsächlich eintritt, hängt neben der Sanierungsrate und dem damit erreichten Energieeffizienzstandard

des Gebäudebestandes gleichermaßen von der Heizungsmodernisierung und den damit verbundenen eingesetzten Technologien ab.

### Erneuerbaren Energien im Wärmemarkt

Basierend auf (BMWi, 2015b) hat sich der Anteil der erneuerbaren Energieträger im Wärmemarkt in den letzten 20 Jahren verfünffacht. Auch in 2014 dominiert mit 87 % die Biomasse als historisch gewachsener Energieträger. Der Ausbau der Solarthermie als auch er oberflächennahen und tiefen Geothermie hat in den letzten Jahren deutlich an Dynamik gewonnen (siehe Abbildung 2-8).

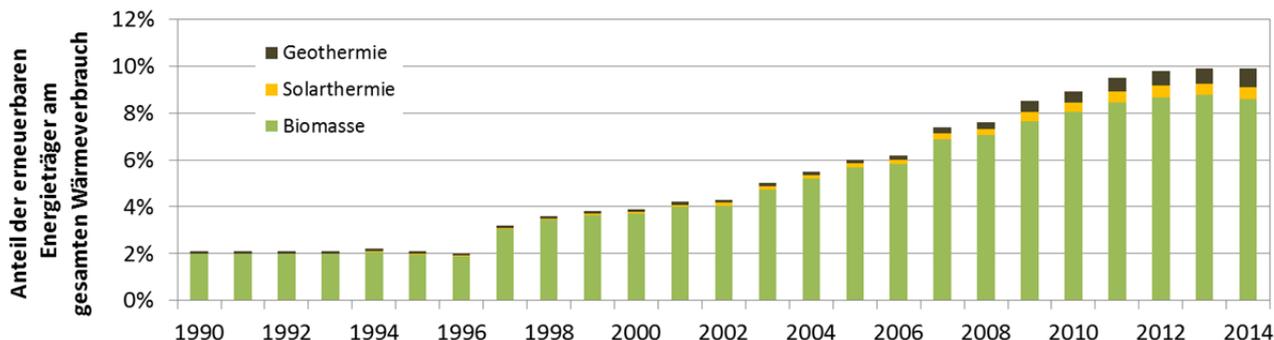


Abbildung 2-8 Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung nach erneuerbaren Energieträger (BMWi, 2015b)

Gesetzliche Rahmenbedingungen für eine Intensivierung des Anteils Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt wurden mit dem Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz – EEWärmeG) auf Bundesebene und auf Landesebene mit dem Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) in Baden-Württemberg geschaffen. Ergänzend dazu findet eine Förderung durch das Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (MAP) statt. Während bis Mai 2010 sowohl Anlagen im Neubau als auch Gebäudebestand unter die Richtlinien dieses Förderprogramms fielen, sind mit der Einführung der Nutzungspflicht durch das EEWärmeG im Neubau ausschließlich der Gebäudebestand antragsberechtigt. Auf das Marktanzreizprogramm und der dazugehörigen Förderstatistik wird im Anhang A 1.4.6 detailliert eingegangen.

### Struktur der Wärmebereitstellung und -versorgung

Die Optionen der Wärmeversorgung sind sehr heterogen und können grundlegend differenziert werden in:

- Reine Wärmeerzeugung (Einzelfeuerstätten, Zentralf Feuerstätten, Heizwerke) / gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung (Heizkraftwerke, Biogasanlagen etc.)
- Objektversorgung / netzgebundenen Versorgung (Nah – und Fernwärme)

Thermische Energie kann einerseits direkt zur Wärmeerzeugung genutzt werden, indem die freigesetzte Wärme auf einen Wärmeträger übertragen und verteilt wird. Andererseits besteht die Möglichkeit thermische Energie zur Stromerzeugung zu nutzen. Die in Kombination entstehende Abwärme kann ebenso ausgekoppelt und für Heizzwecke genutzt werden.

Anlagen zur ausschließlichen Produktion von Wärme werden in (VDI 4608 Blatt 1, 2005) allgemein hin als Heizwerke bezeichnet. Im allgemeinen Sprachgebrauch und im Rahmen des vorliegenden Berichtes umfasst der Begriff Heizwerke jedoch Wärmeerzeugungsanlagen mit einer Leistung  $\geq 100$  kW.

Heizwerke sowie Zentralfeuerstätten generell dienen der Beheizung einer größeren Anzahl von Räumen bis hin zu Gebäuden und verfügen neben dem Wärmeerzeuger über ein zusätzliches Verteilnetz. Einsatzgebiete sowie Brennstoffsortiment und Technologien sind vielschichtig und umfassen sowohl Scheitholzkessel für ein Einfamilienhaus bis hin zu Biomasseheizwerken mit angeschlossenem Nahwärmenetz. Ein Verteilnetz – sowohl in als auch außerhalb des Gebäudes – ist bei diesen Wärmeerzeugungsanlagen nicht vorhanden, die ausschließlich der Beheizung des Aufstellraumes dienen. Diese Anlagen werden als Einzelraumfeuerstätten bezeichnet.

Sowohl die gekoppelte als auch die reine Wärmeerzeugung kann entweder Vor-Ort erzeugt werden oder netzgebunden dem Wärmeabnehmer zur Verfügung gestellt werden. Gemäß (WI et al., 2007) können die beiden Begriffe folgendermaßen abgegrenzt werden:

- Objektversorgung umfasst die wärmeseitige Versorgung einzelner Gebäude oder gewerblicher Verbraucher am Ort der Konversionsanlage.
- Netzgebundene Versorgung implementiert eine räumliche Distanz zwischen einer zentralen Wärmeerzeugung und der Wärmeabnahme. Eine allgemeingültige quantitative Abgrenzung der Begriffe Nah- und Fernwärmeversorgung liegt nicht vor. Folgender Ansatz wird in (WI et al., 2007) verfolgt:
  - Nahwärmenetze stehen demnach für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung auf kleinräumiger Ebene mit geringen Transportentfernungen. Als Orientierungswert für die Entfernung wird etwa ein Kilometer angegeben.
  - Fernwärmenetze weisen definitionsgemäß größere Transportentfernungen als Nahwärmenetze auf, die bis zu zehn Kilometern umfassen können.

## 2.5 Relevanz der Bioenergieträger im Wärmemarkt

Grundlegend trägt die gesamte Bandbreite der in Kapitel 2.1 aufgeführten Bioenergieträgern zur Wärmeherstellung aus Biomasse bei. In (BMWi, 2015b) werden die Anteile der jeweiligen Bioenergieträgern an der Wärmeerzeugung ausgewiesen (siehe Abbildung 2-9).

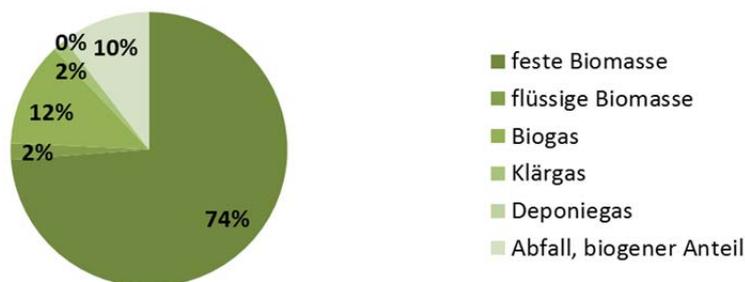


Abbildung 2-9 Anteil der verschiedenen Bioenergieträger an der aus Biomasse bereitgestellten Wärme, nach (BMWi, 2015b)

Feste Bioenergieträger dominieren deutlich die Wärmebereitstellung aus Biomasse. Circa zwei Drittel der festen Bioenergieträger werden in Haushalten zur reinen Wärmeerzeugung eingesetzt, wobei an dieser Stelle zu erwähnen ist, dass die derzeit nicht quantifizierbare Menge an festen Bioenergieträgern im GHD-Sektor in Abbildung 2-9 keine Berücksichtigung findet. Der Einsatz in Haushalten konnte im Zeitraum 2001 bis 2014 um 20 % gesteigert werden. Andere Segmente wiesen in diesem Zeitraum

eine größere Ausbaudynamik auf, zurückzuführen auf deren Bedeutung vor 2001 und dem damit verbundenen Ausbaupotenzial. In Abbildung 2-10 ist die Entwicklung ausgewählter Biomasse-segmente im Zeitraum 2001 bis 2014 mit 2001 als Basis abgebildet.

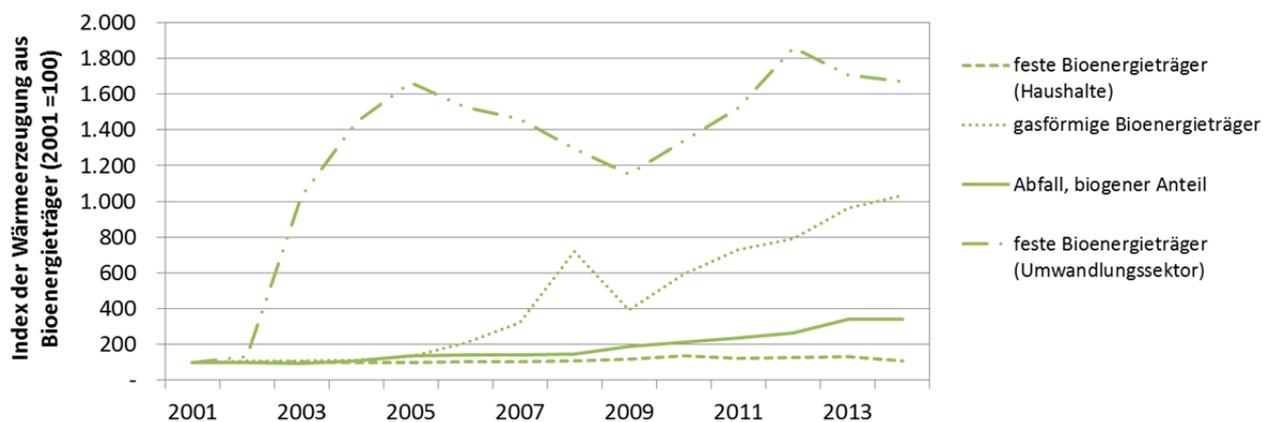


Abbildung 2-10 Index der Wärmeerzeugung aus Bioenergieträger (2001=100), nach (BMU, 2012b)

Im Vergleich zu den festen Bioenergieträgern in Haushalten weisen die festen Bioenergieträger im Umwandlungssektor sowie der Einsatz gasförmiger Bioenergieträger mit einem Index bis 1.860 beziehungsweise 1.030 eine deutlich höhere Steigerungsrate auf. In 2014 erzeugen diese beiden Segmente dennoch nur 6 % beziehungsweise 12 % der Wärme aus Bioenergieträgern. Diese Entwicklung zeigt dennoch die zunehmende Bedeutung der Wärmeauskopplung und -nutzung bei KWK-Anlagen. Mit Einführung des KWK-Bonus im EEG 2004 sowie der Mindestwärmenutzungspflicht im EEG 2012 wurden seitens der Politik entsprechende Anreize gesetzt, um mit der Wärmeauskopplung möglichst hohe Brennstoffausnutzungsgrade zu erreichen.

Dem hingegen ist Deponiegas als Ausläufermodell zu bezeichnen. Ursache hierfür ist das im Juni 2005 in Kraft getretene Ablagerungsverbot für unbehandelten Siedlungsabfall und somit der biologischen Substanz. Demnach wird sich der Trend einer abnehmenden Deponiegasproduktion und damit verbundene Energieerzeugung fortsetzen, bis die sinkende Methankonzentration und -menge einen wirtschaftlichen Betrieb von Energieerzeugungsanlagen nicht mehr zulässt. Ebenfalls rückläufig ist die Bedeutung der flüssigen Bioenergieträger. Zunächst sorgten erhebliche Preisanstiege von Pflanzenöl für eine Welle von Außerbetriebnahmen beziehungsweise Umrüstungen. Mit Ausschluss der Förderung im Rahmen des novellierten EEG 2012 ist mit einer Trendwende nicht zu rechnen.

Ein vergleichsweise neuer Bioenergieträger ist Biomethan (in den Abbildungen subsumiert unter Biogas/gasförmige Bioenergieträger). Indem Biomethan Eigenschaften äquivalent zu Erdgas aufweist, können diese Anlagentechniken genutzt werden. Der Einsatz von Biomethan wird im Kraftstoffsektor sowie in KWK-Anlagen forciert. Eine Öffnung des EEWärmeG zur Anerkennung von Biomethan zur reinen Wärmeerzeugung wird zwar von Branchenvertretern gefordert (BIOGASRAT, 2010), aber bisher nicht umgesetzt.

Neben der Förderung der gekoppelten Wärmeerzeugung findet auch eine gezielte Förderung der reinen Wärmeerzeugungsanlagen statt – sowohl im Rahmen des EEWärmeG für den Gebäudezubau als auch über das MAP für den Gebäudebestand. Zur Erfüllung der Nutzungspflicht wurden im Zeitraum 2009 bis 2011 nur bei 6 % des Gebäudezubaus Biomasse als Option gewählt (BMU, 2012c). Dem hingegen ist jede fünfte Anlage im Fördersegment der Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) im Zeitraum 1999 bis 2012 eine Biomasseanlage (BAFA, 2010a; BMU, 2011b; BMU, 2013).

### 3 Methodik

Kern dieses Berichtes sind die in Kapitel 4 bis 9 aufgeführten Analysen und methodischen Ansätze zur Ermittlung des Brennstoffeinsatzes für die verschiedenen Bioenergieträger. Vorbereitend darauf, werden nachstehend die brennstoffübergreifenden Ansätze aufgegriffen. Hierzu zählen neben der Analyse der Datenquellen auch Ansätze zum Umgang mit ausgewählten Datenquellen, die für verschiedenen Bioenergieträger relevant sind.

Indem der Brennstoffeinsatz nicht Gegenstand aller zusammengetragenen Datenquellen ist, sind ergänzend Methoden zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes sowohl in KWK-Anlagen als auch in Wärmeerzeugungsanlagen notwendig, die nachstehend aufgezeigt werden.

#### 3.1 Analyse der Datenquellen

Grundlegend stehen eine Vielzahl an Datenquellen zur Abbildung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung zur Verfügung. Die Motive der Datenerhebungen sind sehr unterschiedlich. Sie erfolgen wiederkehrend aufgrund gesetzlicher Verpflichtungen oder auch einmalig im Rahmen von Forschungsvorhaben. Eine Klassifizierung der Datenquellen kann folgendermaßen vorgenommen werden:

- 1 Amtliche Statistiken
- 2 Quasi-amtliche Statistiken
- 3 Jährlich wiederkehrende Erhebungen
- 4 Unregelmäßig wiederkehrende Erhebungen
- 5 Neue, einmalige Erhebungen

Prinzipiell sind, in Hinblick auf Verfügbarkeit und Qualität, wiederkehrende Erhebungen mit gesetzlichem Hintergrund den unregelmäßigen bzw. einmalig durchgeführten Erhebungen vorzuziehen. Sämtliche Datenquellen sind unter Verwendung der in Abbildung 3-1 aufgeführten Parameter – zu analysieren und deren Eignung für die Verwirklichung der gesetzten Ziele zu bewerten.

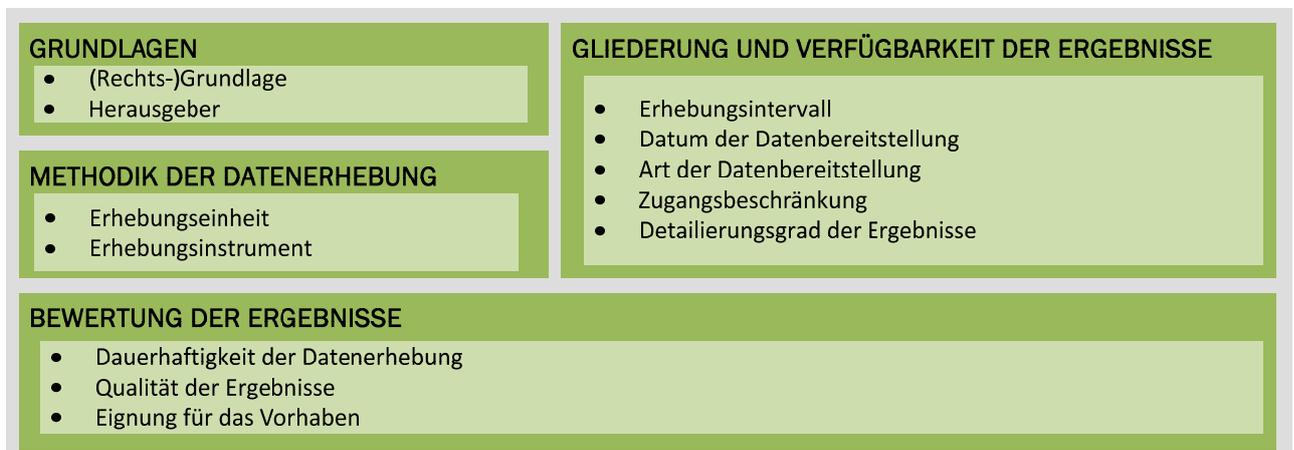


Abbildung 3-1 Analyseraster der Datenquellen

Die Basis der Analyse bildet die Grundlage auf der die Datenquelle beruht sowie die gewählte Methodik der Datenerhebung. Hinsichtlich der Verwertbarkeit der Datenquelle für dieses Vorhaben bedarf es zunächst einer Analyse der Gliederung und Verfügbarkeit der Ergebnisse. Hierbei werden sowohl Zeitpunkt und Turnus der Veröffentlichung benannt. Entscheidend sind jedoch auch die Gliederungsebenen der Ergebnisse. Aufbauend auf der Analyse dieser Parameter werden die Datenquellen hinsichtlich deren Verwertbarkeit für die Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes zur Wärmeerzeugung bewertet. Die Anwendung des Analyserasters auf die im Rahmen dieses Vorhabens betrachteten Datenquellen ist Anhang A 1 zu entnehmen.

### 3.2 Methodische Arbeiten zur Verwendung von Datenquellen

Bevor einige Datenquellen in den nachstehenden Kapiteln Anwendung finden können, bedarf es zunächst dem Verständnis bezüglich der Kombination der einzelnen Segmente, zum Beispiel bei der Energiestatistik des Statistischen Bundesamtes. Zudem liegen die Ergebnisse in den EEG-Daten der Bundesnetzagentur (BNetzA) für Biomasse sowie bei den Daten zur Emissionsüberwachung des Bundesverbandes des Schornsteinfegerhandwerkes (ZIV) – kurz ZIV-Emissionsdaten – in solch einer Form vor, dass nachstehend erläuterte, vorbereitende Arbeiten für die zur Verwendung dieser Datenquelle notwendig sind.

#### Kombination der Energiestatistiken des StBA

Folgende Energiestatistiken sind für die Methodenentwicklung zur Erfassung des Brennstoffeinsatzes von Bioenergieträgern relevant und umfassen das gesamte, zu betrachtende Sortiment an Bioenergieträgern:

- EnStat 060 Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes (Anhang A 1.1.1)
- EnStat 064 Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme (Anhang A 1.1.2)
- EnStat 066k Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die Allgemeine Versorgung (Anhang A 1.1.3)
- EnStat 067 Erhebung über Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden (Anhang A 1.1.4)
- EnStat 070 Erhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern (Anhang A 1.1.6)

Rahmenbedingungen einer jeden Statistik des StBA werden im dazugehörigen Qualitätsbericht veröffentlicht. Für die aufgeführten Energiestatistiken ergeben sich folgende Restriktionen bezüglich Verwendung und Kombination.

Wesentlich ist die Feststellung, dass die Summe des ins Netz eingespeisten Stroms nach Gleichung (1) der Summe aus EnStat 066k, EnStat 067 sowie EnStat 070 entspricht. Dies gilt bis zum Berichtsjahr (BJ) 2011; ab dem Berichtsjahr 2012 wird die Summe der Stromeinspeisung in der EnStat 070 gemäß

Gleichung (2) aufgeführt werden. Dies erfordert eine entsprechende Anpassung der in den Kapiteln 4 bis 9 dargestellten methodischen Ansätze.

$$W_{el,BJ \leq 2011} = W_{el,EnStat\ 066k} + W_{el,EnStat\ 067} + W_{el,EnStat\ 070} \quad (1)$$

$$W_{el,BJ \geq 2012} = W_{el,EnStat\ 070} = W_{el,EnStat\ 066k} + W_{el,EnStat\ 067} + W_{el,DIFF} \quad (2)$$

$W_{el,BJ \leq 2011}$	Stromerzeugung bis einschließlich dem Berichtsjahr 2011
$W_{el,BJ \geq 2012}$	Stromerzeugung ab dem Berichtsjahr 2012
$W_{el,EnStat\ 066k}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 066k
$W_{el,EnStat\ 067}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 067
$W_{el,EnStat\ 070}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070
$W_{el,DIFF}$	Differenz der Stromerzeugung außerhalb der Berichtskreise EnStat 066k und EnStat 067

Zwei weitere Änderungen wurden zum Berichtsjahr 2012 vorgenommen. Einerseits der Wegfall der Differenzierung zwischen industriellen und sonstigen Einspeisern in der EnStat 070. Hintergrund der Änderung ist die Diskrepanz zwischen der Vorgehensweise bei EnStat 066k und EnStat 067 (Basis: WZ) und der Vorgehensweise durch die Versorgungsnetzbetreiber bei der EnStat 070 (nicht zwingend der WZ folgend), so dass die bis zum Berichtsjahr 2011 vorgenommene Differenzierung nach (StBA, 2012a) nicht verwertbar ist. Andererseits werden die bis einschließlich zum Berichtsjahr 2011 gesondert ausgewiesenen festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträger zukünftig unter dem Begriff Biomasse subsumiert. Der Umgang mit dieser Neuerung wurde in AGEE-Stat diskutiert und Überlegungen dahingehend geführt, einen auf EEG-Daten basierenden Verteilungsschlüssel zu erarbeiten und auf die in EnStat 070 ausgewiesene Stromerzeugung anzuwenden (DBFZ, 2013).

Mit der EnStat 060 wird die Summe des Brennstoffeinsatzes in der Industrie erfasst. Diese Angabe berücksichtigt auch den in EnStat 067 ausgewiesenen Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen >1 MW<sub>el</sub>. Die Differenz beider Energiestatistiken kann gemäß Gleichung (3) sowohl auf reine Wärmeerzeugungsanlagen, aber auch auf KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067 zurückgeführt werden.

$$Q_{IND} = Q_{EnStat\ 060} = Q_{EnStat\ 067} + Q_{DIFF} \quad \text{mit} \quad Q_{DIFF} = Q_{KWK} + Q_{WA} \quad (3)$$

$Q_{IND}$	Brennstoffeinsatz in der Industrie
$Q_{EnStat\ 060}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 060
$Q_{EnStat\ 067}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 067
$Q_{DIFF}$	Differenz des Brennstoffeinsatzes
$Q_{KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen
$Q_{WA}$	Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen

Für die einzelnen Bioenergieträger sind demnach Plausibilitätsprüfungen bezüglich der Bedeutung von reinen Wärmeerzeugungsanlagen und KWK-Anlagen durchzuführen. Werden KWK-Anlagen in dieser Differenz eine Bedeutung zugesprochen, ist deren Brennstoffeinsatz zu ermitteln, zur Vermeidung einer Doppelerfassung mit der EnStat 070. Um den in EnStat 070 berücksichtigten Anteil zu quantifizieren und zur Vermeidung der Doppelerfassung ist für die KWK-Anlagen, basierend auf dem Brennstoffeinsatz, die Stromerzeugung zu ermitteln.

## Entschlüsselung der EEG-Daten der BNetzA

Gemäß Anhang A 1.3.4 werden die relevanten Bioenergieträger in die drei Kategorien Biomasse, Klärgas und Deponiegas unterteilt. Für die Verwendung dieser Datenquelle besteht demnach die Notwendigkeit Biomasse entsprechend der Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig zu differenzieren.

In den EEG-Daten wird jeder Anlage ein Anlagenschlüssel zugeordnet. Bei den an einem Standort installierten BHKWs besteht hingegen die Möglichkeit, dass diese entweder den gleichen oder einen abweichenden Anlagenschlüssel aufweisen. Dieses Problem ist der fehlenden Definition des Anlagenbegriffs zu schulden. Zudem zeigt die Analyse der EEG-Daten, dass bei einigen Fällen eine Änderung des Anlagenschlüssels stattfindet. Ursache hierfür ist möglicherweise der Wechsel des Netzbetreibers.

Neben dem Anlagenschlüssel beinhalten die EEG-Daten auch Vergütungsschlüssel mit Informationen zu den bezogenen Boni. In Abbildung 3-2 sind die Bestandteile des Vergütungsschlüssels mit Hinweisen auf die Anlagentypen zusammengefasst.

<b>GASFÖRMIGE BIOENERGIETRÄGER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Emissionsbonus „y“, „i“</li> <li>NawaRo-Bonus „G“, „M“, „L“, „X“</li> <li>Technologie-Bonus „b“, „t1“, „t2“</li> </ul>	<b>FESTE BIOENERGIETRÄGER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>NawaRo-Bonus „a3“, „ah“</li> <li>Zuordnung der EEG-Paragrafen „52“, „54a“, „85“</li> <li>Leistung &gt;5 MW<sub>el</sub>, sofern kein Biogas</li> </ul>
<b>AUSSCHLUSS FLÜSSIGER BIOENERGIETRÄGER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nawaro-Bonus (EEG 2009) „a2“ bei &lt;150 kW<sub>el</sub></li> <li>Technologie-Bonus „t3“</li> </ul>	<b>ZUORDNUNG OFFEN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Boni „a1“, „a2“</li> <li>Keine Boni</li> </ul>

Abbildung 3-2 Bestandteile der Vergütungsschlüssel mit Hinweis auf die bezogenen Boni und der daraus resultierenden Zuordnung zum Bioenergieträger

Eine Anlage kann mehrere Vergütungsschlüssel aufweisen, wenn Teile der Anlage unterschiedlich vergütet werden. Dies gilt beispielsweise für Anlagen, bei denen nur ein Teil der Stromerzeugung mit dem KWK-Bonus vergütet wird. In diesem Fall werden ein Vergütungsschlüssel für den Anteil der Stromerzeugung mit KWK-Bonus und ein Vergütungsschlüssel für den Anteil ohne KWK-Bonus vergeben. Die Entschlüsselung der EEG-Daten über den Vergütungsschlüssel ist nur ein erster Schritt in Hinblick auf die Differenzierung des Datenbestandes nach Bioenergieträgern. Für das Berichtsjahr 2010 konnten somit ca. 70 % der Anlagen den festen und gasförmigen Bioenergieträgern zugeordnet werden. Von den restlichen 30 % der Anlagen konnten entweder flüssige Bioenergieträger ausgeschlossen oder keine Einschränkung (fest, flüssig oder gasförmige Bioenergieträger) vorgenommen werden. Im zweiten Schritt wurden die entschlüsselten Datensätze mit der DBFZ-Anlagendatenbank verknüpft. Nicht entschlüsselte Datensätze der EEG-Daten konnten über Postleitzahl, installierte Leistung und/oder Inbetriebnahmedatum, der in der Datenbank enthaltenen Datensätze, abgeglichen und verknüpft werden.

Mit der Novellierung des EEG 2012 wurde das Bonisystem weitestgehend abgeschafft, so dass die Zuordnung über die Kürzel der Boni im Anlagenschlüssel nicht mehr möglich ist. Die mit dem EEG 2012 eingeführten Rohstoffvergütungsklassen eignen sich nicht für eine Zuordnung, da alle drei Rohstoffvergütungsklassen Rohstoffe berücksichtigen, die sowohl den festen als auch gasförmigen Bioenergieanlagen zugerechnet werden. Einzig der Gasaufbereitungsbonus bleibt bestehen, der eine Zuordnung zu den gasförmigen Bioenergieträgern eindeutig zulässt. Neben den Rohstoffvergütungsklassen stellt auch der Wechsel in die Direktvermarktung ein Problem für die

Anwendung dieser Vorgehensweise dar. Hintergrund ist die teilweise Vergabe neuer Anlagenschlüssel beim Wechsel von EEG-Vergütung in die Direktvermarktung sowie der Wegfall der Information zu den Vergütungsschlüsseln dieser Anlagen.

### Ermittlung des Anlagenbestandes basierend auf den Daten der Emissionsüberwachung des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV)

Die Ergebnisse der erstmaligen und wiederkehrenden Emissionsüberwachung von Heizkesseln im Geltungsbereich der 1. BImSchV sind von dem Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV) auf Bundesebene zusammenzutragen (siehe Anhang A 1.3.1). Im Zuge der Novellierung der 1. BImSchV wurde der Turnus der wiederkehrenden Messungen für hand- und mechanisch beschickte Anlagen auf zwei Jahre vereinheitlicht. Dies wirkt sich auf die Berechnung des Anlagenbestandes aus. Infolge abweichend geltender Rahmenbedingungen in Abhängigkeit von Leistungsklasse und Brennstoffart ist zwischen den folgenden drei Gruppen zu unterscheiden:

- Gruppe 1 handbeschickte Anlagen  $\geq 15$  kW (Brennstoff 6/ 7), mechanisch beschickte Anlagen  $\geq 15$  kW
- Gruppe 2 handbeschickte Anlagen  $\geq 15$  kW (mit Ausnahme Brennstoff 6/ 7)
- Gruppe 3 hand- und automatisch beschickte Anlagen  $< 15$  kW

Der Anlagenbestand der Gruppe 1 ist bis einschließlich des Berichtsjahres 2009 als Summe aus Erstmessung und wiederkehrender Messung gemäß Gleichung (4) zu berechnen.

$$n_{AB,AG1,BJ \leq 2009} = n_{EM,BJ} + n_{WM,BJ} \quad (4)$$

$n_{AB,AG1,BJ \leq 2009}$	Anlagenbestand in Anlagengruppe 1 bis einschließlich dem Berichtsjahr 2009
$n_{EM,BJ}$	Anzahl der Erstmessung im Berichtsjahr
$n_{WM,BJ}$	Anzahl der wiederkehrenden Messung im Berichtsjahr

Mit der Novellierung wurde die wiederkehrende Messung auf einen zweijährigen Turnus umgestellt. Dies hat zur Folge, dass der Anlagenbestand eines Jahres aus den Erstmessungen und wiederkehrenden Messungen sowohl aus dem Berichtsjahr als auch aus dem vorangegangenen Jahr zu berechnen ist. Daraus ergibt sich mit Gleichung (5) der Anlagenbestand ab dem Berichtsjahr 2012.

$$n_{AB,AG1, \geq 2012} = n_{EM,BJ-1} + n_{EM,BJ} + n_{WM,BJ-1} + n_{WM,BJ} \quad (5)$$

$n_{AB,GR1, \geq 2012}$	Anlagenbestand in Anlagengruppe 1 ab dem Berichtsjahr 2009
$n_{EM,BJ-1}$	Anzahl der Erstmessung im Vorjahr des Berichtsjahres
$n_{EM,BJ}$	Anzahl der Erstmessung im Berichtsjahr
$n_{WM,BJ-1}$	Anzahl der wiederkehrenden Messung im Vorjahr des Berichtsjahres
$n_{WM,BJ}$	Anzahl der wiederkehrenden Messung im Berichtsjahr

Der Anlagenbestand für die Berichtsjahre 2010 und 2011 ist aufgrund der Übergangsphase vom ein- zum zweijährigen Turnus alternativ zu berechnen. Während im Berichtsjahr 2011 bereits ausschließlich der Zwei-Jahres-Turnus für die wiederkehrende Messung umgesetzt wurde, gilt dies aufgrund des Datums des Inkrafttretens der 1. BImSchV am 22.03.2010 für das Berichtsjahr 2010 nicht (ZIV, 2010).

Zur Vermeidung einer Überschätzung des Anlagenbestandes in 2010 und 2011 ist dieser unter Anwendung von Gleichung (6), basierend auf dem Anlagenbestand von 2009 und den Erstmessungen von 2010 und 2011, zu berechnen.

$$\begin{aligned} n_{AB,AG1,2010} &= n_{EM,2009} + n_{WM,2009} + n_{EM,2010} \\ n_{AB,AG1,2011} &= n_{EM,2009} + n_{WM,2009} + n_{EM,2010} + n_{EM,2011} \end{aligned} \quad (6)$$

$n_{AB,AG1,2010}$	Anlagenbestand in Anlagengruppe 1 im Berichtsjahr 2010
$n_{AB,AG1,2011}$	Anlagenbestand in Anlagengruppe 1 im Berichtsjahr 2011
$n_{EM,2009}$	Anzahl der Erstmessung im Berichtsjahr 2009
$n_{EM,2010}$	Anzahl der Erstmessung im Berichtsjahr 2010
$n_{EM,2011}$	Anzahl der Erstmessung im Berichtsjahr 2011
$n_{WM,2009}$	Anzahl der wiederkehrenden Messung im Berichtsjahr 2009

Mit der Vereinheitlichung des Turnus der wiederkehrenden Messung ist die Vorgehensweise für Anlagen der Gruppe 2 ab dem Berichtsjahr 2014 analog zu den Anlagen der Gruppe 1, siehe Gleichung (5). Abweichungen für den Zeitraum vor 2014 ergeben sich aus der Tatsache, dass bis zur Novelle der 1. BImSchV keine wiederkehrenden Messungen bei den handbeschickten Anlagen (mit Ausnahme der Brennstoffe 6/7) gesetzlich vorgeschrieben waren. Den Rahmenbedingungen der 1. BImSchV folgend wäre die Ermittlung des Anlagenbestandes bereits seit 2012 möglich. Infolge der Nicht-Verfügbarkeit eines geeigneten Messinstrumentes zum Zeitpunkt der Novellierung kam es zu der zeitlichen Verzögerung von zwei Jahren. Die Abbildung des Anlagenbestandes vor dem Berichtsjahr 2014 kann – ohne Verwendung alternativer Datenquellen – einzig auf der Rückrechnung des Anlagenbestandes des Berichtsjahres 2012, unter Verwendung der Angaben zu den Erstmessungen der vorangegangenen Berichtsjahre, entsprechend Gleichung (7) vorgenommen werden.

$$\begin{aligned} n_{AB\ GR2,<2014} &= n_{AB,2014} - \sum n_{EM,BJ-1} \\ \text{mit } n_{AB,2014} &= n_{EM,2013} + n_{EM,2014} + n_{WM,2013} + n_{WM,2014} \end{aligned} \quad (7)$$

$n_{AB\ GR2,\leq 2011}$	Anlagenbestand in Gruppe 1 bis einschließlich Berichtsjahr 2011
$n_{AB,2012}$	Anlagenbestand im Berichtsjahr 2012
$n_{EM,BJ-1}$	Anlagenanzahl Erstmessung im Vorjahr des Betrachtungsjahres
$n_{EM,2013}$	Anzahl der Erstmessung im Berichtsjahr 2013
$n_{EM,2014}$	Anzahl der Erstmessung im Berichtsjahr 2014
$n_{WM,2013}$	Anzahl der wiederkehrenden Messung im Berichtsjahr 2013
$n_{WM,2014}$	Anzahl der wiederkehrenden Messung im Berichtsjahr 2014

Erst mit der Novellierung der 1. BImSchV wurde der Geltungsbereich auf Anlagen der Gruppe 3 ausgedehnt. Somit sind auch alle neu installierten Anlagen dieser Gruppe zukünftig erstmalig und aller zwei Jahre wiederkehrend zu bemessen. Analog den Ausführungen zu Gruppe 2 können die erstmaligen und wiederkehrenden Messungen an den Anlagen der Gruppe 3 erst mit der Verfügbarkeit des Messinstrumentes – ab 2013 – durchgeführt werden. Für die bestehenden Anlagen sieht die 1. BImSchV eine Übergangsfrist, abhängig vom Jahr der Inbetriebnahme des Heizkessels, vor. Die wiederkehrende Messung ist für den gesamten Bestand der Gruppe 3 erst ab dem Jahr 2025 verpflichtend, so dass diese Datenquelle erst ab 2026 für die Abbildung des Anlagenbestandes genutzt werden kann. Die Berechnung erfolgt dann analog den Gruppen 1 und 2 gemäß Formel (8).

$$n_{AB,AG3,\geq 2026} = n_{EM,BJ-1} + n_{EM,BJ} + n_{WM,BJ-1} + n_{WM,BJ} \quad (8)$$

$n_{AB,AG3,\geq 2026}$	Anlagenbestand in Anlagengruppe 3 ab dem Berichtsjahr 2026
$n_{EM,BJ-1}$	Anlagenanzahl Erstmessung im Vorjahr des Berichtsjahres
$n_{EM,BJ}$	Anlagenanzahl Erstmessung im Berichtsjahr
$n_{WM,BJ-1}$	Anlagenanzahl wiederkehrende Messung im Vorjahr des Berichtsjahres
$n_{WM,BJ}$	Anlagenanzahl wiederkehrende Messung im Berichtsjahr

Für den Zeitraum vor 2026 sind alternative Datenquellen zur Abbildung des Bestandes dieser Anlagengruppe notwendig.

### 3.3 KWK-Anlagen – Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung

Resultierend aus den Vorgaben der Berichtspflichten ist der Brennstoffeinsatz von KWK-Anlagen anteilig auf die Energieprodukte Strom und Wärme aufzuteilen. Für die rechnerische Brennstoffeinteilung stehen nach (Mauch et al., 2010) und (VIK, 2006) folgende Methoden zur Verfügung:

- IEA-Methode
- Wirkungsgradmethode
- Finnische Methode
- Substitutionsmethode nach Strom- und Wärmerestwert (=Strom- und Wärmegutschrift)

Gemäß (AGEB, 2010) ist auf Grundlage der EU-Effizienzrichtlinie (2012/27/EU, 2012) die Finnische Methode anzuwenden. Die Berechnung des Brennstoffanteils der Strom- und Wärmeerzeugung – ausschließlich für den gekoppelten Prozess – erfolgt gemäß Gleichung (9). Entsprechend der in (2012/27/EU, 2012) aufgeführten Berechnungsvorschrift sind Referenz- und Anlagen-Wirkungsgrade anzusetzen. Die Anlagen-Wirkungsgrade sind per Definition in (2012/27/EU, 2012) basierend auf dem jährlichen Brennstoffeinsatz und der jährlichen Energieerzeugung zu berechnen. Der Definition von Wirkungs- und Nutzungsgraden der (VDI 4661, 2003) folgend, handelt es sich hierbei jedoch um den Nutzungsgrad und nicht den Wirkungsgrad der Anlagen. Zur Vereinheitlichung im Rahmen des vorliegenden Berichtes wird die in (2012/27/EU, 2012) enthaltene Berechnungsvorschrift zum Brennstoffeinsatz gemäß Gleichung (9) dahingehend angepasst.

$$Q_{th} = Q * (1 - PES) * \frac{KWK \bar{\eta}_{th}}{REF \eta_{th}} \quad \text{bzw.} \quad Q_{el} = Q * (1 - PES) * \frac{KWK \bar{\eta}_{el}}{REF \eta_{el}} \quad (9)$$

$Q_{th}$	Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung
$Q$	Brennstoffeinsatz der KWK-Anlage
$PES$	Primärenergieeinsparung
$KWK \bar{\eta}_{th}$	Thermischer Nutzungsgrad-Anlagenwert
$REF \eta_{th}$	Thermischer Wirkungsgrad-Referenzwert
$Q_{el}$	Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung
$KWK \bar{\eta}_{el}$	Elektrischer Nutzungsgrad-Anlagenwert
$REF \eta_{el}$	Elektrischer Wirkungsgrad-Referenzwert

Die Primärenergieeinsparung (PES) wird unter Verwendung von Gleichung (10) berechnet.

$$PES = 1 - \frac{1}{\frac{KWK \eta_{th}}{REF \eta_{th}} + \frac{KWK \eta_{el}}{REF \eta_{el}}} \quad (10)$$

Die Referenz-Wirkungsgrade sind in (2011/877/EU, 2011) in Abhängigkeit des Energieträgers und des Bezugsjahres aufgeführt. Nach (DIW, 2012) sind als Referenz-Wirkungsgrade pauschal 40 % für die Stromerzeugung und 80 % für die Wärmeerzeugung anzunehmen, auch wenn diese Werte den derzeitigen Bestand an Biomasseanlagen nicht widerspiegeln (DBFZ, 2011a). Angemerkt wurde in (DBFZ, 2012) zudem, dass unter Anwendung der Finnischen Methode der auf die Energieprodukte Strom und Wärme aufgeteilte Brennstoffeinsatz die Energieerzeugung übersteigen kann.

Ausschließlich für den in EnStat 066k und EnStat 067 berücksichtigten Anlagenpark stehen die zur Anwendung der Finnischen Methode benötigten Daten zur Verfügung. Beide Statistiken bilden jedoch nicht die gesamte Stromerzeugung aus Bioenergieträgern ab, so dass alternative Datenquellen zu verwenden sind. Diese beinhalten meist nicht alle notwendigen Angaben für die Berechnung des Brennstoffeinsatzes zur Wärmeerzeugung. Zur Schließung dieser Datenlücke bieten sich die drei nachstehend erläuterten Ansätze an:

### Verwendung typischer Nutzungsgrade

Diese Vorgehensweise ist anwendbar, sofern eine der Größen: Brennstoffeinsatz, Strom- oder Wärmeerzeugung ausgewiesen wird und entsprechende Daten zu typischen Nutzungsgraden vorliegen. Die Berechnung ergibt sich dann entsprechend Gleichung (11), abhängig von der in der Datenquelle enthaltenen Größe.

$$Q = \frac{W_{el}}{\bar{\eta}_{el}} \quad \text{bzw.} \quad Q = \frac{W_{th}}{\bar{\eta}_{th}} \quad (11)$$

$Q$	Brennstoffeinsatz
$W_{el}$	Stromerzeugung
$W_{th}$	Wärmeerzeugung
$\bar{\eta}_{el}$	elektrischer Nutzungsgrad
$\bar{\eta}_{th}$	thermischer Nutzungsgrad

Diese Methode wird derzeit bei der Verwendung der EnStat 070 – die ausschließlich die Stromerzeugung ausweist – im Rahmen der Energiebilanz angewandt. Sofern die Datenbasis zur Verfügung steht, ist die Wärmeerzeugung unter Verwendung von thermischen Nutzungsgraden entsprechend Gleichung (11) zu berechnen oder unter Anwendung des Parameters Stromkennzahl. Ausführungen zur Stromkennzahl werden nachstehend ausführlich vorgenommen.

Darüber hinaus ist diese Methode auch dann anwendbar, wenn die Parameter Brennstoffeinsatz, Strom- und Wärmeerzeugung für eine definierte Anlagengruppe bekannt sind und die Werte – unter Annahme einer vergleichsweisen Betriebsweise – auf eine andere Anlagengruppe, bei der nur eine der Größen bekannt ist, übertragen werden. Ein Anwendungsfall wäre beispielsweise der Brennstoffeinsatz für KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 066k, welcher unter Verwendung einer alternativen Datenquelle berechnet werden kann.

### Verwendung typischer Vollbenutzungsstunden

Dieser Ansatz nutzt die in Gleichung (12) dargestellte Beziehung zwischen installierter Leistung, Vollbenutzungsstunden und Energieerzeugung.

$$W_{el} = P_{el} * t_{VB} \quad \text{mit} \quad W_{th} = P_{th} * t_{VB} \quad (12)$$

$W_{el}$	Stromerzeugung
$P_{el}$	elektrische Leistung
$t_{VB}$	Vollbenutzungsstunden
$P_{th}$	thermische Leistung
$W_{th}$	Wärmeerzeugung

Vollbenutzungsstunden können beispielsweise basierend auf den EEG-Daten ermittelt werden. Umfassende Daten hierzu stehen auch mit dem EEG-Monitoring und der damit verbundenen Betreiberbefragungen und der DBFZ-Anlagendatenbank zur Verfügung. In diesem Kontext werden sowohl Vollbenutzungsstunden erhoben, als auch unter Verwendung der Leistung die Energieerzeugung berechnet. Verfügbar sind diese Angaben nicht für den gesamten Anlagenpark, können jedoch zur Hochrechnungen auf den gesamten Anlagenbestand genutzt werden. Als Hochrechnungsvariable für die elektrischen Vollbenutzungsstunden kann die Stromerzeugung oder die installierte Leistung dienen. Der Brennstoffeinsatz für den gekoppelten Prozess ist unter Verwendung typischer Nutzungsgrade basierend auf Gleichung (11) zu berechnen.

### Verwendung der Stromkennzahl

Gemäß (AGFW, 2011) ist die Stromkennzahl definiert als Quotient der Stromerzeugung und der Wärmeerzeugung einer KWK-Anlage. Die allgemeingültige Anlagenstromkennzahl – der Quotient der Stromerzeugung zur KWK-Wärmeerzeugung – eignet sich nicht für die thermodynamische Beurteilung eines KWK-Prozesses, da neben der gekoppelten auch die ungekoppelte Stromerzeugung im Zähler berücksichtigt wird.

Maßgeblich und fortführend von Bedeutung ist die Stromkennzahl des KWK-Prozesses, die ausschließlich den KWK-Anteil der Stromerzeugung berücksichtigt. Grundlegend ist zwischen der leistungsbezogenen Stromkennzahl nach Gleichung(13) und der arbeitsbezogenen Stromkennzahl nach Gleichung (14) zu unterscheiden (Konstantin, P., 2009).

$$\sigma_P = \frac{P_{el}}{P_{th}} \quad (13)$$

$\sigma_P$	leistungsbezogene Stromkennzahl
$P_{el}$	elektrische Leistung
$P_{th}$	thermische Leistung

$$\sigma_W = \frac{W_{el,KWK}}{W_{th,KWK}} \quad (14)$$

$\sigma_W$	arbeitsbezogene Stromkennzahl
$W_{el,KWK}$	Stromerzeugung im KWK-Prozess
$W_{th,KWK}$	Wärmeerzeugung im KWK-Prozess

Während die leistungsbezogene Stromkennzahl in einem stationären Betriebszustand ermittelt wird, bezieht sich die arbeitsbezogene Stromkennzahl auf einen Berichtszeitraum, beispielsweise ein Jahr (AGFW, 2011). Die Verwendung der Stromkennzahl zur Ableitung der KWK-Wärmeerzeugung und des Brennstoffeinsatzes wurde seitens AGEE-Stat untersucht und in (ZSW, 2011a) und (ZSW, 2011b) dokumentiert. Ergänzt um weiterführende Erkenntnisse im Rahmen der Bearbeitung dieses Vorhabens wird basierend auf (ZSW, 2011a) und (ZSW, 2011b) die Verwendung des Ansatzes unter Berücksichtigung der Stromkennzahl dargelegt.

Gemäß (ZSW, 2011a) wird die leistungsbezogene Stromkennzahl basierend auf Herstellerangaben ermittelt. Legitimation erhält diese Vorgehensweise für KWK-Anlagen <2 MW<sub>el</sub> mit § 6 KWKG. Unter Verwendung der jeweiligen Formeln kann für jede Anlage die Stromkennzahl in Abhängigkeit der elektrischen Leistung ermittelt und entsprechend Gleichung (14) zur Berechnung der KWK-Wärmeerzeugung verwendet werden.

$$W_{th,KWK} = \frac{W_{el,KWK}}{\sigma_W(P_{el})} \quad (14)$$

$W_{th,KWK}$	Wärmeerzeugung im KWK-Prozess
$\sigma_W$	arbeitsbezogene Stromkennzahl
$W_{el,KWK}$	Stromerzeugung im KWK-Prozess
$P_{el}$	elektrische Leistung
$\sigma_P$	leistungsbezogene Stromkennzahl

Bei der Anwendung der EEG-Daten ist die leistungsbezogene Stromkennzahl in Abhängigkeit der elektrischen Leistung für die Berechnung der Wärmeerzeugung im KWK-Prozess heranzuziehen (AGFW, 2011). Ist die spezifische Stromkennzahl nicht bekannt, können insbesondere für statistische Zwecke die in (2012/27/EU, 2012) ausgewiesenen Standard-Stromkennzahlen verwendet werden.

Sowohl bei den EEG-Daten als auch bei der DBFZ-Anlagendatenbank kann die Berechnung gemäß Gleichung (14) anlagenspezifisch vorgenommen und unter Verwendung von Gleichung (15) je Anlagengruppe summiert werden.

$$W_{th,KWK,AG} = \sum W_{th,KWK,ANL} \quad (15)$$

$W_{th,KWK,AG}$	Wärmeerzeugung im KWK-Prozess der Anlagengruppe
$W_{th,KWK,ANL}$	Stromerzeugung im KWK-Prozess der einzelnen Anlage

Basierend auf der Betreiberbefragung, deren Ergebnisse Bestandteil der DBFZ-Anlagendatenbank sind, kann – sofern Angaben zur elektrischen und thermischen Leistung verfügbar sind – die leistungsbezogene Stromkennzahl für die installierten Anlagen berechnet werden. Die Energieerzeugung ist in der Datenbank ebenso enthalten. Die Berechnung der arbeitsbezogenen Stromkennzahl ist hingegen nicht möglich, da die im KWK-Prozess erzeugte Energie- und insbesondere Wärmemengen nicht gesondert aufgeführt werden. Für die arbeitsbezogene Stromkennzahl können lediglich die Angaben aus EnStat 066k und EnStat 067 verwendet werden, die dem Durchschnitt des dem Berichtskreises zuzuordnenden Anlagenparks entspricht. Weiterführende Ausführungen zu den Auswertungen für die verschiedenen Bioenergieträger in den Kapiteln 4 bis 9 zu entnehmen.

Neben der Wärmeerzeugung ist der Brennstoffeinsatz für dieses Vorhaben von maßgeblichem Interesse. Zu diesem Zweck findet das in Gleichung (16) dargestellte Verhältnis von Energieerzeugung, Nutzungsgrad und Brennstoffeinsatz Anwendung.

$$Q_{KWK} = \frac{W_{el,KWK}}{\bar{\eta}_{el}} \quad (16)$$

$Q_{KWK}$	KWK-Brennstoffeinsatz
$W_{el,KWK}$	KWK-Stromerzeugung
$\bar{\eta}_{el}$	elektrischer Nutzungsgrad

Während elektrische sowie thermische Wirkungsgrade häufig von Herstellern veröffentlicht werden, sind Nutzungsgrade nur vereinzelt in der Literatur zu finden. Vor diesem Hintergrund wird ein Umrechnungsfaktor für die Ermittlung des Nutzungsgrades basierend auf den (recherchierten) Wirkungsgraden herangezogen – siehe Gleichung (17).

$$\bar{\eta}_{el} = \eta_{el} * f_{WN} \quad (17)$$

$\bar{\eta}_{el}$	elektrischer Nutzungsgrad
$\eta_{el}$	elektrischer Wirkungsgrad
$f_{WN}$	Umrechnungsfaktor Wirkungs- in Nutzungsgrad

Unter Berücksichtigung von Gleichung (17) können die recherchierten Wirkungsgrade in Nutzungsgrade umgerechnet und in Abhängigkeit der elektrischen Leistung aufgetragen werden. Ergebnis ist eine Gleichung, die – analog der Stromkennzahl am Beispiel Biogas – durch eine logarithmische Funktion beschrieben wird. Basierend auf der anlagenspezifischen Anwendung von Gleichung (16) kann nach Gleichung (18) der Brennstoffeinsatz für die Anlagengruppe berechnet werden.

$$Q_{KWK,AG} = \sum Q_{KWK} \quad (18)$$

$Q_{KWK,AG}$	Brennstoffeinsatz im KWK-Prozess der Anlagengruppe
$Q_{KWK}$	Brennstoffeinsatz im KWK-Prozess

Die Anwendung der vorangestellten Methode wird in den Kapiteln 4 bis 9 detailliert aufgegriffen und die Rechercheergebnisse zu Stromkennzahl und Nutzungsgrad dargelegt. Einzusetzen ist diese Methode insbesondere dann, wenn anlagenspezifische Daten vorliegen beispielsweise bei den EEG-Daten und der DBFZ-Anlagendatenbank.

Prinzipiell lässt sich diese Vorgehensweise auch auf Anlagengruppen aggregierte Datenquellen (z.B. EnStat 070) anwenden. Diesbezüglich ist jedoch eine typische elektrische Leistung zur Ableitung der Stromkennzahl notwendig. Im Fall der EnStat 070 bedarf es zusätzlich einer Abschätzung zum KWK-Anteil der ausgewiesenen Stromerzeugung.

Unter Verwendung von realen Messdaten wurde seitens der AGEE-Stat die entwickelte Methode überprüft und die Belastbarkeit der entwickelten Formeln bestätigt. Grundlage für diese Methode bilden die in den EEG-Daten enthaltenen anlagenspezifische KWK-Stromerzeugung und die elektrische Leistung. Letztgenannte ist gemäß den Ausführungen im Anhang A 1.3.4 in den EEG-Daten mit Unsicherheiten behaftet, da Kapazitätsänderungen nicht zeitnah gemeldet beziehungsweise zum Teil die geplanten und nicht die realisierten Leistungswerte angegeben werden.

Mit der EEG-Novellierung in 2012 ging die Angabe des KWK-Stroms zunehmend verloren, da mit dem EEG 2012 für die Neuanlagen eine Mindestwärmenutzung von 60 % eingeführt und der KWK-Bonus abgeschafft wurde. Darüber hinaus ist bei Anlagen, deren Stromerzeugung direkt vermarktet wird, und somit keine EEG-Vergütung in Anspruch genommen wird, keine Information zur KWK-Stromerzeugung bekannt.

### 3.4 Wärmeerzeugungsanlagen – Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung

Die Vorgehensweise zur Ermittlung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung ist maßgeblich von den verfügbaren Daten in den Datenquellen abhängig. Sind Brennstoffeinsatz oder Wärmeerzeugung in der Datenquelle enthalten, kann unter Berücksichtigung des Nutzungsgrades der jeweils nicht verfügbare Parameter gemäß Gleichung (19) berechnet werden.

$$W_{th} = \frac{Q}{\bar{\eta}_{th}} \quad (18)$$

$W_{th}$	Wärmeerzeugung
$Q$	Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen
$\bar{\eta}_{th}$	thermischer Nutzungsgrad

Die Quantifizierung des Nutzungsgrades stellt eine große Herausforderung dar. Studien zeigen, dass die in der Praxis ermittelten Jahresnutzungsgrade teilweise deutlich unterhalb der Wirkungsgrade unter Teststandsbedingungen liegen. Hintergrund sind die mit der instationären Betriebsweise verbundenen Start- und Stopp- sowie Teillastphasen sowie Stillstandsverluste in der Praxis. Im Zuge von (AEE et al., 2010) wurden die bestehenden Standardmethoden zur Ermittlung des Nutzungsgrades zunächst bewertet und eine neue Methode zur Ermittlung der Nutzungsgrade erarbeitet.

In den folgenden Kapiteln werden, ergänzend zu den Datenquellen die einen der in Gleichung (19) dargestellten Parameter beinhalten, auch Datenquellen aufgeführt, die lediglich den Anlagenbestand widerspiegeln. Unter Verwendung des Anlagenbestandes sind grundlegend zwei Ansätze zur Ermittlung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung denkbar, die nachstehend diskutiert werden. In diesem Kontext zu benennen sind:

- Anlagenbestand in Kombination mit typischen Vollbenutzungsstunden und Nutzungsgraden
- Anlagenbestand / Verbrauchergruppen in Kombination mit spezifischen Holzeinsatz

Wärmeerzeugungsanlagen basierend auf Bioenergieträgern weisen eine große Bandbreite auf. Daher ist es sinnvoll, den Anlagenpark an Wärmeerzeugungsanlagen in möglichst in sich homogene Anlagengruppen zu gliedern. Für die Gruppierung der Wärmeerzeugungsanlagen kommen beispielsweise die Parameter Anlagentechnik, installierte Leistung und Nutzungsgruppen in Frage:

- Art der Anlage. Hierbei ist zunächst zwischen Zentralfeuerstätten und Einzelraumfeuerstätten zu unterscheiden. Weiterführend ist die Sinnhaftigkeit einer vertiefenden Differenzierung der Einzelraumfeuerstätten zu prüfen, beispielsweise offene Kamine, Kachelöfen.
- Installierte Leistung. Insbesondere Zentralfeuerstätten weisen eine große Bandbreite auf – angefangen von wenigen kW für den Haushaltsbedarf bis hin zu Kesseln >500 kW für die Versorgung gewerblicher Betriebe sowie Wärmenetze. Aufgrund dessen ist die Bildung von Leistungsklassen zu empfehlen beispielsweise in Anlehnung an die ZIV-Emissionsdaten.
- Nutzungsgruppen. Das Nutzungsverhalten hat einen wesentlichen Einfluss auf den Brennstoffeinsatz. Markante Unterschiede weist die saisonale Raumwärmebereitstellung gegenüber einer ganzjährigen Prozesswärmebereitstellung auf. Insbesondere die saisonale Raumwärmebereitstellung ist zudem vom individuellen Nutzungsverhalten wie Lüftungsverhalten und Wärmeempfinden abhängig, aber auch von der Gebäudesubstanz und den damit verbundenen spezifischen Heizenergieverbrauchskennwerten.

Ergänzend zu diesen beiden Ansätzen wird das Verfahren der Witterungsbereinigung nachstehend vorgestellt.

### Anlagenbestand in Kombination mit Vollbenutzungsstunden und Nutzungsgrad

Basis für diesen Ansatz bildet der Anlagenbestand. In Kombination mit einer typischen thermischen Leistung und Vollbenutzungsstunden kann mit Gleichung (20) die Wärmeerzeugung berechnet werden.

$$W_{th} = n_{AG} * P_{th} * t \quad (20)$$

$W_{th}$	Wärmeerzeugung
$n_{AG}$	Anzahl der Anlagen
$P_{th}$	thermische Leistung, mittlere je Anlagengruppe
$t$	Vollbenutzungsstunden

Die größte Herausforderung dieses Ansatzes liegt in der Quantifizierung der Vollbenutzungsstunden. Neben der Art der Nutzung einer Wärmeerzeugungsanlage (Raumwärme, Prozesswärme, Warmwasser) hat auch das individuelle Nutzungsverhalten einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der

Vollbenutzungsstunden. Dementsprechend ist mit großen Schwankungsbreiten zu rechnen. In der Literatur sind nur vereinzelt Richtwerte beispielsweise mit den Emissionsstudien (Anhang A 1.5.1) verfügbar.

Basierend auf der Wärmeerzeugung kann in Kombination mit dem Nutzungsgrad gemäß Gleichung (21) der Brennstoffeinsatz berechnet werden.

$$Q_{AG} = \frac{W_{th}}{\bar{\eta}_{el}} \quad (21)$$

$W_{th}$	Wärmeerzeugung
$Q_{AG}$	Brennstoffeinsatz
$\bar{\eta}_{el}$	Nutzungsgrad

Analog den Ausführungen zu KWK-Anlagen sind auch bei reinen Wärmeerzeugungsanlagen in der Literatur zumeist Angaben zum Wirkungsgrad und nicht zum Nutzungsgrad zu finden.

### Anlagenbestand/ Verbrauchergruppen in Kombination mit spezifischen Brennstoffeinsatz

Eine Vielzahl von Studien berechnen Wärmeerzeugung und Brennstoffeinsatz alternativ über den spezifischen Brennstoffeinsatz. Als Bezugsgröße wird der Anlagenbestand verwendet, aber auch Verbrauchsgruppen, wie beispielsweise Haushalte, gewählt. Die Berechnung des Brennstoffeinsatzes erfolgt gemäß Gleichung (22) aus Anzahl der Anlagen oder Verbraucher und dem mittleren Brennstoffeinsatz.

$$Q_{th} = n_{AG} * \bar{m}_{AG} \quad (22)$$

$Q_{th}$	Brennstoffeinsatz der Anlagengruppe bzw. Verbrauchergruppe
$n_{AG}$	Anzahl der Anlagen der Anlagengruppe bzw. Verbraucher je Verbrauchergruppe
$\bar{m}_{AG}$	mittlerer Brennstoffeinsatz der Anlagengruppe bzw. Verbrauchergruppe

Entsprechend der vorangegangenen Erläuterungen ist zusätzlich der Nutzungsgrad zur Berechnung der Wärmeerzeugung nach Gleichung (23) zu berücksichtigen.

$$W_{th,AG} = \frac{n_{AG} * \bar{m}_{AG}}{\bar{\eta}_{el}} \quad \text{oder} \quad W_{th,AG} = \frac{Q_{th}}{\bar{\eta}_{el}} \quad (23)$$

$W_{th}$	Wärmeerzeugung der Anlagengruppe bzw. Verbrauchergruppe
$n_{AG}$	Anzahl der Anlagen der Anlagengruppe bzw. Verbraucher je Verbrauchergruppe
$\bar{m}_{AG}$	mittlerer Brennstoffeinsatz der Anlagengruppe bzw. der Verbrauchergruppe
$\bar{\eta}_{th}$	Nutzungsgrad
$Q_{th}$	Brennstoffeinsatz der Anlagengruppe bzw. Verbrauchergruppe

Analog den typischen Vollbenutzungsstunden stellt auch die Ermittlung typischer Verbrauchswerte eine große Herausforderung dar.

### Witterungsbereinigung

Sowohl Außentemperatur als auch Strahlung haben einen wesentlichen Einfluss auf den Raumwärmebedarf und den damit in Zusammenhang stehenden Brennstoffeinsatz. Die Ermittlung des Außentemperatureinflusses wird in der VDI-Richtlinie 3807 Blatt 1 beschrieben.

Basis für dieses Verfahren ist die Größe Gradtag, definiert als Differenz zwischen der mittleren Raumtemperatur von 20 °C und dem Tagesmittel der Außentemperatur, wobei nur die Tage angerechnet werden an denen das Tagesmittel eine Grenze von 15 °C unterschreitet. Die Summe der Gradtage ergibt die Kenngröße Jahresgradtage. Diese ist gemäß Gleichung (24) aus (VDI, 2007) zu berechnen.

$$G_z = \sum_{n=1}^z (20 \text{ °C} - t_m) * 1d \quad \text{für } t_m < 15 \text{ °C} \quad (24)$$

$G_z$	Jahresgradtage
$z$	Zahl der Tage mit $t_m < 15 \text{ °C}$ im Auswertungszeitraum
$t_m$	Tagesmittel der Außentemperatur eines Heiztages ( $t_m < 15 \text{ °C}$ )

An bis zu 500 Wetterstationen erfasst der Deutsche Wetterdienst Witterungsdaten, die gegen Gebühr abrufbar sind. Frei verfügbar sind hingegen die Daten für 42 Wetterstationen, aufbereitet durch das Institut für Wohnen und Umwelt (SAATWEBER, J., 2008). Unter Anwendung von Gleichung (19) ist der witterungsbereinigte Brennstoffeinsatz zu berechnen (VDI, 2007).

$$Q_{wb} = Q \frac{G_m}{G} \quad (19)$$

$Q_{wb}$	Brennstoffeinsatz, witterungsbereinigt
$Q$	Brennstoffeinsatz
$G_m$	Gradtage
$G$	langjähriges Mittel der Jahresgradtage

Auf Prozesswärme ist der Witterungseinfluss vernachlässigbar. Für einen orts- und zeitunabhängigen Vergleich des Wärmebedarfs von Gebäuden ist der Witterungseinfluss nicht zu berücksichtigen. Gleiches gilt auch hinsichtlich der Entwicklung des Endenergieverbrauchs von Staaten bzw. Sektoren. In der Literatur spielt der Witterungseinfluss beispielsweise bei der Ermittlung des spezifischen Brennstoffeinsatzes in Abhängigkeit der definierten Verbrauchergruppe eine Rolle. Während in der RWI-Haushaltsstudie eine ortsabhängige Witterungsbereinigung der Verbrauchsmengen vorgenommen wird (RWI/forsa, 2013), werden in der ISI-GHD-Studie die Heizgradtage zur Interpolation jährlicher Verbrauchsmengen herangezogen (ISI et al., 2013a).

## 4 Feste Bioenergieträger

Den festen Bioenergieträgern ist gemäß Kapitel 2.5 die größte Bedeutung in Hinblick auf die biogene Wärmebereitstellung zuzuschreiben.

Grundsätzlich werden zwei Ansätze zur Ermittlung des Brennstoffeinsatzes beleuchtet – zum einen die Betrachtung des Rohstoffaufkommens und zum anderen die Betrachtung der energetischen Rohstoffverwendung. In Abbildung 4-1 ist die Bilanz von Rohstoffaufkommen und Rohstoffverwendung schematisch dargestellt.

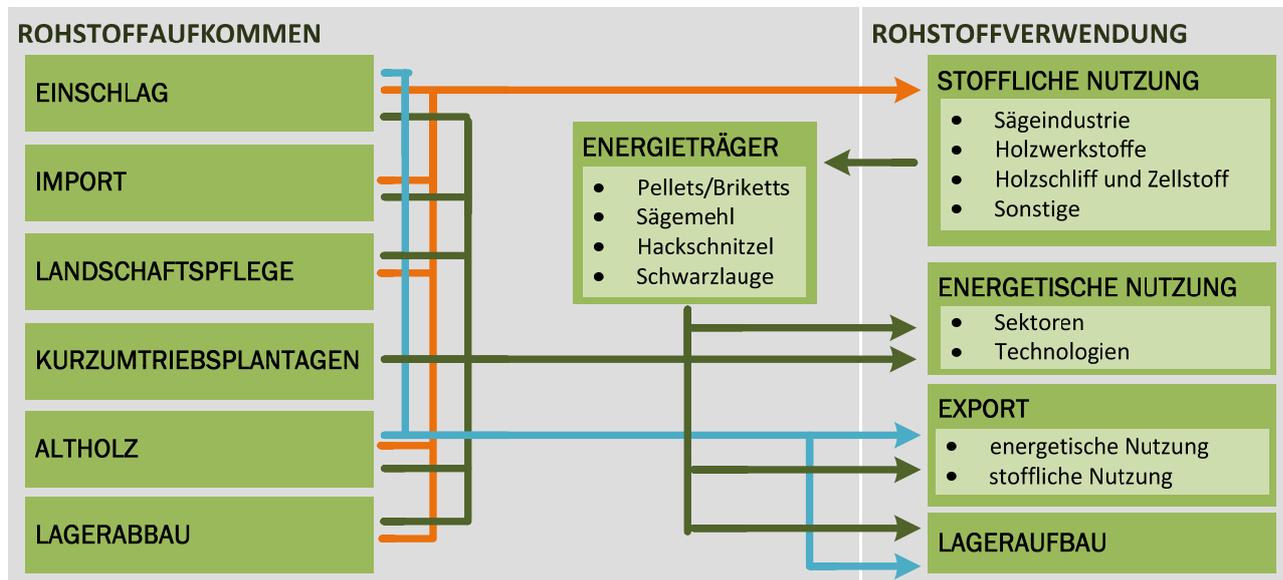


Abbildung 4-1 Bilanz von Rohstoffaufkommen und Rohstoffverwendung

Prinzipiell ist das Rohstoffaufkommen in die in Abbildung 4-1 aufgeführten sechs Gruppen einzuteilen. Auf der Seite der Rohstoffverwendung stehen stoffliche und energetische Nutzung sowie Export und Lageraufbau. Die verschiedenen Verarbeitungsstufen bedingen ein breites Sortiment an Zwischen- und Nebenprodukten, die wiederum stofflich, aber auch energetisch verwertet werden. In Abbildung 4-1 sind diese Materialflüsse auf die für dieses Vorhaben relevante Aussage begrenzt: Nebenprodukte der stofflichen Nutzung werden als Energieträger – direkt oder indirekt als Energieprodukt, beispielsweise in Form von Pellets oder Briketts – genutzt und können unmittelbar energetisch genutzt und der Lagerhaltung oder dem Export zugeführt werden.

## 4.1 Bewertung der Datenquellen

Zur Abbildung der energetischen Nutzung fester Bioenergeträger ist eine Vielzahl an Datenquellen verfügbar. Die Bewertung der Datenquellen erfolgt gesondert für die beiden Ansätze Rohstoffaufkommen und Rohstoffverwendung.

### 4.1.1 Datenquellen – Rohstoffaufkommen

In Tabelle 4-1 sind zunächst die für den Ansatz Rohstoffaufkommen relevanten Datenquellen gegenübergestellt.

Tabelle 4-1 Übersicht zu den Datenquellen – feste Bioenergieträger zum Ansatz Rohstoffaufkommen

Datenquelle	Art der Quelle	Betrachtete Sektoren					Beinhaltete Daten				Datenverfügbarkeit
		ksZ	US	pHH	GHD	IND	Q	W <sub>el</sub>	W <sub>th</sub>	n	
Holzmarktbericht	1	X	-	-	-	-	X <sup>1</sup>	-	-	-	6 Monate
Außenhandelsstatistik	1	X	-	-	-	-	X <sup>1</sup>	-	-	-	10 Monate
Abfallstatistik	1	X	-	-	-	-	X <sup>1</sup>	-	-	X	18 Monate
Holzbilanz	2	X	-	-	-	-	X <sup>1</sup>	-	-	-	15-21 Monate
Altholzmarktbericht	4	X	-	-	-	-	X	-	-	-	>18 Monate
DEPI-Zahlen	3	X	-	-	-	-	X	-	-	X	

Q – Brennstoffeinsatz; W<sub>el</sub> – Stromerzeugung; W<sub>th</sub> – Wärmeerzeugung; n – Anlagenbestand; ksZ – keine sektorale Zuordnung; <sup>1</sup>entspricht dem Aufkommen des Holzsortiments

Mit dem Holzmarktbericht steht eine amtliche Statistik zur Abbildung des Einschlags zur Verfügung, die bereits sechs Monate nach dem Berichtsjahr veröffentlicht wird. Diese Erhebung umfasst nicht den gesamten Einschlag, da ausschließlich Angaben von maximal 15.000 forstwirtschaftlichen Betrieben in die Statistik eingehen (AgrStatG, 2010) und somit der private Einschlag keine Berücksichtigung findet. Darüber hinaus wird ausschließlich Derbholz (>7 cm) erfasst. Dieser Sachverhalt wird auch in (WEIMAR, H., 2011) thematisiert und ein statistisch nicht erfasster Einschlag ausschließlich für das Jahr 2009 berechnet. Mit einem geschätzten Anteil von 27 % am gesamt ausgewiesenen Einschlag in Deutschland ist dieser Position eine hohe Relevanz zuzusprechen. Statistisch gesichertes Datenmaterial hierfür ist jedoch nicht verfügbar.

Entgegen dem Einschlag wird der Holzimport – darunter auch gesondert das Brennholz – umfassend in der amtlichen Außenhandelsstatistik ausgewiesen, deren Erscheinungsdatum zur Verwendung für die Berichtspflichten nicht im Wege steht. Dies gilt nicht für die Abfallstatistik, die 18 Monate nach dem Berichtsjahr veröffentlicht wird. In dieser Datenquelle sind die Mengen des energetisch genutzten Altholzes ausgewiesen. Ergänzend dazu wird in der unregelmäßig wiederkehrenden Altholzmarktbericht die energetisch sowie stofflich verwertete Altholzmenge ausgewiesen. Die Angaben der Abfallstatistik und des Altholzmarktberichts sind für das Berichtsjahr 2010 deckungsgleich. Berücksichtigung finden bei der Gegenüberstellung lediglich die gemäß (Mantau, U. et al., 2005) dem Altholz zuzurechnenden Abfallschlüssel mit dem Einsatz in Feuerungsanlagen bzw. Thermischen Abfallbehandlungsanlagen.

Für die in Abbildung 4-1 aufgeführten Holzsortimente aus Landschaftspflege, Kurzumtriebsplantagen und Lagerabbau stehen keine vergleichbaren amtlichen Statistiken zur Verfügung. In der Holzbilanz wird jährlich der rechnerisch hergeleitete Lagerbestand ausgewiesen. Das Aufkommen von Landschaftspflegematerial – nach dem Verständnis der Biomasseverordnung 2012 umfasst die Rückstände aus der Pflege von Verkehrswegebegleitflächen, Gewässerbegleitflächen und Naturschutzflächen umfassend – wird weder in der amtlichen Statistik noch in Studien ausgewiesen. Einzig Potenzialschätzungen liegen für dieses Sortiment vor – zum Beispiel in (DBFZ, 2011c), (Kern, M. et al., 2010) und (Mantau, 2012). Statistiken bzw. regelmäßig wiederkehrende Studien um Holzaufkommen aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) sind analog dem Landschaftspflegematerial nicht verfügbar. Lediglich Angaben zu den KUP-Anbauflächen in Deutschland sind abrufbar. In der Datenbank des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) (ZID) liegen die Angaben ausschließlich für die Prämienflächen vor (ZID, 2013). Die Datenbank des KUP-Netzwerk beinhaltet zwar einen größeren Flächenumfang (KUP-Netzwerk, 2013), Angaben zum Holzaufkommen aus KUP sind aber

auch in dieser Quelle nicht vorhanden, so dass lediglich ein Potenzial bestimmt werden kann. Anhaltspunkte hierzu liefern (AUST, C., 2012) sowie (AEE, 2010).

Für dieses Vorhaben ist ausschließlich das energetisch genutzte Holz von Interesse. Diese Informationen enthalten die drei in Tabelle 4-1 aufgeführten amtlichen Statistiken. Der Lagerabbau mit dem Zweck der energetischen Nutzung wird in der Holzbilanz nicht ausgewiesen. Desgleichen kann der für die energetische Nutzung verwendete Anteil des Holzes aus Landschaftspflege und Kurzumtrieb ausschließlich basierend auf den Potenzialstudien abgeschätzt werden.

Auch das eingeschlagene Stamm- und Industrieholz sowie das importierte Rohholz wird im Zuge der Holzbe- und Holzverarbeitung anteilig energetisch genutzt, beispielsweise in Form von Sägemehl oder Holzpellets / Holzbriketts. Für eine solche Abschätzung liegen mit (DÖRING, P. u. a., 2012) Richtwerte für die Sägeindustrie vor. So werden 40 % der intern genutzten Sägenebenprodukte energetisch genutzt. Überwiegend werden Sägenebenprodukte jedoch an Dritte abgegeben, wobei keine Differenzierung in die stoffliche und energetische Nutzung erfolgt. Häufig werden aus den Nebenprodukten Holzpellets produziert, die der energetischen Verwertung zugeführt werden. Das Deutsche Pelletinstitut (DEPI) weist jährlich Produktions- und Verwertungsmengen aus. Vergleichbare Daten sind für die übrigen Holzsortimente sowie Segmente der Holzindustrie nicht verfügbar. Die Herausforderung für die Vielzahl an Branchen belastbares Zahlenmaterial bezüglich der Holzverwendung zu generieren, wird in (Mantau, 2012) thematisiert.

Resultierend aus der Tatsache, dass die Erhebung über die Seite des Rohstoffaufkommens zu aufwendig ist und somit die Seite der Rohstoffverwendung und somit der Anlagenpark bzw. die einzelnen Verbrauchergruppen für die Ermittlung der Holzverwendung genutzt wird.

#### **4.1.2 Datenquellen – Rohstoffverwendung**

Analog zum Rohstoffaufkommen im vorherigen Abschnitt, sind auch für den Ansatz der Rohstoffverwendung in Tabelle 4-2 die verfügbaren Datenquellen hinsichtlich der wichtigsten Parameter gegenübergestellt.

Tabelle 4-2 Übersicht zu den Datenquellen - feste Bioenergieträger zum Ansatz Rohstoffverwendung

Datenquelle	Art der Quelle	Betrachtete Sektoren					Beinhaltete Daten				Datenverfügbarkeit
		ksZ	US	pHH	GHD	IND	Q	W <sub>el</sub>	W <sub>th</sub>	n	
EnStat 060	1	-	-	-	-	X	X	X	-	-	12 Monate
EnStat 064	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	12 Monate
EnStat 066k	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	3 Monate
EnStat 067	1	-	-	-	-	X	X	X	X	X	9 Monate
EnStat 070	1	X	-	-	-	-	-	X	-	X	9 Monate
Baustatistik	1	-	-	X	-	-	-	-	-	X <sup>1</sup>	8 Monate
Mikrozensus	1	-	-	X	-	-	-	-	-	X <sup>2</sup>	18 Monate
BNetzA-EEG-Daten	2	X	-	-	-	-	-	X	-	X	12 Monate
ZIV-Emissionsdaten	2	X	-	-	-	-	-	-	-	X <sup>3</sup>	6 Monate
EEG-Monitoring	3	X	-	-	-	-	X	X	X	X	6-8 Monate
RWI-Haushaltsstudie	3	-	-	X	-	-	X	-	-	-	>29 Monate
Haushaltsbilanz	3	-	-	X	-	-	X	-	-	-	11 Monate
ISI-GHD-Studie	3	-	-	-	X	-	X	-	-	-	
GHD-Bilanz	3	-	-	-	X	-					11 Monate
Rheinbraun-Daten	3	-	-	X	-	-	X	-	-	X	11 Monate
MAP-Statistik	3	-	X	X	X	X	-	-	-	X	2 Monate
Emissionsstudien	4	-	-	X	X	-	X	-	-	X	36 – 60 Monate
MAP-Evaluierung	3	X	-	-	-	-	-	-	-	X	
BDH-Zahlen											k.A.
DEPI-Zahlen	3	X	-	-	-	-	X	-	-	X	
HKI-Zahlen	4	X	-	-	-	-	-	-	-	X <sup>1</sup>	k.A.
UHH-Haushaltsstudie	4	-	-	X	-	-	X	-	-	-	12 – 14 Monate
Großfeuerungsstudie	4	X	-	-	-	-	X	-	-	-	10 – 15 Monate
UHH-GHD-Studie	4	-	-	-	X	-	X	-	-	-	8 – 21 Monate
Gebäudestudie	5	-	-	X	-	-	-	-	-	X <sup>5</sup>	-
DBFZ-GHD-Studie	5	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-
Kehrbucherhebung	5	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Heizwerkerhebung	5	X	-	-	-	-					-
DBFZ-Anlagendatenbank	3	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-

<sup>1</sup>Zubau der Gebäuden mit festen Bioenergieträgern als Energieträger; <sup>2</sup>Anzahl der Haushalte, die feste Bioenergieträger einsetzen; <sup>3</sup>Anzahl der Gebäude, die feste Bioenergieträger einsetzen

Im Vergleich zum Rohstoffaufkommen steht auf der Seite der Rohstoffverwendung eine deutlich höhere Anzahl an Datenquellen zur Verfügung. Seitens der amtlichen Statistik ist nicht nur die Energiestatistik von Interesse, auch die amtliche Baustatistik und der Mikrozensus zur Wohnsituation liefern Anhaltspunkte hinsichtlich des Einsatzes fester Bioenergieträger. Für die jährliche Berichterstattung

sind die Ergebnisse des Mikrozensus infolge des Erhebungsturnus von vier Jahren (vergleiche Anhang A 1.2.2) nicht verwertbar. Weiterführende Informationen zur Art der Energieträger als auch Heiztechniken liefert die einmalig durchgeführte Gebäudestudie (siehe Anhang A 1.6.1), die somit nur als Zusatzinformation dienen kann.

Keine Berücksichtigung in der Energiestatistik finden die Sektoren Haushalte und GHD, so dass Forschungsvorhaben diese Lücken füllen. Diesbezüglich sind die RWI-Haushaltsstudie und die ISI-GHD-Studie hervorzuheben. Beide Studien weisen jedoch den erheblichen Nachteil auf, dass die Ergebnisse mit einem erheblichen Zeitverzug veröffentlicht werden. Dies gilt nicht für die jeweiligen Anwendungsbilanzen (vergleiche Anhang A 1.4.3 und A 1.4.5), die für die Berichtspflichten fristgerecht erscheinen und im Wesentlichen auf die Zahlen aus den beiden Forschungsvorhaben zurückgreifen. Speziell mit dem Einsatz von Bioenergieträgern in den beiden Sektoren haben sich weitere Forschungsvorhaben beschäftigt. Diese Studien können jedoch lediglich als Abgleich zu den bereits genannten dienen, da diese bisher einmalig (DBFZ-GHD-Studie) oder in einem mehrjährigen Turnus (UHH-Haushaltsstudie und UHH-GHD-Studie) erscheinen. Beide Sektoren wurden zudem in den Emissionsstudien abgebildet. Diese Ergebnisse erscheinen jedoch nur im fünf-Jahres-Turnus mit einer zeitlichen Verzögerung vom mindestens 36 Monaten.

Letztgenannte Studie weist neben dem Brennstoffeinsatz auch den Anlagenbestand von Kleinfeuerungsanlagen aus. Eine Vielzahl weiterer Datenquellen beinhaltet den Bestand verschiedener Anlagengruppen. Neben dem EEG-Monitoring liefern auch die gesetzlich verankerten EEG-Daten Angaben zum Anlagenbestand. KWK-Anlagen sind auch Bestandteil der MAP-Statistik und der MAP-Evaluierung sowie der Großfeuerungsstudie. Nachteil der letztgenannten Studie ist die Zusammenfassung des Brennstoffeinsatzes in KWK-Anlagen und Wärmeerzeugungsanlagen. Dem hingegen erfolgt sowohl in MAP-Statistik als auch MAP-Evaluierung die gesonderte Ausweisung der KWK-Anlagen und den mengenmäßig dominierenden Wärmeerzeugungsanlagen. Zusätzlich zu den beiden Datenquellen stehen die gesetzlich verankerten und jährlich fristgerecht verfügbaren ZIV-Emissionsdaten zur Verfügung. Angaben zum Bestand der Einzelraumfeuerstätten liefern die Rheinbraun-Daten mit einer zeitlichen Verzögerung von 11 Monaten nach Berichtszeitraum. Entsprechende Verbände von Feuerungsanlagenherstellern liefern ergänzend dazu Absatzzahlen ihrer Verbandsteilnehmer (BDH-Zahlen und HKI-Zahlen).

Über eine Vielzahl von Jahren aufgebaut, jedoch nicht öffentlich zugänglich sind die Daten der DBFZ-Anlagendatenbank. Im Kontext feste Bioenergieträger sind die Segmente Biomasse-Heizkraftwerke (inklusive Biomasse-Vergaser) und Biomasse-Heizwerke zu benennen. Während das Segment der KWK-Anlagen einen hohen Erfassungsgrad aufweist, beschränkt sich dieser bei den Biomasse-Heizwerken auf ca. 25 %. Basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank wird im Rahmen des EEG-Monitorings eine Befragung des Segments der KWK-Anlagen durchgeführt. Einmalig erfolgte dies auch für Biomasse-Heizwerke im Rahmen einer Bachelorarbeit am DBFZ (Heizwerkerhebung).

Trotz der Vielzahl an Datenquellen wurden Lücken seitens des Anlagenbestandes und dessen Charakterisierung festgestellt. Um diese zu füllen, wurden eine Datenerhebungen mit dem Schornsteinfegerverband durchgeführt (Kehrbucherhebung).

Grundlegend können die verfügbaren Datenquellen in zwei Gruppen eingeteilt werden – die sektorspezifischen Datenquellen einerseits und die technikbezogenen Datenquellen andererseits. Für eine bessere Übersicht bezüglich der Datenlücken sind in Tabelle 4-3 zunächst die sektorspezifischen Datenquellen zusammengefasst.

Tabelle 4-3 Übersicht zu den Datenquellen für feste Bioenergieträger – Sektoren

Sektor	Brennstoffeinsatz	Wärmeerzeugung	Anlagenbestand
Umwandlung	EnStat 064 <sup>1</sup> , EnStat 066k <sup>2</sup>	EnStat 064 <sup>1</sup> , EnStat 066k <sup>2</sup>	-
Industrie	EnStat 060, EnStat 067 <sup>2</sup>	EnStat 067 <sup>2</sup> -	-
GHD	ISI-GHD-Studie; DBFZ-GHD-Studie; UHH-GHD-Studie; Emissionsstudien; GHD-Anwendungsbilanz	DBFZ-GHD-Studie	Emissionsstudien <sup>3</sup>
Haushalte	RWI-Haushaltsstudie; Rheinbraun-Daten <sup>4</sup> ; UHH-Haushaltsstudie; Emissionsstudien; Haushalt-Anwendungsbilanz	-	Rheinbraun-Daten <sup>4</sup> ; Emissionsstudien <sup>3</sup>

<sup>1</sup>ausschließlich Anlagen mit einer gesamten installierten Leistung  $\geq 2$  MW; <sup>2</sup>ausschließlich KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung  $\geq 1$  MW<sub>el</sub>; <sup>3</sup>keine Abgrenzung zwischen kohle- und biomassebasierten Feuerstätten; <sup>4</sup>nur Einzelraumfeuerstätten

Prinzipiell liegen Datenquellen für den Brennstoffeinsatz in den vier relevanten Sektoren vor. Die Restriktionen der Datenquellen sind in den Fußnoten erläutert. Mit EnStat 064 und EnStat 066k liegen zwar amtliche Statistiken zu Brennstoffeinsatz sowie Energieerzeugung im Umwandlungssektor vor. Beide Statistiken sind jedoch mit den in Tabelle 4-3 aufgeführten Abschneidegrenzen versehen. Eine Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank ergab, dass der Brennstoffeinsatz maßgeblich in KWK-Anlagen  $>1$  MW<sub>el</sub> stattfindet und somit theoretisch im Erhebungskreis der EnStat 066k erhoben wird. Dies trifft jedoch nicht für die Biomasse-Heizwerke der EnStat 064 zu, die gemäß den Ausführungen in Kapitel 4.2.2, Abbildung 4-4 nur einen Teilbereich des Brennstoffeinsatzes abdeckt.

Die Summe des Brennstoffeinsatzes in der Industrie ist mit der EnStat 060 bekannt, dagegen nicht die Summe der Energieerzeugung. Hinweis hierfür – und den damit verbundenem Brennstoffeinsatz – liefert ausschließlich EnStat 067 für den Bereich der KWK-Anlagen  $>1$  MW<sub>el</sub>.

Mit dem Einsatz fester Bioenergieträger im GHD-Sektor befassen sich keine der amtlichen Statistiken, dafür vier verschiedene Studien und die GHD-Anwendungsbilanz. Jährlich und fristgerecht verfügbar ist jedoch lediglich die GHD-Anwendungsbilanz, während die UHH-GHD-Studie und die Emissionsstudien im mehrjährigen Turnus und die DBFZ-GHD-Studie einmalig erstellt wurden. Die ISI-GHD-Studie liefert zwar Ergebnisse für die einzelnen Jahre, deren Veröffentlichung erfolgt jedoch mit einem erheblichen Zeitverzug und nur im Zwei-Jahres-Turnus (vgl. Tabelle 4-2). Ergebnisse der verschiedenen Studien werden im nachstehenden Kapitel in Abbildung 4-8 gegenübergestellt und diskutiert.

Vergleichbar zum GHD-Sektor stehen auch für den Sektor Haushalte vier Studien und die Haushalts-Anwendungsbilanz zur Verfügung. Jährliche Ergebnisse liefern für die Berichtspflichten fristgerecht die Haushalts-Anwendungsbilanz sowie die Rheinbraun-Daten. Letztgenannte thematisieren ausschließlich Angaben zum Brennstoffeinsatz in Einzelraumfeuerstätten. Infolge der Zunahme von Zentralfeuerstätten, die feste Bioenergieträger einsetzen, ist von einer Untererhebung des Brennstoffeinsatzes in Haushalten durch die Rheinbraun-Daten auszugehen. Ergebnisse zum Einsatz sowohl in Einzelraum- als auch Zentralfeuerstätten für die einzelnen Jahre liefert die RWI-Haushaltsstudie. Gemäß Tabelle 4-3 liegt der Nachteil dieser Studie im zeitlichen Verzug gegenüber dem Berichtsjahr von mindestens 29 Monaten. Die Emissionsstudien sowie die UHH-Haushaltsstudie liefern Ergebnisse im mehrjährigen Turnus und mit erheblichen Zeitverzug, so dass auch diese Ergebnisse nur für einen nachträglichen Abgleich verwendet werden können. Im nachstehenden Kapitel

werden die Ergebnisse der verschiedenen Studien in Abbildung 4-9 gegenübergestellt und ergänzende Auswertungen vorgenommen.

Zusätzlich zu den in Tabelle 4-3 aufgeführten Studien zum Brennstoffeinsatz in Haushalten liefert der Mikrozensus auch Hinweise auf die Verbreitung von Bioenergieträgern in Haushalten. Dieser Datenquelle sind jedoch ausschließlich Angaben zum Anteil der Haushalte zu entnehmen, die Bioenergie als Haupt- sowie Zusatzheizsystem einsetzen. Weiterführende, für die Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes wesentliche Angaben zu Leistung, Holzverbrauch etc. sind in dieser Datenquelle nicht enthalten. Aufgrund des zeitlichen Verzugs der Veröffentlichung und dem vierjährigen Erhebungsturnus kann diese Datenquelle nur als Zusatzinformation dienen. Gleiches gilt für die Gebäudebestandsstudie. Zusätzlich dazu können anhand der Baustatistik Trends zum gewählten Energieträger beim Gebäudezubau entnommen werden.

Die Datenquellen können nicht nur nach Sektoren, sondern auch nach Techniken zusammengefasst werden. In Tabelle 4-4 sind die Datenquellen differenziert in vier Anlagengruppen und den ausgewiesenen Daten zusammengefasst.

Tabelle 4-4 Übersicht zu den Datenquellen für feste Bioenergieträger - Techniken

Anlagenpark	Brennstoffeinsatz	Wärmeerzeugung	Anlagenbestand
KWK-Anlagen	EnStat 066k <sup>1</sup> ; EnStat 067 <sup>1</sup> ; EEG-Monitoring <sup>2</sup>	EnStat 066k <sup>1</sup> ; EnStat 067 <sup>1</sup> ; EEG-Monitoring <sup>2</sup>	EnStat 066k <sup>1</sup> ; EnStat 067 <sup>1</sup> ; EEG-Monitoring <sup>2</sup> ; EEG-Daten <sup>2</sup> ; DBFZ-Anlagendatenbank
Zentralfeuerstätten ≥15 kW	EnStat 064 <sup>3</sup> ; Emissionsstudien <sup>4a</sup>	EnStat 064 <sup>3</sup>	Emissionsstudien <sup>4b</sup> ; ZIV-Emissionsdaten <sup>5</sup> ; Kkehrbucherhebung <sup>6</sup> ; DBFZ-Anlagendatenbank <sup>7</sup>
Zentralfeuerstätten <15 kW	Emissionsstudien <sup>4a</sup>	-	Emissionsstudien <sup>4b</sup> ; MAP-Statistik <sup>8</sup> ; Kkehrbucherhebung <sup>6</sup>
Einzelraum- feuerstätten	Rheinbraun-Daten <sup>9</sup> ; Emissionsstudien	-	Rheinbraun-Daten <sup>9</sup> ; Emissionsstudien <sup>4b</sup> ; Kkehrbucherhebung <sup>6</sup> ; HKI-Daten <sup>10</sup>

<sup>1</sup>ausschließlich Anlagen >1 MW<sub>e</sub> in Industrie und von Energieversorgungsunternehmen; <sup>2</sup>nur Anlagen im Rahmen des EEGs ≠ Gesamtheit der Biomasse in KWK-Anlagen; <sup>3</sup>ausschließlich Anlagen mit einer gesamten Leistung >2 MW<sub>th</sub>; <sup>4a</sup>Grenze der Größenklassen liegt nicht bei 15 kW; <sup>4b</sup>keine Abgrenzung zwischen kohle- und biomassebasierten Anlagen; <sup>5</sup>Bestand derzeit nur für mechanisch beschickte Anlagen bekannt; <sup>6</sup>geplant – Hochrechnungsmodell wird nach Abschluss dieses Vorhabens weiterentwickelt; <sup>7</sup>ausschließlich Anlagen >100 kW, bildet nicht den gesamten Anlagenbestand ab; <sup>8</sup>lediglich geförderte Anlagen im Rahmen des MAP; <sup>9</sup>ausschließlich Einzelraumfeuerstätten in Haushalten; <sup>10</sup>Absatzzahlen von Einzelraumfeuerstätten in Deutschland

Für den im Vergleich zu den Wärmeerzeugungsanlagen geringen Bestand an KWK-Anlagen liegen neben den Energiestatistiken auch die EEG-Daten sowie das EEG-Monitoring und zusätzlich die DBFZ-Anlagendatenbank vor. Während die Stromerzeugung vollständig in der Energiestatistik abgebildet wird, sind die für dieses Vorhaben relevanten Angaben zum Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung infolge der EnStat 070 nur lückenhaft abgebildet. Dies trifft nicht auf das EEG-Monitoring zu. An dieser Stelle ist jedoch zu betonen, dass im EEG-Monitoring (und den EEG-Daten) ausschließlich die Anlagen Berücksichtigung finden, die die Vergütung oder Direktvermarktung im Rahmen des EEGs nutzen. Ergänzend dazu werden in EnStat 066k und EnStat 067 auch der Brennstoffeinsatz und die damit verbundene Energieerzeugung berichtet, die teilweise nicht im Geltungsbereich des EEGs liegen. Ein Vergleich des Datenmaterials aus Energiestatistiken, EEG-Monitoring und EEG-Daten in Kombination mit der DBFZ-Anlagendatenbank ist Kapitel 4.2.3 zu entnehmen.

Sowohl in Bezug auf Anlagenbestand als auch Brennstoffeinsatz ist den Wärmeerzeugungsanlagen mengenmäßig die größte Bedeutung zuzurechnen. Diese wurden in Tabelle 4-4 ergänzend in Zentralfeuerstätten ober- und unterhalb einer installierten Leistung von 15 kW sowie Einzelraumfeuerstätten eingeteilt. Hintergrund der Einteilung sind die Abschneidegrenzen und Rahmenbedingungen der einzelnen Datenquellen.

Zentralfeuerstätten  $\geq 15 \text{ kW}_{\text{th}}$  umfassen auch die allgemein hin als „Heizwerke“ bezeichneten, großen Wärmeerzeugungsanlagen. Wärmeerzeugungsanlagen  $\geq 2 \text{ MW}_{\text{th}}$  der Allgemeinen Versorgung werden in EnStat 064 berücksichtigt, stellen jedoch nur einen sehr kleinen Ausschnitt des Anlagenparks dar. Wie die Ausführungen zu Tabelle 4-3 und die Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank in Abbildung 4-4 zeigen, entspricht der in EnStat 064 aufgeführte Brennstoffeinsatz auch nur einem Teilbereich der Biomasse-Heizwerke im Umwandlungssektor. Mit den Emissionsstudien liegt eine weitere Datenquelle zum Brennstoffeinsatz in diesem Anlagensegment vor. Diese Datenquelle erscheint jedoch in einem Turnus von fünf Jahren mit einem erheblichen Zeitverzug, so dass eine Verwendung für die Berichterstattung nicht möglich ist. Alternativ liegen Datenquellen zum Anlagenbestand vor. In diesem Kontext sind die ZIV-Emissionsdaten zu nennen, mit der Einschränkung, dass derzeit lediglich der Bestand von mechanisch beschickten, nicht jedoch der handbeschickten Anlagen abgeleitet werden kann. Detailliertere Ausführungen zur Berechnung des Anlagenbestandes sind Kapitel 3.1 zu entnehmen, Auszüge aus dem Zahlenmaterial dieser Datenquelle Kapitel 4.2.3. Diese bedeutende Anlagengruppe weist mit den verfügbaren Datenquellen Wissenslücken in Bezug auf Quantität sowie Charakteristik des Anlagenbestandes auf. Aufgrund dieser Tatsache wurde im Rahmen dieses Vorhabens die in Anhang A 1.6.3 vorgestellte kehrbuchbasierte Datenerhebung mit dem Schornsteinfegerhandwerk (Kehrbucherhebung) initiiert. Neben der Ermittlung des Anlagenbestandes, können auch vertiefende Informationen zu eingesetzter Brennstoffart, Leistung, Altersklassen etc. gewonnen werden.

Die Kehrbucherhebung soll auch dazu dienen, die bestehende Wissenslücke für Zentralfeuerstätten  $< 15 \text{ kW}_{\text{th}}$  zu schließen. Neben den bereits bewerteten Emissionsstudien können ergänzende Informationen ausschließlich über die MAP-Statistik generiert werden. Da es sich hierbei um eine Förderstatistik handelt können die Angaben lediglich als Richtwert für eine Untergrenze der jährlich Inbetrieb genommenen Anlagen verwendet werden.

Sowohl Anlagenbestand als auch Brennstoffeinsatz von Einzelraumfeuerstätten werden in den Rheinbraun-Daten ausgewiesen. Infolge der im Anhang A 1.4.1 dargelegten Stichprobe und Unsicherheit in den Schätzungen der Erhebungseinheiten sind die Ergebnisse mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Von Vorteil ist neben dem Datum der Verfügbarkeit auch die Kontinuität des Datenbestandes. Alternativ hierzu wiesen auch die Emissionsstudien im Turnus von 5 Jahren Bestand von und Brennstoffeinsatz in Einzelraumfeuerstätten aus, deren Angaben zum rückwirkenden Abgleich mit Rheinbraun verwendet werden können. Darüber hinaus stehen mit den HKI-Verbandszahlen Angaben zum Absatz zur Verfügung. Diese Angabe ist nicht deckungsgleich mit dem Zubau von Einzelraumfeuerstätten, da die HKI-Zahlen auch Ersatzmaßnahmen abdecken.

## 4.2 Analyse des Zahlenmaterials

Mit der Vielzahl an Datenquellen liegt ein umfangreiches Zahlenmaterial vor. Nachstehend werden wesentliche Ergebnisse aus den Datenquellen dargestellt und interpretiert.

### 4.2.1 Rohstoffseite

Mengenangaben zum Holzeinschlag (Holzmarktbericht), Im- und Export (Außenhandelsstatistik) sowie dem Altholz (Abfallstatistik) liegen seit dem Jahr 2006 vor. Für die verschiedenen Sortimente in Summe, als auch für den, eindeutig der energetischen Nutzung zuordenbaren Anteil ist die Entwicklungsdynamik als Index in Abbildung 4-2 dargestellt.

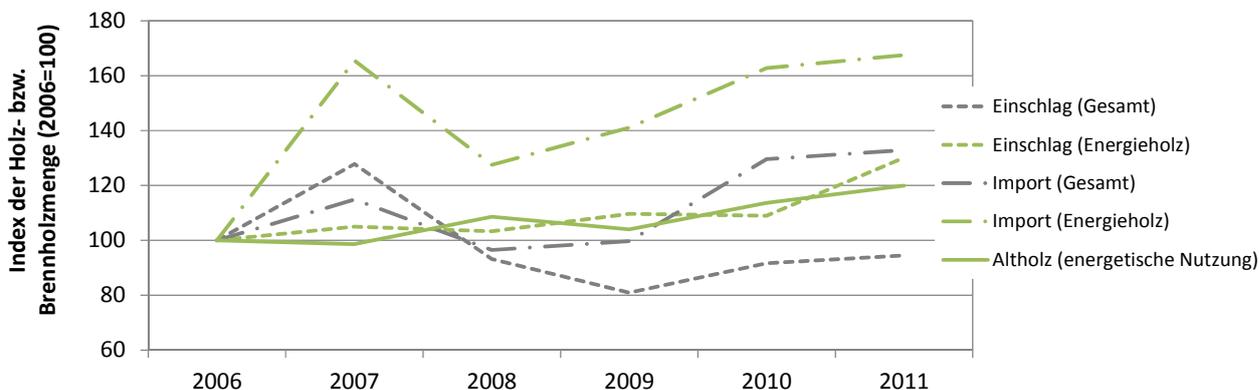


Abbildung 4-2 Index des Holzmenge an Einschlag, Import und Altholz für die Berichtsjahre 2006 bis 2011 (2006 = 100), basierend auf Holzmarktbericht, Außenhandelsstatistik und Abfallstatistik

Während mit Ausnahme des Berichtjahres 2007 der Einschlag unterhalb des Wertes aus dem Berichtsjahr 2006 liegt, stieg der Anteil des als Energieholz verwendeten Einschlages kontinuierlich. Hingegen ist beim Import eine deutliche Zunahme des gesamten Holzsortiments ab dem Berichtsjahr 2010 zu erkennen. Den größten Anstieg gegenüber dem Berichtsjahr 2006 verzeichnete das importierte Energieholz. Im Vergleich zu den anderen Holzsortimenten ist die Entwicklung des Altholzaufkommens nahezu konstant mit einem leicht positiven Trend.

Gemäß den in Kapitel 4.1.1 vorangegangenen Ausführungen spiegelt Abbildung 4-2 nur ein Teil des Holzaufkommens wider. Die Entwicklung des nach (Weimar, H., 2011) nicht unerheblichen Anteil des Einschlags kann nicht quantifiziert werden – analog dem Landschaftspflegeholz und Holz aus KUP. Der Ausbau des KUP-Anbaus geht gemäß (Anonym, 2012) nicht mit der erwarteten Dynamik einher. Zudem ist mit einer zunehmenden Mobilisierung und Nutzung des bisher nur anteilig genutzten Landschaftspflegeholzes zu rechnen.

### 4.2.2 Verwendungsseite – Sektoren

Entwicklungen sowie Vergleiche zwischen den verschiedenen Datenquellen zu den einzelnen Sektoren werden nachstehend dargestellt.

#### Umwandlungssektor

Feste Bioenergieträger werden im Umwandlungssektor sowohl in KWK-Anlagen als auch Wärmeerzeugungsanlagen eingesetzt. Die Entwicklung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung ist auf Basis der Energiestatistiken in Abbildung 4-3 dargestellt.

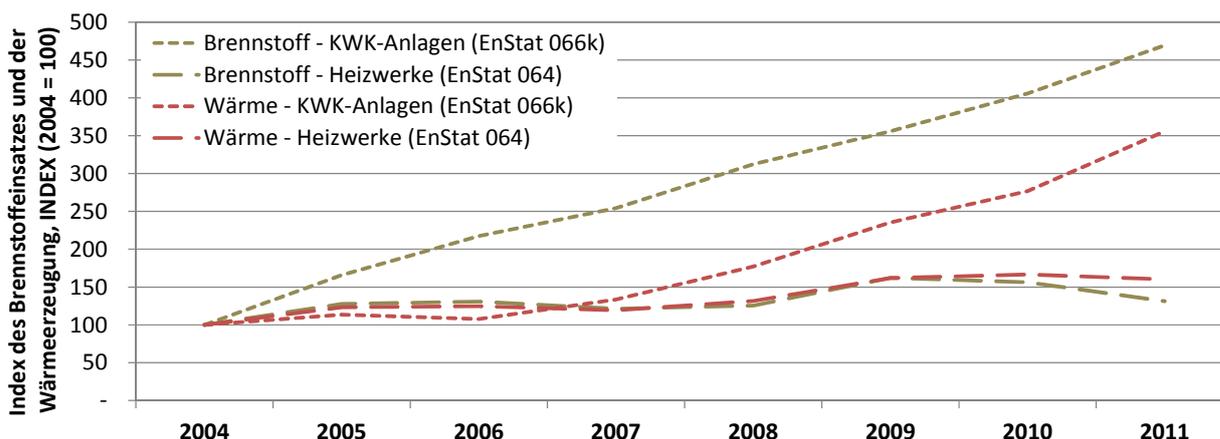


Abbildung 4-3 Index des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung im Umwandlungssektor basierend auf festen Bioenergieträgern

Die Wärmeerzeugung, basierend auf festen Bioenergieträgern im Umwandlungssektor, erfolgte im Berichtsjahr 2004 zu 40 % in Heizwerken (EnStat 064) und 60 % in KWK-Anlagen (EnStat 066k). Während der Brennstoffeinsatz und die Wärmeerzeugung in Heizwerken nur in geringem Maße gegenüber 2004 zunahm, ist ein deutlicher Anstieg bei den KWK-Anlagen erkennbar. Daraus ergibt sich eine Verteilung der Wärmeerzeugung für das Berichtsjahr 2011 von 25 % in Heizwerken und 75 % in KWK-Anlagen. Dabei ist die Zunahme der Wärmeerzeugung gegenüber dem Brennstoffeinsatz bei KWK-Anlagen mit einer zeitlichen Verschiebung von zwei Jahren versehen. Zurückzuführen ist dies auch auf die erst in den letzten Jahren in den Vordergrund gerückte Bedeutung der Wärmeerzeugung bei KWK-Anlagen.

Beide Energiestatistiken sind definitionsgemäß mit Abschneidegrenzen versehen. Unter Verwendung der DBFZ-Anlagendatenbanken wurde untersucht, inwiefern Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze im Umwandlungssektor eine Bedeutung haben. Die in Abbildung 4-4 dargestellten Ergebnisse beruhen ausschließlich auf den Anlagenbestand, der eindeutig dem Umwandlungssektor zuzurechnen ist.

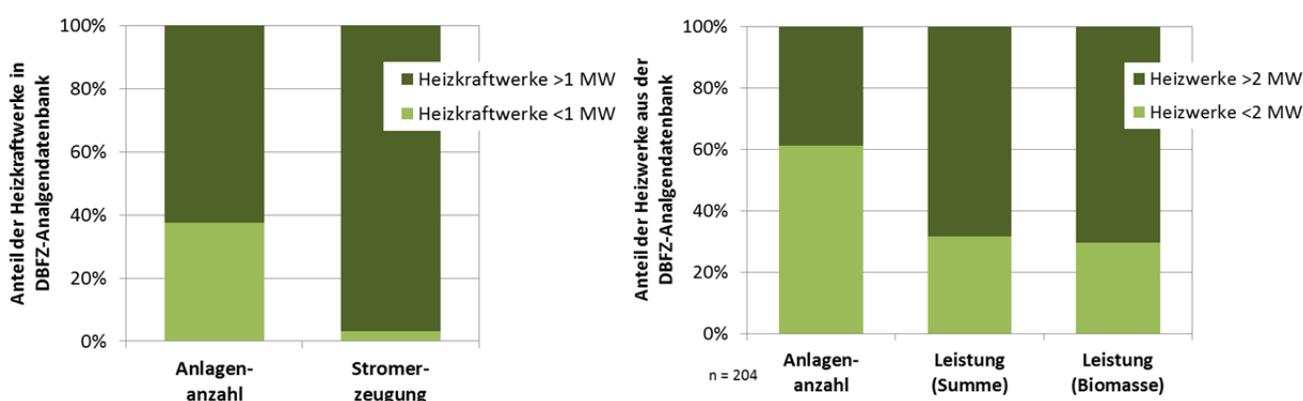


Abbildung 4-4 Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank bezüglich der Bedeutung des Anlagenparks unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 066k (links) und EnStat 064 (rechts)

Mit knapp 40 % ist zwar der Anteil der Heizkraftwerke <1 MW<sub>el</sub> nennenswert. Die in diesen Anlagen erzeugte Strommenge ist mit einem Anteil von 2 % aber nur sehr gering. Diese Aussage gilt nicht für Heizwerke. Die Auswertung in Abbildung 4-4 beruht auf 204 Heizwerken der DBFZ-Anlagendatenbank,

die eindeutig dem Umwandlungssektor zugerechnet werden können und deren Grund- und Spitzenlastleistung zudem bekannt ist. Aufgrund der Datenlage kann kein Abgleich über die Wärmeerzeugung, sondern ausschließlich über die installierte Leistung vorgenommen werden. Bezogen auf die Anzahl haben die Anlagen  $<2 \text{ MW}_{\text{th}}$  die größte Bedeutung. Nicht nur die Anzahl der Anlagen, sondern auch die Summe der installierten Leistung weist auf eine Signifikanz der Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 064 hin. Die Analyse der DBFZ-Anlagendatenbank zeigt, dass vor allem kommunale Gebäude von diesen Anlagen versorgt werden. Zudem bewirkten die durch Bund (MAP) als auch Länder (z.B. BioKlima) auferlegte Förderprogramme einen Zubau von Biomasse-Heizwerken, die häufig in ein Nahwärmenetz einspeisen und somit der Versorgung Dritter dienen.

Ergänzend dazu ist in Abbildung 4-5 die Leistung der Grundlastkessel der insgesamt installierten Leistung der Wärmeerzeugungsanlagen gegenübergestellt.

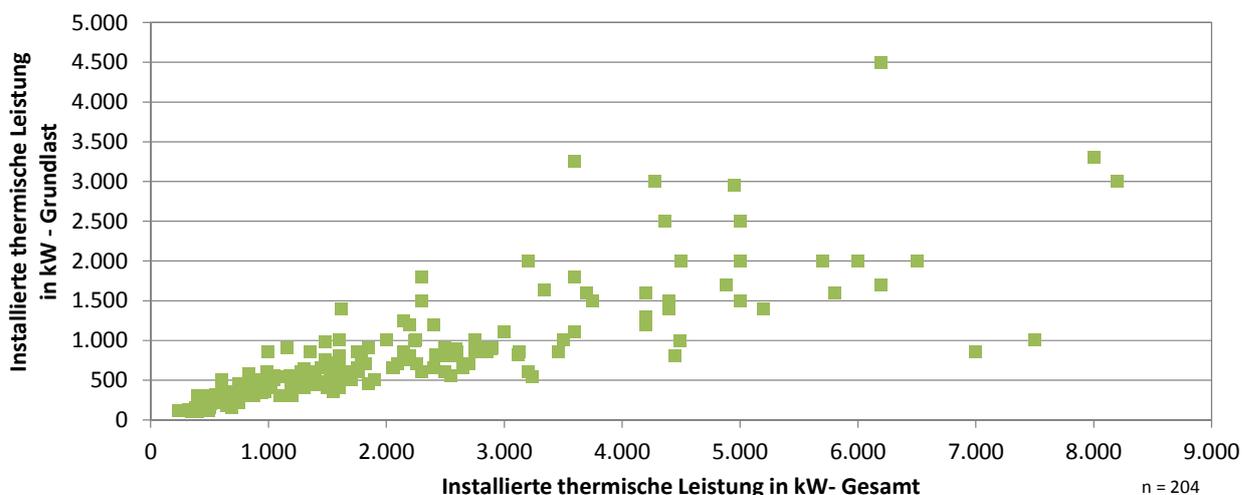


Abbildung 4-5 Anteil der Biomassekessel an der gesamten installierten thermischen Leistung von Heizwerken, Auswertung basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank

Für die Abschneidegrenze der gesamt installierten Leistung von  $2 \text{ MW}_{\text{th}}$  sind ausschließlich Biomassekessel  $>500 \text{ kW}_{\text{th}}$  von Interesse, gleichwohl diese Größenklasse an Biomassekessel gemäß Abbildung 4-5 auch in Anlagen mit einer geringeren gesamt installierten Leistung Berücksichtigung findet.

### Sektor Industrie

Analog dem Umwandlungssektor werden auch in der Industrie feste Bioenergeträger sowohl in KWK-Anlagen als auch Wärmeerzeugungsanlagen eingesetzt. In Abbildung 4-6 ist die Entwicklung des Brennstoffeinsatzes in KWK-Anlagen  $>1 \text{ MW}_{\text{el}}$  (EnStat 067) und in anderen Anlagen (EnStat 060 – EnStat 067) dargestellt.

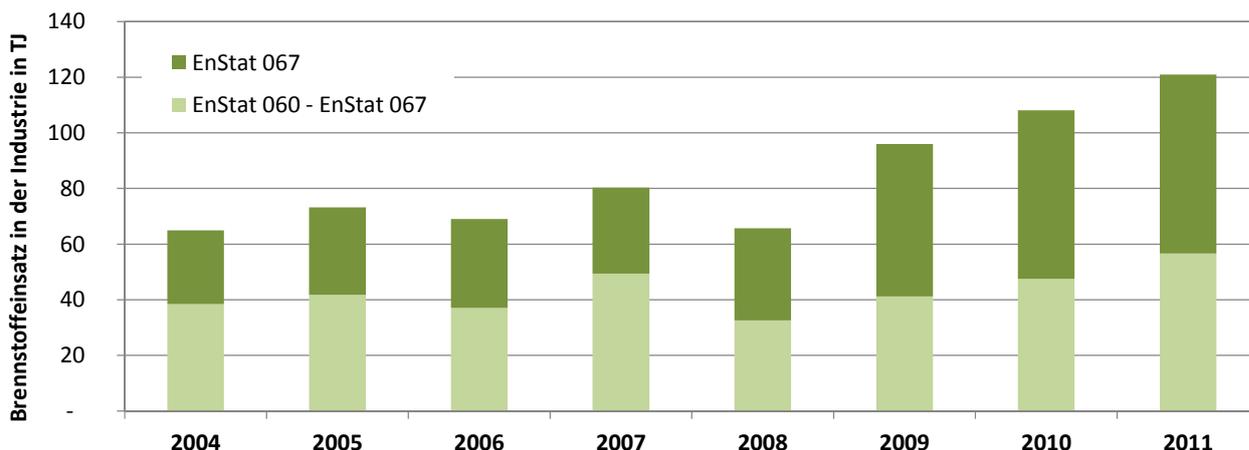


Abbildung 4-6 Entwicklung des Brennstoffeinsatzes in Industrie unter Einsatz fester Bioenergieträger

Der Anteil der Differenz zwischen EnStat 060 und EnStat 067 beträgt über die Jahre zwischen 40 % und 60 %. Zurückzuführen ist dieser Unterschied entweder auf KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067 oder Wärmeerzeugungsanlagen. Darüber hinaus besteht zudem die Möglichkeit, dass aufgrund des zu geringen Erhebungskreises der EnStat 067 auch Anlagen im Berichtskreis dieser Statistik in der Differenz berücksichtigt wird. In Abbildung 4-7 ist das Ergebnis einer Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank aufgeführt – in der wiederum nur Anlagen berücksichtigt werden, die eindeutig dem Sektor Industrie zugeordnet werden können.

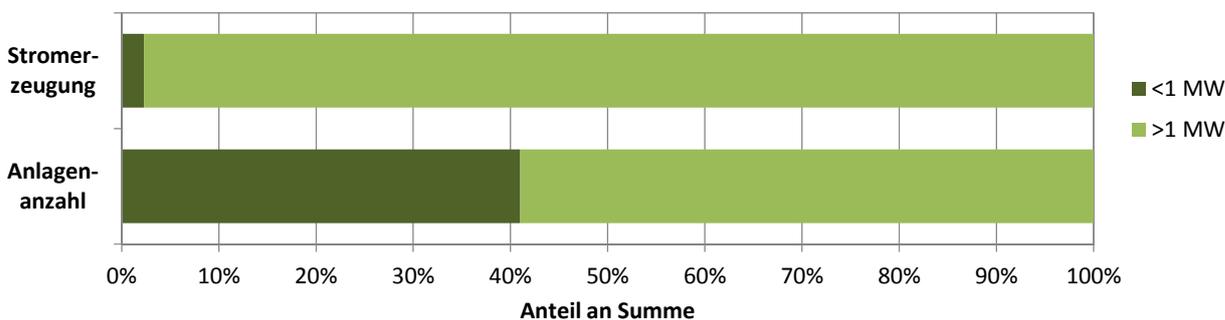


Abbildung 4-7 Verteilung des Anlagenbestandes und der Stromerzeugung auf die zwei Größenklassen <1 MWe<sub>el</sub> und ≥1 MWe<sub>el</sub>; basierend auf DBFZ-Anlagendatenbank

Entsprechend der Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank haben KWK-Anlagen <1 MWe<sub>el</sub> in Bezug auf die Stromerzeugung und somit auch auf den damit verbundenen Brennstoffeinsatz keine Bedeutung. Daher ist es nicht vorstellbar, dass die in Abbildung 4-6 dargestellte Differenz auf diese Anlagengruppe zurückzuführen ist.

### GHD-Sektor

Die Zusammenstellung in Tabelle 4-3 zeigt, dass in verschiedenen Studien der Brennstoffeinsatz im GHD-Sektor ausgewiesen wird. Deren Ergebnisse sind in Abbildung 4-8 gegenübergestellt.

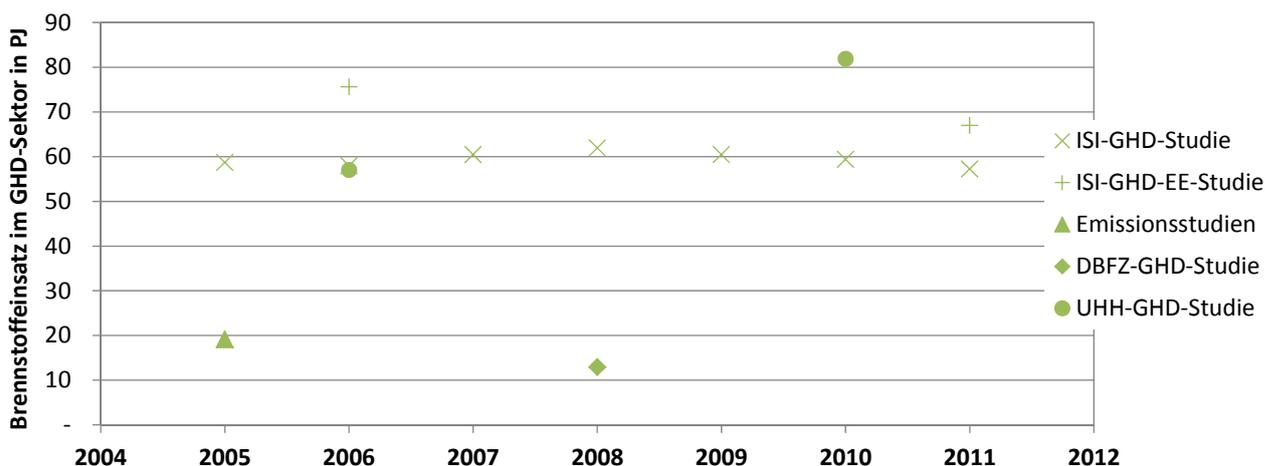


Abbildung 4-8 Gegenüberstellung der Ergebnisse verschiedener Datenquellen zum Brennstoffeinsatz im GHD-Sektor

Während der in den ISI-GHD-Studien ausgewiesene Brennstoffeinsatz konstant im Bereich von 60 PJ liegt, weisen die Studien untereinander erhebliche Unterschiede auf. Selbst die für die Berichtsjahre 2006 und 2011 durchgeführten Zusatzerhebung Erneuerbarer Energien im Rahmen der ISI-GHD-Studien liegen 10 % bis 20 % über den Ergebnissen der ISI-GHD-Studien, deren Unterschiede wesentlich auf ein verändertes Stichprobendesign zurückzuführen ist. Schlussfolgernd ist die Stichprobe der ISI-GHD-Studie zur Abbildung des Einsatzes fester Bioenergieträger zu gering, bedingt durch die geringe Verbreitung fester Bioenergieträger im Vergleich zu den fossilen Energieträgern. Die alternativen Datenquellen weisen – mit Ausnahme der UHH-GHD-Studie für das Berichtsjahr 2006 – bezüglich des Brennstoffeinsatzes erhebliche Differenzen zur ISI-GHD-Studie auf. Am Beispiel der DBFZ-GHD-Studie ist dies auf eine abweichende Erhebungsmethodik zurückzuführen.

### Sektor private Haushalte

Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse zum Brennstoffeinsatz der verschiedenen Datenquellen ist der linken Seite von Abbildung 4-9 zu entnehmen.

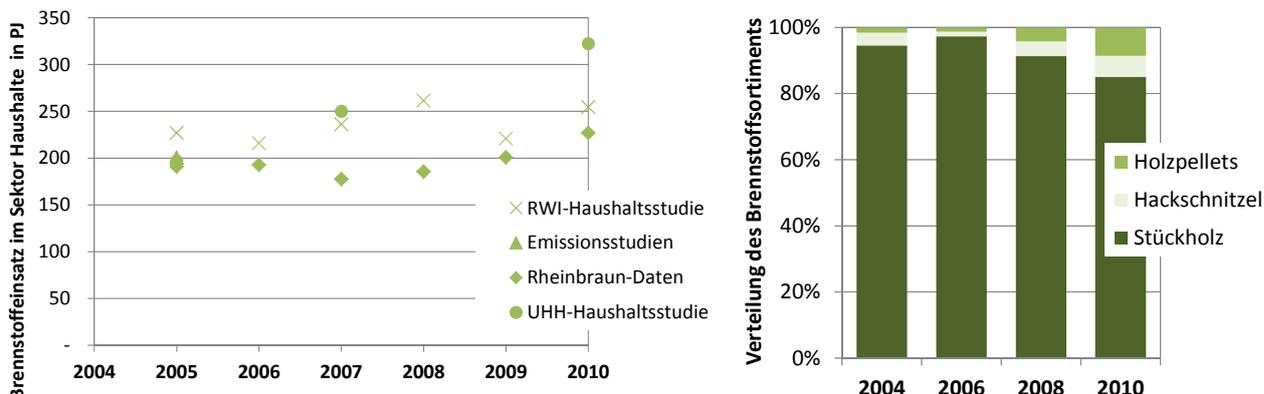


Abbildung 4-9 Gegenüberstellung der Ergebnisse zum Brennstoffeinsatz im Sektor Haushalte (links) und die Verteilung des Brennstoffsportiments im Sektor Haushalte nach der RWI-Haushaltsstudie (rechts)

Abbildung 4-9 zeigt eine große Schwankungsbreite bezüglich des Einsatzes fester Bioenergieträgern in Haushalten, sowohl zwischen den Jahren als auch zwischen den Datenquellen. Die jährlichen

Schwankungen lassen sich nicht zwingend auf witterungsbedingte Schwankungen zurückführen, da die jährlich verfügbaren Ergebnisse der RWI-Haushaltsstudien und Rheinbraun-Daten keine gleichgerichtete Entwicklung aufzeigen. Grundsätzlich überschreiten die Angaben in den RWI-Haushaltsstudien die Rheinbraun-Daten, deren Differenz gemäß Abbildung 4-9 stark schwankend ist. Die Differenz an sich, aber nicht zwingend die Schwankungen, kann darauf zurückgeführt werden, dass die RWI-Haushaltsstudie auch die Zentralfeuerstätten während in den Rheinbraun-Daten ausschließlich Einzelraumfeuerstätten berücksichtigt werden.

Ergänzend dazu sind in Abbildung 4-9, die in den RWI-Haushaltsstudien eingesetzten Holzsortimente und deren Anteile abgebildet. Primäre Bedeutung in Hinblick auf den Stückholzeinsatz haben die Einzelraumfeuerstätten. Doch auch in den Zentralfeuerstätten der Haushalte wird neben Holzpellets und Hackschnitzel maßgeblich Stückholz eingesetzt.

### 4.2.3 Verwendungsseite – Technik

Eine Vielzahl an Auswertungen ist basierend auf die technikbezogenen Datenquellen möglich. Nachstehend wird ein Auszug dieser Optionen- mit Schwerpunkt auf die Entwicklung der letzten Jahre sowie der Aufdeckung möglicher Datenlücken – abgebildet.

#### KWK-Anlagen

Während die Energiestatistiken für den Anlagenpark im Berichtskreis nur kumulierte Werte ausweisen, liegen mit der DBFZ-Anlagendatenbank (als Basis für das EEG-Monitoring) und den EEG-Daten anlagenspezifische Daten vor. Einzig die für die Zielsetzung dieser Studie nicht maßgebliche Stromerzeugung ist in den allen Datenquellen verfügbar, so dass diese in Abbildung 4-10 gegenübergestellt wird.

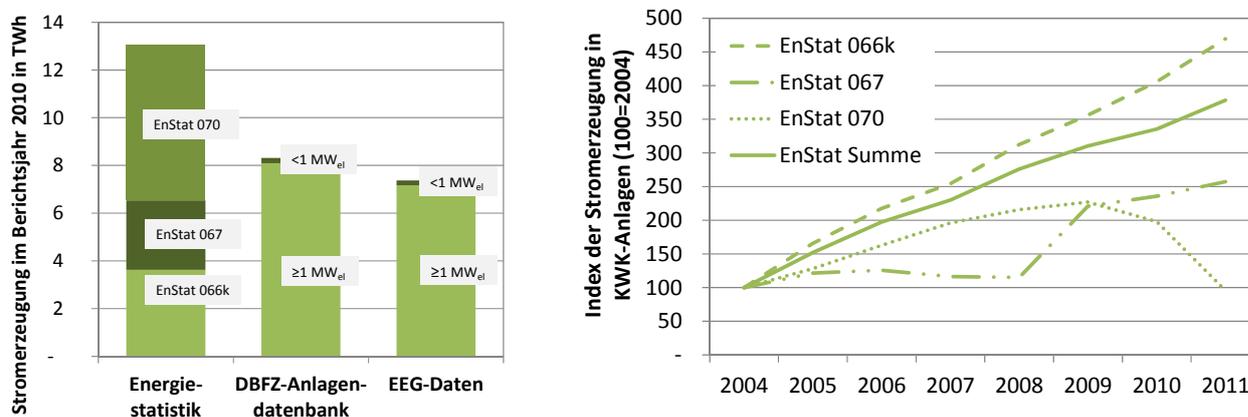


Abbildung 4-10 Gegenüberstellung der in den verschiedenen Datenquellen ausgewiesenen Stromerzeugung aus KWK-Anlagen basierend auf festen Bioenergieträgern (links) und die Entwicklung der Stromerzeugung basierend auf den Energiestatistiken (rechts)

Die Summe der Stromerzeugung der Energiestatistiken übersteigt gemäß Abbildung 4-10 deutlich die der EEG-Daten sowie die des EEG-Monitorings / DBFZ-Anlagendatenbank. Neben den KWK-Anlagen, die eine EEG-Vergütung erhalten oder die Direktvermarktung im Kontext des EEGs nutzen und in EEG-Daten und EEG-Monitoring berücksichtigt werden, ist der Berichtskreis der Energiestatistiken weiter gefasst. Inbegriffen ist neben der Mitverbrennung von Biomasse in fossilbefeuerten Kraftwerken auch die Stromerzeugung aus festen Bioenergieträgern, die nicht gemäß der Verordnung über die Erzeugung von

Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung – BiomasseV) förderwürdig im Rahmen des EEG sind, beispielsweise Tiermehl.

Sowohl die DBFZ-Anlagendatenbank als auch die EEG-Daten heben gemäß Abbildung 4-10 die Bedeutung der Stromerzeugung in KWK-Anlagen  $\geq 1 \text{ MW}_{\text{el}}$  hervor. Beim Abgleich mit der Energiestatistik sind die in EnStat 066k und EnStat 067 gemeldeten Strommengen eindeutig Anlagen  $\geq 1 \text{ MW}_{\text{el}}$  zuzurechnen. Dies gilt gemäß den Aussagen in Kapitel 3.2 nicht für den in der EnStat 070 berücksichtigten Anlagenpark. Resultierend aus der Diskussion im Rahmen von (DBFZ, 2013) ist davon auszugehen, dass der Großteil der in EnStat 070 berichteten Stromerzeugung auch in EEG-Anlagen mit einer installierten Leistung  $\geq 1 \text{ MW}_{\text{el}}$  eingesetzt wird.

Grundlegend ist ein positiver Trend der Stromerzeugung aus festen Bioenergieträgern Abbildung 4-10 erkennbar, wobei nach der bis zum Berichtsjahr 2009 andauernden Zunahme für den Berichtskreis der EnStat 070 ein Rückgang bis zum Berichtsjahr 2011 auf den Wert des Berichtsjahres von 2004 erkennbar ist.

### Zentralfeuerstätten >15 kW

Wesentliche Datengrundlage für diese Anlagengruppe sind die ZIV-Emissionsdaten. In Kapitel 3.2 wurde bereits auf die Verwendung dieser Datenquelle zur Ableitung des Anlagenbestandes eingegangen. Dementsprechend ist der Anlagenbestand ausschließlich für mechanisch beschickte Anlagen und handbeschickte Anlagen unter Einsatz der Brennstoffe 6/7 zu quantifizieren. Auswertungen zum Zubau für den Berichtszeitraum 1995 bis 2011 sind Abbildung 4-11 zu entnehmen. Dabei wird deutlich, dass mit 68 % der Großteil des Zubaus in diesem Zeitraum durch handbeschickte Anlagen realisiert wurde.



Abbildung 4-11 Verteilung der hand- und mechanisch beschickten Anlagen (links), Verteilung des Brennstoffsportiments (mittig) und der Größenklassen (rechts) am Zubau zwischen 1995 und 2011, basierend auf den ZIV-Emissionsdaten

Hinsichtlich der eingesetzten Brennstoffsportimente dominieren mit 78 % Scheitholz / Hackschnitzel. Die erst seit 2005 in den ZIV-Emissionsdaten geführten Holzpellets haben in der vergleichsweise kurzen Zeit mit 16 % einen relevanten Anteil erreicht. Bei den Größenklassen ist die Dominanz der kleinsten Größenklasse 15-50 kW – überwiegend auf handbeschickte Anlagen, die Scheitholz einsetzen – mit einem Anteil von 90 % am Zubau deutlich erkennbar.

Für die Erarbeitung einer methodischen Grundlage für die Erfüllung von Berichtspflichten sowie Fachinformationen im Kontext Wärme ist jedoch der Anlagenbestand relevant. In Abbildung 4-12 ist dessen Entwicklung getrennt nach Größenklasse und Brennstoffsportiment aufgezeigt.

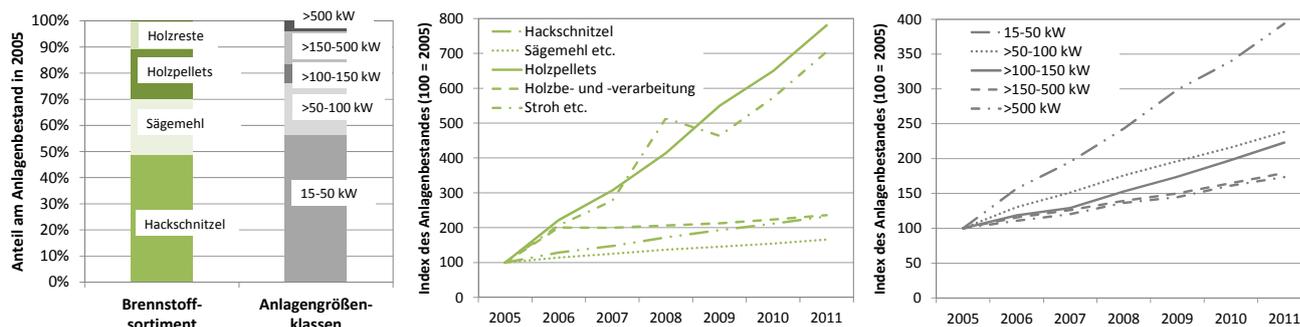


Abbildung 4-12 Entwicklung des Anlagenbestandes mechanisch beschickter Anlagen zwischen 2005 und 2011 für die Brennstoffsortimente (Mitte) und Anlagengrößenklassen (rechts) mit dem Vergleich zur Verteilung in 2005 (links), basierend auf den ZIV-Emissionsdaten

Für die Berichtsjahre 2005 bis 2011 weisen Anlagen, die Holzpellets sowie Stroh etc. einsetzen, den größten Bestandszuwachs auf. Infolge der in Abbildung 4-12 auf der linken Seite aufgezeigten marginalen Bedeutung von Strohanlagen kommt dieser Anlagengruppe auch in 2011 nur eine sehr geringe Bedeutung zu. Eine kontinuierliche Bestandszunahme ist auch für alle Größenklassen festzustellen, wobei die Zunahme der Größenklasse 15-50 kW hervorsticht. Im Wesentlichen ist dies auf den enormen Bestandszuwachs von Holzpelletanlagen in diesem Berichtszeitraum zurückzuführen. Daten für die Anlagengruppe >15 kW liegen nicht für den Zeitraum vor 1995 vor. Insbesondere für das mengenmäßig bedeutende Segment der handbeschickten Anlagen, ist die Anzahl der Anlagen von Interesse, die vor 1995 in Betrieb genommen wurden. Zu diesem Zweck wird einerseits der Anteil des Bestandes in 2011 am Zubau zwischen 1995 und 2011 für die mechanisch beschickten Anlagen basierend auf den ZIV-Emissionsdaten ermittelt (siehe Abbildung 4-13 links) und andererseits eine Auswertung der Kehrbocherhebung sowohl für hand- als auch mechanisch beschickte Anlagen durchgeführt (siehe Abbildung 4-13 rechts).

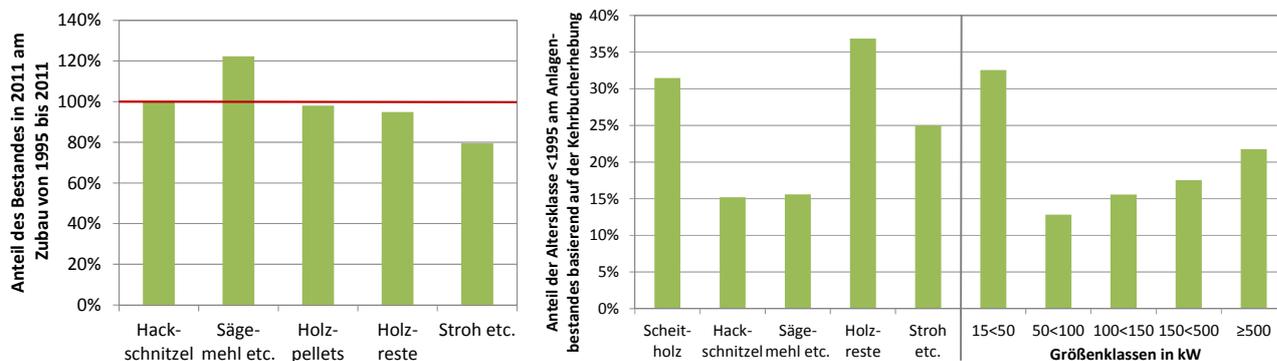


Abbildung 4-13 Anteil des Anlagenbestandes am Anlagenzubau zwischen 1995 und 2011 basierend auf den ZIV-Emissionsdaten (links) und Auswertung der Kehrbocherhebung bezüglich des Inbetriebnahmejahres von Zentralfeuerstätten >15 kW (rechts)

Wie am Beispiel Sägemehl zu erkennen ist, wurden mindestens 21 % der in 2011 betriebenen Anlagen vor 1995 in Betrieb genommen. In der Realität wird der Anteil der Anlagen mit einem Inbetriebnahmedatum vor 1995 höher sein, da insbesondere die Auswertungen für das übrige Brennstoffsortiment mit einem Anteil <100 % zeigt, dass auch Anlagen die im Berichtszeitraum 1995-2010 in Betrieb gegangen sind, in 2011 nicht mehr betrieben werden. Ein sehr hoher Anteil von 20 % ist bei den Anlagen zu verzeichnen, die Stroh und sonstige NawaRo einsetzen. Häufig ist dies auf technische Probleme der Anlagen zurückzuführen.

Die Auswertung basierend auf den ZIV-Emissionsdaten kann ausschließlich für mechanisch beschickte Anlagen vorgenommen werden und liefert im Ergebnis nur Hinweise auf die Bedeutung des Bestandes vor dem Jahr 1995 sowie Außerbetriebnahmen. Weiterführende Informationen liefert die Kehrbocherhebung. Berücksichtigung fanden ausschließlich Datensätze von Teilnehmern, bei denen der Anteil der Anlagen mit Angaben zum Jahr der Inbetriebnahme >90 % beträgt. Die Altersklasse <1995 spielt insbesondere bei Anlagen basierend auf Holzresten und Scheitholz mit über 30 % des Anlagenbestandes eine nennenswerte Rolle. Auf die mit Scheitholz betriebenen Anlagen ist auch die Bedeutung der Größenklasse 15<50 kW zurückzuführen. Grundlegend wird deutlich, dass auch in 2012 (Berichtsjahr der Kehrbocherhebung) noch ein nennenswerter Anteil von Anlagen mit einer Inbetriebnahme vor 1995 betrieben wird.

### Zentralfeuerstätten <15 kW

Eine öffentlich zugängliche Datenquelle für Zentralfeuerstätten <15 kW liegt Tabelle 4-4 folgend lediglich mit der MAP-Statistik vor. In Abbildung 4-14 sind Anzahl der in der Förderperiode 1999 bis 2011 geförderten Anlagen mit einer thermischen Leistung <15 kW differenziert nach dem Brennstoffsortiment geführt.

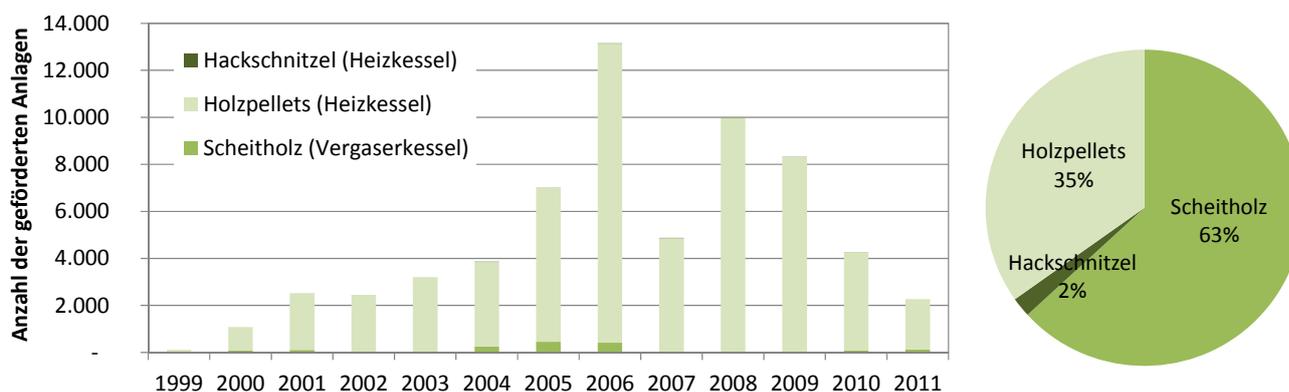


Abbildung 4-14 Anzahl der geförderten Anlagen mit einer thermischen Leistung <15 kW nach Brennstoffsortiment, basierend auf MAP-Statistik (links); Verteilung des Brennstoffsortiments in Zentralfeuerstätten <15 kW, basierend auf der Kehrbocherhebung (rechts)

Maßgeblich wurden Anlagen basierend auf Holzpellets im Rahmen des MAP gefördert. Während Hackschnitzel vielmehr für Anlagen größerer Leistungsklassen geeignet sind, ist der Einsatz von Scheitholz prädestiniert für den Einsatz in der Leistungsklasse <15 kW. Deren verschwindend geringer Anteil von 2 % der gesamt geförderten Anlagen dieser Leistungsklasse ist darauf zurückzuführen, dass gemäß den MAP-Richtlinien Scheitholz nur in Scheitholzvergaserkessel gefördert wurde. Hinsichtlich der Verteilung des Brennstoffsortiments zeigt die Auswertung der Kehrbocherhebung ein anderes Bild (siehe Abbildung 4-14 rechts). Holzpellets haben mit 35 % auch eine erkennbare Bedeutung in Anlagen dieser Größenklasse, maßgeblich findet hingegen der Einsatz von Scheitholz statt. Somit führt die ausschließliche Berücksichtigung der MAP-Statistik zu einer erheblichen Überschätzung der Bedeutung von Holzpellets und Unterschätzung des Scheitholzes in dieser Anlagengruppe.

### Einzelraumfeuerstätten

Der Anlagenbestand von Einzelraumfeuerstätten – jedoch ausschließlich in Haushalten – ist in den Rheinbraun-Daten enthalten und dessen Entwicklung seit 2003 in Abbildung 4-15 dargestellt.

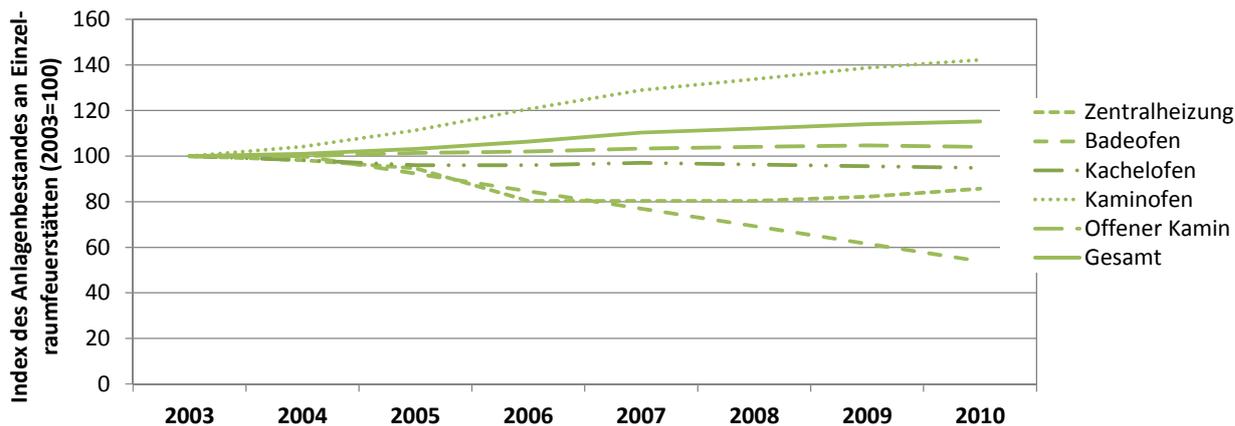


Abbildung 4-15 Index des Anlagenbestandes an Einzelraumfeuerstätten, differenziert nach verschiedenen Techniken, basierend auf Rheinbraun-Daten

Grundlegend weist der Bestand an Einzelraumfeuerstätten einen positiven Trend auf. Ein differenzierter Blick auf die verschiedenen Techniken zeigt, dass der Anlagenbestand 2010 gegenüber 2003 ausschließlich bei den Kaminöfen und Offenen Kaminen zugenommen hat. Dem hingegen ist eine deutliche Verminderung des Bestandes an Badeöfen zu verzeichnen, während die als Zentralheizung eingesetzten Einzelraumfeuerstätten seit 2007 wieder einen leichten Anstieg verzeichnen. Einzelraumfeuerstätten sind ebenso Bestandteil der Kehrbucherhebung. Aussagen zum Anlagenbestand können allerdings mit Vorlage dieses Berichtes noch nicht getroffen werden. Basierend auf den übermittelten Datensätzen ist in Abbildung 4-16 die Bedeutung der verschiedenen Technologien in fünf Altersklassen aufgetragen.

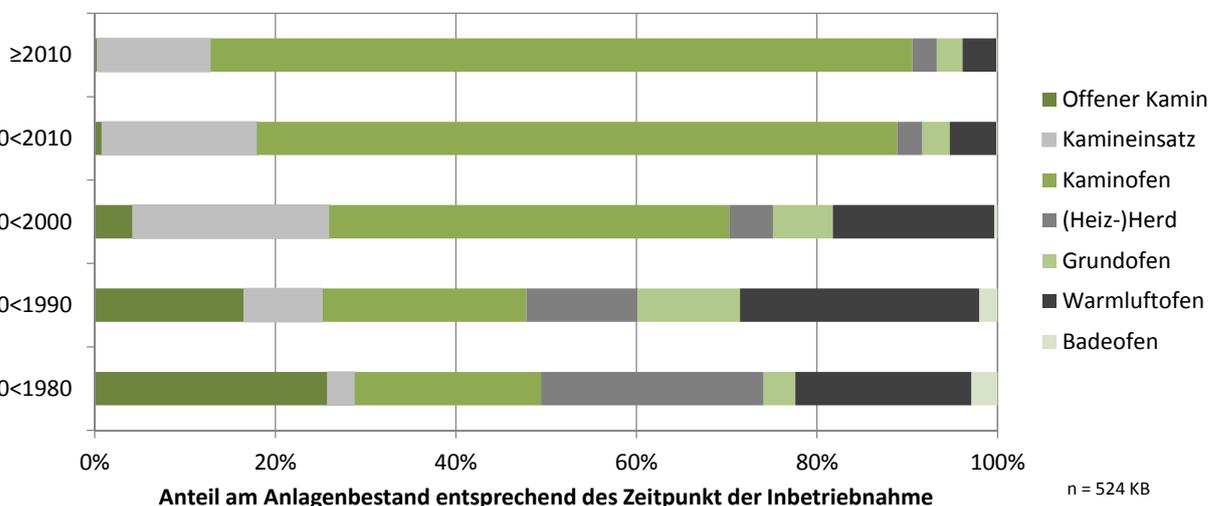


Abbildung 4-16 Bedeutung der verschiedenen Einzelraumfeuerstätten in fünf Altersklassen der Anlagen, basierend auf der Kehrbucherhebung

Die Bedeutung der einzelnen Techniken in den Altersklassen ist sehr unterschiedlich. So weisen beispielsweise Kaminöfen in der Altersklasse 1970<1980 nur ein Anteil von 20 % hingegen in der Altersklasse ≥2010 ein Anteil von 80 % auf.

### 4.3 Methodischer Ansatz

Für die nationalen sowie internationalen Berichtspflichten ist die sektorale Zuordnung des Brennstoffeinsatzes unabdingbar. Die Analyse der bestehenden Datenquellen hat jedoch gezeigt, dass Datenquellen ohne sektoralen Bezug ebenso interessante Daten zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes liefern können. Durch Lücken in sektorspezifischen Studien – bedingt durch Abschneidegrenzen oder durch große Unsicherheiten – sind auch die alternativen Datenquellen näher zu berücksichtigen. Aus diesem Grund wird der methodische Ansatz zu den sektorübergreifenden Datenquellen den sektorspezifischen Unterkapiteln vorangestellt. Auf Ansätze zur Verwendung dieser Datenquellen wird in den Unterkapiteln eingegangen.

#### KWK-Anlagen – EEG-Daten und EEG-Monitoring

Eine sektorale Differenzierung ist bis dato im EEG-Monitoring nicht enthalten. Grundlage für das EEG-Monitoring bildet die DBFZ-Anlagendatenbank mit den Segmenten Heizkraftwerke und Holzvergaser. Die DBFZ-Anlagendatenbank führt gemäß Anhang A 1.4.12 auch die Betreiber der gelisteten Anlagen, so dass prinzipiell eine sektorale Zuordnung denkbar ist. Unbenommen können hierbei Unschärfen entstehen, bspw. aufgrund unzureichender / nicht aktueller Informationen.

Eine sektorale Ausweisung der EEG-Anlagen im Rahmen der EEG-Daten ist gesetzlich nicht gefordert (*EEG 2012, 2011*). Entsprechend den Ausführungen in Anhang A 1.4.11 werden die EEG-Daten mit der DBFZ-Anlagendatenbank verknüpft, so dass basierend auf der sektoralen Zuordnung in der DBFZ-Anlagendatenbank auch die EEG-Daten den Sektoren zugewiesen werden können. Dies gilt jedoch nur für die Anlagen, die unter Anwendung der in Kapitel 3.2 aufgeführten Methodik eindeutig als Anlage, basierend auf festen Bioenergieträgern identifiziert werden konnten.

Grundlegend sind zwei Vorgehensweisen zur Ermittlung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung für KWK-Anlagen unter Einsatz fester Bioenergieträger möglich. Diese beruhen einerseits auf den Daten der Energiestatistik und andererseits auf der DBFZ-Anlagendatenbank in Kombination mit den EEG-Daten. Indem diese sowohl auf den Sektor Industrie als auch auf den Umwandlungssektor anwendbar sind, werden diese nachstehend, den Abschnitten 4.3.1 bis 4.3.4 vorangestellt.

Im Gegensatz zu EnStat 066k und EnStat 067 kann die in EnStat 070 ausgewiesene Stromerzeugung nicht eindeutig einem Sektor zugewiesen werden. Zu diesem Zweck hat die AGEE-Stat für KWK-Anlagen basierend auf festen Bioenergieträgern einen Verteilungsschlüssel ermittelt, demgemäß ab dem Berichtsjahr 2008 bis 2013 1/3 der Stromerzeugung dem Umwandlungssektor und 2/3 der Stromerzeugung der Industrie zuzuschreiben ist. Zum Abgleich dessen wurde eine Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank vorgenommen. Abweichend vom Ergebnis der AGEE-Stat wurde für den Umwandlungssektor ein Anteil von 60 % und für die Industrie von 40 % ermittelt.

Zur Anwendung der Finnischen Methode ist lediglich die KWK-Stromerzeugung und nicht die gesamte Stromerzeugung von Interesse. Unter Verwendung der in Gleichung (26) und Gleichung (27) aufgeführten Relationen ist die Herleitung der KWK-Stromerzeugung für EnStat 070 in Kombination mit EnStat 066k und EnStat 067 möglich.

$$W_{el,US,EnStat070} = f_{US,EnStat070} * W_{el,EnStat070} * \frac{W_{el,EnStat066k,KWK}}{W_{el,EnStat066k}} \quad (26)$$

$W_{el,US,EnStat070}$	Stromerzeugung im Umwandlungssektor im Berichtskreis der EnStat 070
$f_{US,EnStat070}$	Verteilungsfaktor Stromerzeugung der EnStat 070 im Umwandlungssektor
$W_{el,EnStat070}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070
$W_{el,EnStat066k,KWK}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 066k im gekoppelten Prozess
$W_{el,EnStat066k}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 066k

$$W_{el,IND,EnStat070} = f_{IND,EnStat070} * W_{el,EnStat070} * \frac{W_{el,EnStat067,KWK}}{W_{el,EnStat067}} \quad (27)$$

$W_{el,US,EnStat070}$	Stromerzeugung im Umwandlungssektor im Berichtskreis der EnStat 070
$f_{IND,EnStat070}$	Verteilungsfaktor Stromerzeugung der EnStat 070 in der Industrie
$W_{el,EnStat070}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070
$W_{el,EnStat067,KWK}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 067 im gekoppelten Prozess
$W_{el,EnStat067}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 067

Entsprechend den vorangegangenen Ausführungen enthält die DBFZ-Anlagendatenbank eine anlagenspezifische sektorale Zuordnung. Im Rahmen des EEG-Monitorings wird der Brennstoffeinsatz erhoben. Lücken aus der Betreiberbefragung können unter Verwendung der Angaben zum elektrischen Nutzungsgrad und den Vollbenutzungsstunden mittels Gleichung (28) anlagenspezifisch geschlossen werden.

$$Q_{US,KWK,ANL} = \frac{P_{el,ANL}}{\bar{\eta}_{el}(P_{el,ANL})} * t \quad \text{mit} \quad t(P_{el,ANL}) = \frac{W_{el,ANL}}{P_{el,ANL}} \quad (28)$$

$Q_{US,KWK,ANL}$	Brennstoffeinsatz einer KWK-Anlage des Umwandlungssektors
$P_{el}$	Elektrische Leistung einer Einzelanlage
$\bar{\eta}_{el}(P_{el})$	Elektrischer Nutzungsgrad in Abhängigkeit der elektrischen Leistung einer Einzelanlage
$t_{anl}(P_{el})$	Vollbenutzungsstunden der Anlage in Abhängigkeit der Leistung einer Einzelanlage
$W_{el}$	Stromerzeugung der Anlage einer Einzelanlage

Allgemeinhin verfügbar sind Informationen zum elektrischen Wirkungsgrad. Für die Berechnung des Brennstoffeinsatzes ist jedoch ausschließlich der Nutzungsgrad von Bedeutung. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Betreiberbefragung wurde eine Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank bezüglich des Zusammenhangs zwischen Nutzungsgrad und Wirkungsgrad vorgenommen. Das Auswertungsergebnis ist Abbildung 4-17 zu entnehmen.

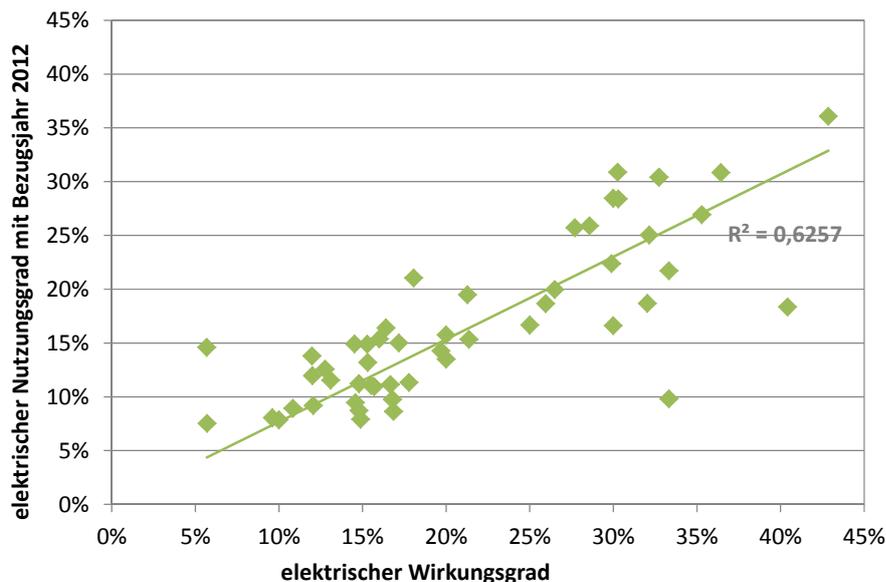


Abbildung 4-17 Elektrischer Nutzungsgrad in Abhängigkeit des elektrischen Wirkungsgrades von KWK-Anlagen basierend auf festen Bioenergieträgern, Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank

Diese Auswertung beruht lediglich auf einer geringen Anzahl an Anlagenbeispielen, deren Aussagekraft noch mit einer höheren Stichprobe zu belegen ist. Grundsätzlich zeigt die Auswertung in Abbildung 4-17, dass der elektrische Nutzungsgrad in etwa 75 % des elektrischen Wirkungsgrades beträgt.

Mit den EEG-Daten sind nahezu lückenlos Informationen zur Stromerzeugung und elektrischen Leistung verfügbar. Somit kann die Feuerungswärmeleistung unter Verwendung des elektrischen Wirkungsgrades gemäß Gleichung (29) für die Einzelanlagen berechnet werden.

$$P_{FWL,ANL} = \frac{W_{el,ANL} * \eta_{el}}{t_{el,ANL}} \quad \text{mit} \quad t_{el,ANL} = \frac{W_{el,ANL}}{P_{el,ANL}} \quad (29)$$

$W_{th}$	Wärmeerzeugung je Anlage
$P_{FWL,ANL}$	Feuerungswärmeleistung einer Einzelanlage
$W_{el,ANL}$	Stromerzeugung einer Einzelanlage
$t_{el,ANL}$	Vollbenutzungsstunden einer Einzelanlage
$\eta_{el}$	Elektrischer Wirkungsgrad
$P_{el,ANL}$	Elektrische Leistung einer Einzelanlage

Wärmerelevante Angaben liegen anlagenspezifisch ausschließlich mit der DBFZ-Anlagendatenbank vor, jedoch nicht für den gesamten Anlagenbestand. Unter Verwendung der in Gleichung (29) berechneten Feuerungswärmeleistung kann unter Anwendung von Gleichung (30) auf die Wärmeerzeugung geschlossen werden.

$$W_{th,ANL} = \frac{P_{FW,ANL}}{\eta_{th}} * t_{th,ANL} \quad \text{mit} \quad t_{th,ANL}(P_{th,ANL}) = \frac{W_{th,ANL}}{P_{th,ANL}} \quad (30)$$

$W_{th,ANL}$	Wärmeerzeugung einer Einzelanlage
$P_{FWL}$	Feuerungswärmeleistung der Einzelanlage
$\eta_{el}$	elektrischer Wirkungsgrad
$t_{th}$	Thermische Vollbenutzungsstunden der Einzelanlage
$t_{th,ANL}(P_{th,ANL})$	Vollbenutzungsstunden der Anlage in Abhängigkeit der Leistung einer Einzelanlage
$P_{th,ANL}$	Thermische Leistung einer Einzelanlage

Weiterführend wird die Wärmeerzeugung berechnet. Dies erfolgt unter Verwendung der in EnStat 066k und EnStat 067 aufgeführten Nutzungsgrade und dem Verhältnis der im gekoppelten und ungekoppelten Prozess erzeugten Wärme.

Alternativ dazu kann der in Kapitel 3.3 dargestellte Ansatz unter Verwendung der Stromkennzahl angewendet werden. Basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank kann für eine Vielzahl der darin enthaltenen Anlagendatensätze die leistungsbezogene Stromkennzahl ermittelt werden. In Abbildung 4-18 ist die leistungsbezogene Stromkennzahl in Abhängigkeit der elektrischen Leistung und der eingesetzten Stromerzeugungstechnologie aufgetragen.

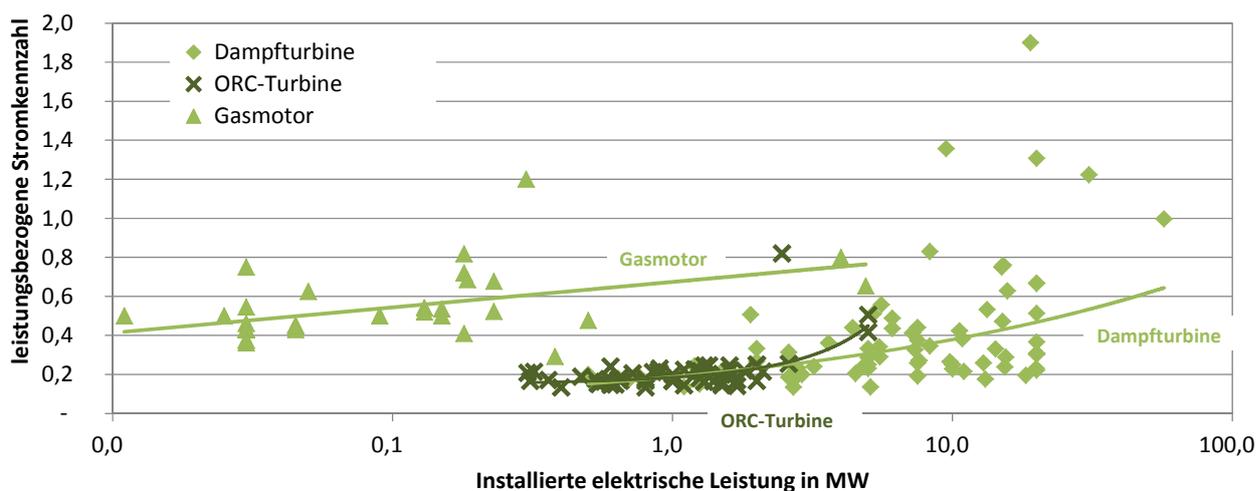


Abbildung 4-18 Leistungsbezogene Stromkennzahl in Abhängigkeit von Leistung und Stromerzeugungstechnologie von KWK-Anlagen basierend auf festen Bioenergieträgern, nach DBFZ-Anlagendatenbank

Prinzipiell zeigt Abbildung 4-18 eine große Bandbreite an leistungsbezogenen Stromkennzahlen. Eine Differenzierung zwischen den Stromerzeugungstechnologien dämmt die Bandbreite nur für die ORC-Turbine merklich ein. Regressionsgeraden zur Berechnung der Stromkennzahl in Abhängigkeit der elektrischen Leistung können zwar ermittelt werden, aufgrund der Bandbreite sind diese jedoch mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Dennoch zeigt Abbildung 4-18 den erheblichen Einfluss der Stromerzeugungstechnologie auf die Stromkennzahl. Informationen hierzu hält einzig die DBFZ-Anlagendatenbank vor, so dass diese Vorgehensweise bevorzugt unter Einbeziehung der DBFZ-Anlagendatenbank anzuwenden ist.

Wärmeerzeugungsanlagen – ZIV-Emissionsdaten und Kkehrbucheherhebung

Die ZIV-Emissionsdaten können zur Abbildung des Anlagenbestandes von Zentralfeuerstätten entsprechend der in Kapitel 3.2 aufgeführten Methodik und den damit verbundenen Rahmenbedingungen verwendet werden. Eine sektorale Zuordnung sieht diese Datenquelle prinzipiell nicht vor. Lediglich für die Brennstoffe 6 / 7 sowie 8 beinhaltet die 1.BImSchV eine Beschränkung der Nutzergruppen. Gemäß § 5 Abs. 3 1.BImSchV ist der Einsatz des Brennstoffes 6 / 7 ausschließlich in Betrieben der Holzbe- und Holzverarbeitung möglich. Abhängig von der Anzahl der Mitarbeiter sind diese Anlagen dann den Sektoren GHD oder Industrie zuzuordnen. Eine Beschränkung auf den GHD-Sektor liegt für den Brennstoff 8 vor, da § 5 Abs. 3 1. BImSchV den Einsatz auf Betrieben der Land- und Forstwirtschaft sowie Gartenbau beschränkt (1.BImSchV, 2010). Diese Reglementierung betreffen lediglich 2 % des Anlagenzubaus im Zeitraum 1995 bis 2011. Somit stehen für den Großteil der Anlagen keine gesetzlichen Anhaltspunkte bezüglich der sektoralen Zuordnung zur Verfügung, so dass bei Verwendung dieser Datenquelle Annahmen zu treffen sind. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des Expertenworkshops zur DBFZ-GHD-Studie ein Meinungsbild bezüglich der sektoralen Zuordnung der Zentralfeuerstätten – in Abhängigkeit von Brennstoffart und Leistungsklasse – erarbeitet. Das Ergebnis ist in Tabelle 4-5 aufgeführt.

Tabelle 4-5 Ergebnis des Expertenworkshops im Rahmen der DBFZ-GHD-Studie zur Einschätzung der sektoralen Zuordnung von Zentralfeuerstätten, nach (DBFZ, 2011b)

Art des Brennstoffes	handbeschickte Anlagen [kW]					mechanisch beschickte Anlagen [kW]				
	15-50	>50-100	>100-150	>150-500	>500	15-50	>50-100	>100-150	>150-500	>500
BS4 Hackschnitzel, Scheitholz	GHD					GHD				
BS 5 Sägemehl, Sägespäne	GHD					GHD				
BS 5a Holzpellets, Holzbriketts							GHD			
BS 6/7 Holzreste	GHD					GHD				
BS 8 Stroh, sonstige NawaRos						GHD				

Aufbauend auf dem Meinungsbild in Tabelle 4-5 sind Abschätzungen zum Anteil der Sektoren in den Brennstoff- und Größenklassen notwendig. Zu diesem Zweck ist eine ergänzende Befragung in der Fortführung der Kkehrbucheherhebung mit Vertretern des Schornsteinfegerhandwerks geplant. Die geplante Befragung soll neben den in den ZIV-Emissionsdaten enthaltenen Anlagengruppen auch Aufschluss über die Sektoren liefern, in denen Zentralfeuerstätten ≤15 kW sowie Einzelraumfeuerstätten verortet sind.

4.3.1 Umwandlungssektor

Feste Bioenergieträger werden im Umwandlungssektor sowohl in KWK-Anlagen als auch in reinen Wärmeerzeugungsanlagen eingesetzt.

## KWK-Anlagen

Den vorangestellten Ausführungen folgend, sind zwei Ansätze zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes und der damit verbundenen Wärmeerzeugung im Umwandlungssektor möglich. Basierend auf der Kombination der Energiestatistiken ist der Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen gemäß Gleichung (31) als Summe aus EnStat 066k und dem den Umwandlungssektor zuzurechnenden Anteil der EnStat 070 zu berechnen.

$$Q_{US,KWK} = Q_{Enstat\ 066k} + f_{US} * \frac{W_{el,EnStat\ 070}}{\bar{\eta}_{EnStat\ 066k}} \quad \text{mit} \quad \bar{\eta}_{EnStat\ 066k} = \frac{W_{el,EnStat\ 066k}}{Q_{EnStat\ 066k}} \quad (31)$$

$Q_{US,KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen des Umwandlungssektors
$Q_{EnStat\ 066k}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k
$f_{US,EnStat070}$	Verteilungsfaktor Stromerzeugung im Umwandlungssektor im Berichtskreis der EnStat 070
$W_{el,EnStat\ 070}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070
$\bar{\eta}_{EnStat\ 066k}$	elektrischer Nutzungsgrad im Berichtskreis der EnStat 066k
$W_{el,EnStat\ 066k}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 066k

Die AGEE-Stat beziffert den Anteil mit 1/3 der in EnStat 070 ausgewiesenen Stromerzeugung, wohingegen die Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank einen Anteil von 60 % ergibt.

Zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes zur Wärmeerzeugung ist die in Kapitel 3.3 dargestellte Finnische Methode anzuwenden. Hierfür wird der KWK-Brennstoffeinsatz benötigt, der in EnStat 066k ausgewiesen wird und unter Berücksichtigung des Verhältnisses in EnStat 066k für den restlichen Anlagenbestand im Umwandlungssektor gemäß Gleichung (32) berechnet werden kann.

$$Q_{US,KWK,KWK} = Q_{EnStat066k,KWK} + \frac{Q_{EnStat\ 066k,KWK}}{Q_{EnStat\ 066k}} * Q_{EnStat\ 070,US} \quad (32)$$

$Q_{US,KWK,KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen des Umwandlungssektors im gekoppelten Prozess
$Q_{EnStat\ 066k,KWK}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k im gekoppelten Prozess
$Q_{EnStat\ 066k}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k
$Q_{EnStat\ 070,US}$	Brennstoffeinsatz im Teil des Umwandlungssektors des Berichtskreises der EnStat 070

Die Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen im Umwandlungssektor ist gemäß Gleichung (33) zu berechnen. Dabei werden für das Teilsegment der EnStat 070 sowohl der Nutzungsgrad als auch die Verteilung zwischen gekoppelter und ungekoppelter Wärmeproduktion aus der EnStat 066k übernommen.

$$W_{th,US,KWK} = W_{th,EnStat\ 066k} + \left( 1 + \frac{W_{th,EnStat\ 066k,nKWK}}{W_{th,EnStat\ 066k,KWK}} \right) * \frac{Q_{EnStat\ 070,US,KWK}}{Q_{EnStat\ 066k,KWK}} \quad (33)$$

$W_{th,US,KWK}$	Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen im Umwandlungssektor
$W_{th,EnStat\ 066k}$	Wärmeerzeugung im Berichtskreis der EnStat 066k
$W_{th,EnStat\ 066k,nKWK}$	Wärmeerzeugung im ungekoppelten Prozess im Berichtskreis der EnStat 066k
$W_{th,EnStat\ 066k,KWK}$	Wärmeerzeugung im gekoppelten Prozess im Berichtskreis der EnStat 066k
$Q_{EnStat\ 070,US,KWK}$	Brennstoffeinsatz im Teil des Umwandlungssektors des Berichtskreises der EnStat 070, für den gekoppelten Prozess
$Q_{EnStat\ 066k,KWK}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k im gekoppelten Prozess

Als alternativer Ansatz wurde diesem Kapitel vorangehend die Ermittlung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank vorgestellt. Der Brennstoffeinsatz im Umwandlungssektor ist demnach unter Anwendung von Gleichung (34) als Summe der anlagenspezifischen Werte zu berechnen.

$$Q_{US,KWK} = \sum \frac{W_{el,ANL}}{\eta_{el}} \quad (34)$$

$Q_{US,KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen im Umwandlungssektor
$W_{el,ANL}$	Stromerzeugung einer Einzelanlage
$\eta_{el}$	Elektrischer Wirkungsgrad

Unter Verwendung von Gleichung (19) wird die Wärmeerzeugung anlagenspezifisch ermittelt und nach Gleichung (35) für den Bestand an KWK-Anlagen des Umwandlungssektors kumuliert.

$$W_{th,US,KWK} = \sum W_{th,KWK,ANL} \quad (35)$$

$W_{th,US,KWK}$	Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen im Umwandlungssektor
$W_{th,KWK,ANL}$	Wärmeerzeugung einer einzelnen KWK-Anlage

### Wärmeerzeugungsanlagen

Entsprechend den Ausführungen zu Abbildung 4-4 wird mit der EnStat 064 nur ein Teil des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung in Wärmeerzeugungsanlagen des Umwandlungssektors erfasst. Nicht erhoben werden einerseits Anlagen mit einer Leistung unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 064, deren Bedeutung gemäß der Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank in Abbildung 4-4 nicht zu unterschätzen ist. Andererseits liegt der Fokus bei der EnStat 064 auf der Einspeisung in große Fernwärmenetze. Somit dürften auch die in lokale Nahwärmenetze einspeisenden Anlagen mit einer gesamt installierten Leistung  $>2 \text{ MW}_{th}$  keine Berücksichtigung in der EnStat 064 finden. Diesen Argumenten folgend, ergibt sich Gleichung (36) zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes in Wärmeerzeugungsanlagen im Umwandlungssektor.

$$Q_{US,WA} = Q_{EnStat\ 064} + Q_{US,WA < EnStat064} \quad (36)$$

$Q_{US,WA}$	Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen des Umwandlungssektors
$Q_{EnStat\ 064}$	Brennstoffeinsatz im Erhebungskreis der EnStat 064
$Q_{US,WA < EnStat064}$	Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen des Umwandlungssektors außerhalb des Berichtskreises der EnStat 064

Die Herausforderung liegt in der Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes in Wärmeerzeugungsanlagen außerhalb der EnStat 064. Sektorspezifische Datenquellen für deren Anteil am Anlagenbestand liegen nicht vor, so dass alternative Datenquellen heranzuziehen sind. Zu nennen sind in diesem Kontext die ZIV-Emissionsdaten, aber auch die Kkehrbucherhebung, die DBFZ-Anlagendatenbank sowie die Heizwerkerhebung. Der Anlagenbestand ist bevorzugt den ZIV-Emissionsdaten zu entnehmen, unter Verwendung der in Kapitel 3.2 aufgeführten Methode zur Ableitung des Bestandes. Diese Datenquelle liefert keine sektorspezifischen Angaben, so dass für die in Tabelle 4-5 aufgeführten Brennstoff- und Größenklassen Verteilungsschlüssel zu ermitteln sind. Hinweise darauf bietet die DBFZ-Anlagendatenbank. Da die DBFZ-Anlagendatenbank weder alle Anlagen dieser Größenklasse erfasst, noch für den erfassten Anlagenbestand eine vollumfängliche sektorale Zuordnung vorliegt, bleibt die Aussagekraft dieser Ergebnisse zu prüfen. Darüber hinaus kann gegebenenfalls zukünftig die Kkehrbucherhebung weiterführende Informationen liefern.

Ausschließlich die Anzahl der Anlagen je Anlagengruppe liefern die ZIV-Emissionsdaten. Für die Erarbeitung einer methodischen Grundlage zur Erfassung der Wärmeerzeugung aus Biomasse sind vertiefende Informationen unabdingbar, beispielsweise zur typischen Leistung einer Leistungsklasse. Aufschluss darüber kann neben der Kkehrbucherhebung auch die DBFZ-Anlagendatenbank geben.

Für die Berechnung des Brennstoffeinsatzes sind zwei Ansätze denkbar – zum einen der spezifische Brennstoffeinsatz und zum anderen die Vollbenutzungsstunden. Daten für den Ansatz über den spezifischen Brennstoffeinsatz je Anlage können beispielsweise die dem Umwandlungssektor zugeordneten, in der DBFZ-Anlagendatenbank geführten Wärmeerzeugungsanlagen liefern. Demnach ergibt sich die Berechnungsvorschrift nach Gleichung (37).

$$Q_{US,WA} = \sum n_{AG,US} * \bar{Q}_{AG} \quad \text{mit} \quad n_{AG,US} = f_{US,AG,WA} * n_{AG} \quad (37)$$

$Q_{US,WA}$	Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen des Umwandlungssektors
$n_{AG,US}$	Anzahl der Anlagen der Anlagengruppe im Umwandlungssektor
$\bar{m}_{AG}$	mittlerer Brennstoffeinsatz der Anlagengruppe bzw. Verbrauchergruppe
$f_{AG,US,WA}$	Anteil der Anlagen einer Anlagengruppe im Umwandlungssektor
$n_{AG}$	Anzahl der Anlagen einer Anlagengruppe

Alternativ ist auch der Ansatz über typische Vollbenutzungsstunden möglich. Literaturangaben zu typischen Vollbenutzungsstunden liegen nur im Rahmen der Auswertung von zwölf Heizwerken in (C.A.R.M.E.N.e.V., 2000) vor. Die Parameter zur Wärmeerzeugung und zur installierten thermischen Leistung sowie die Vollbenutzungsstunden werden auch in der DBFZ-Anlagendatenbank geführt. Hierbei besteht jedoch die Problematik, dass die Angaben in der Regel die gesamte Wärmeerzeugung (Grund- und Spitzenlastkessel) umfassen. Somit würde die Verwendung dieser Angaben zu einer Fehleinschätzung der Vollbenutzungsstunden und somit des biogenen Brennstoffeinsatzes führen. Unabhängig von der Verfügbarkeit der Daten ist der Brennstoffeinsatz unter Verwendung von Vollbenutzungsstunden gemäß Gleichung (38) möglich.

$$Q_{US,WA} = \sum \frac{n_{AG,US} * \bar{P}_{th,AG} * \bar{t}_{AG}}{\eta_{AG}} \quad \text{mit } n_{AG,US} = f_{AG,US,WA} * n_{AG} \quad (38)$$

$Q_{US,WA}$	Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen des Umwandlungssektors
$n_{AG,US}$	Anzahl der Anlagen einer Anlagengruppe im Umwandlungssektor
$\bar{P}_{th,AG}$	Typische thermische Leistung einer Anlagengruppe
$\bar{t}_{AG}$	typische Vollbenutzungsstunden einer Anlagengruppe
$f_{AG,US,WA}$	Anteil der Anlagen einer Anlagengruppe im Umwandlungssektor
$n_{AG}$	Anzahl der Anlagen einer Anlagengruppe

### 4.3.2 Industriesektor

Den Ausführungen in Kapitel 3.2 folgend, ist die Summe des Brennstoffeinsatzes in der Industrie der EnStat 060 zu entnehmen, welche den in EnStat 067 geführten Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen >1 MW<sub>el</sub> beinhaltet. Für die Anwendung der Finnischen Methode ist die Summe des Brennstoffeinsatzes in EnStat 060 auf die KWK-Anlagen und die Wärmeerzeugungsanlagen, entsprechend Gleichung (39), aufzuteilen.

$$Q_{IND} = Q_{IND,WA} + Q_{IND,KWK} \quad (39)$$

$Q_{IND}$	Brennstoffeinsatz in der Industrie
$Q_{IND,WA}$	Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen in der Industrie
$Q_{IND,KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen in der Industrie

#### KWK-Anlagen

In Gleichung (40) ist die Berechnung des Brennstoffeinsatzes unter Verwendung der Energiestatistiken angegeben.

$$Q_{IND,KWK} = Q_{EnStat\ 067} + \frac{f_{IND,EnStat070} * W_{el,EnStat\ 070}}{\bar{\eta}_{EnStat\ 067}} \quad (40)$$

mit  $\bar{\eta}_{EnStat\ 067} = \frac{W_{el,EnStat\ 067}}{Q_{EnStat\ 067}}$

$Q_{IND,KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen in der Industrie
$Q_{EnStat\ 067}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 067
$f_{IND,EnStat\ 070}$	Verteilungsfaktor Stromerzeugung in Industrie im Berichtskreis EnStat 070
$W_{el,EnStat\ 070}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070
$\bar{\eta}_{EnStat\ 067}$	Elektrischer Nutzungsgrad entsprechend dem Berichtskreis der EnStat 067
$W_{el,EnStat\ 067}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 067

Unter Berücksichtigung des Verhältnisses des Brennstoffeinsatzes zur gekoppelten und ungekoppelten Stromproduktion in EnStat 067 kann der KWK-Brennstoffeinsatz für den Anteil der Industrie in EnStat 070 ausgewiesen, gemäß Gleichung (41) werden.

$$Q_{IND,KWK,KWK} = Q_{EnStat067,KWK} + \frac{Q_{EnStat\ 067,KWK}}{Q_{EnStat\ 067}} * Q_{IND,EnStat\ 070} \quad (41)$$

$Q_{IND,KWK,KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen der Industrie im gekoppelten Prozess
$Q_{EnStat\ 067,KWK}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 067 im gekoppelten Prozess
$Q_{EnStat\ 067}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 067
$Q_{IND,EnStat\ 070}$	Brennstoffeinsatz im Teil der Industrie des Berichtskreises der EnStat 070

Unter Anwendung des Nutzungsgrades und der Verteilung der gekoppelten und ungekoppelten Wärmeproduktion in EnStat 067 kann für den industriellen Anteil der EnStat 070 die Wärmeproduktion als Bestandteil der industriellen KWK-Wärmeerzeugung gemäß Gleichung (42) berechnet werden.

$$W_{th,IND,KWK} = W_{th,EnStat\ 067} + \left( 1 + \frac{W_{th,EnStat\ 067,nKWK}}{W_{th,EnStat\ 067,KWK}} \right) * \frac{Q_{EnStat\ 070-IND,KWK}}{Q_{EnStat\ 067,KWK}} \quad (42)$$

$W_{th,IND,KWK}$	Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen in der Industrie
$W_{th,EnStat\ 067}$	Wärmeerzeugung im Berichtskreis der EnStat 067
$W_{th,EnStat\ 067,nKWK}$	Wärmeerzeugung im Berichtskreis der EnStat 067 im ungekoppelten Prozess
$W_{th,EnStat\ 067,KWK}$	Wärmeerzeugung im Berichtskreis der EnStat 067 im gekoppelten Prozess
$Q_{EnStat\ 070-US,KWK}$	Brennstoffeinsatz im Teil der Industrie des Berichtskreises der EnStat 070, für den gekoppelten Prozess
$Q_{EnStat\ 067,KWK}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 067 im gekoppelten Prozess

Alternativ dazu kann der Brennstoffeinsatz auch unter Verwendung der DBFZ-Anlagendatenbank, gemäß Gleichung (43), als Summe den der Industrie zugeordneten Anlagen ermittelt werden.

$$Q_{IND,KWK} = \sum \frac{W_{el,ANL}}{\eta_{el}} \quad (43)$$

$Q_{IND,KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen in der Industrie
$W_{el,ANL}$	Stromerzeugung einer industriellen Einzelanlage
$\eta_{el}$	Elektrischer Wirkungsgrad

### Wärmeerzeugungsanlagen

Eine gesonderte Datenquelle liegt für den Brennstoffeinsatz in industriellen Wärmeerzeugungsanlagen nicht vor, so dass dieser in Anlehnung an Gleichung (39) aus der Differenz des gesamten Brennstoffeinsatzes und dem Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen zu berechnen ist. Angaben zur Wärmeproduktion zur Deckung des Wärmebedarfes am Ort der industriellen Wärmeerzeugungsanlage werden seitens des StBA nicht erfasst. Ursache hierfür ist neben den Vorgaben des Gesetzes über Energiestatistik (Energiestatistikgesetz – EnStatG) die Tatsache, dass in der Regel in den Betrieben keine Wärmemengenzähler für die verschiedenen Energieströme und die häufig unterschiedlichen Temperaturniveaus installiert sind.

Für die Berechnung der Wärmeerzeugung ist der Nutzungsgrad heranzuziehen. In der Literatur sind keine Richtwerte diesbezüglich verfügbar, so dass bei Bedarf gezielte Datenerhebungen durchzuführen sind.

### 4.3.3 GHD-Sektor

Die sektorale Zuordnung in der DBFZ-Anlagendatenbank hat zum Ergebnis, dass mit 1,5 % der installierten elektrischen Leistung in geringem Umfang KWK-Anlagen auch dem GHD-Sektor zugerechnet werden können. In diesem Kontext sind beispielsweise Trocknungsanlagen in der Landwirtschaft zu nennen. Wie zuvor bereits aufgeführt, ist auch diese Angabe mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Für die Ermittlung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung kann der vorangestellte Ansatz basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank angewendet werden. Der Ansatz, welcher auf der Energiestatistik aufbaut, berücksichtigt den GHD-Sektor nicht. Infolge der geringen Bedeutung stellt diese Tatsache jedoch keine nennenswerte Verzerrung dar.

Entgegen den KWK-Anlagen haben Wärmeerzeugungsanlagen im GHD-Sektor eine tragende Rolle. Diesbezüglich liegen die in Tabelle 4-3 benannten Datenquellen zur Verfügung. In Kapitel 4.2.2 werden die Ergebnisse der verschiedenen Datenquellen gegenübergestellt und interpretiert.

Die größte Herausforderung im GHD-Sektor ist dessen Heterogenität. Verlässliche Aussagen für einzelne Betriebe können nur mit einem erheblichen Befragungsaufwand generiert werden. In diesem Kontext bleibt zu prüfen, ob die Erhebungseinheit der ISI-GHD-EE-Studie auszubauen ist. Die Durchführung von Multiplikatoreninterviews zur Erhebung von branchenspezifischen Faktoren im Rahmen der DBFZ-GHD-Studie führte nicht zur Erhöhung der Datenqualität zum Brennstoffeinsatz im GHD-Sektor.

Eine Alternative zu den bestehenden Datenquellen ist die Verwendung der sektorübergreifenden Daten zum Anlagenbestand, basierend auf ZIV-Emissionsdaten sowie der Kkehrbücherhebung. Die Methodik zur Ermittlung des Anlagenbestandes, auf Grundlage von ZIV-Emissionsdaten ist bereits in Kapitel 3.2 aufgezeigt. Ergänzend dazu liefert Kapitel 3.4 zwei Ansätze zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes basierend auf dem Anlagenbestand. Aufbauend darauf kann der Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen des GHD-Sektors gemäß Gleichung (44) unter Verwendung typischer Vollbenutzungsstunden berechnet werden.

$$Q_{GHD,WA} = \sum \frac{n_{AG} * f_{AG,GHD} * P_{th} * t_{AG,GHD}}{\bar{\eta}_{AG,GHD}} \quad (44)$$

$Q_{GHD,WA}$	Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung in Wärmeerzeugungsanlagen im GHD-Sektor
$n_{tAG}$	Anlagenanzahl der Anlagengruppe
$f_{AG,GHD}$	Anteil der Anlagengruppe im GHD-Sektor
$P_{th}$	Mittlere installierte Leistung der Anlagengruppe
$t_{AG,GHD}$	Typische Vollbenutzungsstunden in der Anlagengruppe im GHD-Sektor
$\bar{\eta}_{AG,GHD}$	Typischer Nutzungsgrad der Anlagengruppe im GHD-Sektor

Alternativ hierzu ist in Gleichung (45) der Weg zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes basierend auf dem spezifischen Brennstoffeinsatz aufgeführt.

$$Q_{GHD,WA} = \sum n_{AG} * f_{AG,GHD} * \bar{Q}_{AG,GHD} \quad (45)$$

$Q_{GHD,WA}$	Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung in Wärmeerzeugungsanlagen im GHD-Sektor
$n_{tAG}$	Anlagenanzahl der Anlagengruppe
$f_{AG,GHD}$	Anteil der Anlagengruppe im GHD-Sektor
$\bar{Q}_{AG,GHD}$	Typischer Brennstoffeinsatz einer Anlagengruppe im GHD-Sektor

Zwei Herausforderungen beinhaltet dieser Ansatz. Zum einen die Ermittlung des Anteils der Anlagen je Anlagengruppe im GHD-Sektor und zum anderen Angaben zum Holzeinsatz beziehungsweise den Vollbenutzungsstunden und Nutzungsgraden. Seitens der Anlagengruppen stehen die Zentralfeuerstätten im Vordergrund, aber auch Einzelraumfeuerstätten werden im GHD-Sektor eingesetzt, beispielsweise im Gastgewerbe sowie Werkstattöfen in Betrieben der Holzbe- und Holzverarbeitung. Mit Abbildung 4-18 wird das Ergebnis des Expertenworkshops im Rahmen der DBFZ-GHD-Studie und damit ein Ansatz dargelegt, über Leistungsklassen sowie Brennstoffarten den Anteil am GHD-Sektor zu ermitteln. Grundlegend sind Anlagen unter Einsatz des Brennstoffes 8 infolge der in § 5 Abs. 3 1. BImSchV aufgeführten Rahmenbedingungen dem GHD-Sektor zuzurechnen. Solche Rahmenbedingungen gelten mit § 5 Abs. 2 1. BImSchV auch für die Brennstoffe 6 / 7, jedoch kann es sich hierbei auch um Anlagen handeln, die aufgrund der Mitarbeiteranzahl der Industrie zuzuordnen sind (1. BImSchV, 2010). Für die übrigen, mengenmäßig relevanten Anlagen sind solche Rahmenbedingungen in der 1. BImSchV nicht enthalten. Infolge der Herkunft liegt der Einsatz des Brennstoffes 5 (Sägemehl etc.) in Betrieben der Holzbe- und -verarbeitung und somit dem GHD-Sektor und der Industrie) nahe. Eine Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank über 161 Anlagen mit dem Einsatz von Sägemehl und -späne zeigt, dass diese Branche relevant ist. Allerdings wird dieser Brennstoff auch in Anlagen eingesetzt, die im Contracting betrieben werden und somit dem Umwandlungssektor zuzurechnen sind.

Verwertbare Angaben zu typischen Vollbenutzungsstunden sind lediglich in den Emissionsstudien enthalten. Darüber hinaus beinhaltet (BASLER & HOFMANN, 2012) Angaben zum anlagenspezifischen Holzeinsatz sowie Nutzungsgrad – auch differenziert nach Nutzungsgruppen und Anlagentypen. Diese Werte könnten zunächst als Orientierungswerte dienen.

#### 4.3.4 Private Haushalte

Im Hinblick auf Holzvergaser sind KWK-Anlagen basierend auf festen Bioenergieträgern vereinzelt dem Sektor private Haushalte zuzuordnen. Die Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank zeigt jedoch, dass die Bedeutung bei einem Anteil von 0,04 % der gesamten elektrischen Leistung marginal ist. Besonders im Bereich der Holzvergaser ist die sektorale Zuordnung mit Unsicherheiten behaftet. Die Berücksichtigung der KWK-Anlagen im Sektor Haushalte kann aufgrund der geringen Bedeutung und deren Unsicherheit entfallen. Sollte in den nächsten Jahren die Bedeutung von KWK-Anlagen zunehmen, könnte die Berechnung des Brennstoffeinsatzes nach Gleichung (28) und der Wärmeerzeugung nach Gleichung (30) unter Verwendung der DBFZ-Anlagendatenbank ermittelt werden.

Vorwiegend werden feste Bioenergieträger im Sektor der privaten Haushalte in reinen Wärmeerzeugungsanlagen eingesetzt. Der damit verbundene Brennstoffeinsatz ist Gegenstand der in Tabelle 4-3 benannten Datenquellen, deren Ergebnisse in Abbildung 4-9 gegenübergestellt wurden. Mit der RWI-Haushaltsstudie liegen fundierte Daten zum Brennstoffeinsatz vor, die im Vergleich zu den

Rheinbraun-Daten auch den Brennstoffeinsatz in Zentralfeuerstätten beinhalten. Bereits in Kapitel 4.2.2 wurde die zeitliche Verzögerung der Veröffentlichung der RWI-Haushaltsstudie beanstandet.

Vergleichbar mit dem GHD-Sektor können auch die sektorübergreifenden Daten zum Anlagenbestand, basierend auf den ZIV-Emissionsdaten sowie der Kehrbucherhebung, Anwendung finden. Nachstehend wird die Adaption der in Kapitel 3.4 dargestellten Ansätze zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes unter Verwendung des Anlagenbestandes aufgezeigt. Unter Berücksichtigung typischer Vollbenutzungsstunden ergibt sich der Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen gemäß Gleichung (46).

$$Q_{pHH,WA} = \sum \frac{n_{AG} * f_{AG,pHH} * P_{th} * t_{AG,pHH}}{\bar{\eta}_{AG,pHH}} \quad (46)$$

$Q_{pHH,WA}$	Wärmeerzeugung in Wärmeerzeugungsanlagen in privaten Haushalten
$n_{tAG}$	Anlagenanzahl der Anlagengruppe
$f_{AG,pHH}$	Anteil der Anlagengruppe in privaten Haushalten
$P_{th}$	Mittlere installierte Leistung der Anlagengruppe
$t_{AG,pHH}$	Typische Vollbenutzungsstunden in der Anlagengruppe in privaten Haushalten
$\bar{\eta}_{AG,pHH}$	Typischer Nutzungsgrad der Anlagengruppe in privaten Haushalten

Zudem besteht die Möglichkeit unter Berücksichtigung des spezifischen Brennstoffeinsatzes nach Gleichung (47) den Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen der privaten Haushalte zu berechnen.

$$Q_{pHH,WA} = \sum \frac{n_{AG} * f_{AG,pHH} * P_{th} * t_{AG,pHH}}{\bar{\eta}_{AG,pHH}} \quad (47)$$

$Q_{pHH,WA}$	Wärmeerzeugung in Wärmeerzeugungsanlagen in privaten Haushalten
$n_{tAG}$	Anlagenanzahl der Anlagengruppe
$f_{AG,pHH}$	Anteil der Anlagengruppe in privaten Haushalten
$P_{th}$	Mittlere installierte Leistung der Anlagengruppe
$t_{AG,pHH}$	Typische Vollbenutzungsstunden in der Anlagengruppe in privaten Haushalten
$\bar{\eta}_{AG,pHH}$	Typischer Nutzungsgrad der Anlagengruppe in privaten Haushalten

Die Schwierigkeit liegt in der Quantifizierung des Anlagenbestandes in den privaten Haushalten. Abweichend zum GHD-Sektor ist den Einzelraumfeuerstätten gegenüber den Zentralfeuerstätten die größte Bedeutung zuzuschreiben. Basis für den Anlagenbestand können die Rheinbraun-Daten darstellen. Vertiefende Informationen zur installierten Leistung und zum Brennstoffsortiment liefert hingegen ausschließlich die Kehrbucherhebung. Zum Abschluss dieser Forschungsarbeit lagen keine Ergebnisse zum Anlagenbestand vor, werden jedoch am DBFZ im Rahmen einer Dissertation weiterverfolgt. Vorteil dieser Datenquelle gegenüber den Rheinbraun-Daten sind die über den Bestand hinausführenden Informationen bezüglich Anlagentechnik, Nennwärmeleistung, eingesetztem Brennstoffsortiment und Hinweise auf das Nutzungsverhalten.

Auch Zentralfeuerstätten sind als Anlagengruppe in den Haushalten relevant. Maßgeblich werden Holzpellets und Scheitholz und vereinzelt Hackschnitzel im kleinen Leistungsbereich eingesetzt.

Bezüglich der in den Haushalten überwiegend zum Einsatz kommenden Anlagen der Gruppe 2 und Gruppe 3, liefern die ZIV-Emissionsdaten – gemäß den Ausführungen in Kapitel 3.2 – nur für Gruppe 2 Informationen zum Anlagenbestand. Somit bedarf es auch alternativer Datenquellen zur Erhebung des Bestandes von Zentralfeuerstätten. Unter anderen wurde zu diesem Zweck die Kehrbucherhebung entwickelt. Dabei besteht zusätzlich die Herausforderung der sektoralen Zuordnung des Anlagenbestandes zum Sektor der privaten Haushalte. Naheliegend ist eine analoge Vorgehensweise zum GHD-Sektor. Für die verschiedenen Brennstoffsortimente und Größenklassen können auf Grundlage von Expertenschätzungen Abschätzungen bzgl. des Anteils der in den Haushalten verorteten Anlagen vorgenommen werden. Beschränkungen auf den Haushaltssektor durch die 1. BImSchV auf einzelne Brennstoffsortimente sind nicht gegeben, allerdings ist der Einsatz aufgrund der Handhabbarkeit bzw. Reglementierung der 1. BImSchV für Brennstoffe 5, 6/7 sowie 8 in den Haushalten auszuschließen. Auch Anlagen mit großer Leistung sind aufgrund des begrenzten Wärmebedarfes von Haushalten zu vernachlässigen. Beziehen mehrere Haushalte Wärme von einem Biomassekessel, so sind diese Wärmeerzeugungsanlagen dem Umwandlungssektor zuzurechnen. Eine Möglichkeit der Verifizierung der sektoralen Zuordnung der Zentralfeuerstätten basierend auf festen Bioenergieträgern kann ein Abgleich mit dem Zensus darstellen. Dieser beinhaltet Angaben zur Anzahl der Haushalte, die feste Bioenergieträger in Zentralfeuerstätten einsetzen. Unter Berücksichtigung aller Zentralfeuerstätten, basierend auf den festen Bioenergieträgern (der in Kapitel 3.2 benannten Gruppen 1 bis 3), ist mit dem Zensus die Summe der Zentralfeuerstätten und somit die Summe der Feuerstätten außerhalb der privaten Haushalte bekannt. Vorzunehmen ist dann die Differenzierung zwischen den Anlagengruppen nach Größenklassen und Brennstoffsortimenten. Dies kann mit Gleichung (48) beschrieben werden.

$$n_{WA,pHH} = n_{pHH,fBioE} \sum n_{AG} * f_{AG,pHH} \quad (48)$$

$n_{WA,pHH}$	Anzahl der Wärmeerzeugungsanlagen in privaten Haushalten
$n_{AG}$	Anzahl der Anlagengruppe
$n_{pHH,fBioE}$	Anzahl der privaten Haushalte, die feste Bioenergieträger einsetzen (Zensus)
$f_{AG,pHH}$	Anteil der Anlagengruppe an den Wärmeerzeugungsanlagen der privaten Haushalte

Neben dem Anlagenbestand stellt die Ermittlung des spezifischen Brennstoffeinsatzes bzw. typischer Vollbenutzungsstunden ein weiteres Problemfeld zur Bestimmung des Brennstoffeinsatzes dar. Haushalte zeichnen sich primär durch einen saisonal bedingten Raumwärmebedarf aus, welcher sich in den beiden zu erhebenden Parametern Vollbenutzungsstunden und spezifischer Brennstoffeinsatz widerspiegelt. Darüber hinaus ist insbesondere bei festen Bioenergieträgern zwischen dem Einsatz als Haupt- oder Zusatzheizsystem zu differenzieren. Insbesondere in den privaten Haushalten sind Einzelraumfeuerstätten als Zusatzheizsystem eine maßgebliche Rolle zuzuschreiben.

Literaturwerte bieten auch für den Haushaltssektor nur vereinzelte Hinweise, z.B. (BASLER & HOFMANN, 2012). Ergänzend dazu können der RWI-Haushaltsstudie sowie der UHH-Haushaltsstudie einzelne Richtwerte entnommen werden. Diese Werte könnten zunächst als Orientierungswerte dienen.

## 4.4 Datenlücken / Datenbedarf

Die vorangestellten Ausführungen zu den verfügbaren Datenquellen, der Vergleich der Ergebnisse sowie die aufgezeigte Methodik lässt die bestehenden Datenlücken sichtbar werden. Zurückzuführen ist dies auf Datenquellen, die aufgrund der zugrundeliegenden Abschneidegrenzen für die Abbildung des Brennstoffeinsatzes nicht ausreicht (Umwandlungssektor) oder Datenquellen, die die Lücken der amtliche Statistiken schließen sollen, entsprechend der vorangestellten Analyse jedoch den Anforderungen der Berichtspflichten nicht genügen. Die aufgezeigten Methoden zur Ermittlung des Brennstoffeinsatzes bedürfen jedoch weiterführender Datenerhebungen, die im Wesentlichen folgendermaßen zusammengefasst werden können:

- Ermittlung des Anlagenbestandes an Einzelraum- und Zentralfeuerstätten mit sektoralem Bezug
- Ermittlung des Nutzungsverhaltens in Abhängigkeit von Nutzungsgruppen (z.B. Sektoren) als auch Anlagengruppen (Brennstoff- und Größenklassen) in Form von typischen Vollbenutzungsstunden beziehungsweise des typischen Brennstoffeinsatzes sowie des Nutzungsgrades

Bezüglich des Anlagenbestandes stellen vor allem Zentralfeuerstätten infolge der Reglementierung der 1. BImSchV der Gruppe 2 und Gruppe 3 die größte Herausforderung dar. Eine seitens des DBFZ anvisierte Möglichkeit diese Datenlücke zu schließen, stellt die in Zusammenarbeit mit dem Schornsteinfegerhandwerk entwickelte Datenerhebung in Form der Kehrbucherhebung dar. Neben dem Anlagenbestand werden auch Daten zu Nennwärmeleistung und zur Nutzungshäufigkeit erhoben, woraus Informationen zum Nutzungsverhalten abgeleitet werden können. Eine geeignete Methodik zur Hochrechnung der Stichprobenergebnisse aus der Kehrbucherhebung auf den Gesamt-Anlagenbestandes wird im Rahmen einer laufenden Dissertation am DBFZ entwickelt.

Befragungen einzelner Verbrauchergruppen, vorgenommen in der RWI-Haushaltsstudie und ISI-GHD-Studie etc., zeigen einen erheblichen Aufwand bei der Generierung repräsentativer Angaben. Doch trotz einer Erhebungseinheit von 10.000 Haushalten zeigen die Ergebnisse der RWI-Haushaltsstudie je nach Brennstoffsortiment erhebliche Unsicherheiten. Somit besteht an dieser Stelle ein Optimierungsbedarf zwischen Aufwand und Qualität der zu ermittelten Daten.

## 5 Flüssige Bioenergieträger

In der Energiestatistik werden neben Pflanzenölen und Bioheizölen bis zu den in Kapitel 2.1 aufgeführten Berichtsjahren Schwarzlauge, Sulfitablauge sowie Bleicherde gezählt. Dies ist bei der Bildung von Zeitreihen zu berücksichtigen.

### 5.1 Bewertung der Datenquellen

Die für flüssige Bioenergieträger relevanten Datenquellen sind in Tabelle 5-1 zusammengefasst.

Tabelle 5-1 Übersicht zu den Datenquellen für flüssige Bioenergieträger

Daten- quelle	Art der Quelle	Betrachtete Sektoren					Beinhaltete Daten				Datenver- fügbarkeit
		ksZ	US	pHH	GHD	IND	Q	W <sub>el</sub>	W <sub>th</sub>	n	
EnStat 060	1	-	-	-	-	X	X	X	-	-	12 Monate
EnStat 064	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	12 Monate
EnStat 066k	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	3 Monate
EnStat 067	1	-	-	-	-	X	X	X	X	X	9 Monate
EnStat 070	1	X	-	-	-	-	-	X	-	X	9 Monate
EnStat 073	1	X	-	-	-	-	X	-	-	X	9 Monate
Mineralölstatistik	1	X	-	-	-	-	X	-	-	-	3 Monate
EEG-Daten	2	X	-	-	-	-	-	X	-	X	12 Monate
BLE-Daten	2	X	-	-	-	-	X	-	-	X	auf Anfrage
EEG-Monitoring	3	X	-	-	-	-	X	X	X	X	6 Monate

Infolge der Vorgaben aus der Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (BioSt-NachV) stünde die Menge des zertifizierten Brennstoffeinsatzes in KWK-Anlagen durch die BLE-Daten zur Verfügung. Diese Daten lagen dem DBFZ zum Zeitpunkt der Datenanalyse nicht vor, so dass diese keine Anwendung in den weiterführenden Ausführungen finden. Zudem ist diese Datenquelle nicht für eine sektorale Aufteilung geeignet. Ein Teil des Brennstoffeinsatzes ist in den Energiestatistiken ausgewiesen, allerdings ohne den Brennstoffeinsatz der sonstigen Einspeiser (EnStat 070). Prinzipiell bildet die Kombination der Energiestatistiken jedoch die gesamte Stromerzeugung aus flüssigen Bioenergieträgern ab. Ein Abgleich der Stromerzeugung mit den EEG-Daten gestaltet sich als schwierig. Anhand der in Kapitel 3.3 aufgeführten Methode zur Entschlüsselung der EEG-Daten ist eine eindeutige Zuordnung zu den flüssigen Bioenergieträgern nicht möglich, weil Boni-Kombinationen auch bei Anlagen, die sowohl feste als auch gasförmige Bioenergieträger einsetzen, möglich sind. Ein Abgleich mit der DBFZ-Anlagendatenbank und gegebenenfalls mit den BLE-Daten ist geplant. Das Segment der pflanzenölbasierten KWK-Anlagen ist, trotz des Ausschlusses der flüssigen Bioenergieträger im novellierten EEG 2012, bis 2015 Bestandteil des EEG-Monitorings. Das EEG-Monitoring umfasst die für dieses Vorhaben relevanten Angaben zum Brennstoffeinsatz und zur Wärmeerzeugung (sowie zur Stromerzeugung). Infolge der negativen Marktentwicklung – zurückzuführen auf die extremen Preisanstiege – besteht eine nur geringe Bereitschaft der Betreiber, an der Befragung teilzunehmen (DBFZ et al., 2012).

Neben dem Einsatz in KWK-Anlagen ist die Nutzung flüssiger Bioenergieträger auch in reinen Wärmeerzeugungsanlagen möglich. Auf dem Markt sind Anlagen verfügbar, die reine Bioheizöle (FAME) bzw. Rapsöle einsetzen können. Darüber hinaus gibt es Heizölprodukte, welche über einen Anteil von 5 % bis 15 % Bioheizöl verfügen, die in einer Vielzahl von Ölfeuerungen eingesetzt werden können. Angeboten werden beigemischte Produkte beispielsweise von Shell (Thermoplus Bio 10), BayWa (Eco5) oder der Friedrich Scharr KG (Brennstoffspiegel, 2011). Grundlegend steht mit der Amtlichen Mineralölstatistik eine gesetzlich verankerte Statistik mit der Position Bioheizöl zur Verfügung. Entsprechend der Ausführungen im Anhang A 1.3.3 wird in dieser Statistik kein Brennstoffeinsatz ausgewiesen, da infolge der geringen, gemeldeten Mengen keine Ergebnisse vorgelegt werden konnten (BAFA, 2012). Ergänzend dazu wurden im Rahmen dieses Vorhabens die bioheizölvertreibenden

Unternehmen BayWa, Shell und Scharr kontaktiert. Ergebnisse zum Absatz konnten jedoch nicht generiert werden. Hinweise auf den Einsatz von Bioheizöl liefert beispielsweise der Erfahrungsbericht zum Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG). Nach EWärmeG besteht die Möglichkeit die Nutzungspflicht im Gebäudebestand durch 10 % beigemischt Bioheizöl zu erfüllen. Mit Stand November 2010 waren bereits 55 Nachweise (ca. 3 %) zur Nutzungspflichterfüllung eingegangen (UM BW, 2011a). Belastbares Datenmaterial zum Einsatz von flüssigen Bioenergieträgern zur reinen Wärmeerzeugung – mit Ausnahme der Heizwerke der allgemeinen Versorgung (EnStat 064)– ist derzeit nicht verfügbar.

## 5.2 Methodischer Ansatz

Abweichend der Argumentation in Kapitel 2.2 wurden Pflanzenöl-BHKWs in der Regel an Wärmesenken installiert. Dies hätte in der Regel jedoch nicht ohne den im EEG gesetzten monetären Anreiz der Vergütung des erzeugten und ins Netz eingespeisten Stroms stattgefunden. Ziel des EEGs ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien im Stromsektor zu erhöhen und somit einen Beitrag der Energieversorgung zu leisten. Demnach wird die Argumentation in Kapitel 2.2 auch auf Pflanzenöl-BHKW übertragen, mit der Folge, dass der Brennstoffeinsatz der KWK-Anlagen entweder der Industrie oder dem Umwandlungssektor zuzurechnen ist. Demnach spielen die beiden Sektoren Haushalte und GHD ausschließlich für den Einsatz in Wärmeerzeugungsanlagen eine Rolle.

### Umwandlungssektor

Flüssige Bioenergieträgern in Heizwerken (EnStat 064) ist mit <1 % des gesamten Brennstoffeinsatzes eine geringe Bedeutung zuzurechnen. Der Umfang des Brennstoffeinsatzes sowie die Wärmeerzeugung sind bekannt und können der Datenquelle entnommen werden. Daten zum Einsatz in Heizwerken der allgemeinen Versorgung unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 064 sind nicht verfügbar. Mit einer relevanten Einsatzmenge ist aufgrund der Unwirtschaftlichkeit nicht zu rechnen.

Der Einsatz von flüssigen Bioenergieträgern in KWK-Anlagen ist von Relevanz und gemäß Gleichung (49) zu ermitteln.

$$Q_{FB,US,KWK} = Q_{EnStat\ 066k} + Q_{EnStat\ 070} \quad (49)$$

$Q_{FB,US,KWK}$	Brennstoffeinsatz von flüssigen Bioenergieträgern in KWK-Anlagen im Umwandlungssektor
$Q_{EnStat\ 066k}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k
$Q_{EnStat\ 070}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 070
$Q_{IND,KWK < EnStat\ 067}$	Brennstoffeinsatz in der Industrie in KWK-Anlagen unterhalb des Berichtskreises der EnStat 067

Unter Anwendung der Finnischen Methode ist der in EnStat 066k ausgewiesener Brennstoffeinsatz auf die Energieprodukte Strom und Wärme aufzuteilen. Die Vorgehensweise zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes im Berichtskreis der EnStat 070 ist in Kapitel 3.2 dargestellt und anzuwenden. Der Berichtskreis der EnStat 070 umfasst ebenso die industriellen KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067. Diese Anlagen werden jedoch dem Sektor Industrie zugerechnet, so dass zur Vermeidung einer Doppelerhebung die Stromerzeugung der EnStat 070 gemäß Gleichung (50) zu korrigieren ist.

$$W_{el,US,Enstat\ 070} = W_{el,EnStat\ 070} - W_{el,IND,KWK<EnStat\ 067} \quad (50)$$

$W_{el,US,Enstat\ 070}$	Stromerzeugung im Umwandlungssektor im Berichtskreis der EnStat 070
$W_{el,EnStat\ 070}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070
$W_{el,IND,KWK<EnStat\ 067}$	Stromerzeugung in industriellen KWK-Anlagen unterhalb des Berichtskreises der EnStat 067

Eine Möglichkeit, den Brennstoffeinsatz sowie Wärmeerzeugung für die Anlagen im Berichtskreis der EnStat 070 zu erheben, ist der in Kapitel 3.3 Ansatz über die Stromkennzahl. Zu dessen Anwendung bedarf es der Kenntnis folgender Kenngrößen:

- $c_{KWK}$  Anteil der gekoppelten an der gesamten Stromerzeugung
- $\bar{P}_{el}$  mittlere elektrische Leistung des Anlagenbestandes
- $\eta_{el}(P_{el})$  Formel zur Ermittlung des elektrischen Nutzungsgrades in Abhängigkeit der elektrischen Leistung
- $\sigma(P_{el})$  Formel zur Ermittlung der Stromkennzahl in Abhängigkeit der elektrischen Leistung

Der Anteil der gekoppelten an der gesamten Stromerzeugung kann mit Hilfe der EEG-Daten berechnet werden. Abschließend liegt kein Wert vor, da die Pflanzenöl-BHKWs in den EEG-Daten im Projektzeitraum nicht abschließend identifiziert werden konnten (vergleiche Kapitel 6.3). Anhand der EnStat 066k ist aber von einem sehr hohen Anteil (ca. 90 %) auszugehen. Aufgrund der für dieses Segment derzeit nicht zur Verfügung stehenden EEG-Daten wird der im EEG-Monitoring aufgeführte Wert übernommen.

Zur Ermittlung des elektrischen Nutzungsgrades sowie der Stromkennzahl werden anlagenspezifische Herstellerangaben recherchiert. Problematisch hierbei ist die Tatsache, dass zwar überwiegend aktuelle Kenndaten zur Verfügung stehen (Stand 2011), der Großteil der Anlagen jedoch bis 2007 zugebaut wurde. Eine Verwendung dieser Daten kann daher unter Annahme eines technischen Fortschrittes nicht nur zur Unterschätzung des elektrischen Wirkungsgrades, sondern folglich auch zur Unterschätzung der Stromkennzahl führen. Die Anlagenbetreiberbefragung im Rahmen des EEG-Monitoring lässt für die Berichtsjahre 2008 und 2009 Auswertungen bezüglich der Stromkennzahl zu, vergleiche Abbildung 5-1.

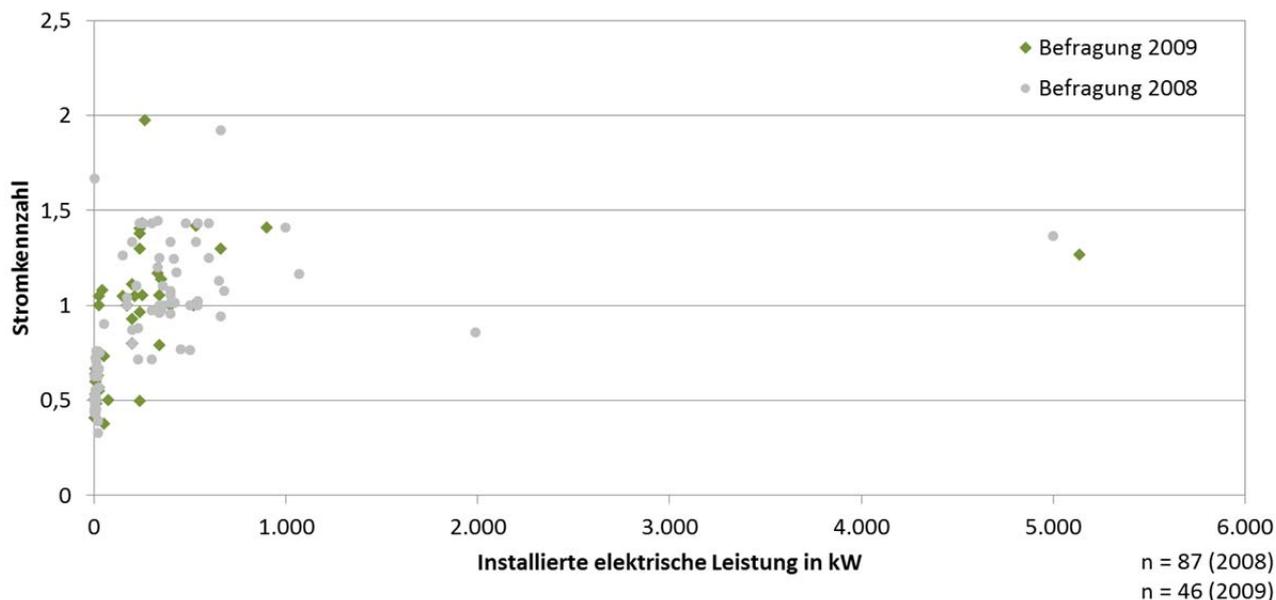


Abbildung 5-1 Stromkennzahl in Abhängigkeit der elektrischen Leistung von Pflanzenöl-BHKWs, basierend auf den Betreiberbefragungen für 2008 und 2009 im Rahmen des EEG-MON

Mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,5 kann der Zusammenhang zwischen installierter elektrischer Leistung und der Stromkennzahl in Form einer logarithmischen Funktion beschrieben werden. Zur Herleitung der Stromkennzahl sowie der elektrischen Nutzungs- bzw. Wirkungsgrade ist die Anzahl der Herstellerangaben zu gering, so dass als Datengrundlage die mit dem EEG-Monitoring verbundene Betreiberbefragung verwendet wurde. Jedoch lieferte lediglich die Betreiberbefragung für das Berichtsjahr 2008 verlässliche Angaben zu den elektrischen sowie thermischen Wirkungsgraden. Der Median beträgt  $\eta_{el} = 40\%$  und  $\eta_{th} = 45\%$ . Mit der Trendwende in 2008 – Außerbetriebnahmen anstelle von Inbetriebnahmen – haben mögliche technische Fortschritte nur dann Auswirkungen auf den Anlagenbestand, wenn bei den bestehenden Anlagen Effizienzmaßnahmen vorgenommen werden. Solchen Investitionsvorhaben wird eine geringe Bedeutung zugesprochen, so dass die recherchierten Wirkungsgrade auch für die folgenden Berichtsjahre übernommen werden können.

Basierend darauf kann unter Anwendung der in Kapitel 3.3 dargestellten Methode in Kombination mit der EnStat 070 sowohl die KWK-Wärmeerzeugung als auch der KWK-Brennstoffeinsatz ermittelt werden, dessen Aufteilung nach der Finnischen Methode notwendig ist. Im Berichtskreis der EnStat 066k wird der Großteil (95 % bis 100 %) der erzeugten Wärme im gekoppelten Prozess erzeugt.

## Industrie

Die Summe des Brennstoffeinsatzes in der Industrie weist die EnStat 060 aus, allerdings ohne eine Differenzierung zwischen den Technologien. Der Brennstoffeinsatz in der Industrie betrug in 2008 das 2,3-fache gegenüber 2009. Zurückzuführen ist dies möglicherweise auf die Änderung in der Verbuchung der Schwarzlauge (vergleiche Kapitel 2.1). Der Anteil des Brennstoffeinsatzes in KWK-Anlagen  $>1\text{ MW}_{el}$  hat von 86 % in 2008 auf 41 % in 2010 ebenso deutlich abgenommen. Die Differenz des Brennstoffeinsatzes zwischen EnStat 060 und EnStat 067 kann sowohl für den Brennstoffeinsatz in industriellen Heizwerken als auch in KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067 stehen. Basierend auf den verfügbaren Datenquellen kann vereinfachend angenommen werden, dass es sich hierbei vorzugsweise um industrielle KWK-Anlagen handelt. Würde ein mengenmäßig relevanter

Brennstoffeinsatz in der Industrie stattfinden, müssten diese Mengen in der Mineralölstatistik verbucht werden. Dies ist bis dato nicht der Fall. In der Regel ist aus wirtschaftlich rationalen Gründen der Einsatz von Bioheizöl nicht wirtschaftlich.

Mangels qualitativer Datenquellen wird den Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067 vergleichbare Betriebsweisen und somit Nutzungsgrade sowie Anteile der gekoppelten sowie ungekoppelten Produktion unterstellt. Diese Angaben finden Anwendung bei der Berechnung der Wärme- und Stromerzeugung sowie der Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die beiden Energieprodukte. Da die zu berechnende, gekoppelte sowie ungekoppelte Stromerzeugung dieses Anlagenparks in der EnStat 070 verbucht wird, ist zur Vermeidung der Doppelerfassung diese Menge gemäß Gleichung (50) abzuziehen.

### GHD

Der vorangestellten Argumentation folgend ist lediglich der Einsatz von flüssigen Bioenergieträgern zur reinen Wärmeerzeugung den Betrieben des GHD-Sektors zuzuschreiben. Eine valide Datenbasis zum Bioheizöl ist weder in Summe noch für die einzelnen Sektoren verfügbar, so dass hierzu keine Aussagen getroffen werden können.

### Haushalte

Wie beim GHD-Sektor steht auch für die Haushalte keine valide Datenbasis zur Verfügung.

## 5.3 Datenlücken / Datenbedarf

Die vorangegangenen Ausführungen haben erhebliche Datenlücken hinsichtlich der gekoppelten sowie ungekoppelten Wärmeerzeugung, basierend auf flüssigen Bioenergieträgern, aufgedeckt. Eine besondere Herausforderung liegt in der Tatsache, dass seit 2008 eine erhebliche – jedoch nur schwer zu quantifizierende – Anzahl an KWK-Anlagen, auf Basis von flüssigen Bioenergieträgern, außer Betrieb genommen wurden, beziehungsweise auf einen anderen Energieträger umgerüstet wurden. Kenntnis über Außerbetriebnahmen könnten die EEG-Daten liefern, hierbei besteht jedoch die in Kapitel 3.2 aufgezeigte Schwierigkeit diese Anlagen zu identifizieren. Die Thematik des abnehmenden Anlagenbestandes wird im Rahmen des EEG-Monitorings aufgegriffen. Betreiber von außer Betrieb genommenen Anlagen sind hingegen nur vereinzelt bereit an der Betreiberbefragung teilzunehmen und entsprechende Aussagen zu leisten.

Die energetische Verwertung flüssiger Bioenergieträger geht hingegen über den Einsatz in KWK-Anlagen hinaus, nicht zuletzt durch das EWärmeG in Baden-Württemberg, welches den Einsatz flüssiger Bioenergieträger (auch als Beimischprodukt) als Option zur Nutzungspflicht anerkennt. Mit der amtlichen Mineralölstatistik gibt es eine gesetzlich verankerte Datengrundlage. Derzeit liefert diese Datenquelle – trotz einer zusätzlichen Befragung durch die BAFA – keine Werte für den geringen, jedoch vorhandenen Brennstoffeinsatz zur reinen Wärmeerzeugung.

## 6 Gasförmige Bioenergieträger – Biogas und Biomethan

Der wesentliche Unterschied zwischen Biogas und Biomethan liegt in der Zusammensetzung – vergleiche Ausführungen in Kapitel 2.1. Abweichende Eigenschaften von Biogas und Biomethan

bewirken unterschiedliche Einsatzgebiete beider Bioenergieträger. Da einige Datenquellen die Bioenergieträger gemeinsam ausweisen, erfolgt in diesem Kapitel eine gemeinsame Darstellung.

## 6.1 Bewertung der Datenquellen

Für dieses Vorhaben sind die in Tabelle 6-1 aufgeführten Quellen von Bedeutung. Grundsätzlich ist zu bedenken, dass das Biomethan in den EnStat 060, EnStat 064, EnStat 066k und EnStat 067 unter dem Bioenergieträger Biogas subsumiert wird.

Tabelle 6-1 Übersicht der Datenquellen zu Biogas

Daten- quelle	Art der Quelle	Betrachtete Sektoren					Beinhaltete Daten				Datenver- fügbarkeit	
		ksZ	US	pHH	GHD	IND	Q	W <sub>el</sub>	W <sub>th</sub>	n		
EnStat 060	1	-	-	-	-	X	X	X	-	-	12 Monate	GM
EnStat 064	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	12 Monate	GM
EnStat 066k	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	3 Monate	GM
EnStat 067	1	-	-	-	-	X	X	X	X	X	9 Monate	GM
EnStat 070	1	X	-	-	-	-	-	X	-	X	9 Monate	GM
EnStat 082	1	X	-	-	-	-	X	-	-	-	12 Monate	BM
Abfallstatistik	1	X	-	-	-	-	X <sup>1</sup>	-	-	X <sup>1</sup>	18 Monate	BG
Energiesteuerstatistik	1	X	-	-	-	-	X <sup>2</sup>	-	-	-	9 Monate	BM
Biokraftstoffquote	1	X	-	-	-	-	X <sup>2</sup>	-	-	-	6 Monate	BM
EEG-Daten	2	X	-	-	-	-	-	X	-	X	12 Monate	GM
Biogas-Monitoring	2	X	-	-	-	-	X	-	-	-	6 Monate	BM
EEG-Monitoring	3	X	-	-	-	-	X	X	X	X	6 Monate	BG
Biogasregister	3	X	-	-	-	-	-	-	-	-	keine	BM
Biogas-Branchenbarometer	3	X	-	-	-	-	X	-	-	-	6 Monate	BM
BIOMON	4	X	-	-	-	-	X	-	-	-	einmalig	BM

BG – Biogas, BM – Biomethan, GM – Biogas und Biomethan, <sup>1</sup>ausschließlich Biogas aus biogenen Abfall, <sup>2</sup>Kraftstoffsektor

Die Erzeugung von Biogas und Biomethan ist umfassend in den Energiestatistiken abgebildet. Weitere Datenquellen stehen mit den EEG-Daten und dem EEG-Monitoring zur Verfügung. Abweichungen ergeben sich durch die Unsicherheiten bei der Entschlüsselung der EEG-Daten gemäß Kapitel 3.2 sowie bei der Methodik und dem Erhebungskreis (Hochrechnung und ausschließlich EEG-Anlagen bei EEG-Monitoring). Die Stromerzeugung ist für dieses Vorhaben allerdings nicht von Interesse, sondern die Wärmeerzeugung und der hierfür aufgewendete Brennstoffeinsatz. Energiestatistiken weisen ausschließlich den Brennstoffeinsatz für den Umwandlungssektor und die Industrie oberhalb der Abschneidegrenzen der EnStat 066k und EnStat 067 aus. Für die bedeutendsten Gruppe der sonstigen Einspeiser erhebt die Energiestatistik lediglich die Stromerzeugung. Einzig im EEG-Monitoring sind Brennstoffeinsatz sowie Wärmeerzeugung aller Biogasanlagen (im Rahmen des EEGs) beziffert. Diese Angaben werden durch die Hochrechnung der Stromerzeugung generiert, so dass entsprechende

Unsicherheiten vorhanden sind. Auch in der Abfallstatistik wird der Brennstoffeinsatz ausgewiesen, allerdings ausschließlich für die Anlagen, die biogenen Abfall verwerten.

Nach Tabelle 6-1 sind Angaben zur Stromerzeugung in den Datenquellen und für alle Sektoren und Größenklassen verfügbar. Sowohl EEG-Monitoring als auch EEG-Daten und EnStat 070 bilden die Stromerzeugung der sonstigen Einspeiser ab.

## 6.2 Analyse des Zahlenmaterials

Eine Gegenüberstellung der Stromerzeugung – ausgewiesen im EEG-Monitoring und den Energiestatistiken – ist Abbildung 6-1 zu entnehmen.

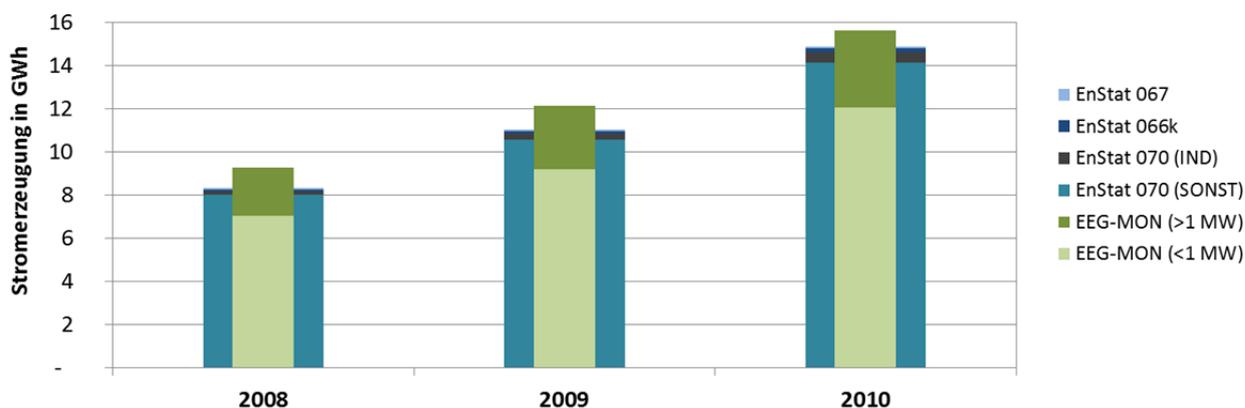


Abbildung 6-1 Stromerzeugung nach Energiestatistik und EEG-Monitoring

Während die in der Energiestatistik ausgewiesene Stromerzeugung einen nicht quantifizierbaren Anteil Biomethan beinhaltet, wird im EEG-Monitoring ausschließlich die Stromerzeugung aus Biogas berücksichtigt. Abweichungen in dem Ergebnis sind zudem auf die Erhebungsmethoden zurückzuführen. Während bei der Energiestatistik die Daten von den Anlagen- bzw. Netzbetreibern übermittelt werden, beruhen die Angaben des EEG-Monitoring auf Berechnungen unter Verwendung der installierten Leistung und Vollbenutzungsstunden. Ein Abgleich zwischen den beiden Größenklassen ober- bzw. unterhalb von 1 MW<sub>el</sub> ist aufgrund der größenklassenüberschreitenden EnStat 070 nicht möglich.

Die Bedeutung der Wärmenutzung von Biogasanlagen hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Zurückzuführen ist dies auch auf steigende Substratkosten, so dass der Wärmeerlös zunehmend ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlagen ist (FNR, 2010). Die Inanspruchnahme des KWK-Bonus wird im Rahmen des EEG-Monitoring erhoben. Der Anteil der Befragungsteilnehmer, die den KWK-Bonus in Anspruch nehmen, ist von 57 % in 2008 auf 81 % in 2011 gestiegen. Eine Steigerung ist auch bei den EEG-Daten (die mit der DBFZ-Anlagendatenbank im Bereich Biogas verknüpft sind) zu erkennen. Demzufolge nahm der Anteil der Stromerzeugung mit KWK-Bonus von 37 % in 2008 auf 45 % in 2010 zu. Zudem zeigt die Befragung im Rahmen des EEG-Monitorings, dass die Wärmeeinspeisung in Wärmenetze zunehmend an Bedeutung gewinnt. Während in 2008 nur 4 % der Befragungsteilnehmer die Netzeinspeisung als Wärmenutzung angaben, betrug der Anteil in 2011 bereits 18 %. Begünstigt wurde diese Entwicklung durch eine Vielzahl an Fördermöglichkeiten zum Ausbau von Nahwärmenetzen, wie beispielsweise durch das Programm Erneuerbare Energien der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), aber auch durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) im Rahmen der integrierten ländlichen Entwicklung, von Sonderkrediten der Landwirtschaftlichen Rentenbank und in Form von Landesförderprogrammen.

Infolge des finanziellen Anreizes durch die EEG-Vergütung bzw. die Direktvermarktung/Flexibilitätsprämie wird der reinen Wärmeerzeugung aus Biogas eine sehr geringe Bedeutung zugesprochen. Ausschließlich die EnStat 064 liefert Angaben zum Einsatz von Biogas zu reinen Heizzwecken. Obwohl der Brennstoffeinsatz zwischen 2002 und 2010 verdreifacht wurde, ist die mengenmäßige Bedeutung mit unter 0,5 % verschwindend gering.

Während an Brennern bzw. Heizkesseln Anpassungen für den Einsatz von Biogas vorzunehmen sind, sind diese bei der Verwendung von Biomethan aufgrund der zu Erdgas äquivalenten Eigenschaften nicht notwendig. Hinweise auf den Einsatz von Biomethan zu reinen Heizzwecken liefert beispielsweise der Erfahrungsbericht des EWärmeG. Bereits 218 Wohneinheiten gaben zum Stand November 2010 die Verwendung von Biomethan zur Erfüllung der Nutzungspflicht an. Entsprechend den Anforderungen des EWärmeG kann es sich hierbei sowohl um die Verwendung von reinem Biomethan als auch um Beimischungen mit einem Anteil von 10 % bzw. 20 % handeln (UM BW, 2011a). Darüber hinaus liefert auch das Branchenbarometer Biomethan der Deutschen Energieagentur (dena) und das Biogas-Monitoring sowie Befragungen im Rahmen des BIOMON-Projektes Hinweise auf die Nutzung von Biomethan zu reinen Heizzwecken. Gemein haben alle Datenquellen, dass nur ein Anteil der Biomethanmengen in den Auswertungen berücksichtigt wird. Das Branchenbarometer weist mit ca. 40 % den höchsten Abdeckungsgrad auf. Während in (dena, 2012a) der Anteil zur Wärmeversorgung mit 23 % beziffert wird, fällt dieser in (dena, 2012b, p. 02) mit einem Anteil von ca. 3 % deutlich geringer aus. Nach (AGEE-Stat, 2012) ist davon auszugehen, dass eine Unterschätzung (dena, 2012b) bzw. Überschätzung (dena, 2012a) des Anteils zur Wärmeerzeugung stattfindet. Der Anteil des Wärmesektors an den gehandelten Biomethanmengen schwankt auch bei den Berichten des Biogas-Monitorings zwischen, 25 % bis 30 % für die Jahre 2008 bis 2010 in (BNetzA, 2011) und ca. 8 % für 2011 in (BNetzA, 2012). Eine valide Datenlage liegt demnach zur Abbildung der Wärmeerzeugung aus Biomethan derzeit nicht vor.

### 6.3 Methodischer Ansatz

Der Brennstoffeinsatz von Biogas ist gemäß der in Kapitel 2.2 geführten Diskussion ausschließlich dem Umwandlungssektor (inklusive landwirtschaftlicher Biogasanlagen) und der Industrie zuzuordnen. Dementsprechend wird auch der Einsatz von Biomethan in KWK-Anlagen diesen beiden Sektoren zugeordnet. Somit spielen die beiden Sektoren Haushalte und GHD ausschließlich für den Einsatz in reinen Wärmeerzeugungsanlagen eine Rolle.

Derzeit besteht keine valide Datenbasis für den Biomethaneinsatz zur Strom- und Wärmeerzeugung, so dass in Anlehnung an (AGEE-Stat, 2012) diese Position mittels der in Gleichung (51) aufgezeigten Differenzbildung zu ermitteln ist.

$$Q_{BM} = Q_{BM,BM-MON} - Q_{KST} - Q_{EnStat\ 082,BV} \quad \text{mit} \quad Q_{KST} = Q_{EnStStat} + Q_{BioKraftQ} \quad (51)$$

$Q_{BM}$	Brennstoffeinsatz von Biomethan zur Strom- und Wärmeerzeugung
$Q_{BM,BM-MON}$	Biomethaneinspeisung nach BM-MON
$Q_{EnStat\ 082,BV}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 082; Position: Bestandsveränderung
$Q_{KST}$	Brennstoffeinsatz im Kraftstoffsektor
$Q_{BioKraftQ}$	Brennstoffeinsatz zur Erfüllung der Biokraftstoffquote
$Q_{EnStStat}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der Energiesteuerstatistik

Aus vielschichtigen Gründen spielt derzeit die Lagerhaltung beim Biomethan eine Rolle. Angaben hierzu stellt die EnStat 082 mit der Position Bestandsveränderung zur Verfügung. Biomethan im Kraftstoffbereich wird entweder im Rahmen der Energiesteuerstatistik oder zur Erfüllung der Biokraftstoffquote verbucht. Infolge des Ausschließlichkeitsprinzips sind beide Statistiken kombinierbar. Die Differenzierung des Brennstoffeinsatzes zur Strom- und Wärmeerzeugung kann nur auf Schätzungen basieren. Zur Verfügung steht neben dem Biogas-Branchenbarometer auch das Biogas-Monitoring, deren Angaben mit Unsicherheiten verbunden sind und erhebliche Schwankungen aufweisen.

### Umwandlungssektor

Der Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen  $>2 \text{ MW}_{\text{th}}$  sind der EnStat 064 zu entnehmen. Angaben für Anlagen unterhalb dieser Abschneidegrenze liegen nicht vor und haben gemäß der vorangegangenen Argumentation eine vernachlässigbare Relevanz.

Der Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen des Umwandlungssektors ist gemäß Gleichung (52) zu ermitteln.

$$Q_{US,KWK} = Q_{EnStat\ 066k} + Q_{EnStat\ 070} \quad (52)$$

$Q_{US,KWK}$	Brennstoffeinsatz n KWK-Anlagen im Umwandlungssektor
$Q_{EnStat\ 066k}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k
$Q_{EnStat\ 070}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 070

Der in EnStat 066k ausgewiesene Brennstoffeinsatz ist unter Verwendung der Finnischen Methode auf die Energieprodukte Strom und Wärme aufzuteilen. Die Vorgehensweise zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes im Berichtskreis der EnStat 070 ist in Kapitel 3.2 dargestellt und dementsprechend anzuwenden. Zusätzlich ist zu beachten, dass die im Berichtskreis der EnStat 070 ausgewiesene Stromerzeugung anteilig die Stromerzeugung aus industriellen KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067 umfasst -Zur Vermeidung einer Doppelerfassung ergibt sich die dem Umwandlungssektor zuzurechnende Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070 gemäß Gleichung (53).

$$W_{el,US,Enstat\ 070} = W_{el,EnStat\ 070} - W_{el,IND,KWK<EnStat\ 067} \quad (53)$$

$W_{el,US,Enstat\ 070}$	Stromerzeugung im Umwandlungssektor im Berichtskreis der EnStat 070
$W_{el,EnStat\ 070}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070
$W_{el,IND,KWK<EnStat\ 067}$	Stromerzeugung in industriellen KWK-Anlagen unterhalb des Berichtskreises der EnStat 067

In Kapitel 3.3 werden unterschiedliche Ansätze zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung, basierend auf der Stromerzeugung, dargelegt. Im Rahmen des EEG-Monitorings werden im Rahmen der Betreiberbefragung typische Nutzungsgrade und Vollbenutzungsstunden ermittelt und unter Verwendung von Gleichung (11) und Gleichung (12) der Brennstoffeinsatz und die Wärmeerzeugung ermittelt. Alternativ hierzu kann – sowohl für EnStat 070 als auch EEG-Monitoring – der in Kapitel 3.3 beschriebene Ansatz über die Stromkennzahl angewendet werden. Hierfür sind folgende Parameter zu ermitteln:

- $c_{KWK}$  Anteil der gekoppelten an der gesamten Stromerzeugung
- $\bar{P}_{el}$  mittlere elektrische Leistung des Anlagenbestandes im Berichtskreis
- $\eta_{el}(P_{el})$  Formel zur Ermittlung des elektrischen Nutzungsgrades in Abhängigkeit der elektrischen Leistung
- $\sigma(P_{el})$  Formel zur Ermittlung der Stromkennzahl in Abhängigkeit der elektrischen Leistung

Für die Ermittlung des Anteils der gekoppelten an der gesamten Stromerzeugung werden die EEG-Daten verwendet. Deren Anteil ist in Abbildung 6-2 für die Jahre 2008 bis 2010, getrennt nach Größenklassen, abgebildet.

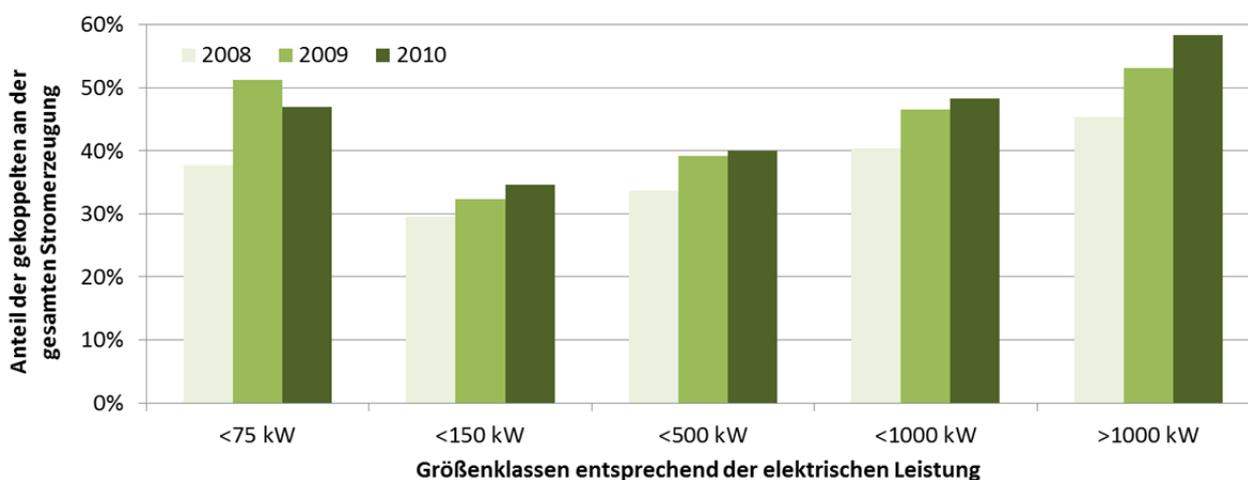


Abbildung 6-2 Anteil der gekoppelten und an der gesamten Stromerzeugung in Abhängigkeit der Leistungsklassen und Berichtsjahr basierend auf den EEG-Daten

Der höchste KWK-Anteil ist bei Anlagen  $>1 \text{ MW}_{el}$  zu verzeichnen. Im Vergleich zu EnStat 067 mit 99 % und EnStat 066k im Bereich von 70 % bzw. 77 % liegen die in Abbildung 6-2 unter Verwendung der EEG-Daten aufgetragenen Werte deutlich darunter. Demzufolge wird die in EnStat 067 und EnStat 066k geführte Stromerzeugung (gekoppelt und ungekoppelt) von den EEG-Daten abgezogen und daraufhin der Anteil der KWK-Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070 bestimmt, siehe Gleichung (54).

$$W_{el,Enstat\ 070,KWK} = \frac{W_{el,EEG,KWK} - W_{el,EnStat067,KWK} - W_{el,EnStat066k,KWK}}{W_{el,EEG} - W_{el,EnStat\ 067} - W_{el,EnStat066k}} * W_{el,Enstat\ 070} \quad (54)$$

$W_{el,Enstat\ 070,KWK}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070, gekoppelter Prozess
$W_{el,EEG,KWK}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EEG-Daten, gekoppelter Prozess
$W_{el,EnStat067,KWK}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat067, gekoppelter Prozess
$W_{el,EnStat066k,KWK}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat066k, gekoppelter Prozess
$W_{el,EEG}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EEG-Daten
$W_{el,EnStat067}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat067
$W_{el,EnStat066k}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat066k
$W_{el,Enstat\ 070}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070

Die Summe der installierten elektrischen Leistung wird in EnStat 070 ausgewiesen, jedoch nicht die Anlagenanzahl. Letztgenannte ergibt sich näherungsweise aus der Differenz des EEG-Monitoring und den in EnStat 066k und EnStat 067 ausgewiesenem Anlagenbestand.

Die Vorgehensweise zur Ermittlung der Stromkennzahl und des elektrischen Nutzungsgrades sind in Kapitel 3.3 dargestellt. Als Datenquelle für die Ableitung der Stromkennzahl und der Nutzungsgrade können Herstellerangaben aber auch die DBFZ-Anlagendatenbank verwendet werden. In Abbildung 6-3 ist die Stromkennzahl in Abhängigkeit der Inbetriebnahme basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank aufgetragen.

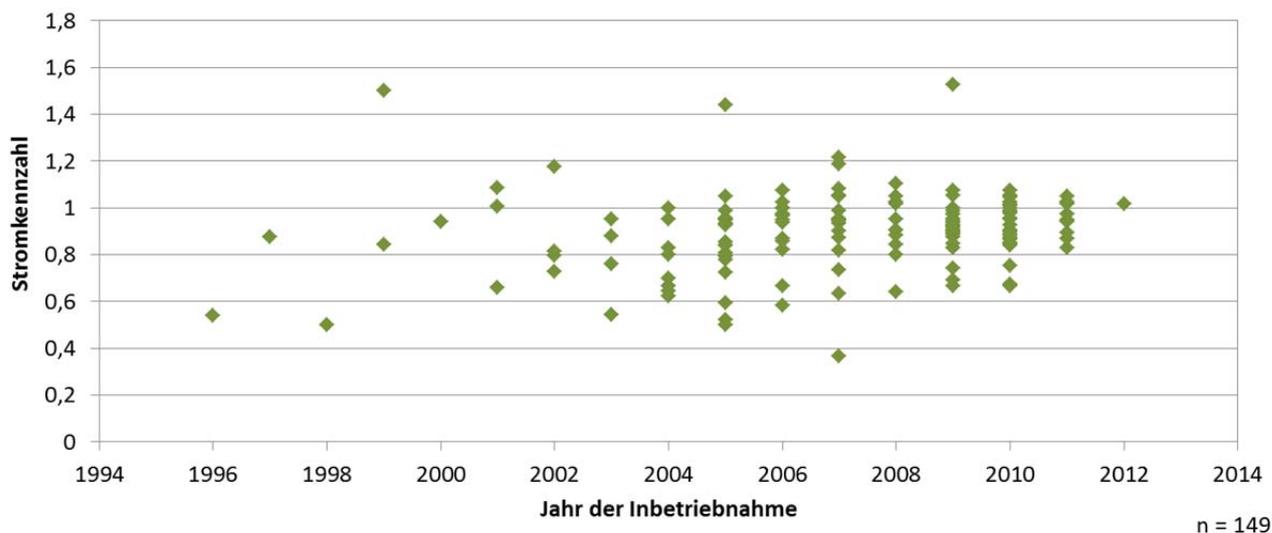


Abbildung 6-3 Stromkennzahl in Abhängigkeit der Inbetriebnahme basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank

Ein Zusammenhang zwischen dem Jahr der Inbetriebnahme ist bei einem Bestimmtheitsmaß von 0,05 nicht zu erkennen. Ein vergleichbares Bild zeigt sich mit Abbildung 6-4 für den elektrischen Wirkungsgrades in Abhängigkeit der Inbetriebnahme. Hier ist ebenfalls kein Zusammenhang erkennbar.

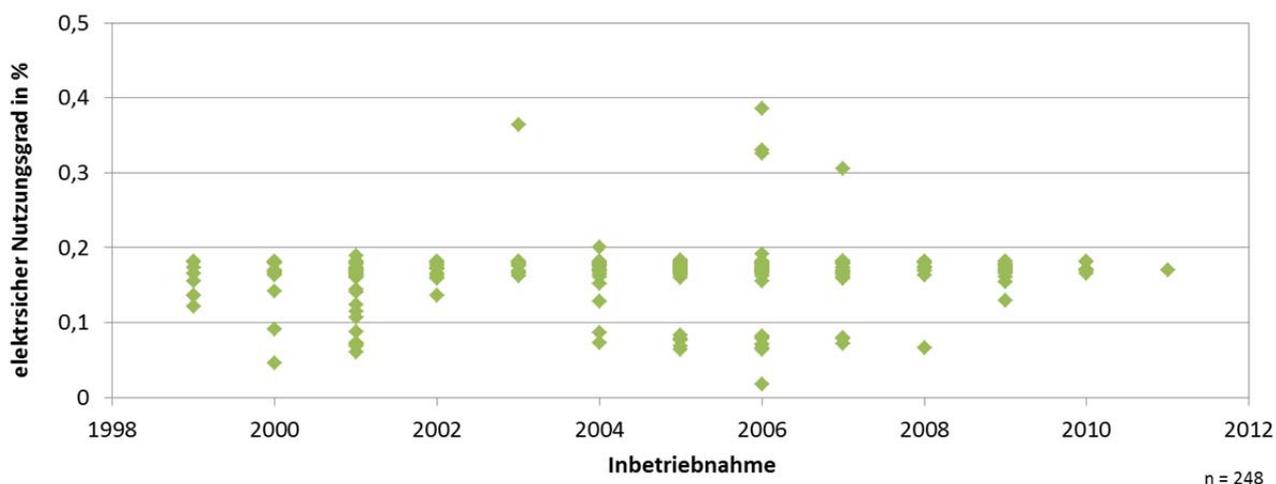


Abbildung 6-4 Elektrische Nutzungsgrade in Abhängigkeit der Inbetriebnahme basierend auf der DBFZ-Anlagendatenbank

Auch in KWK-Anlagen kann Wärme im ungekoppelten Prozess erzeugt werden. Hinweise darauf liefert die EnStat 066k, nach der 10 % bis 20 % der Wärmeproduktion im ungekoppelten Prozess stattfindet. Weder die EEG-Daten noch der EnStat 070 lassen diesbezüglich Rückschlüsse zu.

### Industrie

Der gesamte Brennstoffeinsatz an Biogas in der Industrie wird mit der EnStat 060 erhoben. Ergänzend dazu ist mit der EnStat 067 der Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen  $>1 \text{ MW}_{\text{el}}$  bekannt. Die Differenz beider Statistiken kann sowohl auf den Einsatz in Wärmeerzeugungsanlagen als auch in KWK-Anlagen  $<1 \text{ MW}_{\text{el}}$  zurückgeführt werden. Diesbezüglich wurde eine Auswertung der DBFZ-Anlagendatenbank vorgenommen. Von den 70 eindeutig der Industrie zuordenbaren Anlagen ist die installierte Leistung bei 64 % der Fälle nicht bekannt. Ist die Leistung bekannt, so liegt diese zu 72 % unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067. Die Verteilung der beiden Technologien unterhalb der Abschneidegrenze ist derzeit nicht quantifizierbar, so dass – unter Berücksichtigung der DBFZ-Anlagendatenbank – fortführend vereinfachend angenommen wird, dass die Differenz primär auf KWK-Anlagen zurückzuführen ist. Mit der Annahme, dass KWK-Anlagen ober- sowie unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067 vergleichbare Betriebsweisen sowie Nutzungsgrade aufweisen, erfolgt die Berechnung der Strom- und Wärmeerzeugung. Die somit ermittelte Stromerzeugung ist Teil des Berichtskreises der EnStat 070 und diesem entsprechend gemäß Gleichung (52) dem Umwandlungssektor zur Vermeidung von Doppelzählungen abzuziehen.

### GHD-Sektor

Infolge der sektoralen Zuordnung der biogas- sowie biomethanbasierten KWK-Anlagen gemäß Kapitel 2.2 wird ausschließlich der Einsatz von Biomethan in Wärmeerzeugungsanlagen in Betrieben des GHD-Sektors diesem zugerechnet. Valide Daten zum Brennstoffeinsatz in reinen Wärmeerzeugungsanlagen sind aber nicht verfügbar, so dass keine Aussagen zum Brennstoffeinsatz bzw. der Wärmeerzeugung im GHD-Sektor möglich sind. Hier bedarf es einer verbesserten Datengrundlage.

## Haushalte

Die Ausführungen zum GHD-Sektor gelten analog.

### 6.4 Datenlücken / Datenbedarf

Während die Stromerzeugung mit den Energiestatistiken sowie den EEG-Daten bekannt ist, haben die vorangestellten Ausführungen einen Wissensbedarf bezüglich der Wärmeerzeugung und dem damit korrespondierenden Brennstoffeinsatz aufgezeigt. Die Energiestatistiken EnStat 066k und EnStat 067 weisen beide Größen aus, jedoch nur für einen marginalen Anteil der Stromerzeugung aus Biogas (siehe Abbildung 6-1). Basierend auf den EEG-Daten können Hinweise bezüglich des Anteils der gekoppelten an der gesamten Stromerzeugung gewonnen werden. Im Detail handelt es sich hierbei um den Anteil der mit dem KWK-Bonus vergüteten Stromerzeugung, welche als Untergrenze der KWK-Stromerzeugung angesehen werden kann. Insbesondere im kleinen Leistungsbereich kann der KWK-Anteil über dem in Abbildung 6-2 dargestellten liegen. Grund zur Annahme bietet die Notwendigkeit der Bescheinigung durch einen Umweltgutachter, so dass der Aufwand und der Nutzen gerade bei Anlagen im kleinen Leistungsbereich möglicherweise nicht gegeben sind und somit der KWK-Bonus trotz Wärmeerzeugung und -nutzung nicht in Anspruch genommen wird. Zusätzlich berücksichtigt der in Abbildung 6-2 ausgewiesene KWK-Anteil nicht die gesamte, sondern lediglich die nach Anlage 2 EEG auf der Positivliste gelistete Wärmenutzung. Den Anlagenbestand umfassende und über die Quantifizierung hinausgehende Angaben zur Wärmeerzeugung weist ausschließlich das EEG-Monitoring auf.

Ein weiteres Problemfeld liegt in der Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes von Biomethan. Lediglich mit der in Gleichung (51) beschriebenen Differenzbildung des ins Erdgasnetz eingespeisten Biomethans in Kombination mit der Lagerhaltung und dem Einsatz im Kraftstoffsektor kann der Brennstoffeinsatz zur gekoppelten / ungekoppelten Wärmeerzeugung ermittelt werden. Mit Unsicherheiten ist hingegen die Aufteilung auf die gekoppelte und ungekoppelte Wärmeerzeugung derzeit behaftet, da verfügbare Datenquellen wie das Branchenbarometer nur eine Teilmenge des gehandelten Biomethans erfassen. Somit besteht auch für den vergleichsweise jungen und übersichtlichen Biomethanmarkt hinsichtlich der Wärmeerzeugung eine Wissenslücke.

## 7 Gasförmige Bioenergieträger – Klärgas

Klärschlamm fällt sowohl in der mechanischen als auch in der biologischen Reinigungsstufe in Kläranlagen an, dessen Stabilisierung sowohl aerob als auch anaerob erfolgen kann. Erfolgt die Klärschlammstabilisierung unter Sauerstoffausschluss, entsteht das energiehaltige Klärgas.

### 7.1 Bewertung der Datenquellen

Mit einer gesonderten Erhebung zum Klärgas liefert das Statistische Bundesamt eine sehr gute Datengrundlage bezüglich dessen energetischen Verwertung. Eine Übersicht aller relevanten Datenquellen bietet Tabelle 7-1.

Tabelle 7-1 Übersicht zu den Datenquellen – Klärgas

Daten- quelle	Art der Quelle	Betrachtete Sektoren					Beinhaltete Daten				Datenver- fügbarkeit
		ksZ	US	pHH	GHD	IND	Q	W <sub>el</sub>	W <sub>th</sub>	n	
EnStat 060	1	-	-	-	-	X	X	X	-	-	12 Monate
EnStat 064	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	12 Monate
EnStat 066k	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	3 Monate
EnStat 067	1	-	-	-	-	X	X	X	X	X	9 Monate
EnStat 070	1	X	-	-	-	-	-	X	-	X	9 Monate
EnStat 073	1	X	-	-	-	-	X	-	-	X	9 Monate
Abwasserstatistik	1	X	-	-	-	-	-	-	-	-	21 / 22 Monate
EEG-Daten	2	X	-	-	-	-	-	X	-	X	12 Monate
Kläranlagenbefragung	5	-	-	-	X	-	X	X	X	-	einmalig

Die Gesamtheit des Brennstoffeinsatzes wird in der pünktlich für die Berichtspflichten erscheinenden EnStat 073 veröffentlicht – differenziert in die Vor-Ort-Nutzung sowie Abgabe an verschiedene Akteure (EVU, Sonstige). Zudem wird bei der Vor-Ort-Nutzung zwischen der Stromerzeugung (im gekoppelten und ungekoppelten Prozess) und Heiz- und Antriebszwecke unterschieden. Vertiefende Informationen zur Verteilung der gekoppelten und ungekoppelten Stromerzeugung liefert die deutschlandweite und bisher einmalige Befragung von Kläranlagenbetreibern in (MAJEWSKA, 2012).

Ergänzende Informationen zum Umwandlungssektor und Industrie liefern die übrigen, in Tabelle 7-1 aufgeführten Energiestatistiken. Diese Datenquellen halten neben der Stromerzeugung auch Angaben zum Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung bereit. Die EEG-Daten liefern ausschließlich für die EEG-vergüteten KWK-Anlagen Angaben zur Stromerzeugung, deren Bedeutung aufgrund der etablierten Klärgasnutzung zur Deckung des Energiebedarfs Vor-Ort zu untersuchen ist.

Gemäß Anhang A.1.2.4 enthält die Abwasserstatistik keine Angaben zur Klärgasproduktion beziehungsweise der anaeroben Stabilisierung von Klärschlamm. Somit wären Abschätzungen basierend auf der Abwassermenge notwendig. Dieser Ansatz wird aufgrund der daraus resultierenden Unsicherheiten und der Verfügbarkeit der Klärgassumme aus EnStat 073 nicht verfolgt. Zudem steht die Abwasserstatistik erst nach der Erfüllung der Berichtspflichten zur Verwendung.

## 7.2 Analyse des Zahlenmaterials

Abweichend von den vorangestellten Bioenergieträgern ist mit der EnStat 073 der gesamte Brennstoffeinsatz zur energetischen Nutzung für Klärgas bekannt. Grundlegend konnte im Berichtszeitraum von 2003 bis 2011 ein Ausbau der Klärgasproduktion um 23 % realisiert werden. Differenziert nach der Verwendung Vor-Ort und der Abgabe an Dritte ist in Abbildung 7-2 die Entwicklung der Klärgasverwendung abgebildet.

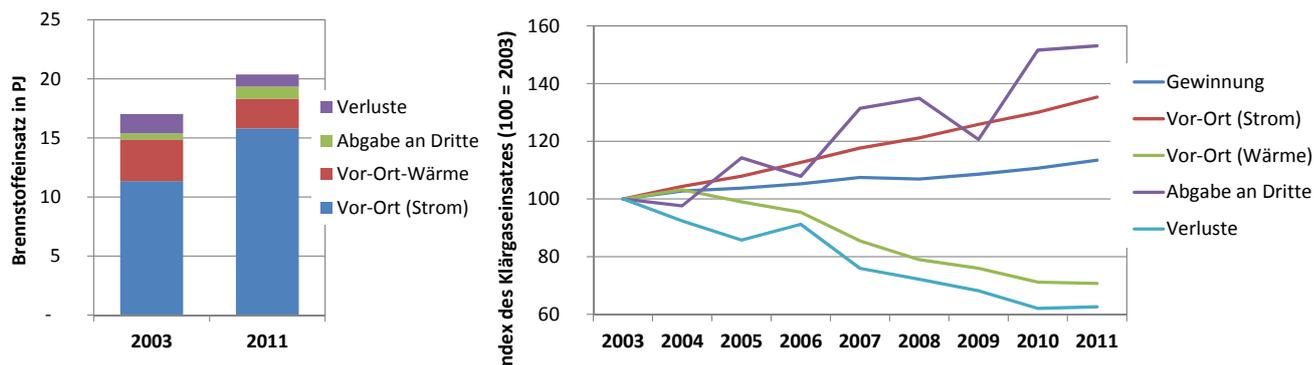


Abbildung 7-1 Art der Verwendung von Klärgas und Entwicklung der Nutzung für den Berichtszeitraum 2003 bis 2011, basierend auf EnStat 073

Gegenüber dem Berichtsjahr 2003 stand in 2011, begründet durch die zunehmende Klärgasgewinnung aber auch der Verminderung von Verlusten, um ca. 40 % mehr Klärgas für energetische Zwecke zur Verfügung. Des Weiteren ist eine Verschiebung des Brennstoffeinsatzes zu verzeichnen. So weist Abbildung 7-2 einen deutlich abnehmenden Trend beim Vor-Ort-Einsatz zur Wärmeerzeugung und eine Steigerung der Vor-Ort-Verwendung zur Stromerzeugung und der Abgabe an Dritte auf. Ergänzend zu Abbildung 7-2 ist der in den Energiestatistiken ausgewiesene Brennstoffeinsatz in Abbildung 7-2 gegenübergestellt.

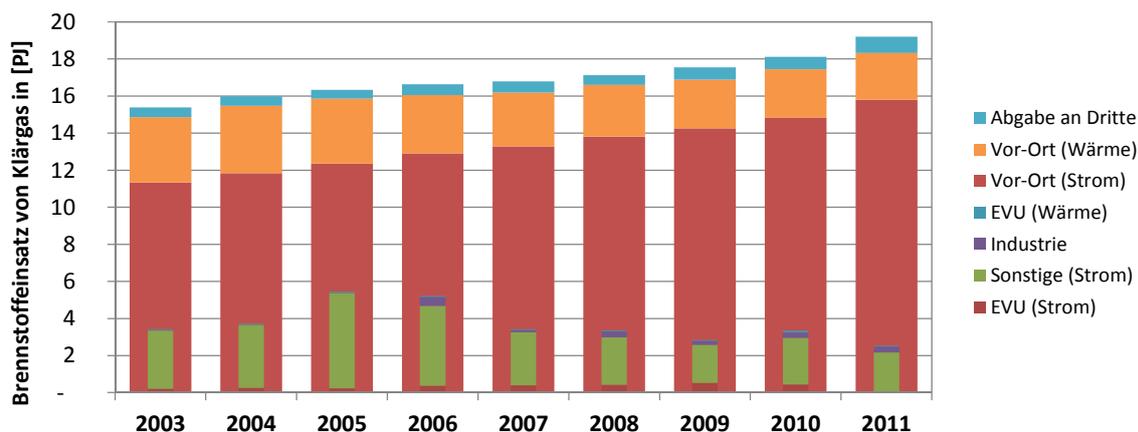


Abbildung 7-2 Gegenüberstellung des Brennstoffeinsatzes gemäß den Energiestatistiken

Während die zur energetischen Nutzung eingesetzte Brennstoffmenge im Berichtszeitraum 2003 bis 2011 in Summe stets zugenommen hat, sind erhebliche Schwankungen in der Nutzung im Umwandlungssektor und der Industrie, aber auch bei der über das EEG vergüteten Menge (entspricht dem Balkenabschnitt Sonstige (Strom)) erkennbar. Grundlegend ist die Differenz zwischen Primär- und Sekundärachse in Abbildung 7-2 auf Anlagen zurückzuführen, die Klärgas zur Deckung des Energiebedarfs Vor-Ort einsetzen. Hierzu zählen nicht die Anlagen, die in der Industrie verortet sind (EnStat 060, EnStat 067), Anlagen, die von EVUs betrieben werden (EnStat 073, Abgabe EVU, EnStat 064, EnStat 066) oder Anlagen, Vor-Ort, deren Strom ins Netz eingespeist wird (EnStat 070). Die Präferenz der Selbstversorgung gegenüber der Einspeisung ins Netz zum Erhalt der EEG-Vergütung wird in (ZSW, 2011c) aufgeführt und in (MAJEWSKA, 2012) bestätigt. Vor-Ort-Erzeugung und Vor-Ort-Verwendung ist dem Wirtschaftszweig der Abwasserentsorgung und somit dem GHD-Sektor zuzurechnen.

Die ins Netz eingespeiste Strommenge ist in der Energiestatistik, aber auch in den EEG-Daten enthalten, die in Abbildung 7-3 für die Jahre 2008 bis 2010 gegenübergestellt werden.

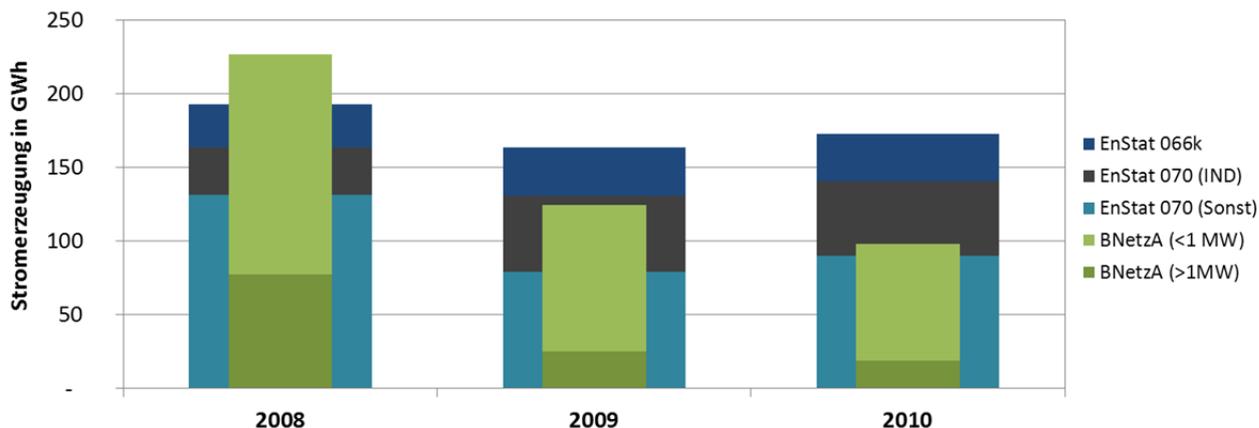


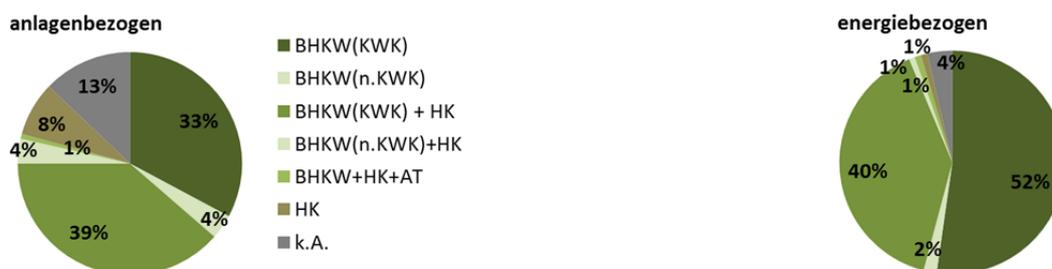
Abbildung 7-3 Abgleich der in Energiestatistik und EEG-Daten aufgeführten Stromerzeugung aus Klärgas für 2008 bis 2010

Die Summe der Energiestatistiken entspricht dem ins Netz eingespeisten Strom, analog den EEG-Daten. Die Differenz beruht darauf, dass bei EEG-Daten ausschließlich die Anlagen berücksichtigt werden, die eine EEG-Vergütung in Anspruch nehmen oder die Direktvermarktung nutzen. Somit ist die Differenz in 2009 und 2010 auf die Nicht-Inanspruchnahme des EEGs zurückzuführen.

Nach Abbildung 7-3 weichen zudem die Stromerzeugung nach Größenklassen zwischen den EEG-Daten und der Energiestatistik stark voneinander ab. Im Wesentlichen können zwei Ursachen hierfür benannt werden:

- Leistungsangabe. Entsprechend Anhang A 1.3.4 sind die Leistungsangaben der EEG-Daten mit Unsicherheiten behaftet. Eine Leistungserweiterung oder -verminderung wird nicht zwingend vom Anlagenbetreiber an die BNetzA gemeldet.
- Vor-Ort-Anlagen. Von den Kläranlagen betriebene BHKWs werden – sofern diese Strom ins Netz einspeisen – unabhängig der Größenklasse in der EnStat 070 aufgeführt. Somit ist keine eindeutige Zuordnung der Stromerzeugung in EnStat 070 zu einer Größenklasse möglich.

Ergänzende Informationen zur EnStat 073 zu den verwendeten Technologien und der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung – liefert (MAJEWSKA, 2012).



BHKW – Blockheizkraftwerk, KWK – Kraft-Wärme-Kopplung, n.KWK – keine Kraft-Wärme-Kopplung, HK – Heizkessel, AT – Antriebstechnik, k.A. – keine Angaben

Abbildung 7-4 Ergebnisse der Technologieauswertung (links: anlagenbezogen, rechts: energiebezogen) nach (Majewska, 2012)

Die Befragungsergebnisse nach Abbildung 7-4 bestätigen den dominierenden Einsatz von Klärgas in BHKWs mit gekoppelter Strom- und Wärmeproduktion. Dass Kläranlagen einen nennenswerten Wärmebedarf aufweisen, verdeutlicht die Tatsache, dass 37 % der Befragungsteilnehmer (mit Angabe zur Technologie) neben dem BHKW einen redundanten Heizkessel betreiben. Angaben der Befragungsteilnehmer lassen keine gesicherten Aussagen zum Anteil der Wärme aus Heizkesseln zu.

### 7.3 Methodischer Ansatz

Grundlegend bilden die in Tabelle 7-1 aufgeführten Datenquellen eine sehr gute Datengrundlage für die Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung. Nachstehend werden die Methoden für die Ermittlung in den drei relevanten Sektoren ausgewiesen. Klärgas wird energetisch sowohl im Umwandlungssektor als auch in der Industrie eingesetzt. Zudem haben die vorangestellten Ausführungen gezeigt, dass in einem nennenswerten Umfang Klärgas in den Kläranlagen zur Eigenversorgung eingesetzt wird. Entsprechend der WZ ist der Betrieb von Kläranlagen dem Abschnitt Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (Abschnitt E) der WZ und somit dem GHD-Sektor zuzuordnen. Grundsätzlich ist auch die Abgabe von Klärgas an Haushalte denkbar – subsumiert mit der Abgabe an die Industrie unter der Position „Abgabe an sonstige Endabnehmer (EnStat 073)“, deren Anteil an der Klärgasgewinnung im Promillebereich liegt und somit vernachlässigbar ist.

#### Umwandlungssektor

Die Summe des im Umwandlungssektor eingesetzten Brennstoffeinsatzes entspricht der in der EnStat 073 aufgeführten Abgabe EVU und dem Vor-Ort genutztem Klärgas zur Produktion von ins Netz eingespeisten Strom (vergleiche Gleichung (55)). Die letztgenannte Position ist der Argumentation in Kapitel 2.2 folgend dem Umwandlungssektor zuzurechnen, da diese Anlagen Strom nicht für den Eigenbedarf produzieren, sondern in das öffentliche Netz einspeisen und somit Aufgaben eines Energieversorgungsunternehmens übernehmen.

$$Q_{US} = Q_{EnStat073,EVU} + Q_{VO,NE} \quad (55)$$

$Q_{US}$	Brennstoffeinsatz im Umwandlungssektor
$Q_{EnStat073,EVU}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 073, Position: Abgabe an EVU
$Q_{VO,NE}$	Brennstoffeinsatz in Vor-Ort-Anlagen, die Strom in das Netz einspeisen

Mit der Position  $Q_{EnStat\ 073,EVU}$  wird gemäß Gleichung (56) der Brennstoffeinsatz der Energiestatistiken EnStat 064 und EnStat 066k und der Brennstoffeinsatz in Anlagen unterhalb deren Abschneidegrenze erfasst.

$$Q_{EnStat073,EVU} = Q_{EnStat064} + Q_{EnStat066k} + Q_{US,<EnStat} \quad (56)$$

$Q_{EnStat073,EVU}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 073, Position: Abgabe an EVU
$Q_{EnStat066k}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k
$Q_{EnStat064}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 064
$Q_{US,<EnStat}$	Brennstoffeinsatz im Umwandlungssektor in Wärmeerzeugungsanlagen und KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 064 und EnStat 066k

Die Technologie ist für die Position  $Q_{US,<EnStat}$  nicht bekannt. Aufschluss darüber gibt auch die Analyse der Zeitreihe von 2003 bis 2011 nicht. Der Anteil der EnStat 064 beträgt zwischen 8 % und 17 %, allerdings ohne erkennbaren Trend. Für  $Q_{US,<EnStat}$  wird das Verhältnisses der EnStat 064 und EnStat 066k des jeweiligen Berichtsjahres unter Verwendung von Gleichung (57) für die Wärmeerzeugungsanlagen und Gleichung (58) für KWK-Anlagen.

$$Q_{US,WA} = Q_{EnStat064} + Q_{US,<EnStat} * \frac{Q_{EnStat064}}{Q_{EnStat064} + Q_{EnStat066k}} \quad (57)$$

$Q_{US,WA}$	Brennstoffeinsatz in Wärmeerzeugungsanlagen im Umwandlungssektor
$Q_{EnStat066k}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k
$Q_{EnStat064}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 064
$Q_{US,<EnStat}$	Brennstoffeinsatz im Umwandlungssektor in Wärmeerzeugungsanlagen und KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der Energiestatistiken

$$Q_{US,KWK} = Q_{EnStat064} + Q_{US,<EnStat} * \frac{Q_{EnStat066k}}{Q_{EnStat064} + Q_{EnStat066k}} \quad (58)$$

$Q_{US,KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen im Umwandlungssektor
$Q_{EnStat066k}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k
$Q_{EnStat064}$	Brennstoffeinsatz Berichtskreis der EnStat 064
$Q_{US,<EnStat}$	Brennstoffeinsatz im Umwandlungssektor in Heizwerken und KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze

Neben der Position  $Q_{US,<EnStat}$  ist die Position  $Q_{VO,NE}$  nicht quantifiziert. Die in das öffentliche Netz eingespeiste Strommenge außerhalb der EnStat 066k und EnStat 067 ist mit der EnStat 070 bekannt. Zur Vermeidung der Doppelerfassung mit der Position  $Q_{US,<EnStat}$  ergibt sich die Position  $Q_{VO,NE}$  gemäß Gleichung (59). Neben der Stromerzeugung liegen für diese Position keine Informationen vor (Brennstoffeinsatz, Wirkungsgrad etc.). Der Brennstoffeinsatz ist zwar aufgrund der Einspeisung ins Öffentliche Netz im Umwandlungssektor zu verbuchen, die Anlagen werden jedoch nicht von klassischen Energieversorgungsunternehmen betrieben, sondern auf den Kläranlagen, die (anteilig) Strom in das öffentliche Netz einspeisen. Demzufolge wird zur Berechnung des Brennstoffeinsatzes der im GHD-Sektor anzusetzende elektrische Wirkungsgrad von 32 % (vgl. Gleichung (59)) übernommen. Eine Differenzierung in die ungekoppelte und gekoppelte Stromerzeugung lassen die zur Verfügung stehenden Daten nicht zu. Entsprechend der in Abbildung 7-4 dargestellten Auswertung der verwendeten Technologien kann von einer ausschließlichen gekoppelten Stromerzeugung ausgegangen werden.

$$Q_{VO,NE,BJ<2012} = Q_{EnStat070} - Q_{EVU<EnStat066k} \quad \text{mit} \quad Q_{EnStat070} = \frac{W_{el,EnStat070} * 3,6}{\eta_{el}} \quad (59)$$

$Q_{VO,NE,BJ<2012}$	Brennstoffeinsatz in Vor-Ort-Anlagen, die Strom in das Netz einspeisen vor dem Berichtsjahr 2012
$Q_{EnStat 070}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 070
$Q_{EVU<EnStat066k}$	Brennstoffeinsatz in Anlagen der EVU unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 066k
$W_{el,EnStat073}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070
$\eta_{el}$	elektrischer Wirkungsgrad

Mit der in Kapitel 3.2 aufgeführten Änderung bezüglich der EnStat 070 ist ab dem Berichtsjahr Gleichung (59) an Gleichung (60) anzupassen.

$$Q_{VO,NE,BJ \geq 2012} = Q_{EnStat\ 070} - (Q_{EnStat\ 066k} + Q_{EnStat\ 067}) - Q_{EVU < EnStat\ 066k} \quad (60)$$

$Q_{VO,NE,BJ \geq 2012}$	Brennstoffeinsatz von Vor-Ort-Anlagen, die Strom in das Netz einspeisen ab dem Berichtsjahr 2012
$Q_{EnStat\ 070}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 070
$Q_{EnStat\ 066k}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k
$Q_{EnStat\ 067}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 067
$Q_{EVU < EnStat\ 066k}$	Brennstoffeinsatz in Anlagen der EVU unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 066k
$W_{el,EnStat\ 073}$	Stromerzeugung im Berichtskreis der EnStat 070
$\eta_{el}$	elektrischer Wirkungsgrad

Der Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen ist unter Anwendung der in Kapitel 3.3 aufgeführten Finnischen Methode auf die Energieprodukte Strom und Wärme aufzuteilen.

Neben dem Brennstoffeinsatz ist auch die Wärmerzeugung von Interesse. Sowohl in EnStat 064 als auch in EnStat 066k sind Angaben verfügbar. Vergleichbare Daten liegen für Anlagen unterhalb der Abschneidegrenzen beider Energiestatistiken nicht vor. Aus diesem Grund werden analog zum Kapitel 3.3 die Annahmen getroffen, dass sowohl ober- als auch unterhalb der Abschneidegrenze Anlagen der Energiestatistik vergleichbare Umwandlungswirkungsgrade und Verteilung zwischen ungekoppelter und gekoppelter Energieerzeugung aufweisen. Diese Annahmen gehen sowohl in die Berechnung der Wärmeerzeugung als auch in die Anwendung der Finnischen Methode ein.

## Industrie

Grundlegend entspricht die Summe des Brennstoffeinsatzes in der Industrie der EnStat 060, wobei keine Differenzierung der Technologien stattfindet. In den Jahren 2008 und 2010 übersteigt der in EnStat 067 den in EnStat 060 ausgewiesenen Brennstoffeinsatz. In 2009 sind die Abweichungen zwischen beiden Statistiken gering.

Infolge dessen entspricht der Brennstoffeinsatz der Industrie dem der EnStat 067. Diese Menge geht über die in der EnStat 073 ausgewiesene Abgabe an sonstige Abnehmer hinaus. Somit ist ein Teil des Vor-Ort verwendeten Klärgases zur Stromerzeugung auch der Industrie zuzuordnen (siehe Gleichung (61)) und folglich von dem Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung im GHD-Sektor abzuziehen.

$$Q_{IND} = Q_{EnStat067} = Q_{EnStat\ 073,AG\ SONST} + Q_{EnStat073,VO,IND} \quad (61)$$

$Q_{IND}$	Brennstoffeinsatz in der Industrie
$Q_{EnStat\ 067}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 067
$Q_{EnStat\ 073,AG\ SONST}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 073: Position: Abgabe an sonstige Endabnehmer
$Q_{EnStat\ 073,VO,IND}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 073; Position: Vor-Ort-Einsatz in Anlagen der Industrie

## GHD-Sektor

Entsprechend der vorangegangenen Ausführungen wird der Vor-Ort zur Strom- und Wärmeerzeugung verwendete Brennstoffeinsatz dem GHD-Sektor zugeschrieben. Dieser wird in der EnStat 073 angegeben, differenziert nach Stromerzeugung (gekoppelt sowie ungekoppelt) und nach Energiewandlung zu Wärme- und Antriebszwecken. Gemäß den in Abbildung 7-4 zusammengefassten Befragungsergebnissen aus (Majewska, 2012) und der Literatur ((Öko-Institut et al., 2010), (IAT et al.) und (IE, 2004)), hat sowohl die ungekoppelte Stromerzeugung als auch die Verwendung zu Antriebszwecken eine vernachlässigbare Relevanz. Der Brennstoffeinsatz zur reinen Wärmeerzeugung entspricht demnach den Angaben der EnStat 073 Vor-Ort zu reinen Heiz- und Antriebszwecken. Diese Position umfasst nach (StBA, 2012c) nicht nur den Brennstoffeinsatz der Anlagen, die ausschließlich einen Heizkessel betreiben, sondern auch dem Brennstoffeinsatz in den redundanten Heizkesseln (vergleiche Abbildung 7-4).

Der Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen im GHD-Sektor ist in EnStat 073 enthalten und um den Anteil zu vermindern, der in Industrie und Umwandlungssektor vorhanden ist. Dieser Anteil berechnet sich aus der Differenz zwischen dem Einsatz in der Industrie (EnStat 060 / EnStat 067), vermindert um die in EnStat 073 aufgeführte Position der Abgabe an Sonstige Unternehmen, siehe Gleichung (62).

$$Q_{GHD,KWK} = Q_{EnStat073,VO,SE} - Q_{EnStat073,VO,IND} - Q_{VO,NE} \quad (62)$$

$Q_{GHD,KWK}$	Brennstoffeinsatz von Klärgas in KWK-Anlagen im GHD-Sektor
$Q_{EnStat073,VO,SE}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 073; Position: Vor-Ort-Einsatz zur Stromerzeugung
$Q_{EnStat073,VO,IND}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis EnStat 073; Position: Vor-Ort-Einsatz in Anlagen der Industrie
$Q_{VO,NE}$	Brennstoffeinsatz von Vor-Ort-Anlagen, die Strom in das Netz einspeisen

Analog den Anlagen im Umwandlungssektor unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 066k ist auch für KWK-Anlagen im GHD-Sektor ausschließlich der Brennstoffeinsatz bekannt. In diesem Fall liegen keine vergleichbaren Daten vor. Im Rahmen der Klärgasbefragung wurden Anlagenbetreiber zum Brennstoffeinsatz und der Strom- und Wärmeerzeugung bei der Vor-Ort-Verwendung des Klärgases befragt. Berücksichtigt werden in Abbildung 7-5 nur die Fälle, in denen ausschließlich BHKWs und keine redundanten Heizkessel betrieben wurden. Aufgetragen sind Strom- und Wärmeerzeugung über den Brennstoffeinsatz, die mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,98 (Strom) und 0,90 (Wärme) einen starken gleichgerichteten Zusammenhang aufweisen.

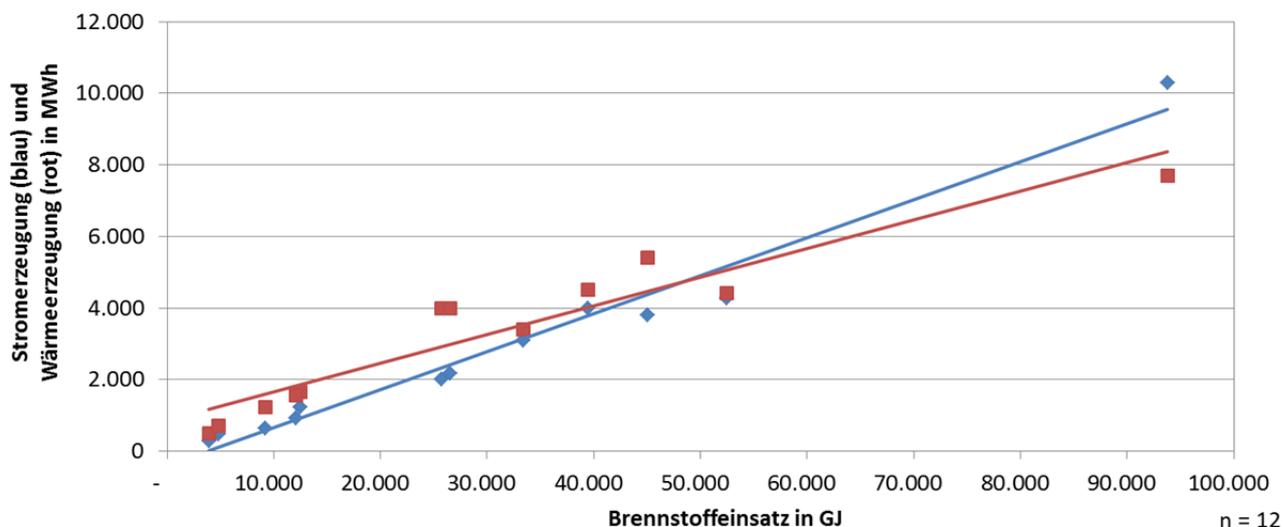


Abbildung 7-5 Zusammenhang zwischen Brennstoffeinsatz und Energieerzeugung nach (Majewska, 2012)

Eine Differenzierung zwischen gekoppelter und ungekoppelter Energieerzeugung und Brennstoffverwendung analog EnStat 066k ist nicht möglich. Entsprechend der EnStat 066k werden mehr als 90 % des Brennstoffes für eine gekoppelte Energieerzeugung eingesetzt.

Unter Verwendung der Ergebnisse aus (Majewska, 2012) werden Stromerzeugung gemäß (63) und Wärmeerzeugung gemäß (64) berechnet.

$$W_{el,GHD,KWK} = Q_{GHD,KWK} * \eta_{el} \quad \text{mit} \quad \eta_{el} = 32 \% \quad (63)$$

$W_{el,GHD,KWK}$  Stromerzeugung in KWK-Anlagen im GHD-Sektor  
 $Q_{GHD,KWK}$  Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen im GHD-Sektor  
 $\eta_{el}$  elektrischer Wirkungsgrad nach (Majewska, 2012)

$$W_{th,GHD,KWK} = Q_{GHD,KWK} * \eta_{th} \quad \text{mit} \quad \eta_{th} = 44 \% \quad (64)$$

$W_{th,GHD,KWK}$  Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen im GHD-Sektor  
 $Q_{GHD,KWK}$  Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen im GHD-Sektor  
 $\eta_{th}$  thermischer Wirkungsgrad nach (Majewska, 2012)

Die berechnete Strom- und Wärmeerzeugung bildet die Grundlage zur Anwendung der Finnischen Methode zur Aufteilung des Brennstoffeinsatzes.

Diese Brennstoffnutzung findet auch in Heizwerken im GHD-Sektor statt, welche in der EnStat 073 quantifiziert wird. Im Rahmen der Klärgasbefragung haben ausschließlich fünf Anlagen Daten zum Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung geliefert. Somit können diese Angaben nicht als Grundlage zur Berechnung der Wärmemenge herangezogen werden. Der thermische Wirkungsgrad wurde von 11 Befragungsteilnehmern angegeben. Die statistische Auswertung ergab einen Median von 90 % mit einer Standardabweichung von 3,8 %. Daraus resultiert die in Gleichung (65) abgeleitete Formel zur Berechnung der Wärmeerzeugung in reinen Wärmeerzeugungsanlagen im GHD-Sektor.

$$W_{th,GHD,HW} = Q_{GHD,HKW} * \eta_{th} \quad \text{mit} \quad \eta_{th} = 90 \% \quad (65)$$

$W_{th,GHD,HW}$	Wärmeerzeugung in Heizwerken im GHD-Sektor
$Q_{GHD,HW}$	Brennstoffeinsatz in Heizwerken im GHD-Sektor
$\eta_{th}$	thermischer Wirkungsgrad nach (Majewska, 2012)

## 7.4 Datenlücken / Datenbedarf

Energiestatistiken liefern das Mengengerüst für den Brennstoffeinsatz von Klärgas dessen fortbestehende Verfügbarkeit anzunehmen ist. Diese Datenquellen weisen jedoch Lücken bei der sektoralen Zuordnung des Brennstoffeinsatzes, bei der Anwendung der Finnischen Methode sowie bei der Ausweisung der Wärmeerzeugung auf. Zur Schließung dieser Lücken wurde eine Befragung von Kläranlagenbetreibern durchgeführt. Ergebnisse der Klärgaserhebung – zum Beispiel Wirkungsgrade – wurden in die Methodik aufgenommen. Zur Aktualisierung der Ergebnisse ist eine wiederkehrende Befragung durchzuführen.

## 8 Gasförmige Bioenergieträger - Deponiegas

Seit Juni 2005 gilt ein Ablagerungsverbot für unbehandelte Siedlungsabfälle zur Vermeidung des Eintrags organischer Substanz auf Deponien und den daraus resultierenden Methanemissionen. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden bei der Ablagerung von Siedlungsabfall nennenswerte Mengen biogener Substanz in den Deponiekörper eingebracht. Infolge des Hinzufügens weiterer Abfallschichten bzw. der Oberflächenabdeckung bzw. -abdichtung bilden sich anaerobe Zonen im Deponiekörper. Als Produkt des Abbaus des biogenen Abfalls entsteht das energiehaltige Deponiegas.

Mit dem Ablagerungsverbot werden nur noch geringe Mengen biogene Substanz in den Deponiekörper eingebracht. Die bis dato eingebrachte organische Substanz zunehmend wird zunehmend abgebaut, so dass Deponiegas als Energieträger zukünftig an Bedeutung verliert.

### 8.1 Bewertung der Datengrundlage

Die für die Ermittlung der Verwendung des Brennstoffes Deponiegas relevanten Datenquellen sind in Tabelle 8-1 zusammengefasst.

Tabelle 8-1 Übersicht zu den Datenquellen für Deponiegas

Daten-Quelle	Art der Quelle	Betrachtete Sektoren					Beinhaltete Daten				Datenverfügbarkeit
		ksZ	US	pHH	GHD	IND	Q	W <sub>el</sub>	W <sub>th</sub>	n	
EnStat 060	1	-	-	-	-	X	X	X	-	-	12 Monate
EnStat 064	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	12 Monate
EnStat 066k	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	3 Monate
EnStat 067	1	-	-	-	-	X	X	X	X	X	9 Monate
EnStat 070	1	X	-	-	-	-	-	X	-	X	9 Monate
Abfallstatistik	1	X	-	-	-	-	X	-	-	X	18 Monate
EEG-Daten	2	X	-	-	-	-	-	X	-	X	12 Monate

Die Summe des produzierten Deponiegases wird in der Abfallstatistik aufgeführt. Nicht nur das Veröffentlichungsdatum von 18 Monaten nach dem Berichtszeitraum, sondern auch der 2-Jahres-Turnus widerlegt die Eignung dieser Datenquelle für die Erfüllung der Berichtspflichten. Die in der Abfallstatistik enthaltenen Daten können lediglich zu einem späteren Zeitpunkt zum Abgleich herangezogen werden.

Alternativ dazu wird der Brennstoffeinsatz gemäß Tabelle 8-1 in der EnStat 064, EnStat 066k und EnStat 067 ausgewiesen. Dies entspricht jedoch nur einem Anteil des energetisch verwerteten Deponiegases. Zur Schließung dieser Datenlücke fungiert EnStat 070. Hier wird allerdings lediglich die Stromerzeugung angegeben, so dass Berechnungen für den Brennstoffeinsatz notwendig sind. Angaben zum Einsatz von Deponiegas in reinen Wärmeerzeugungsanlagen sind außerhalb der EnStat 064 nicht verfügbar.

## 8.2 Analyse des Zahlenmaterials

Eine Umrechnung der volumenbezogenen in energiebezogene Angaben der Abfallstatistik ist unter Verwendung des ausgewiesenen Methangehaltes und dessen Energiegehalt von 11,06 kWh/Nm<sup>3</sup> möglich. Eine Gegenüberstellung des Brennstoffeinsatzes von Deponiegas erfolgt in Abbildung 8-1.

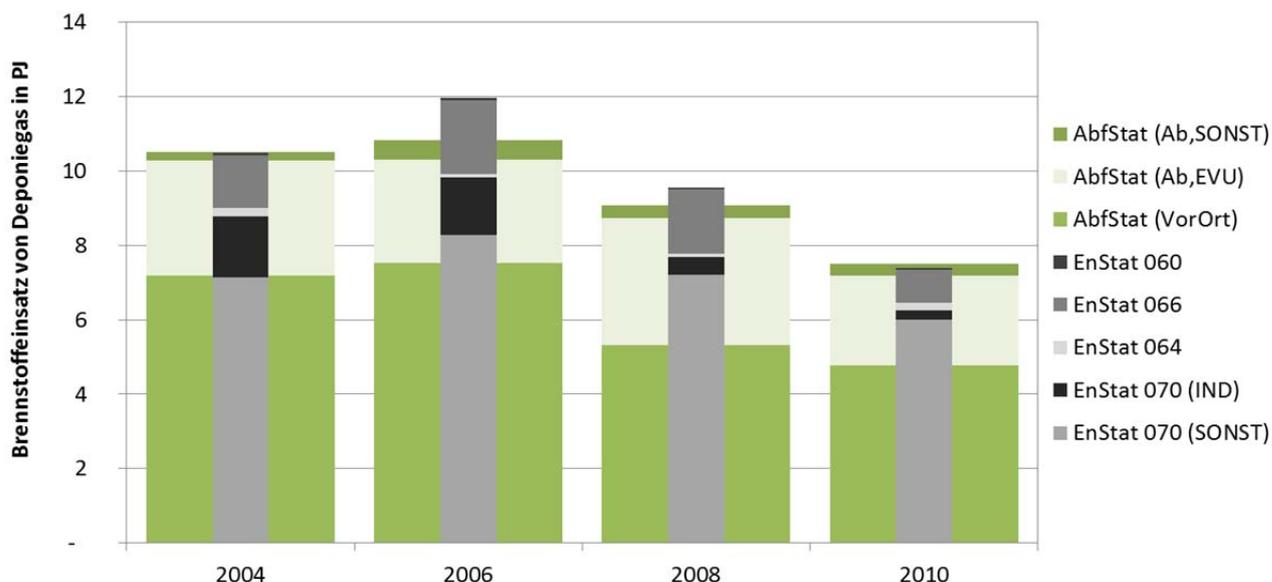


Abbildung 8-1 Gegenüberstellung der Deponiegasproduktion und -verwendung nach Abfall- und Energiestatistik

Mit Ausnahme von 2006 ist die in der Abfallstatistik ausgewiesene Deponiegasproduktion nur geringfügig höher, als der in den Energiestatistiken ausgewiesene Brennstoffeinsatz von Deponiegas. Ursache hierfür liegt möglicherweise in der Tatsache, dass für die Anlagen im Berichtskreis der EnStat 070 lediglich die Stromerzeugung und nicht den Brennstoffeinsatz ausgewiesen wird (vergleiche Tabelle 8-1). Mit entsprechenden Unsicherheiten ist der Umwandlungswirkungsgrad und somit auch der in Abbildung 8-1 ausgewiesene Brennstoffeinsatz behaftet.

Grundlegend zeigt Abbildung 8-1, dass die Energiestatistik die energetische Nutzung von Deponiegas im Wesentlichen abbildet und keine nennenswerte Differenz zwischen Abfall- und Energiestatistik besteht. Somit ist auch von keinem nennenswerten Brennstoffeinsatz in reinen Wärmeerzeugungsanlagen außerhalb der EnStat 064 auszugehen. Gemäß Abbildung 8-1 und den Ausführungen im Anhang A 1.2.3 wird in der Abfallstatistik zwischen der Vor-Ort-Nutzung und Abgabe an verschiedene Akteure differenziert. Für den Umwandlungssektor und die Industrie werden in Abbildung 8-2 gesondert die Angaben aus Abfall- und Energiestatistik gegenübergestellt.

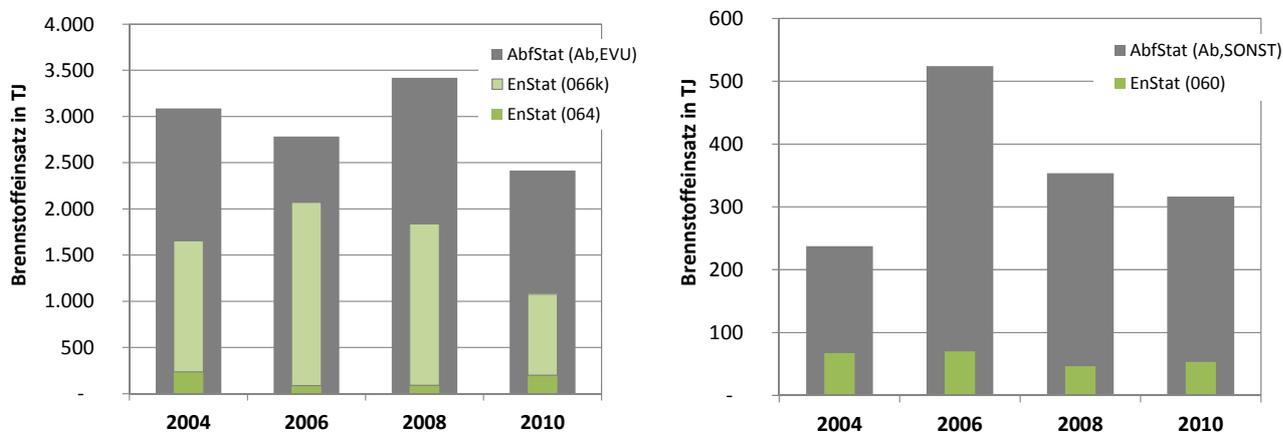
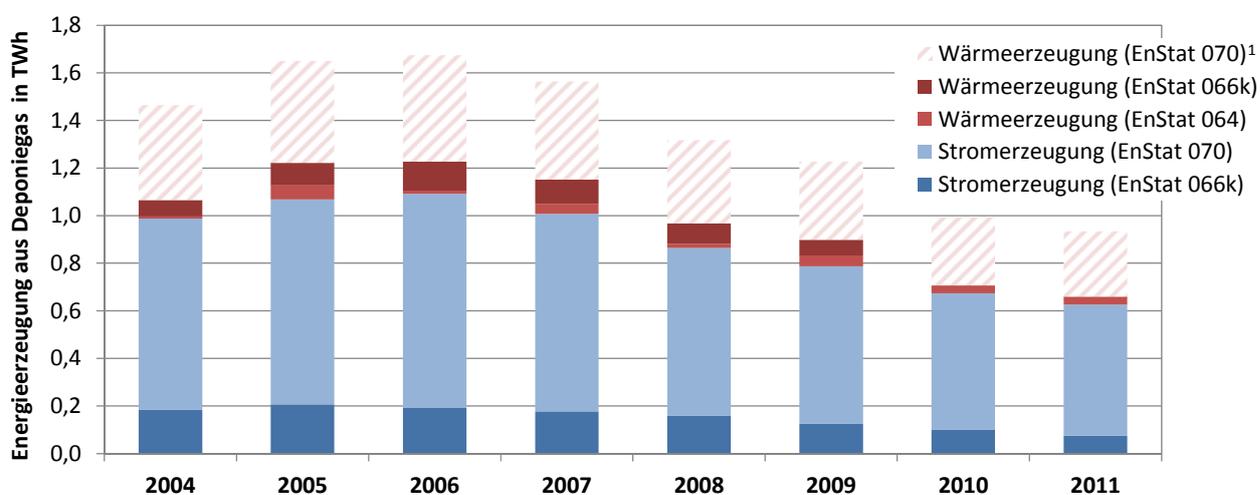


Abbildung 8-2 Gegenüberstellung der Deponiegasproduktion und -verwendung nach Abfall- und Energiestatistik gesondert für den Umwandlungssektor (links) und Industrie (rechts)

Weder der in der Energiestatistik ausgewiesene Brennstoffeinsatz für den Umwandlungssektor als auch der für die Industrie übersteigt die in der Abfallstatistik ausgewiesene Abgabe. Die Differenz zwischen Abfall- und Energiestatistik beträgt zwischen 45 % und 75 %. Ein Trend bezüglich der anteiligen Nutzung in Wärmeerzeugungsanlagen und KWK-Anlagen sind nicht erkennbar. Im Durchschnitt liegt der Anteil der Wärmeerzeugungsanlagen am Brennstoffeinsatz bei 10 % und schwankt zwischen 3 % und 19 %.

Der in der Energiestatistik aufgeführte Anteil der Industrie an der Abgabe an sonstige Endabnehmer in der Abfallstatistik beträgt zwischen 13 % und 28 %. Diese Differenz ist auf die Abgabe an andere Akteure – Unternehmen, die nicht dem Berichtskreis der EnStat 060 sowie EnStat 067 unterliegen, aber auch Haushalte – zurückzuführen. Ergänzend zu der Gegenüberstellung des Brennstoffeinsatzes ist in Abbildung 8-3 die Entwicklung der Energieerzeugung aus Deponiegas gemäß den Energiestatistiken aufgetragen.



<sup>1</sup> berechnete Wärmerezeugung basierend auf der für den Berichtszeitraum 2004 bis 2010 durchschnittlichen, arbeitsbezogenen Stromkennzahl der EnStat 066k

Abbildung 8-3 Energieerzeugung aus Deponiegas entsprechend der Energiestatistik und eigenen Berechnungen

Entsprechend Anhang A 1.1 liegt die Wärmerezeugung nicht für den Anlagenbestand im Berichtskreis der EnStat 070 vor.

Nach dem Maximum der Energieerzeugung aus Deponiegas in 2006 ist ein kontinuierlicher Rückgang seitdem erkennbar. Zurückzuführen und auch zukünftig verstärkt wird dieser Aspekt durch das Ablagerungsverbot organischer Substanz seit 2005. In der Regel wird Deponiegas am Deponiestandort energetisch verwertet und der Strom in das öffentliche Netz eingespeist. Infolge mangelnder Wärmesenken am Deponiestandort erfolgt in der Regel nur eine anteilige Nutzung der Abwärme, beispielsweise zur Beheizung von Wirtschaftsräumen. Aufgrund der räumlichen Verortung von Deponien fehlen in der Regel geeignete Wärmeabnehmer in unmittelbarer Umgebung des Standortes, so dass die Errichtung eines Wärmenetzes häufig keine effiziente Nutzungsmöglichkeit darstellt, verstärkt durch den zeitlich begrenzten Horizont des Energieträgers.

Neben den amtlichen Statistiken weisen auch die EEG-Daten die Stromerzeugung basierend auf Deponiegas aus, wobei letztgenannte lediglich die im Rahmen der EEG-vergüteten Stromerzeugung ausweisen. Entsprechend (ZSW, 2011c) ist von einer nahezu flächendeckenden Inanspruchnahme der EEG-Vergütung auszugehen. Abbildung 8-4 liefert eine Gegenüberstellung der Stromerzeugung der beiden Datenquellen Energiestatistik und EEG-Daten.

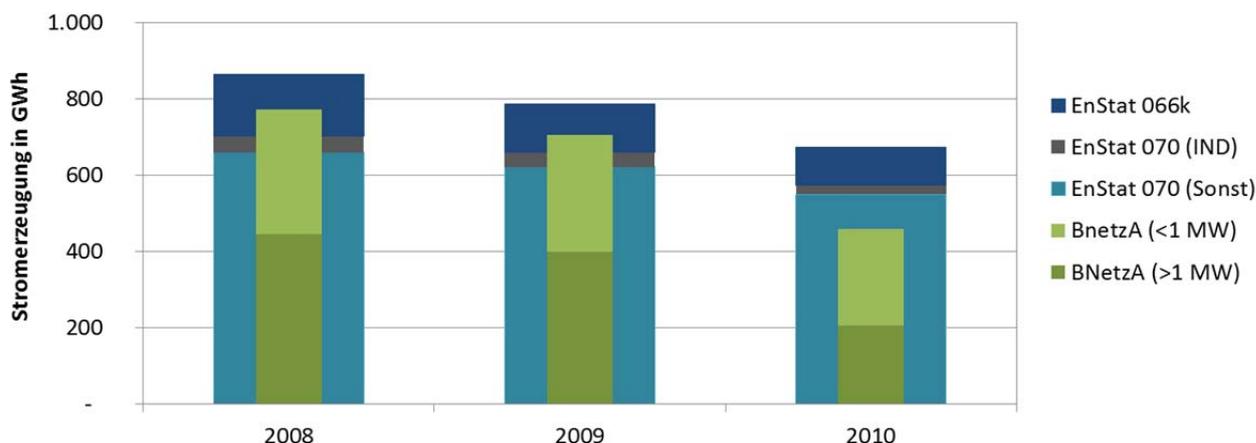


Abbildung 8-4 Gegenüberstellung der Stromerzeugung aus Deponiegas der Energiestatistiken und EEG-Daten

Während die Stromerzeugung in den EEG-Daten in 2008 und 2009 noch 90 % der in den Energiestatistiken ausgewiesenen Stromerzeugung entspricht, hat sich dieser Anteil in 2010 deutlich verringert (68 %). Die Deckung des Eigenbedarfs ist nicht als Begründung hervorzubringen, da dieser Anteil nicht in das Stromnetz eingespeist wird und somit nicht in der EnStat 070 berücksichtigt wird. Mögliche Ursachen für diese Differenz können die Nicht-Inanspruchnahme der EEG-Vergütung aber auch der Wechsel in die Direktvermarktung sein. Dies widerspricht der in (ZSW, 2011c) – insbesondere für das Jahr 2010 – getroffenen Aussage, dass ein Großteil der Anlagen den Strom gemäß EEG ins Netz einspeist.

Nach Abbildung 8-4 übersteigt die in den EEG-Daten ausgewiesene Stromerzeugung in Anlagen >1 MW<sub>el</sub> deutlich der Stromerzeugung in EnStat 066k. Im Wesentlichen können zwei Ursachen hierfür benannt werden:

- Repowering Deponiegas. Wie bereits in Kapitel 3.2 dargestellt, werden Änderungen der installierten Leistung nicht oder zeitlich verzögert der Bundesnetzagentur mitgeteilt. Infolge der abnehmenden Produktion von Deponiegas ist mit einem Ersatz durch kleinere BHKWs und somit einer Überschätzung der Leistung zu rechnen.
- Vor-Ort-Anlagen. Von abfallwirtschaftlichen Unternehmen betriebene BHKWs werden, sofern diese Strom ins Netz einspeisen, unabhängig der Größenklasse in der EnStat 070 aufgeführt. Somit ist keine eindeutige Zuordnung der Stromerzeugung in EnStat 070 zu einer Größenklasse möglich.

### 8.3 Methodischer Ansatz

Entsprechend der vorangestellten Diskussion liegt die Summe der Energieerzeugung aus Deponiegas mit der Abfallstatistik vor. Turnus und Datum der Veröffentlichung widersprechen jedoch der Verwendung für die nationalen sowie internationalen Berichtspflichten. Die Summe des energetisch verwerteten Deponiegases ist jedoch auch in den Energiestatistiken enthalten, siehe Gegenüberstellung in Abbildung 8-1.

Für den Einsatz von Deponiegas ist neben der Industrie auch der Umwandlungssektor als relevant einzustufen. Zudem betreiben auch Abfallwirtschaftsunternehmen Deponiegas-BHKWs, die prinzipiell dem Abschnitt E der WZ und somit dem GHD-Sektor zuzuordnen sind. Die vorangestellte Analyse des Zahlenmaterials zeigt, dass auch der in diesen Anlagen erzeugte Strom überwiegend in das öffentliche

Netz eingespeist und nicht zur Deckung des Energiebedarfs in der Abfallwirtschaft genutzt wird. Bestätigt wird dies von (ZSW, 2011c) nach dem von einer flächendeckenden Inanspruchnahme der EEG-Vergütung ausgegangen werden kann. Somit ist der in Kapitel 2.2 dargestellten Diskussion folgend der Brennstoffeinsatz der netzeinspeisenden Anlagen – auch wenn diese von abfallwirtschaftlichen Unternehmen betrieben werden – dem Umwandlungssektor und nicht dem GHD-Sektor zuzuordnen. Nachstehend wird der methodische Ansatz für die beiden relevanten Sektoren dargestellt.

### Umwandlungssektor

Im Umwandlungssektor wird Deponiegas sowohl in Wärmeerzeugungsanlagen als auch KWK-Anlagen eingesetzt. Mit der EnStat 064 sind lediglich Wärmeerzeugungsanlagen mit einer gesamten installierten Leistung  $>2 \text{ MW}_{\text{th}}$  hinsichtlich Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung erfasst. Deren Bedeutung ist mit 1 % bis 2 % marginal. Der Einsatz in Wärmeerzeugungsanlagen unterhalb dieser Abschneidegrenzen ist grundsätzlich nicht auszuschließen, deren Bedeutung ist infolge des Abgleiches zwischen Abfall- und Energiestatistik jedoch als vernachlässigbar einzuschätzen. Zudem ist keine alternative Datenquelle für diesen Anlagenbestand verfügbar, so dass ausschließlich die in EnStat 064 erfassten Anlagen berücksichtigt werden.

Der Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen setzt sich gemäß Gleichung (66) aus zwei Positionen zusammen. Zu nennen sind einerseits KWK-Anlagen der EVU  $>1 \text{ MW}_{\text{el}}$ , abgebildet durch die EnStat 066k und andererseits die netzeinspeisenden Anlagen, erhoben durch die EnStat 070. Letztgenannte Position umfasst sowohl KWK-Anlagen der EVU  $<1 \text{ MW}_{\text{el}}$  als auch von abfallwirtschaftlichen Unternehmen betriebene und in das Stromnetz einspeisende KWK-Anlagen. Ein nennenswerter Einsatz zur Deckung des Energiebedarfs der Abfallbehandlungsanlagen analog dem Klärgas findet entsprechend der Gegenüberstellung in Abbildung 8-1 nicht statt.

$$Q_{US,KWK} = Q_{EnStat\ 066k} + Q_{EnStat\ 070,ber} \quad (66)$$

$Q_{US,KWK}$	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen im Umwandlungssektor
$Q_{EnStat\ 066k}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 066k
$Q_{EnStat\ 070,ber}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 070, berechnet

Die Konzeption der EnStat 070 führt ausschließlich zur Ausweisung der Stromerzeugung, so dass der Brennstoffeinsatz und die Wärmeerzeugung zu berechnen sind. Entsprechende Ansätze liefert hierfür Kapitel 3.3. Zu diesem Zweck wurde eine umfangreiche Analyse von Kennwerten bestehender Anlagen durchgeführt, welche jedoch nur ein unzureichendes Datenmaterial liefert. Als Ergebnis der Literaturrecherche ist festzuhalten, dass der produzierte Strom vorwiegend in das öffentliche Netz eingespeist und nur vereinzelt zur Deckung des Eigenbedarfes genutzt wird. Mangelnde Wärmesenken am Deponiestandort und dessen unmittelbaren Umgebung führen meist nur zu einer teilweisen Nutzung der anfallenden Wärme – beispielsweise für die Beheizung der Betriebsgebäude und Prozesswärme (Biologische Reinigungsstufe, Warmwasserbereitstellung etc.). Eine Quantifizierung des genutzten Anteils ist unter Verwendung des zur Verfügung stehenden Datenmaterials nicht möglich. Basierend auf anlagenspezifischen Daten sind demnach die in Kapitel 3.3 aufgezeigten Methoden unter Anwendung von Nutzungsgrad, Vollbenutzungsstunden sowie Stromkennzahl nicht möglich.

Für das Bezugsjahr 2011 lagen hingegen Herstellerangaben zur Stromkennzahl und dem elektrischen Wirkungsgrad vor. Die Auswertung der EEG-Daten zeigt, dass 50 % des Stroms in BHKW erzeugt wird, welche vor 2000 in Betrieb gingen. Infolge der technischen Weiterentwicklung repräsentieren die

Herstellerangaben den Anlagenbestand nicht, sondern führen zu einer Unterschätzung der elektrischen Wirkungs- und somit auch der Nutzungsgrade sowie der Stromkennzahlen.

In Anbetracht der Datenlage stehen ausschließlich mit der EnStat 066k für den entsprechenden Berichtskreis Richtwerte für den Nutzungsgrad sowie die Verteilung der gekoppelten und ungekoppelten Energieproduktion zur Verfügung.

## Industrie

In EnStat 060 wird der gesamte Brennstoffeinsatz der Industrie verbucht und in EnStat 067 der Brennstoffeinsatz in industriellen KWK-Anlagen  $>1 \text{ MW}_{\text{el}}$ . Sowohl Heizwerke als auch KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067 können für die Differenz des Brennstoffeinsatzes zwischen EnStat 060 und EnStat 067 stehen. Im Zeitraum 2003 bis 2010 wird in EnStat 067 kein Brennstoffeinsatz ausgewiesen.

Der Einsatz von Deponiegas erfolgt überwiegend in KWK-Anlagen. Ein Vergleich der Energiestatistiken für die allgemeine Versorgung zeigt einen zunehmenden Anteil der Wärmeerzeugungsanlagen (EnStat 064) gegenüber den KWK-Anlagen (EnStat 066k). Daher ist neben dem Einsatz in KWK-Anlagen  $<1 \text{ MW}_{\text{el}}$  vor allem auch der Einsatz in industriellen Heizwerken denkbar. Die Bedeutung des Brennstoffeinsatzes von Deponiegas in der Industrie ist mit  $<1 \%$  des gesamten Brennstoffeinsatzes an Deponiegas sehr gering. Mangels valider Daten sind verlässliche Angaben weder zu industriellen Wärmeerzeugungsanlagen noch zu kleinen KWK-Anlagen möglich.

## 8.4 Datenlücken / Datenbedarf

Die Gesamtheit der in Tabelle 8-1 aufgeführten Energiestatistiken weist keine nennenswerten Lücken in Hinblick auf die energetisch genutzte Deponiegasmenge auf. Für die Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes zur Wärmeerzeugung wirft der Anlagenpark im Berichtskreis die EnStat 070 das Problem auf, dass ausschließlich die Stromerzeugung – nicht hingegen der Brennstoffeinsatz und die Wärmeerzeugung – ausgewiesen wird. Die vorangestellte Analyse alternativer Datenquellen zeigt, dass auch eine umfangreiche Analyse bestehender Anlagen zu keinem qualitativ hinreichenden Datenbestand zur Ableitung von Wirkungs- und Nutzungsgraden, Vollbenutzungsstunden sowie Stromkennzahlen führt. Daraus ableitend wäre eine vertiefte Erhebung dieser Daten – beispielsweise in Form einer Betreiberbefragung analog der Klärgaserhebung - zur Schließung der Datenlücke denkbar. Es ist jedoch fraglich, inwiefern dieser Aufwand, vor dem Hintergrund der abnehmenden Bedeutung dieses Energieträgers, gerechtfertigt wäre.

## 9 Methodik - Biogener Anteil des Abfalls

In folgendem Kapitel wird ausschließlich der in thermischen Abfallbehandlungsanlagen (=Müllverbrennungsanlagen, MVA) eingesetzte biogene Anteil des Abfalls berücksichtigt. Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 2.1 ist nur der Siedlungsabfall mit einem biogenen Anteil von 50 % einzubeziehen, da der biogene Anteil des Industrieabfalls schon im Vorfeld den festen, flüssigen oder gasförmigen Bioenergieträgern zugerechnet wurde (DBFZ, 2011a). Der in Biogasanlagen eingesetzte biogene Abfall wurde unter dem Brennstoffeinsatz von Biogas und Biomethan bereits subsumiert (StBA, 2011a).

## 9.1 Bewertung der Datenquellen

Neben der Abfallstatistik wird die energetische Verwertung des biogenen Anteils des Abfalls auch in der Energiestatistik mit den in Tabelle 9-1 benannten Daten aufgeführt. Die Betrachtungskreise beider Datenquellen beruhen jedoch auf einer abweichenden Basis – Energieerzeugungsanlagen bei der Energiestatistik und Abfallbehandlungsanlagen bei der Abfallstatistik. Zudem ist davon auszugehen, dass die Zuordnung der verschiedenen Abfallschlüssel zu den Kategorien Siedlungs- und Industrieabfall unterschiedlich erfolgt (StBA, 2012b).

Tabelle 9-1 Übersicht zu den Datenquellen für biogenen Anteil des Abfalls

Daten- quelle	Art der Quelle	Betrachtete Sektoren					Beinhaltete Daten				Datenver- fügbarkeit
		ksZ	US	pHH	GHD	IND	Q	W <sub>el</sub>	W <sub>th</sub>	n	
EnStat 060	1	-	-	-	-	X	X	X	-	-	12 Monate
EnStat 064	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	12 Monate
EnStat 066k	1	-	X	-	-	-	X	X	X	X	3 Monate
EnStat 067	1	-	-	-	-	X	X	X	X	X	9 Monate
EnStat 070	1	X	-	-	-	-	-	X	-	X	9 Monate
Abfallstatistik	1	X	-	-	-	-	X <sup>1</sup>	-	-	-	18 Monate
ITAD-Daten	4	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-

<sup>1</sup>angelieferte Tonnage an den Abfallbehandlungsanlagen

Lediglich die in den MVA eingesetzte Abfallmenge wird mengenbezogen in der Abfallstatistik ausgewiesen. Weder Angaben zum Energiegehalt des Energieträgers noch zur Konversionstechnologie und der erzeugten Energieart und / oder -menge sind in der Abfallstatistik enthalten. Zudem unterstreicht der Termin der Veröffentlichung (alle 18 Monate) die Nicht-Verwertbarkeit dieser Datenquelle für die energiewirtschaftliche Berichterstattung. Für einen nachträglichen Abgleich mit dem Brennstoffeinsatz gemäß den Energiestatistiken kann diese Datenquelle dennoch Verwendung finden. Ergänzend zur Abfallstatistik liefern die in Tabelle 9-1 aufgeführten Energiestatistiken Informationen zum Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der Statistiken. Infolge der in der Verordnung über die Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen (17.BImSchV, 2009) geforderten Emissionsgrenzwerte und den damit erforderlichen Einrichtungen zur Emissionsminderung, besteht die Vermutung, dass des Brennstoffeinsatzes mehrheitlich in Anlagen des Berichtskreises der Energiestatistik erfolgt. Aufschluss hierüber gibt der in Kapitel 9.2 vorgenommene Abgleich zwischen den Angaben der Abfallstatistik und denen der Energiestatistik.

Ergänzende Informationen zu Anlagenbetrieb, Brennstoffeinsatz sowie Energieerzeugung liefert ohne Anspruch auf Vollständigkeit die Homepage der Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen Deutschland e.V. (ITAD).

## 9.2 Analyse des Zahlenmaterials

Die Gegenüberstellung der Abfallmengen nach Abfallstatistik und Energiestatistik ist für die Bewertung des Erhebungsumfangs der Energiestatistik von großem Interesse. Hierfür ist die Umrechnung der mengen- in energiespezifische Angaben aus der Abfallstatistik, basierend auf dem Heizwert des

Materials, notwendig. Da die Abfallstatistik keine Angaben zum Energiegehalt des Materials liefert, wurden typische Heizwerte recherchiert und in Tabelle 9-2 zusammengestellt.

Tabelle 9-2 Ergebnisse der Literaturrecherche zu Heizwerten von Siedlungsabfall

Fraktion	Heizwert [MJ/kg]	Quelle
Siedlungsabfall (in Nordrhein-Westfalen)	9,4	(ifeu, 2007)
Gewerbeabfall, ähnlich dem Siedlungsabfall (in Nordrhein-Westfalen)	11,0	(ifeu, 2007)
Abfall, nicht differenziert	11,0	(KrWG, 2012)
Abfall, nicht differenziert	7 - 13	(Horeni, M. et al., 2007)
Siedlungsabfall (graue Tonne)	9 - 10	(Bär, H. et al., n.d.)
Siedlungsabfall (graue Tonne)	8,4	(LfU, 2008)
Abfall, nicht differenziert	8 - 12	(ifeu, 2008)
Abfall (darunter Siedlungsabfall)	10,4	(ITAD, DBFZ, 2012)
Siedlungsabfall (2008 bis 2011)	13,8 ± 0,6	EnStat 060
Siedlungsabfall (2008 bis 2011)	11,1 ± 0,7	EnStat 064
Industrieabfall (2008 bis 2011)	15,9 ± 0,9	EnStat 060
Industrieabfall (2008 bis 2011)	10,2 ± 0,4	EnStat 064

Die verschiedenen Datenquellen weisen Heizwerte in der Größenordnung von 7 bis 15 MJ/kg auf. Die Differenzen sind insbesondere auf die Heterogenität des Energieträgers zurückzuführen. In den in Abbildung 9-1 aufgeführter Abgleich zwischen der Energie- und Abfallstatistik fließen diese Bandbreiten in die Umrechnung der mengen- in energiebezogene Angaben der Abfallstatistik mit ein. Jedoch sind auch die in den Vergleich einbezogenen Daten der Energiestatistik mit Unsicherheiten behaftet. Dies beruht allerdings nicht auf den Schwankungsbreiten der Heizwerte, sondern ist der Tatsache geschuldet, dass die EnStat 070 keinen Brennstoffeinsatz ausweist. Unter Verwendung eines Stromnutzungsgrades von 20 % (vergleiche Kapitel 3.3) wird der für die EnStat 070 enthaltenen Anlagen der Brennstoffeinsatz berechnet.

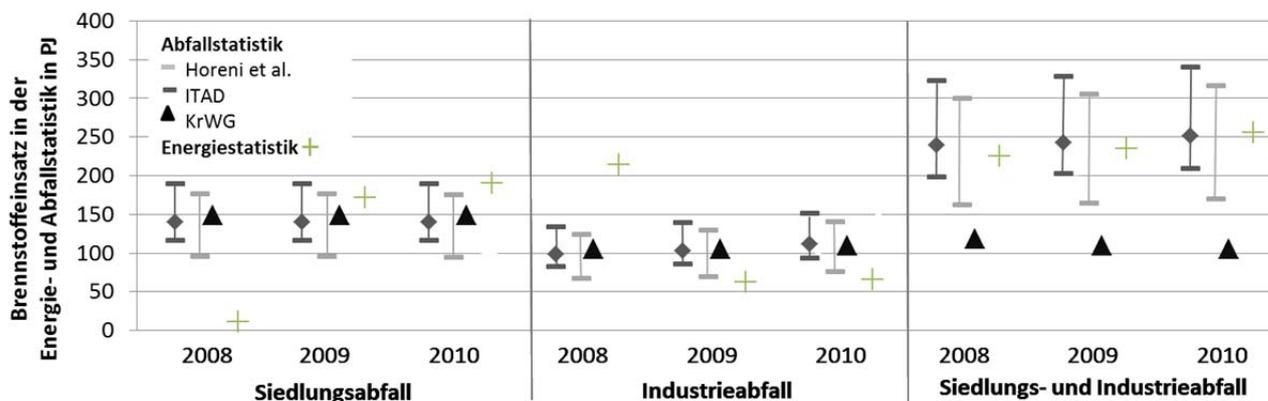


Abbildung 9-1 Gegenüberstellung des Brennstoffeinsatzes der Energiestatistik und der Abfallmengen in Thermischen Abfallbehandlungsanlagen der Abfallstatistik

Ein Vergleich der Summe aus Siedlungs- und Industrieabfall zeigt, dass die Energiestatistik den Großteil der in der Abfallstatistik enthaltenen Fraktionen berücksichtigt. Die fraktionspezifischen Angaben weichen in 2008 nicht nur von der Verteilung in 2009 und 2010 ab, sondern auch von der Summe in der Abfallstatistik. Eine differenzierte Ausweisung beider Fraktionen wurde erst 2008 eingeführt, so dass das Unsicherheiten bei der Anwendung der neuen Methodik zu den in Abbildung 9-1 dargestellten abweichenden Angaben führt (StBA, 2012a). Die Angaben der Abfallstatistik in Abbildung 9-1 entsprechen ausschließlich den Abfallmengen, die in MVAs verwertet werden. Ergänzend dazu ist die Entwicklung des Siedlungs- und Industrieabfall insgesamt sowie in MVAs in Abbildung 9-2 aufgetragen.

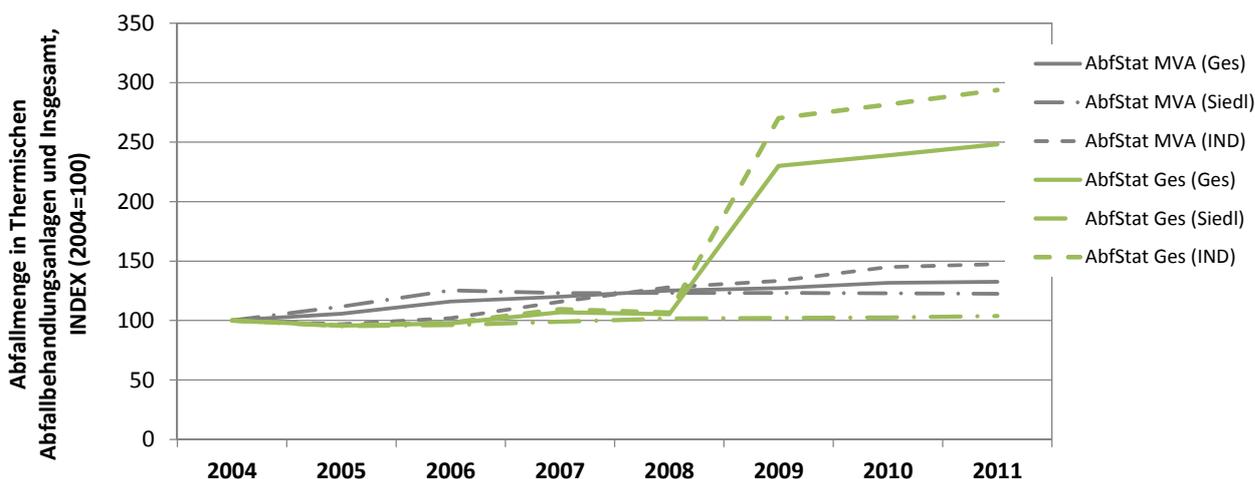


Abbildung 9-2 Entwicklung des Abfallmengen insgesamt und in Müllverbrennungsanlagen (MVA)

Zwischen 2008 und 2009 ist eine deutliche Zunahme des Abfallaufkommens zu verzeichnen, was auf die Zunahme des Industrieabfalls zurückzuführen ist. Abweichend davon ist eine geringere, dafür konstante Zunahme des in Müllverbrennungsanlagen eingesetzten Abfalls über den Zeitraum 2004 bis 2010 in Abbildung 9-2 erkennbar. Der zwischen 2004 und 2008 deutlich erkennbare Anstieg des Siedlungsabfalls ist auf das bereits angesprochene Ablagerungsverbot für unbehandelte Siedlungsabfälle zurückzuführen. Erkennbar wird dies im Anteil des in MVAs eingesetzten Siedlungsabfalls, der 2004 noch 29 % und seit 2005 bei 35 % durchschnittlich lag. Industrieabfall wird hingegen mit durchschnittlich 5 % deutlich seltener in MVAs eingesetzt (StBA, 2012d).

### 9.3 Methodischer Ansatz

Der vorangestellten Diskussion folgend, stellt die Energiestatistik die Datengrundlage zur Erhebung des Brennstoffeinsatzes in MVAs dar (vergleiche Abbildung 9-1). Somit ist der Brennstoffeinsatz ausschließlich dem Umwandlungssektor und der Industrie zuzurechnen.

#### Umwandlungssektor

Der Umwandlungssektor umfasst sowohl die reine als auch die gekoppelte Wärmeerzeugung. Der Brennstoffeinsatz sowie die Wärmeerzeugung der Heizwerke sind in EnStat 064 ausgewiesen. Gemäß der vorangegangenen Argumentation wird nicht davon ausgegangen, dass Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 064 betrieben werden und Wärme in das Netz einspeisen. Eine Auswertung der (ITAD, 2012) bestätigt diese These, da die dort aufgeführten Anlagenbeispiele ohne Stromabgabe eine thermische Leistung von mindestens 10 MW aufweisen.

Neben der reinen spielt auch die gekoppelte Wärmeerzeugung, die sowohl Anlagen der EVU (EnStat 066k) berücksichtigen als auch Anlagen sonstiger Betreiber, die Strom in das Netz einspeisen und in der EnStat 070 Berücksichtigung finden, eine Rolle. Zu den Letztgenannten sind ausschließlich Daten zur Stromerzeugung verfügbar (vergleiche Anhang A 1.1). Eine Möglichkeit besteht darin, die von der AGEB verwendeten Stromnutzungsgrade für feste Bioenergieträger von 20 % zu übernehmen, (vergleiche Kapitel 3.3). Mit den Daten von (ITAD, 2012) stehen jedoch Angaben zum Brennstoffeinsatz sowie den abgegebenen Energiemengen zur Verfügung. In Abbildung 9-3 sind die Netto-Nutzungsgrade der 54 Anlagen mit plausiblen Datensätzen zu Brennstoffeinsatz und Energieabgabe aufgeführt.

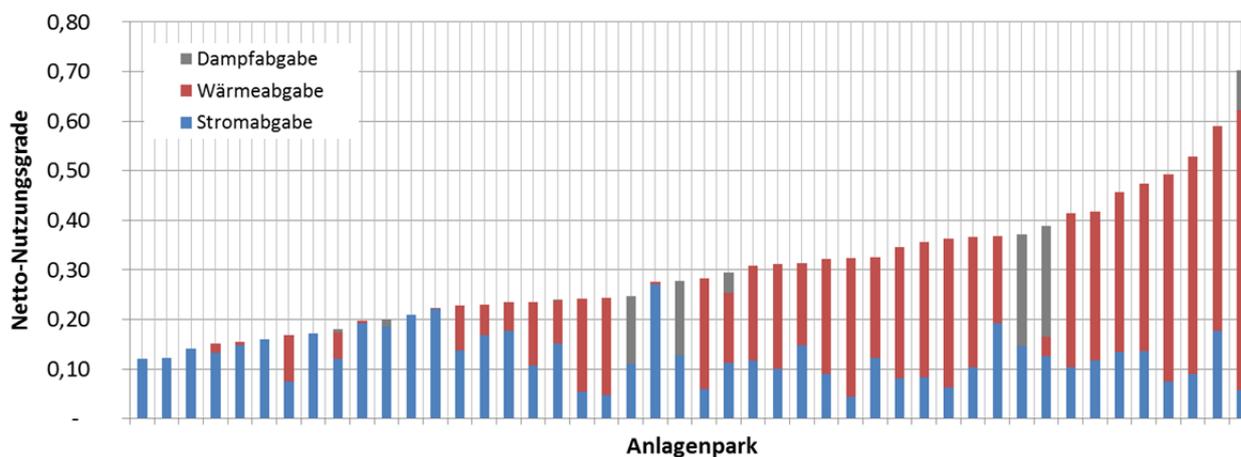


Abbildung 9-3 Gegenüberstellung des Brennstoffeinsatzes der Energiestatistik und der Abfallmengen in Thermischen Abfallbehandlungsanlagen der Abfallstatistik

Zu betonen ist die Darstellung der Netto-Nutzungsgrade in Abbildung 9-3, deren Berechnung auf den abgegebenen Energiemengen und dem Brennstoffeinsatz beruht. Keine Berücksichtigung finden neben den Verlusten die zur Vor-Ort-Verwendung erzeugten Energiemengen. Gemäß der Ausführungen in (ifeu, 2008) ist der Eigenverbrauch auf 2 bis 9 % der mit dem Abfall zugeführten Energie zu beziffern. Der Großteil der Anlagen weist einen Eigenverbrauch zwischen 4 % und 5 % auf. Der Eigenverbrauch beruht auf den Anforderungen an Stützfeuerung, Abgasreinigung, Gasaufheizung vor Katalysatoreintritt, um nur einige Beispiele zu benennen. Daher wäre eine Korrelation zwischen technischer Komplexität und Eigenverbrauch offensichtlich. Dies konnte in (ifeu, 2008) jedoch nicht hergestellt werden.

Für die Berechnung von Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung, basierend auf der Stromerzeugung, wurden die Daten der ITAD ausgewertet. Da die Datensätze nur die abgegebene Strommenge beinhalten, können ausschließlich die Strom-Netto-Nutzungsgrade ermittelt werden. Die 46 Anlagen, welche über einen ausreichendem Datenbestand verfügen, weisen einen Median von 12 % Strom-Netto-Nutzungsgrad auf. Darüber hinaus sind in der Literatur (ifeu, 2008) bezogen auf den Brennstoffeinsatz, Spannweiten für die Stromproduktion von 7 % bis 10 % und für die Wärmeabgabe 15 % bis 35 % ausgewiesen. Abweichend davon werden in (ifeu, 2007) für MVAs in Nordrhein-Westfalen Werte von 9,4 % im Durchschnitt (und 19 % im Maximum) für Stromabgabe und 14,6 % für Wärmeabgabe im Durchschnitt (und 40 % im Maximum) angegeben. Weil die EnStat 066k 85 % der Stromerzeugung von Siedlungsabfall und somit eine große Bandbreite des Anlagenbestandes erfasst und EnStat 070 lediglich 5 % der Stromerzeugung repräsentiert, werden in Anbetracht der Datenlage die Umwandlungswirkungsgrade der EnStat 066k zur Berechnung der Wärmeerzeugung und des Brennstoffeinsatzes basierend auf der Stromerzeugung der EnStat 070 übernommen. Dabei wird auch das Verhältnis der gekoppelten zur ungekoppelten Energieerzeugung berücksichtigt. Unter Verwendung

der berechneten Größen wird der Brennstoffeinsatz auf die Energieprodukte Strom und Wärme aufgeteilt.

Da ausschließlich der biogene Anteil des Abfalls für dieses Vorhaben von Interesse ist, sind sowohl Brennstoffeinsatz als auch Energieerzeugung mit dem Faktor 0,5 (biogener Anteil) zu versehen.

### Industriesektor

Der gesamte Brennstoffeinsatz der Industrie wird in EnStat 060 ausgewiesen, ergänzt um die Angaben der EnStat 067. Energieerzeugung sowie Brennstoffeinsatz der KWK-Anlagen >1 MW<sub>el</sub> sind in EnStat 067 enthalten. Die Differenz des Brennstoffeinsatzes zwischen EnStat 060 und EnStat 067 ist Heizwerken zuzuordnen. Es ist nicht davon auszugehen, dass Industrieunternehmen KWK-Anlagen unterhalb der Abschneidegrenze der EnStat 067 betreiben. Zurückzuführen ist dies auf die Anlagenkomplexität, resultierend aus den in (17.BImSchV, 2009) geforderten Emissionsgrenzwerten. Der Brennstoffeinsatz in der Industrie kann somit entsprechend Gleichung (67) beschrieben werden.

$$Q_{IND} = Q_{EnStat\ 060} = Q_{EnStat\ 067} + Q_{IND,HW} \quad (67)$$

$Q_{ND}$	Brennstoffeinsatz des biogenen Anteils des Abfalls in der Industrie
$Q_{EnStat\ 060}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 060
$Q_{EnStat\ 067}$	Brennstoffeinsatz im Berichtskreis der EnStat 067
$Q_{IND,HW}$	Brennstoffeinsatz in industriellen Heizwerken

Ausgehend vom Brennstoffeinsatz ist die Wärmeerzeugung der industriellen Heizwerke zu ermitteln. Technische Daten liegen in den in Tabelle 9-1 aufgeführten Datenquellen nicht vor. Zudem ist davon auszugehen, dass die Zuordnung der verschiedenen Abfallschlüssel zu den Kategorien Siedlungs- und Industrieabfall unterschiedlich erfolgt (StBA, 2012b).

Tabelle 9-1. Es wird die Annahme getroffen, dass die industriebetriebenen Heizwerke den erzeugten Dampf bzw. die Wärme Vor-Ort für den entsprechenden Herstellungsprozess nutzen. Zur Abschätzung der Wärmeerzeugung wird folglich der in Gleichung (68) aufgeführte durchschnittliche Kesselwirkungsgrad von 75 % angenommen (vergleiche (ifeu, 2008)). Die Berechnung der Wärmeerzeugung erfolgt gemäß Gleichung (68).

$$W_{th,IND,HW} = \frac{Q_{IND,HW}}{\eta_{th}} \quad \text{mit} \quad \eta_{th} = 75 \% \quad (68)$$

$W_{th,IND,HW}$	Wärmeerzeugung in industriellen Heizwerken
$Q_{IND,HW}$	Brennstoffeinsatz in industriellen Heizwerken
$\eta_{th}$	Thermischer Wirkungsgrad

## 9.4 Datenlücken / Datenbedarf

Mit den Energiestatistiken wird die energetische Verwertung des biogenen Anteils des Abfalls überwiegend abgebildet. Dies geht aus der Gegenüberstellung der Energie- und Abfallstatistik in Abbildung 9-1 hervor. Die mit der energetischen Verwertung des biogenen Abfalls einhergehenden immissionsschutzrechtlichen Anforderungen bewirken zudem, dass dieser Bioenergieträger maßgeblich – zu 90 % – in großen Energieerzeugungsanlagen eingesetzt wird, die den Berichtskreisen der EnStat 066k, EnStat 064 und EnStat 067 zuzuordnen sind. Somit werden die für dieses Vorhaben

relevanten Angaben zu Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung mit den Energiestatistiken abgebildet. Den vorangestellten Ausführungen folgend ist es denkbar, die Nutzungsgrade der EnStat 066k für die restlichen 10 % des Brennstoffeinsatzes zu übertragen. Alternativ dazu könnten anlagenspezifische Daten erhoben werden. Aufgrund des im Vergleich zu den sonstigen Bioenergieträgern übersichtlichen Anlagenparks und der guten Datenbasis mit den ITAD-Daten, wäre dieser Ansatz sowie dessen Kosten-Nutzen-Aufwand weiterführend zu prüfen.

## 10 Handlungsempfehlungen

Die vorangestellten Kapitel haben die Methoden zur Quantifizierung biogener Wärme für die unterschiedlichen Bioenergieträger sowie Sektoren aufgezeigt. Grundlage hierfür bildete eine umfangreiche Analyse bestehender Datenquellen – einhergehend mit dem Aufzeigen bestehender Datenlücken. Nachstehend werden Vorschläge unterbreitet diese Datenlücken zu schließen.

### 10.1 Amtliche Statistiken

Die Notwendigkeit der Anpassung des Energiestatistikgesetzes als gesetzliche Grundlage für die amtliche Energiestatistik an das sich wandelnde Energiesystem wurde bereits in (Bayer, 2011) formuliert. Nachstehend werden die wesentlichen Aspekte aufgeführt, die bei der Entwicklung einer Methode zur umfassenden Aufnahme der durch Biomasse bereitgestellten Wärme zu berücksichtigen sind.

#### Energiestatistik - Erweiterung auf die Sektoren private Haushalte und GHD

Im Zuge der Dezentralisierung der Energieversorgung wäre die Erweiterung der amtlichen Energiestatistik auf die dezentrale Energieerzeugung eine logische Konsequenz. Dies würde nicht nur das Herabsetzen bestehender Abschneidegrenzen im Bereich der Energieversorgungsanlagen im Umwandlungssektor und der Industrie bedeuten, sondern auch den Einbezug der bisher nicht berücksichtigten Sektoren der privaten Haushalte und des GHD-Sektors.

#### Energiestatistik - Differenzierung der Bioenergieträger

Grundlegend wird in der Energiestatistik zwischen festen, flüssigen sowie gasförmigen Bioenergieträgern differenziert. Eine weiterführende Einteilung der Bioenergieträger, beispielsweise nach verschiedenen Arten fester Bioenergieträger oder die Unterscheidung zwischen Biogas und Biomethan, wird bei der Dateneingabe vorgenommen. Diese Informationen gehen jedoch bei der Speicherung im EDV-System der Statistischen Landesämter verloren, so dass keine spezifischen Auswertungen vorgenommen werden können. Das Beibehalten dieser Informationen könnte insbesondere in Hinblick auf Biomethan und die Bandbreite fester Bioenergieträger zu einer erheblichen Verbesserung der Datengrundlage führen.

Den vorangestellten Ausführungen entsprechend, ist die Zusammenfassung der festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträger zu Biomasse in der EnStat 070 mit dem Berichtsjahr 2012 zu beanstanden. Hintergrund dieses Schrittes sind Probleme bei der Zuordnung der Stromerzeugung der EnStat 070 auf die drei Biomassesegmente. Aus Sicht dieses Vorhabens wäre es wünschenswert das

Problem der Datengewinnung zu beheben und nicht die drei Segmente zu Biomasse zusammenzufassen.

### Energiestatistik - Anpassung der Berichtskreise an das wandelnde Energiesystem

Einzelne Energiestatistiken – EnStat 064, EnStat 066k und EnStat 067 – sind mit einer beschränkten Erhebungseinheit versehen. Eine weitere Konsequenz des verstärkten Zubaus dezentraler Energieerzeugungsanlagen ist, dass diese Erhebungseinheiten nicht mehr zur Abbildung des Anlagenbestandes ausreichen, welche im Fall der EnStat 064 zur Anhebung der Abschneidegrenze führte. Auch bei EnStat 066k und EnStat 067 gibt es Hinweise darauf, dass die gesetzlich verankerte Erhebungseinheit den Anlagenbestand des Erhebungskreises unterschreitet. Demnach besteht die Notwendigkeit im Zuge der Novellierung des Energiestatistikgesetzes die Erhebungseinheit der benannten Statistiken zu überprüfen und gegebenenfalls zu erhöhen.

Ein weiterer Aspekt des wandelnden Energiesystems ist der Ausbau der netzgebundenen Wärmeversorgung außerhalb der großen Fernwärmenetze liegt. Abzugrenzen von diesen Wärmenetzen sind die sogenannten Nahwärmenetze, die in der Regel in Kombination mit großen Wärmeerzeugungsanlagen basierend auf festen Bioenergieträgern gebaut werden. Dies hat zur Folge, dass eine Vielzahl relevanter Wärmeerzeugungsanlagen mit netzgebundener Wärmeversorgung in der EnStat 064 nicht berücksichtigt wird. Zur Abbildung des Brennstoffeinsatzes in Wärmeerzeugungsanlagen des Umwandlungssektors bedarf es somit einer Erweiterung auf Nahwärmenetze, aber auch der Herabsetzung der Abschneidegrenze – wie die Auswertung in Kapitel 4.2.2 zeigte. Beide Aspekte sind mit einer massiven Anhebung der Erhebungseinheit verbunden.

### Baustatistik und Zusatzerhebung zur Wohnsituation im Rahmen des Mikrozensus

Beide Statistiken wurden in den letzten Jahren hinsichtlich des Einsatzes erneuerbarer Energieträger zur Gebäudebeheizung überarbeitet. Für den Einsatz von Bioenergieträgern hat dies den entscheidenden Vorteil, dass nicht nur Biomasse gesondert von den übrigen erneuerbaren Energieträgern, sondern auch differenziert nach dem Brennstoffsortiment ausgewiesen wird.

Da für die Baustatistik die Art der Gebäudebeheizung lediglich bei der Baugenehmigung und Baufertigstellung abgefragt wird, liegen die zusätzlichen Informationen ausschließlich für den Gebäudezubau ab dem Berichtsjahr 2011 vor. Diesem ist allerdings nur ein marginaler Anteil am Gebäudebestand zuzurechnen. Für eine verbesserte Charakterisierung der Beheizungsstruktur von Gebäuden wäre demnach die Aufnahme der Art der Beheizung von Gebäuden in periodischen Abständen von großem Interesse (Lebenszyklusmonitoring).

Die Zusatzerhebung zur Wohnsituation liefert für den in der Energiestatistik nicht berücksichtigten, für den Endenergieverbrauch jedoch relevanten Sektor private Haushalte interessante Aspekte zur Art der Beheizung der Gebäude. Zu beanstanden ist hingegen der Turnus der Datenerhebung von vier Jahren. Ein weiterer Aspekt ist die begrenzte Aussagekraft der Ergebnisse. Die Zusatzerhebung liefert zwar einen Einblick in die Verteilung der Brennstoffe – erweitert um die Bedeutung von Zusatzheizsystemen seit dem Berichtsjahr 2010 -, weiterführende Informationen zu Größenklassen der Heizsysteme bzw. Brennstoffeinsatz wären jedoch für die Verwendung dieser Datenquelle zur Quantifizierung des Einsatzes von Bioenergieträgern zur Wärmeerzeugung in privaten Haushalten von Interesse.

### Abfallstatistik – Erhebungsturnus sowie die Ausweisung der energetischen Verwertung

Grundlegend erfolgt die Veröffentlichung der Abfallstatistik mit einem zeitlichen Verzug von 18 Monaten nach der Terminsetzung der Berichtspflichten. Zudem werden die für dieses Vorhaben relevanten Daten zur Quantifizierung der Gewinnung und Verwertung von Biogas und Deponiegas in einem Zwei-Jahres-Turnus erhoben. Für die Verwendung dieser Datenquelle zur Erfüllung der Berichtspflichten wäre demnach eine Anpassung der Datenbereitstellung wünschenswert.

Neben den Angaben zur Gasgewinnung stellen auch die ausgewiesenen Abfallmengen in thermischen Abfallbehandlungsanlagen eine interessante Größe für dieses Vorhaben dar. Basierend auf den derzeit ausgewiesenen Parametern ist lediglich der mengen- und nicht der energiebezogene Brennstoffeinsatz in Müllverbrennungsanlagen und die Art der energetischen Nutzung in Form von Strom und / oder Wärme möglich.

### EEG-Daten der Bundesnetzagentur – Differenzierung des Biomassesortiments und Erhebung weiterer Aspekte

Maßgeblich beeinträchtigt ist die Verwendung der EEG-Daten durch die Zusammenfassung der festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträger, deren Entschlüsselung nur mit großem Aufwand und verbleibenden Unsicherheiten verbunden ist. Mit der gesonderten Ausweisung der drei Segmente wäre die Entschlüsselung der EEG-Daten hinfällig, so dass die Datenqualität für KWK-Anlagen basierend auf deren verwendeten Bioenergieträger deutlich erhöht werden könnte.

Im Kontext dieses Vorhabens wäre für die weiterführende Verwendung dieser Datenquelle zudem die Erweiterung der Datensätze um die Parameter Brennstoffeinsatz und Wärmenutzung erstrebenswert.

### Daten des Schornsteinfegerhandwerks zur Emissionsüberwachung

Mit der Novellierung der 1.BImSchV wurde die Verwendung der Daten des Schornsteinfegerhandwerks zur Ableitung des Anlagenbestandes mit der Einführung der wiederkehrenden Messung in einem Zwei-Jahres-Turnus für alle Biomassekessel erheblich verbessert. Infolge des Bestandschutzes liefert die in 2010 in Kraft getretene novellierte 1.BImSchV erst ab 2026 den Anlagenbestand der Biomassekessel in Deutschland. Darüber hinaus wären für die Verwendung dieser Datenquelle eine sektorale Differenzierung des Anlagenbestandes sowie vertiefende Informationen (z.B. mittlere installierte Leistung je Anlagengruppe) hilfreich.

### Immissionsschutzrechtliche Anlagen – Genehmigung und Emissionserklärung (4. und 11.BImSchV)

Sämtliche Feuerungsanlagen außerhalb der 1.BImSchV bedürfen gemäß den Ausführungen im Anhang A 1.3.8 einer Genehmigung und einer Emissionserklärung alle vier Jahre. Die relevanten Angaben für dieses Vorhaben, wie installierte Leistung, Art des Brennstoffes sowie der Differenzierung zwischen KWK-Anlagen und Wärmeerzeugungsanlagen, sind im Rahmen der Genehmigung der Behörde mitzuteilen. Ein länderübergreifendes Informationssystem zur Erfassung der Anträge (und Emissionserklärungen) ist zwar vorhanden, das System wird jedoch nur von der Hälfte der Bundesländer genutzt. Umfang und Qualität der eingetragenen Daten und somit die Möglichkeit einer Auswertung schwankt zudem zwischen den Ländern erheblich. Eine verpflichtende Einführung dieses Systems in allen Bundesländern inklusive definierten Pflichtfeldern (Brennstoffart, Leistung) würde zu einer neuen Datenquelle zur Ermittlung des Bestandes immissionsschutzrechtlich zu genehmigender Energieerzeugungsanlagen (Wärmeerzeugungs- sowie KWK-Anlagen) führen. Für die Abbildung des

Anlagenbestandes – und nicht nur des Anlagenzubaus – müssten hingegen sämtliche genehmigten Energieerzeugungsanlagen in das System nachgepflegt werden. Dies wäre mit einem erheblichen bürokratischen Aufwand verbunden.

## 10.2 Datenerhebungen außerhalb der amtlichen Statistik

Neben den amtlichen Statistiken steht eine Vielzahl alternativer Datenquellen im Kontext des Einsatzes von Biomasse zur Wärmeerzeugung zur Verfügung. Bedingt durch den ursprünglichen Zweck weisen die Datenquellen teilweise Randbedingungen auf, die die Verwendung für dieses Vorhaben einschränken. Nachstehend werden diese Problemfelder näher beleuchtet

### Haushalts-Studien und Rheinbraun-Daten

Die Vielfalt der Möglichkeiten zur Wärmeversorgung in privaten Haushalten abzubilden, hinterlegt mit aussagekräftigen Angaben zum Brennstoffeinsatz etc., ist anhand der bestehenden Datenerhebungen nur bedingt möglich. Mit der Zunahme des Spektrums an Energieträgern und den damit verbundenen Technologien, ist eine Erhöhung der Stichprobe von 10.000 bis 15.000 Haushalten anzustreben. Insbesondere die Angaben für die pelletbasierten Anlagen in der RWI-Haushaltsstudie zeigen, dass die Stichprobe für solche vergleichsweise neuen Technologien zu gering ausfällt. Darüber hinaus hat in den letzten Jahren die Nutzung von Biomasse in Zentralfeuerstätten an Bedeutung gewonnen, so dass der Fokus auf Einzelraumfeuerungen bei den Rheinbraun-Daten zwar den Großteil des Einsatzes fester Bioenergieträger abbildet, jedoch ein an Bedeutung gewinnendes Segmente nicht berücksichtigt.

### GHD-Studien

Grundproblem aller GHD-Studien sind zum einen die Heterogenität des Sektors und zum anderen die vergleichsweise geringe Verbreitung von Biomasseanlagen im GHD-Sektor. Demnach bedarf es eines erheblichen Stichprobenumfangs, um qualitativ verlässliche Angaben zur Verbreitung von Biomasseanlagen und dem korrespondierenden Brennstoffeinsatz zu erheben. Folglich wäre die Stichprobe bei der, hinsichtlich der Erhebungsmethodik positiv zu bewertenden, ISI-GHD-Studie für die Erhöhung der Datenqualität notwendig. Analog zu den Haushalts-Studien besteht auch bei den GHD-Studien das Problem der erheblichen zeitlichen Differenz zwischen Berichtsjahr und Veröffentlichung der Ergebnisse.

## 10.3 Neu konzipierte Datenerhebung des DBFZ

Die Analyse bestehender Datenquellen im Rahmen dieses Vorhabens zeigte die Datenlücke, die nicht ausschließlich mit Änderungen bestehender Datenquellen geschlossen werden können. Zu diesem Zweck wurden zusätzliche Datenerhebungen durchgeführt.

### Klärgaserhebung und Heizwerkerhebung

Bei diesen Datenerhebungen ist es gelungen, vertiefende Informationen zur Struktur von Energieerzeugungsanlagen auf Kläranlagen einerseits und den Wärmeerzeugungsanlagen  $>100 \text{ kW}_{\text{th}}$  andererseits zu generieren. Infolge des gewählten Erhebungsinstrumentes und der entsprechenden Vorarbeit, können beide Datenerhebungen darauf aufbauend wiederholend durchgeführt werden.

Zusätzlich sollte bei der Heizwerkbefragung eine Erhöhung der Stichprobe durch zusätzliche Adresslisten erfolgen, um die Datenqualität bei der Abbildung des breiten Spektrums des Anlagenparks zu verbessern.

### Kehrbucherhebung mit dem Schornsteinfegerhandwerk

Die gravierenden Datenlücken in Bezug auf Kleinfeuerungsanlagen und eine Vielzahl angetragene Forschungsfragen veranlasste das DBFZ zur Konzeptionierung dieser neuen Datenerhebung. Infolge des zeitlich umfangreichen Prozesses bei der Konzeptionierung und Durchführung der Datenerhebung konnten noch keine verifizierbaren Ergebnisse zum Anlagenbestand in Deutschland generiert werden. Die Generierung von 850.000 Datensätzen zu Kleinfeuerungsanlagen von über 600 Teilnehmern mit dem Bezugsjahr 2012 weist auf ein enormes Potenzial dieser Datenerhebung hinsichtlich ihrer Aussagekraft hin und könnte damit einen Beitrag leisten, zukünftig die Datenlücken bei der Quantität und Charakterisierung von Kleinfeuerungsanlagen zu schließen. Mit diesem Ziel wird in Anschluss an dieses Vorhaben am DBFZ im Rahmen einer Dissertation die Entwicklung eines Hochrechnungsmodells zur Quantifizierung und Charakterisierung des Anlagenbestandes – basierend auf dieser Datenerhebung – entwickelt, um anschließend Rückschlüsse auf den Brennstoffeinsatz ziehen zu können.

## 11 Zusammenfassung

Gegenwärtig weist Biomasse zur Wärmebereitstellung einen Anteil von 42 % am erneuerbaren Endenergieverbrauch auf, so dass die Quantifizierung der biogenen Wärmebereitstellung und dem damit verbundenen Brennstoffeinsatz für die nationale und internationale Berichterstattung von wesentlicher Bedeutung ist. Aufgrund der dezentralen Erzeugungs- sowie Nutzungsstruktur biogener Wärme ist in der amtlichen Energiestatistik nur ein Bruchteil des damit verbundenen Brennstoffeinsatzes enthalten. Die daraus resultierenden Datenlücken können zum Teil über die Vielzahl an verfügbaren Statistiken, Studien und Verbandsdaten geschlossen werden. Die einzelnen Veröffentlichungen bilden dabei jedoch immer nur einen definierten Teilbereich der vielschichtigen biogenen Wärmebereitstellung ab.

Aus dieser Problemstellung ergab sich das Ziel des Arbeitspaketes 12 „Methodikentwicklung biogene Wärme“ im Rahmen des Vorhabens „Wechselwirkung der Markteinführungsinstrumente auf die energetische Nutzung von Biomasse“: Die Entwicklung einer Methode zur umfassenden Aufnahme der durch Biomasse bereitgestellten Wärme.

Grundlage für die Methodenentwicklung war die Analyse der bestehenden nationalen sowie internationalen Berichtspflichten hinsichtlich der vorzunehmenden Differenzierung des Brennstoffeinsatzes. Hierbei sollte nicht nur eine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Bioenergieträgern, sondern auch zwischen den Sektoren erfolgen. Mit der Wärmeerzeugung aus Biomasse traten diesbezüglich Problemfelder auf, die im Rahmen des Vorhabens diskutiert wurden (u. a. der Umgang mit landwirtschaftlichen Biogasanlagen).

Resultierend aus den Anforderungen der Berichtspflichten wurde die Methodenentwicklung gesondert für die Bioenergieträger und Sektoren erarbeitet. Basis hierfür bildete eine Analyse der bestehenden Datenquellen des Hintergrundes sowie Gliederung und Verfügbarkeit der Ergebnisse und eine anschließende Bewertung hinsichtlich der Verwertbarkeit für die Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes zur Wärmeerzeugung. Basierend darauf konnten Überschneidungen der

Datenquellen, aber auch bestehende Datenlücken für die einzelnen Bereiche (Sektoren, Brennstoffe) der Wärmeerzeugung aus Bioenergieträgern, ermittelt werden.

### Feste Bioenergieträger

Die Auswertung hat gezeigt, dass feste Bioenergieträger maßgeblich zur Erzeugung biogener Wärme eingesetzt werden. Während die Datengrundlage für den Einsatz in KWK-Anlagen umfangreich ist, hat die Analyse der Datenquellen gezeigt, dass erhebliche Datenlücken bei den Wärmeerzeugungsanlagen vorhanden sind. Vordergründig ist dies auf den enorm hohen Anlagenbestand in und der großen Bandbreite an Einsatzgebieten zurückzuführen. Eine Datenquelle die diesen Anlagenbestand und den damit verbundenen Brennstoffeinsatz abbildet, ist nicht vorhanden.

Viele Datenquellen bilden nur einzelne Segmente, wie beispielsweise Sektoren in Form der RWI-Haushaltsstudie oder Feuerstättenarten (Rheinbraun-Daten), ab. Im Rahmen dieses Vorhabens wurden verschiedene Ansätze aufgezeigt den sektorspezifischen Brennstoffeinsatz basierend auf den bestehenden Datenquellen zu quantifizieren. Dabei wurde auf die fehlenden Daten hingewiesen und Ansätze unterbreitet diese zu schließen.

In diesem Kontext ist die im Rahmen dieser Studie neu entwickelte Datenerhebung mit dem Schornsteinfegerhandwerk (Kehrbucherhebung) zu benennen. Ziel der Datenerhebung ist, die Quantifizierung des Bestandes von Einzelraum- und Zentralfeuerstätten in Deutschland und das Ziehen von Rückschlüssen auf den Brennstoffeinsatz. Zum Zeitpunkt der Vorlage dieses Berichtes liegen noch keine quantifizierbaren Hochrechnungsergebnisse der Datenerhebung vor, wird fortführend an dieses Vorhaben am DBFZ weiterentwickelt.

### Flüssige und gasförmige Bioenergieträger

Im Gegensatz zu den festen Bioenergieträgern zeichnen sich die flüssigen und gasförmigen Bioenergieträger einerseits durch einen deutlich geringeren Anlagenbestand und andererseits durch eine maßgeblichen Einsatz in KWK-Anlagen aus gegenüber dem vornehmlichen Einsatz der festen Biomasse in Wärmeerzeugungsanlagen. Eine Vielzahl von Datenquellen bildet ausschließlich die Stromerzeugung aus gasförmigen und flüssigen Bioenergieträgern ab. Die Datenlücken bei der Wärmeerzeugung und dem Brennstoffeinsatz wurden im Rahmen dieses Vorhabens aufgezeigt und auch hierfür Ansätze zur Berechnung und Schließung der Datenlücken aufgezeigt. Grundsätzlich kann der Brennstoffeinsatz mit den verfügbaren methodischen Ansätzen quantifiziert werden, jedoch bewirken die getroffenen Annahmen zum Teil größere Unsicherheiten bei den Ergebnissen. Weiterhin hat die Arbeit gezeigt, dass den beiden Bioenergieträgern nur eine untergeordnete Rolle bei der Wärmeerzeugung beizumessen ist. Statistische Datenquellen sind für diesen Einsatzbereich bisher nicht verfügbar.

### Sonstige Energieträger

Neben den Bioenergieträgern die gemäß der Biomasseverordnung anerkannt sind, wurde auch Klärgas, Deponiegas und der biogene Anteil des Abfalls im Rahmen dieses Vorhabens berücksichtigt. Sowohl für die Energieträger Klärgas und dem biogenen Anteil des Abfalls stehen umfangreiche Datenquellen zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes zur Verfügung. Einzelne Datenlücken konnten mit einer Befragung von Anlagenbetreibern (Klärgasbefragung) bzw. durch die Recherche von Anlagendaten weitestgehend geschlossen werden. Der Brennstoffeinsatz von Deponiegas konnte hingegen nicht vollständig mit den ausgewerteten Datenquellen erfasst werden, weshalb zusätzliche Ansätze zur

Berechnung des Brennstoffeinsatzes basierend auf der verfügbaren Stromerzeugung aufgezeigt wurden.

Prinzipiell konnten für alle betrachteten Bioenergieträger und Sektoren Methoden zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes und der Wärmeerzeugung aufgezeigt werden. Die dabei anzuwendenden Datenquellen und ihre Verfügbarkeit, aber auch der Bedarf zusätzlicher Informationen wurden gleichermaßen dokumentiert. Resultierend daraus wurde zum einen die Empfehlung ausgegeben, bestehende Datenquellen hinsichtlich deren Verwendung für die Quantifizierung der biogenen Wärme zu verbessern und zum anderen der Bedarf neuer Datenerhebungen aufgezeigt. Aus den aufgezeigten Ergebnissen und den abgeleiteten Handlungsempfehlungen resultiert für die Zukunft ein umfangreicher zusätzlicher Forschungsbedarf zur Schließung der Datenlücken und zur Erfüllung der Anforderungen aus den nationalen und internationalen Berichtspflichten. Das Augenmerk sollte dabei insbesondere auf die Effektivität der Erhebungsmethode sowie die Vollständigkeit, Qualität und Fortschreibbarkeit der Daten gelegt werden.

## Literatur- und Referenzverzeichnis

- 11.BImSchV, 2010. Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen - 11.BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 05.März 2007 (BGBl.I S.289), die durch Artikel 5 Absatz 3 der Verordnung vom 26.November 2010 (BGBl. I S.1643) geändert worden ist.
- 2012/27/EU, 2012. Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32 EG.
- 4.BImSchV, 2012. Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Art.1 d.V zur Neufassung und Änderung von Verordnungen zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4.BImSchV) vom 11.08.2009 zuletzt geändert durch Artikel 13 des Gesetzes.
- AEE, 2010. Holzenergie. Bedeutung, Potenziale, Herausforderungen. Renew Spezial,. Berlin.
- AEE et al., 2010. Bestimmung von Jahresnutzungsgrad und Emissionsfaktoren von Biomasse-Kleinfeuerungen am Prüfstand, Projektendbericht. Villach.
- AGEB, 2010. Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland.
- AGEB, 2012a. Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland.
- AGEB, 2012b. Satellitenbilanz "Erneuerbare Energieträger" zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland.
- AGEE-Stat, 2011. Berichtspflichten und Fachinformationen im Kontext der energetischen Biomassennutzung. Dessau-Roßlau.
- AGEE-Stat, 2012. Protokoll zum 1. Fachgespräch "Harmonisierte Bilanzierung von Biomethan" durchgeführt durch die AGEE-Stat am 08.11.2012 im BMU Berlin.
- AGEE-Stat, 2013. Protokoll zum 2. Fachgespräch "Harmonisierte Bilanzierung von Biomethan" durchgeführt durch die AGEE-Stat am 17.06.2013 im BMU Berlin.
- AGFW, 2011. AGFW-Arbeitsblatt FW 308. Zertifizierung von KWK-Anlagen - Ermittlung des KWK-Stromes. Frankfurt am Main.
- Anonym, 2012. Gar nicht schnell wachsend. URL: <http://www.erneuerbareenergien.de/gar-nicht-schnell-wachsend/150/482/32780/>, letzter Zugriff 09.09.2013.
- Aust, C., 2012. Abschätzung der nationalen und regionalen Biomassepotenziale von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland. Freiburg i. Breisgau.
- BAFA, 2010a. Monatsstatistik Erneuerbare Energien für das BMU für den Zeitraum seit 01.09.1999, Stand 31.12.2009, nicht veröffentlicht. Eschborn.
- BAFA, 2010b. Persönliche Auskunft von Herrn Wagner am 25.03.2010.
- BAFA, 2010c. Persönliche Auskunft von Herrn Wagner am 06.05.2010.
- BAFA, 2011. Amtliche Mineralöldata für die Bundesrepublik Deutschland, Monat Juni 2011.
- BAFA, 2012. Persönliche Auskunft von Herrn Benduhn (BAFA) am 20.07.2012.

- BAFA, 2013. Internetpräsenz der BAFA, Rohöl / Mineralöl;  
[http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel\\_rohoel/index.html](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/index.html), letzter Zugriff am 10.01.2013.
- Bär, H. et al., n.d. Abfall- und Energiewirtschaft - Zwei Bereiche wachsen zusammen.
- Basler Hofmann, 2012. Schweizerische Holzenergiestatistik 2011. Erhebung für das Jahr 2011. Zürich.
- Bayer, W., 2011. Sich ständig wandelnde Energiemärkte - eine Herausforderung für die amtliche Energiestatistik, Auszug aus Wirtschaft und Statistik. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- BDEW, 2010. Persönliche Auskunft von Herrn Ruhrberg (BDEW) am 06.05.2010.
- BDH, 2010a. Mitglieder des Bundesinnungsverbandes Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (BDH. Internetpräsenz. URL:[http://www.bdh-koeln.de/html/index.php?site=2\\_0&lng=de](http://www.bdh-koeln.de/html/index.php?site=2_0&lng=de), letzter Zugriff 12.Mai 2010.
- BDH, 2010b. Persönliche Auskunft von Herrn Breidenbach am 05.05.2010.
- BEI, 2007. Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern. Bremen.
- Biogasrat, 2010. Biogas. Erneuerbare Energie im Wärmemarkt, Marktzugang über Erdgasnetz für alle Akteure öffnen, Pressemitteilung vom 05.Mai 2010.
- BMELV, 2012a. Persönliche Auskunft von Herrn Riehl (BMELV) am 22.08.2012.
- BMELV, 2012b. Holzmarktbericht 2011, Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2011.
- BMU, 2009. Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland, Leitszenario 2009. Berlin.
- BMU, 2011a. Das Energiekonzept der Bundesregierung 2010 und die Energiewende 2011. Berlin.
- BMU, 2011b. Evaluierung des Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien. Ergebnisse der Förderung für das Jahr 2010.
- BMU, 2012b. Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland, unter Verwendung von Daten der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare-Energien-Statistik (AGEE-Stat). Berlin.
- BMU, 2012c. Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG-Erfahrungsbericht) gemäß §18 EEWärmeG vorzulegen dem Deutschen Bundestag durch die Bundesregierung. Berlin.
- BMU, 2013. Marktanreizprogramm für Erneuerbare Energien, Teil BAFA. Förderung mit Investitionszuschüssen, Anzahl geförderter Maßnahmen nach Fördersegment. URL. [http://www.erneuerbare-energien.de/unser-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/statistik-zum-marktanreizprogramm/?tx\\_ttnews\[backPid\]=152](http://www.erneuerbare-energien.de/unser-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/statistik-zum-marktanreizprogramm/?tx_ttnews[backPid]=152), letzter Zugriff am 13.03.2013.
- BMWi, 2015a. Zahlen und Fakten Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung, letzte Aktualisierung 16.03.2015.

- BMWi, 2015b. Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Stand Februar 2015.
- BNetzA, 2011. Bericht der Bundesnetzagentur über die Auswirkungen der Sonderregelung für die Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz gemäß § 37 GasNZV an die Bundesregierung am 31.05.2011. Bonn.
- BNetzA, 2012. Bericht der Bundesnetzagentur über die Auswirkungen der Sonderregelung für die Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz gemäß § 37 GasNZV an die Bundesregierung am 31.05.2012. Bonn.
- BNetzA, 2013a. Bericht der Bundesnetzagentur über die Auswirkungen der Sonderregelung für die Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz gemäß § 37 GasNZV an die Bundesregierung am 31.05.2013. Bonn.
- BNetzA, 2013b. Biogas-Monitoringbericht 2013 veröffentlicht, Pressemitteilung der BNetzA am 19.08.2013 auf [http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2013/130819\\_BioGasMonitoring.html](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2013/130819_BioGasMonitoring.html).
- Brennstoffspiegel, 2011. Zartes Pflänzchen Bioheizöl, In: Brennstoffspiegel 01/2011, S. 14-15. Brennstoffspiegel.
- C.A.R.M.E.N.e.V., 2000. Evaluierung: Biomasseheizwerke in Deutschland.
- DBFZ, 2011a. Ergebnisprotokoll zur 1. Projektbeiratssitzung "Wechselwirkungen der Markteinführungsinstrumente auf die energetische Nutzung von Biomasse - AP12: Methodikentwicklung biogene Wärme."
- DBFZ, 2011b. Ermittlung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor (Unveröffentlichter Endbericht). Leipzig.
- DBFZ, 2011c. DBFZ Report Nr. 8 - Kompakt. Leipzig.
- DBFZ, 2012. Ergebnisprotokoll zur 2. Projektbeiratssitzung "Wechselwirkungen der Markteinführungsinstrumente auf die energetische Nutzung von Biomasse - AP12: Methodikentwicklung biogene Wärme."
- DBFZ, 2013. Ergebnisprotokoll zur 3. Projektbeiratssitzung "Wechselwirkungen der Markteinführungsinstrumente auf die energetische Nutzung von Biomasse - AP12: Methodikentwicklung biogene Wärme."
- DBFZ et al., 2010. Methoden zur stoffstromorientierten Beurteilung für Vorhaben im Rahmen des BMU-Förderprogramms Energetische Biomassenutzung.
- DBFZ et al., 2012. Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse (DBFZ Report Nr. 12). Leipzig.
- dena, 2012a. Branchenbarometer Biomethan. Daten, Fakten und Trends zur Biogaseinspeisung, Juni 2012. Berlin.
- dena, 2012b. Branchenbarometer Biomethan. Daten, Fakten und Trends zur Biogaseinspeisung. 2/2012. Berlin.
- dena, 2013. Das Biogasregister Deutschland, URL: [www.biogasregister.de](http://www.biogasregister.de), Zugriff am 07.01.2013.

- DEPI, 2013a. Jahresdurchschnittspreise von Holzpellets; URL: [http://www.depv.de/fileadmin/Redaktion/Grafiken/DEPI\\_Jahresdurchschnittspreise\\_Pellets.jpg](http://www.depv.de/fileadmin/Redaktion/Grafiken/DEPI_Jahresdurchschnittspreise_Pellets.jpg) letzter Zugriff am 04.07.2013. Berlin.
- DEPI, 2013b. Internetpräsenz des Deutschen Pelletinstituts (DEPI). URL: [http://www.depi.de/de/das\\_institut/](http://www.depi.de/de/das_institut/), letzter Zugriff am 17.07.2013.
- Diekmann, J., Eichhammer, W., Neubert, A., Rieke, H., Schlomann, B., Ziesing, H.-J., 1999. Energie-Effizienz-Indikatoren. Statistische Grundlagen, theoretische Fundierung und Orientierungsbasis für die politische Praxis (Umwelt und Ökonomie Bd. 32), 1st ed. Physica-Verlag Heidelberg.
- DIW, 2012. Persönliche Auskunft von Frau Wernicke am 05.09.2012.
- DIW et al., 2003. Harmonisierung der Energiedaten zur CO2-Berichterstattung. Berlin.
- DLR et al., 2009. Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2007 bis Dezember 2008. Stuttgart.
- Döring, P. et al., 2012. Standorte der Holzwirtschaft Holzrohstoffmonitoring, Sägeindustrie - Einschnitt und Sägenebenprodukte 2010. Hamburg.
- Dr. Diefenbach, N., DR. Cischinsky, H., Rodenfels, M. (IWU), Dr. Clausnitzer, K.-D. (BEI), 2010. Datenbasis Gebäudebestand - Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt.
- Dreher, M., Memmler, M., Rother, S., Schneider, S. (UBA), Böhme, D. (BUM), 2012. Bioenergie - Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung (Ergebnisbericht zum Workshop vom Juli 2011). Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Durchführung der Kommission vom 19. Dezember 2011 zur Festlegung harmonisierter Wirkungsgrad-Referenzwerte für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme in Anwendung der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Entscheidung 2007/74/EG der Kommission (2011/877/EU), 2011.
- EEFA, 2011. Bestimmung des "Bruttoendenergieverbrauch" nach den Vorschriften der EU-RL/2009/28/EG auf Basis der Daten der AG-Energiebilanzen (AGEB), Kurzstudie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Münster, Berlin.
- Energiesteuergesetz (EnergieStG) vom 15. Juli 2006 zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2436), 2012.
- Entscheidung der Kommission vom 30. Juni 2009 zur Festlegung eines Musters für nationale Aktionspläne für erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, 2009.
- EnWG, 2012. Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG).
- Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1.BImSchV) vom 22.03.2010 (BGBl. I S.38), 2010.
- EUWID EE, 2013. BMU schreibt Evaluierung des MAP für erneuerbare Energien im Wärmemarkt aus. Artikel in EUWID Energieeffizienz am 31.01.2013.

- Fichtner et al., 2010. Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011. Evaluierung des Förderjahres 2009.
- FNR, 2007. Leitfaden Bioenergie. Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen. Gülzow.
- FNR, 2010. Leitfaden Biogas, Von der Gewinnung zur Nutzung. Gülzow.
- Gesetz zur Neuregelung des Rechtsrahmens zur Förderung der Stromerzeugung aus Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG) vom 28.07.2011 (BGBl.I 2011, Nr. 42 S.1634), 2011.
- Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG) vom 22.12.2009 zuletzt geändert durch Artikel 12 des Gesetzes (BGBl.I S.3950), 2011.
- Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) vom 25.10. 2008, 2008.
- Gesetz über Agrarstatistiken (Agrarstatistikgesetz - AgrStatG) vom 17.Dezember 2009 (BGBl.I S.3886), 2010.
- Gesetz über die Erhebung von Meldungen in der Mineralölwirtschaft (Mineralöldatengesetz - MinÖIDatG) vom 20.Dezember 1988 zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 18. Dezember 2006 (BGBl. I S. 3180)), 2006.
- Gesetz über die Statistik der Bautätigkeit im Hochbau und die Fortschreibung des Wohnungsbestandes (Hochbaustatistikgesetz - HBauStatG) vom 5.Mai 1998 (BGBl.I S.869), das zuletzt durch Artikel 5a des Gesetzes vom 12.April 2011 (BHBl.I S.619) geändert worden ist, 2011.
- Gesetz über die Statistik für Bundeszwecke (Bundesstatistikgesetz - BStatG) vom 07.09.2007 zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes (BGBl.I S.2246), 2007.
- Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen (BioKraftFändG) vom 15. Juli 2009, 2009.
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24.Februar 2012 (BGBl. I S.212), 2012.
- Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG) vom 15.Juli 2009 zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 12. April 2011(BGBl.I S.619), 2011.
- GfK, 2012. Definition Mailpanel auf der URL.
- Hartig, 2013. Clusterstudie zum Ist-Zustand des Brennstoffeinsatzes und Wärmenutzungskonzepte von Biomasse-Heizwerken mit einer Grundlastleistung größer 100 kW in Deutschland, Bachelorarbeit an der HTWK Leipzig, 2013
- HKI, 2010a. Persönliche Auskunft von Herrn Hild am 27.04.2010.
- HKI, 2010b. Persönliche Auskunft von Herrn Hild am 12.05.2010.
- HKI, 2011. Organisation und Arbeitsschwerpunkte im Überblick. Frankfurt am Main.

- Horeni, M. et al., 2007. Ermittlung von Betriebsparametern in Abfallverbrennungsanlagen als Voraussetzung für die weitere Optimierung. IN: Energie aus Abfall - BAnd 2. neurupponm: TK Verlag karl Thome-Kozmiensky.
- IAA, 2011. Nutzung der Potenziale des biogenen Anteils im Abfall zur Energieerzeugung ( No. UBA-FB 001424).
- IAT et al., n.d. Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen.
- IE, 2004. Wärmegewinnung aus Biomasse, Anlagenband zum Abschlussbericht Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Leipzig.
- IEA, Eurostat, UNECE, 2010. Renewables Annual Questionnaire 2009 and historical Revisions. Paris, Luxemburg, New York.
- IEA, Eurostat, UNECE, n.d. Country Annual Questionnaire Renewable and Wastes. Paris, Luxemburg, New York.
- IEA,OECD,EuroStat, 2005. Handbuch Energiestatistik.
- IfE, 2010. Erstellen der Anwendungsbilanz 2008 für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Forschungsprojekt im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin. München.
- IfE, 2011. Erstellen der Anwendungsbilanz 2009 und 2010 für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Forschungsprojekt im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin. München.
- IfE, 2012. Erstellen der Anwendungsbilanz 2010 und 2011 für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Forschungsprojekt im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin. München.
- ifeu, 2007. Ökobilanz thermischer Entsorgungssysteme für brennbare Abfälle in Nordrhein-Westfalen.
- ifeu, 2008. Beispielhafte Darstellung einer vollständigen, hochwertigen Verwertung in einer MVA unter besonderer Berücksichtigung der Klimarelevanz.
- ISI et al., 2011. Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010 (Zweiter Zwischenbericht an das BMWi No. Projektnummer 53/09). Karlsruhe.
- ISI et al., 2013a. Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010 (Zweiter Zwischenbericht an das BMWi No. Projektnummer 53/09). Karlsruhe.
- ISI et al., 2013b. Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010, Sonderbericht zu erneuerbaren Energien im Sektor GHD (Zweiter Zwischenbericht an das BMWi No. Projektnummer 53/09). Karlsruhe.
- ISI, IfE, GfK, 2008. 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 2006 (Abschlussbericht an das BMWi und BMU No. Projektnummer 45/05).

- ITAD, 2012. Homepage der Interessensgemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. ([www.itad.de](http://www.itad.de)).
- ITAD, DBFZ, 2012. Berechnung des mittleren Heizwertes beruhend auf den Mitgliedsangaben der MVAs auf [www.itad.de](http://www.itad.de).
- IVD, 2000. Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher. Stuttgart.
- IVD, 2003. Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung. Stuttgart, Straubing.
- IVD, 2008. Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung ( No. Forschungsbericht 205 42 322, UBA-FB 001217).
- Kern, M. et al., 2010. Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz, Klima- und Ressourcenschutz. Witzenhausen.
- Konstantin, P., 2009. Praxisbuch Energiewirtschaft. Energieumwandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt. Heidelberg.
- KUP-Netzwerk, 2013. KUP Netzwerk, URL: <http://www.kup-netzwerk.info/de/start.html>, letzter Zugriff am 05.04.2013.
- LAK EB, 2011. Glossar zu den Energiebilanzen der Länder.
- LANUV NRW, 2010. Persönliche Auskunft von Herrn Schlinkmeier (Fachbereich Emissionskataster im Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen LANUV NRW) am 24. November 2010.
- LfU, 2008. Restmüllzusammensetzung, Einflussfaktoren, Abhängigkeit von lokalen abfallwirtschaftlichen Rahmenbedingungen (EFRE-Ziel-2-Gebiete in Bayern).
- LIS-A, 2013. LänderinformationsSystem für Anlagen, URL: <http://www.ais-i.de/servlet/is/114885/>, Zugriff am 04.02.2013.
- LUNG MV, 2011. Persönliche Auskunft von Frau Ebner von Eschenbach vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg Vorpommern (LUNG MV) am 12. Januar 2011.
- Majewska, 2012. Empirische Studie zum IST-Bestand und Potenzial der energetischen und insbesondere der thermischen Nutzung von Klärgas auf kommunalen Kläranlagen in Deutschland (unveröffentlicht).
- Mantau, 2012. Holzrohstoffbilanz Deutschland. Entwicklung und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015. Hamburg.
- Mantau et al., 2012. Die energetische Nutzung von Holz in Biomasseanlagen unter 1 MW in Nichthaushalten im Jahr 2010. Hamburg.
- Mantau, U., 2012. Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2010, Marktvolumen und verwendete Holzsortimente, Abschlussbericht. Hamburg.
- Mantau, U. et al., 2005. Stoffstrom-Modell-HOLZ, Bestimmung des Aufkommens, der Verwendung und des Verbleibs von Holzprodukten. Hamb.

- Mantau, U. et al., 2012. Standorte der Holzwirtschaft Holzrohstoffmonitoring, Altholz im Entsorgungsmarkt - Aufkommens- und Vertriebsstruktur 2010. Hamburg.
- Mauch et al., 2010. Allokationsmethoden für spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen von Strom und Wärme aus KWK-Anlagen. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 55 Jg. (2010) Heft 9.
- Musialczyk et al., 2007. Die energetische Nutzung von Holz in kommunalen und gewerblichen Kleinanlagen. Hamburg.
- MWBT MV, 2010. persönliche Auskunft von Dr. Jörg Fietz (Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern MWBT MV) am 15. November 2010.
- MZG, 2012. Gesetz zur Durchführung einer Repräsentativstatistik über die Bevölkerung und den Arbeitsmarkt sowie die Wohnsituation der Haushalte (Mikrozensusgesetz - MZG) vom 24.Juni 2004 (BGBl. I S.1350) zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. Dezember 2012 (BGBl.I S.2578).
- Öko-Institut al., 2010. Ausgewählte Klimaschutzpotenziale der Abwasserwirtschaft. Darmstadt, Heidelberg, Berlin.
- Ökopol, 2013. Emissionsberichterstattung. Internetpräsenz des Instituts für Ökologie und Politik (Ökopol), URL: <http://www.oekopol.de/de/themen/emissionsberichterstattung/>, letzter Zugriff am 19.04.2013.
- RBB, 2007. Dynamik bei den Festbrennstoffen hält an, Brennstoffspiegel 02/2007.
- RBB, n.d. Analyse der aktuellen Marktsituation bei Festbrennstoffen (Braunkohle, Steinkohle, Holz).
- RRI et al., 2009. Gekoppelte Produktion von Kraft und wärme aus Bio-, Klär- und Deponiegas in kleinen, dezentralen Stirling-Motor-Blockheizkraftwerken.
- RWI, 2012. Erstellung der Anwendungsbilanzen für 2010 und 2011 für den Sektor Private Haushalte, Forschungsprojekt im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin. Köln.
- RWI, 2013. Projekt: Erstellung der Anwendungsbilanzen 2009 bis 2012 für den Sektor der privaten Haushalte, URL: <http://www.rwi-essen.de/forschung-und-beratung/umwelt-und-ressourcen/projekte/180/>, Zugriff am 08.02.2013.
- RWI/forsa, 2005. Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2003 ( No. Forschungsprojekt Nr. 61/04 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi)). Köln.
- RWI/forsa, 2007. Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2005 ( No. Forschungsprojekt Nr. 15/06 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi)). Köln.
- RWI/forsa, 2011. Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006-2008 ( No. Forschungsprojekt Nr. 54/09 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi)). Köln.
- RWI/forsa, 2013. Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2009-2010 ( No. Forschungsprojekt Nr. 54/09 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi)). Köln.
- Saatweber, J., 2008. Die Bewertung des Heizenergieverbrauchs mit den Gradtagszahlen GTZ. Bad Homburg.

- SGA HI, 2011. Persönliche Auskunft von Frau Mestemacher und Herrn Bahn (Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim SGA HI) am 07. Februar 2011.
- Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen - 17.BImSchV) vom 27.01.2009 zuletzt geändert durch Artikel 2 (BGBl.I S.129), 2009.
- StBA, 2005. Mikrozensus-Zusatzerhebung zur Wohnsituation; Qualitätsbericht. Wiesbaden.
- StBA, 2008a. Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des verarbeitenden Gewerbe; Qualitätsbericht 060. Wiesbaden.
- StBA, 2008b. Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme; Qualitätsbericht 064. Wiesbaden.
- StBA, 2008c. Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung; Qualitätsbericht 066k. Wiesbaden.
- StBA, 2008d. Bautätigkeit und Wohnungen. Mikrozensus-Zusatzerhebung 2006 Bestand und Struktur der wohnheiten Wohnsituation der Haushalte; Fachserie 5, Heft1. Wiesbaden.
- StBA, 2009a. Statistik der Baufertigstellung; Qualitätsbericht. Wiesbaden.
- StBA, 2009b. Statistik der Baugenehmigung, Qualitätsbericht. Wiesbaden.
- StBA, 2009c. Statistik des Bauabgangs; Qualitätsbericht. Wiesbaden.
- StBA, 2009d. Statistik des Bauüberhangs; Qualitätsbericht. Wiesbaden.
- StBA, 2009e. Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und der öffentlichen Abwasserbeseitigung 2007; Qualitätsbericht. Wiesbaden.
- StBA, 2009f. Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und der nichtöffentlichen Abwasserbeseitigung 2007. Wiesbaden.
- StBA, 2010a. Persönliche Auskunft von Herrn Bayer (StBA) am 17.05.2010.
- StBA, 2010b. Erhebung über Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden; Qualitätsbericht 067. Wiesbaden.
- StBA, 2010c. Monatsbericht über die Gasversorgung; Qualitätsbericht 068. Wiesbaden.
- StBA, 2010d. Erhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern; Qualitätsbericht 070. Wiesbaden.
- StBA, 2010e. Erhebung über Aufkommen, Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse der Gasversorgungsunternehmen und der Gashändler; Qualitätsbericht 082. Wiesbaden.
- StBA, 2010f. Bauen und Wohnen. Baugenehmigung/Baufertigstellung von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie - Lange Reihen ab 1980. Wiesbaden.
- StBA, 2010g. Erhebung der Abfallentsorgung; Qualitätsbericht. Wiesbaden.

- StBA, 2011a. Persönliche Auskunft von Herrn Bayer (StBA) am 26.07.2011.
- StBA, 2011b. Erhebung über die Gewinnung, Verwendung und Abgabe von Klärgas; Qualitätsbericht 073. Wiesbaden.
- StBA, 2011c. Bauen und Wohnen. Baugenehmigungen / Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, Lange Reihen ab 1980. Wiesbaden.
- StBA, 2011d. Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik, Ausgabe 2012. Wiesbaden.
- StBA, 2011e. Außenhandel Zusammenfassende Übersichten für den Außenhandel (endgültige Ergebnisse) Fachserie 7 Reihe 1. Wiesbaden.
- StBA, 2012a. Fachgespräch Statistisches Bundesamt und DBFZ.
- StBA, 2012b. Persönliche Auskunft von Herrn Knöchel am 23.08.2012.
- StBA, 2012c. Persönliche Auskunft von Herrn Bayer (StBA) am 26.11.2012.
- StBA, 2012d. Umwelt, Abfallentsorgung (Fachserie 19 Reihe 1), Berichtszeitraum zwischen 2004 und 2010.
- StBA, 2012e. Persönliche Auskunft von Herrn Bayer (StBA) am 02.03.2012.
- StBA, 2012f. Internetpräsenz des Statistischen Bundesamtes, [www.destatis.de](http://www.destatis.de).
- StBA, 2012g. Persönliche Auskunft von Herrn Kaiser am 12.06.2012.
- StBA, 2012h. Mikrozensus 2011, Qualitätsbericht. Wiesbaden.
- StBA, 2012i. Bauen und Wohnen. Mikrozensus-Zusatzerhebung 2010 Bestand und Struktur der Wohneinheiten Wohnsituation der Haushalte; Fachserie 5, Heft1. Wiesbaden.
- StBA, 2012j. Mikrozensus-Zusatzerhebung 2010, Bestand und Struktur der Wohneinheiten Wohnsituation der Haushalte. Wiesbaden.
- StBA, 2012k. Umwelt, Abfallentsorgung 2010 (Fachserie 19 Reihe 1).
- StBA, 2012l. Qualitätsbericht Energiesteuerstatistik. Wiesbaden.
- StBA, 2012m. Außenhandel; Qualitätsbericht. Wiesbaden.
- StBA, 2013. Persönliche Auskunft von Frau Kortmann (StBA) am 23.05.2013.
- TI Bund, 2013. Erstellung von "Holzbilanzen" für Deutschland, für die EU und Ihre Mitgliedsländer. [http://www.ti.bund.de/index.php?id=5182&detail\\_id=2139&llang=de&stichw\\_suche=DUMMY&zeilenzahl\\_zaehler=10](http://www.ti.bund.de/index.php?id=5182&detail_id=2139&llang=de&stichw_suche=DUMMY&zeilenzahl_zaehler=10), letzter Zugriff a, 13.03.2013.
- UM BW, 2011a. Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg. Stuttgart.
- UM BW, 2011b. Persönliche Auskunft von Herrn Wendel (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg UM BW) am 07. Februar 2011.
- Umweltstatistikgesetz (UStatG) vom 11.August 2009 (BGBl. I S.2723), 2009.

- VDI, 2007. VDI 3807 Blatt 1; Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude, Grundlagen. Düsseldorf.
- VDI 4608 Blatt 1: Energiesysteme Kraft-Wärme-Kopplung. Begriffe, Definitionen, Beispiele, 2005.
- Verein deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4661, Energiekenngrößen Definitionen- Begriffe - Methodik, 2003. . Berlin.
- Verordnung (EG) Nr. 2150 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.November 2002 zur Abfallstatistik, 2002.
- Verordnung (EU) Nr. 844/2010 der Kommission vom 20.September 2010 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1099/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Energiestatistik hinsichtlich der Erstellung einer Reihe von jährlichen Atomenergie-Statistiken und der Anpassung der Verweise auf die Methodik an die NACE Rev.2, 2010.
- Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (Gasnetzzugangsverordnung vom 3.September 2010 (BGBl. I S.1261 geändert durch art. 4 V v. 30.04.2012, 2010.
- Viehmann et al 2012. Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor), DBFZ Report Nr. 10, 2012
- Viehmann 2013. Analyse des Kleinfeuerungsanlagenbestandes in Deutschland – Ergebnisse aus seiner Erhebung mit dem Schornsteinfegerhandwerk, 13. Internationaler BBE-Fachkongress HolzEnergie 2013
- Viehmann et al. 2014. Analysis of the population of small-scale furnances on the example of germany, 22nd European Biomass Conference and Exhibition, 23-26 June 2014 in Hamburg
- VIK, 2006. Entwurf CO2 Kennzeichnung von Strom aus KWK-Anlagen Brennstoffzuordnung auf elektrische- und thermische Energie. Essen.
- vTI, 2005. Holzbilanzen 2002, 2003 und 2004 für die Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsbericht des Institut für Ökonomie 2005/3.
- vTI, 2007. Holzbilanzen 2005 und 2006 für die Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsbericht des Institut für Ökonomie 2007/2.
- vTI, 2010. Holzbilanzen 2006 bis 2009 für die Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsbericht des Institut für Ökonomie Nr. 03/2010.
- vTI, 2011. Holzbilanzen 2009 und 2010 für die Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsbericht des Institut für Ökonomie Nr. 04/2011.
- Weimar et al., 2004. Einsatz von Biomasse in Energieanlagen. Hamburg.
- Weimar et al., 2006. Einsatz von Holz in Biomasse- und Holzfeuerungsanlagen. Hamburg.
- Weimar et al., 2012. Einsatz von Holz in Biomasse-Großfeuerungsanlagen 2011. Ham.
- Weimar, H., 2011. Der Holzfluss in der Bundesrepublik Deutschland 2009, Methode und Ergebnisse der Modellierung des Stoffflusses von Holz. Hamburg.

- Weimar, H. et al., 2008. Standorte der Holzwirtschaft Holzrohstoffmonitoring, Altholz im Entsorgungsmarkt - Aufkommens- und Vermarktungsstruktur. Hamburg.
- WI et al., 2007. Potenziale von Nah- und Fernwärmenetzen für den Klimaschutz bis zum Jahr 2020. Wuppertal, Stuttgart, Leipzig.
- Witt et al. 2012. Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, DBFZ Report Nr.12, 2012
- ZID, 2013. Zentrale InVeKos Datenbank (ZID), URL: <http://www.zi-daten.de/>, letzter Zugriff am 05.04.2013.
- ZIV, 2010. Persönliche Auskunft von Herrn Michel (ZIV) am 17.März 2010.
- Zoll, 2013. Biokraftstoffquote, Anmeldeverfahren, [http://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verbrauchssteuern/Energie/Besonderheiten/Biokraftstoffquote/Anmeldeverfahren/anmeldeverfahren\\_node.html](http://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verbrauchssteuern/Energie/Besonderheiten/Biokraftstoffquote/Anmeldeverfahren/anmeldeverfahren_node.html), Zugriff am 03.01.2013.
- Zollner (RBB), 2010. Persönliche Auskunft am 07.06.2010.
- ZSW, 2011a. Wärme aus Biomasse, Berechnung auf Grundlage der Daten der BNetzA, Vortrag im Rahmen der AG Wärme am 12. September 2011 in Berlin. Berlin.
- ZSW, 2011b. Wärme aus Biomasse, Berechnung auf Grundlage der Daten der BNetzA, Vortrag im Rahmen der AGEE-Stat-Sitzung am 04./05. Oktober in Berlin. Berlin.
- ZSW, 2011c. Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2011 gemäß § 65 EEG - Vorhaben I- Spartenübergreifende und integrierende Themen sowie Stromerzeugung aus Klär-, Deponie- und Grubengas (Endbericht).
- ZSW, 2012. Stellungnahme zur Anfrage vom DBFZ am 03.09.2012 zum IEA/EUROSTAT/UNECE Joint Annual Questionnaire.
- ZSW et al., 2004. Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005. Stuttgart, Karlsruhe.

## A 1 Literaturquellen

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde eine Vielzahl an Statistiken, Studien und Erhebungen als Grundlage zur Ermittlung des Brennstoffeinsatzes analysiert und bewertet. Die Datenquellen werden entsprechend der in Kapitel 3.1 aufgeführten Abstufung von amtlichen Statistiken (A 1.1 und A 1.2) hin zu quasi-amtlichen Statistiken (A 1.3), jährlich wiederkehrende Erhebungen (A 1.4), unregelmäßig wiederkehrende Erhebungen (A 1.5) bis hin zu neue, einmalige Erhebungen (A 1.6) in sechs Gruppen unterteilt. Folgende Datenquellen werden nachstehend analysiert:

- **A 1.1 Energiestatistik des Statistischen Bundesamtes**
  - A 1.1.1 Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes – EnStat 060
  - A 1.1.2 Erhebung über die Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme – EnStat 064
  - A 1.1.3 Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung – EnStat 066k
  - A 1.1.4 Erhebung über die Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden – EnStat 067
  - A 1.1.5 Monatsbericht über die Gasversorgung – EnStat 068
  - A 1.1.6 Erhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern – EnStat 070
  - A 1.1.7 Erhebung über Gewinnung, Verwendung und Abgabe von Klärgas – EnStat 073
  - A 1.1.8 Erhebung über Aufkommen, Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse der Gasversorgungsunternehmen und Gashändler – EnStat 082
  
- **A 1.2 Sonstige Statistiken des Statistischen Bundesamtes**
  - A 1.2.1 Statistik der Bautätigkeit im Hochbau und Fortschreibung des Wohnungsbestandes – Baustatistik
  - A 1.2.2 Zusatzerhebung zur Wohnsituation – Zensus
  - A 1.2.3 Erhebung der Abfallentsorgung – Abfallstatistik
  - A 1.2.4 Erhebung der öffentlichen und nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung – Abwasserstatistik
  - A 1.2.5 Energiesteuerstatistik
  - A 1.2.6 Außenhandelsstatistik

- **1.3 Amtliche Statistiken außerhalb des Statistischen Bundesamtes**
  - A 1.3.1 Emissionsüberwachung des Schornsteinfegerhandwerks – ZIV-Emissionsdaten
  - A 1.3.2 Anlagenregister der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung – BLE-Daten
  - A 1.3.3 Amtliche Mineralölstatistik
  - A 1.3.4 EEG-Daten der Bundesnetzagentur – EEG-Daten
  - A 1.3.5 Biogas-Monitoringbericht der BNetzA – Biogas-Monitoring
  - A 1.3.6 Fachstatistik Forst- und Holzwirtschaft – Holzmarktbericht
  - A 1.3.7 Statistische Angaben über die Erfüllung der Biokraftstoffquote – Biokraftstoffquote-Statistik
  - A 1.3.8 Anlagen des Immissionsschutzes: Genehmigung (4.BImSchV) und Emissionserklärung (11.BImSchV) – BImSchV-Anlagen
  
- **A 1.4 Wiederkehrende Erhebungen ohne gesetzlichen Hintergrund**
  - A 1.4.1 Analyse des Festbrennstoffmarktes in Haushalten – Rheinbraun-Daten
  - A 1.4.2 Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte – RWI-Haushaltsstudie
  - A 1.4.3 Anwendungsbilanz für den Sektor private Haushalte - Haushaltsbilanz
  - A 1.4.4 Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland – ISI-GHD-Studie
  - A 1.4.5 Anwendungsbilanz für den GHD-Sektor – GHD-Bilanz
  - A 1.4.6 Förderstatistik zum Marktanreizprogramm des Bundes – MAP-Statistik
  - A 1.4.7 Evaluierungsberichte zum Marktanreizprogramm des Bundes – MAP-Evaluierung
  - A 1.4.8 Holzbilanz für Deutschland – Holzbilanz
  - A 1.4.9 Biogasregister
  - A 1.4.10 Branchenbarometer Biomethan – Biomethan-Barometer
  - A 1.4.11 Monitoring des Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG-Monitoring
  - A 1.4.12 Datenbank zu Biomasseanlagen am DBFZ – DBFZ-Anlagendatenbank
  - A 1.4.13 Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. (ITAD) – ITAD-Daten
  
- **A 1.5 Unregelmäßig wiederkehrende Erhebungen ohne gesetzlichen Hintergrund**
  - A 1.5.1 Emissionen in Kleinf Feuerungsanlagen - Emissionsstudien
  - A 1.5.2 Statistik des Industrieverbands Haus-, Heiz- und Küchentechnik (HKI) – HKI-Daten

- A 1.5.3 Statistik des Bundesinnungsverbands Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. – BDH-Daten
- A 1.5.4 Energieholzverwendung in privaten Haushalten – UHH-Haushaltsstudie
- A 1.5.5 Einsatz von Holz in Großfeuerungsanlagen – Großfeuerungsstudie
- A 1.5.6 Nutzung in kommunalen und gewerblichen Kleinanlagen – UHH-GHD-Studie
  
- **A. 1.6 Einmalig durchgeführte bzw. neue Erhebungen**
  - A 1.6.1 Datenbasis Gebäudebestand – Gebäudestudie
  - A 1.6.2 Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen – DBFZ-GHD-Studie
  - A 1.6.3 Kkehrbucherhebung durch das DBFZ – Kkehrbucherhebung
  - A 1.6.4 Klärgasbefragung am DBFZ – Klärgaserhebung
  - A 1.6.5 Heizwerkbefragung am DBFZ – Heizwerkerhebung

Nachstehend werden die Grundlagen und Methodik der Datenerhebung (Erhebungseinheit, Erhebungsinstrument) für alle 46 Datenquellen analysiert, ergänzt um die Verfügbarkeit und Gliederung der Ergebnisse. Abschließend erfolgt eine Bewertung jeder Datenquelle in Hinblick auf die Verfügbarkeit hinsichtlich Zeitpunkt und Turnus, Datenqualität und Verwertbarkeit für die Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes zur Wärmeerzeugung.

## A 1.1 Energiestatistiken des Statistischen Bundesamtes

Rechtliche Grundlage für die energiestatistischen Erhebungen des Statistischen Bundesamtes bilden das Gesetz über die Statistik für Bundeszwecke (Bundesstatistikgesetz - BStatG) sowie das Gesetz über Energiestatistik (Energiestatistikgesetz - EnStatG).

Die Statistiken für die Unternehmen des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes (EnStat 060 und EnStat 067) und die Unternehmen der Allgemeinen Versorgung (EnStat 064 und EnStat 066k) wenden eine einheitliche Einteilung der Energieträger an. Die für dieses Vorhaben relevanten Energieträger sind

- Feste biogene Stoffe (z.B. Holz, Stroh, Tiermehl)
- Flüssige biogene Stoffe (nicht für Verkehrszwecke)
- Siedlungsabfälle
- Biogas
- Klärgas
- Deponiegas

Seit 2008 differenziert die Energiestatistik zwischen dem Siedlungsabfall und dem Industrieabfall. Letztgenannter hat für dieses Vorhaben bis einschließlich dem Berichtsjahr 2011 keine Relevanz, da

nach Aussagen von (StBA, 2012e) der Industrieabfall keinen biogenen Anteil aufweist. Ist der Industrieabfall mit einem biogenen Anteil versehen, erfolgt eine Zuweisung zu den festen, flüssigen oder gasförmigen Bioenergieträgern durch die Statistischen Landesämter. Mit der Aufnahme der Bleicherde zum Industrieabfall (vergleiche Kapitel 2.1) verfügt der Industrieabfall über einen biogenen Anteil, der zu berücksichtigen ist.

Zudem ist anzumerken, dass in der Energiestatistik – mit Ausnahme der EnStat 068 und EnStat 082 – der Einsatz von Biomethan unter dem Begriff Biogas subsumiert wird.

A 1.1.1 Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes – <b>EnStat 060</b>	
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes mit mindestens 20 Beschäftigten, die in Eigenregie eine Energieerzeugungsanlage betreiben, begrenzt auf 60.000 Betriebe</li> <li>• Primärerhebung mit Auskunftspflicht</li> <li>• Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 12 Monate nach Berichtszeitraum auf Anfrage beim StBA</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gliederung der Ergebnisse auf Ebene der 4-Steller der WZ</li> <li>• Brennstoffeinsatz</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen der Datenerhebung sehr gut, da auf gesetzlicher Grundlage basiert</li> <li>• Zeitpunkt der Veröffentlichung ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Bedingt geeignet, da nur der gesamte Brennstoffeinsatz ausgewiesen wird, Differenzierung in Art der Energieerzeugungsanlage und Ausweisen der erzeugten Energiemenge wünschenswert</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2008a), (StBA, 2010a), (StBA, 2012f)
A 1.1.2 Erhebung über die Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme – <b>EnStat 064</b>	
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeerzeugungsanlagen der Allgemeinen Versorgung (Abschnitt D der WZ), begrenzt auf 1.000 Betriebe (gesamte Anlagenleistung &gt;2 MW<sub>th</sub>)</li> <li>• Primärerhebung mit Auskunftspflicht</li> <li>• Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 12 Monate nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz des StBA</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffeinsatz und Nettowärmeerzeugung</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Gut geeignet, da relevante Daten enthalten sind, Kombination mit anderen Datenquellen aufgrund der Abschneidegrenze (entspricht nicht Leistung des Biomassekessels) erschwert</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2008b), (DBFZ, 2011a)

A 1.1.3 Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung – <b>EnStat 066k</b>	
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (Heiz-)Kraftwerke der Allgemeinen Versorgung (Abschnitt D der WZ), begrenzt auf 1.000 Betriebe mit Anlagen &gt;1 MW<sub>el</sub></li> <li>● Primärerhebung mit Auskunftspflicht</li> <li>● Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monatlich, 6 Wochen nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz des StBA</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Brennstoffeinsatz (insgesamt und darunter KWK)</li> <li>● Bruttostromerzeugung und Nettostromerzeugung (insgesamt und darunter KWK)</li> <li>● Nettowärmeerzeugung (insgesamt und darunter KWK)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>● Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht, Fallzahl von 1000 wird überschritten</li> <li>● Gut geeignet, da relevante Daten enthalten sind</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2008c)
A 1.1.4 Erhebung über die Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden – <b>EnStat 067</b>	
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Unternehmen in Abschnitten B und C der WZ mit Stromerzeugungsanlage &gt;1 MW<sub>el</sub> in Eigenregie</li> <li>● Primärerhebung mit Auskunftspflicht</li> <li>● Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Jährlich, 9 Monate nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz des StBA</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Brennstoffeinsatz (insgesamt und darunter KWK)</li> <li>● Bruttostromerzeugung und Nettostromerzeugung (insgesamt und darunter KWK)</li> <li>● Nettowärmeerzeugung (insgesamt und darunter KWK)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>● Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht, Fallzahl wird überschritten</li> <li>● Gut geeignet, da relevante Daten enthalten sind, Kombination mit EnStat 060 aufgrund abweichender Erhebungseinheit nur mit Annahmen möglich</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2008c)
A 1.1.5 Monatsbericht über die Gasversorgung – <b>EnStat 068</b>	
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Marktdominierende Unternehmen der Gasversorgung</li> <li>● Primärerhebung mit Auskunftspflicht</li> <li>● Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monatlich, 6 Wochen nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz des StBA</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Differenzierung zwischen Erdgas, Bioerdgas, andere Gase, darunter Klär- und Deponiegas</li> <li>● Ausfuhr, Abgabe an Wiederverkäufer sowie Abgabe an Endabnehmer (darunter Elektrizitätsversorgung, Wärme- und Kälteversorgung, Industrie, Private Haushalte)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>● Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>● Nicht geeignet, da keine Ausweisung des Biomethans aufgrund der geringen Stichprobe</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2010c), (AGEE-Stat, 2012), (StBA, 2012g)

A 1.1.6 Erhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern – EnStat 070	
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Betreiber von Stromnetzen</li> <li>● Primärerhebung mit Auskunftspflicht</li> <li>● Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Jährlich, 12 Monate nach Berichtszeitraum auf Anfrage beim StBA</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ins Netz eingespeiste Strommenge</li> <li>● Klärgas, Deponiegas, Biomasse (ab BJ 2012: Zusammenfassung fest, flüssig, gasförmig)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>● Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>● Bedingt geeignet, da relevante Angaben fehlen und keine Differenzierung der Biomasse erfolgt</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2010d), (StBA, 2012a)
A 1.1.7 Erhebung über Gewinnung, Verwendung und Abgabe von Klärgas – EnStat 073	
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kläranlagen mit einer Einheit zur Erzeugung von Klärgas, begrenzt auf 6.000 Betriebe</li> <li>● Primärerhebung mit Auskunftspflicht</li> <li>● Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Jährlich, 8 Monate nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz des StBA</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Klärgasgewinnung und -verbrauch</li> <li>● Verbrauch vor Ort – eigene Stromerzeugungsanlage, reine Heiz- und/oder Antriebszwecke,</li> <li>● Verlust (Fackel, Sonstiges)</li> <li>● Zur Abgabe verfügbares Klärgas</li> <li>● Netto-Elektrizitätserzeugung, Verbrauch selbsterzeugten Strom im Betrieb</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>● Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht, Fallzahl ausreichend</li> <li>● Gut geeignet, da relevante Angaben enthalten und sektorale Gliederung der Klärgasverwendung</li> <li>● vertiefende sektorale Aufteilung (Industrie, Haushalte, GHD) wünschenswert</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2011b), (StBA 2012a), (StBA, 2012c)
A 1.1.8 Erhebung über Aufkommen, Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse der Gasversorgungsunternehmen und Gashändler – EnStat 082	
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Unternehmen der Gasversorgung</li> <li>● Primärerhebung mit Auskunftspflicht</li> <li>● Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Jährlich, 12 Monate nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz des StBA bzw. auf Anfrage</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aufkommen – u.a. differenziert nach Biomethan, Klär- und Deponiegas – darunter Gewinnung, Einfuhr, Bestandsveränderung, Abgabe an Dritte, Eigenverbrauch)</li> <li>● Abgabe – Summe der Gase – darunter Elektrizitätsversorgung, Wärme- und Kälteerzeugung, Private Haushalte, Verarbeitendes Gewerbe, Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>● Datenqualität begrenzt, da nicht alle Unternehmen Biomethan und Erdgas trennen</li> <li>● Geeignet für Aufkommen, Ausweisung der Abgabeseite nach Gasarten wünschenswert</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2010d), (StBA, 2010e), (StBA, 2012g)

## A 1.2 Sonstige Statistiken des Statistischen Bundesamtes

A.1.2.1 Statistik der Bautätigkeit im Hochbau und Fortschreibung des Wohnungsbestandes – <b>Baustatistik</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetz über die Statistik der Bautätigkeit im Hochbau und die Fortschreibung des Wohnungsbestandes (Hochbaustatistikgesetz – HBauStatG)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle genehmigungs- oder zustimmungsbedürftigen sowie der landesrechtlichen Verfahrensvorschriften unterliegenden Baumaßnahmen, durch die Wohnraum oder sonstiger Nutzraum geschaffen oder verändert wird</li> <li>• Auskunftspflicht haben Bauaufsichtsbehörden und Bauherren bei Baugenehmigung und -fertigung sowie Gebäudeeigentümer und Gemeinde(-verbände) bei Bauüberhang und -abgang</li> <li>• Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 8 Monate nach Berichtszeitraum in Fachserie 5 Reihe 1</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Beheizung, ab BJ 2011 differenziert in primäre und sekundäre Heizsysteme</li> <li>• Verwendete Heizenergie, u.a. differenziert in Holz, Biogas, sonstige Biomasse</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Nicht geeignet, da Art der Heizenergie nur beim Zubau, jedoch nicht im Bestand ausgewiesen wird und eine Vielzahl an Annahmen für Ableitung des Brennstoffeinsatzes nötig wären</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2009a), (StBA, 2009b), (StBA, 2009c), (StBA, 2009d), (HBauStatG, 2011), (StBA, 2010f), (StBA, 2011c), (StBA, 2013)
A 1.2.2 Zusatzerhebung zur Wohnsituation – <b>Zensus</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetz zur Durchführung einer Repräsentativstatistik über die Bevölkerung und den Arbeitsmarkt sowie die Wohnsituation der Haushalte (Mikrozensusgesetz – MZG)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Private Haushalte, begrenzt auf 1 % der Bevölkerung, Auswahl basiert auf fachlicher (Gebäudegröße) sowie regionaler Schichtung (123 Anpassungsschichten zu 500.000 Einwohnern)</li> <li>• Face-to-face Befragungen, alternativ Fragebögen möglich</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle 4 Jahre, 18 Monate nach Berichtszeitraum in Fachserie 5 Heft 1</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Beheizung, ab Mikrozensus 2010 differenziert in überwiegend und zusätzlich genutzte</li> <li>• Verwendete Heizenergie, u.a. Holzpellets/Holz, Biogas und Biomasse (außer Holz)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen der Datenerhebung sehr gut, da auf gesetzlicher Grundlage basierend</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) für Berichtspflichten nicht ausreichend</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Nicht geeignet, da lediglich Struktur der Wärmeversorgung in Haushalten erkennbar wird und eine Vielzahl an Annahmen für Ableitung des Brennstoffeinsatzes nötig wären</li> </ul>
Quellen	(MZG, 2012), (StBA, 2005), (StBA, 2012h), (StBA, 2008d), (StBA, 2012i), (StBA, 2012j) (StBA, 2012j)

A 1.2.3 Erhebung der Abfallentsorgung – <b>Abfallstatistik</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BstatG, Umweltstatistikgesetz – UStatG und EU-Abfallstatistikverordnung</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betreiber von zugelassenen Abfallentsorgungsanlagen</li> <li>• Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich bzw. 2 Jahre, 18 Monate nach Berichtszeitraum in Fachserie 19 Reihe 1</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz der nach Abfällen in 17 Arten an Abfallbehandlungsanlagen (jährlich)</li> <li>• Anlagenanzahl, Gasmenge, darunter Abgabe eigener Verbrauch, Angabe an EVU, Abgabe an Unternehmen/Haushalte, Fackelverluste, Methangehalt (2 Jahre)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen der Datenerhebung sehr gut, da auf gesetzlicher Grundlage basierend</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) für Berichtspflichten nicht ausreichend</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Nicht geeignet, lediglich Abgleich mit Brennstoffeinsatz in Energiestatistik im Nachgang möglich</li> </ul>
Quellen	(UStatG, 2009), (EG Nr. 2150, 2002), (StBA, 2010g), (StBA, 2012k), (StBA, 2012b)
A.1.2.4 Erhebung der öffentlichen und nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung – <b>Abwasserstatistik</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BstatG, UStatG</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anstalten, Körperschaften, Unternehmen und Einrichtungen, die Anlagen der öffentlichen Wasserversorgung oder Abwasserbeseitigung betreiben bzw. die zuständigen Gemeinden sowie Betriebe des nichtöffentlichen Bereichs, die Wasser gewinnen, die Fremdbezug an Wasser haben (mind. 100.00 m<sup>3</sup>/a) bzw. Wasser oder Abwasser in Gewässer einleiten</li> <li>• Online-Fragebogen oder in Papierform; zu übermitteln an die Statistischen Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Jahre, 21 bzw. 22 Monate nach Berichtszeitraum in Fachserie 19 Reihe 2.1 und 2.2</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menge des eingeleiteten Abwassers, differenziert nach Art der Behandlung</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen der Datenerhebung sehr gut, da auf gesetzlicher Grundlage basiert</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) für Berichtspflichten nicht ausreichend</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Nicht geeignet, da keine Angabe zu Faulschlammmenge und deren Verwertung</li> </ul>
Quellen	(UStatG, 2009), (BStatG, 2007), (StBA, 2009e), (StBA, 2009f)
A.1.2.5 <b>Energiesteuerstatistik</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiesteuergesetz (EnergieStG)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhaber der Steuerlager (Herstellungsbetriebe und Lager von Energieerzeugnissen)</li> <li>• Sekundärerhebung basierend auf Steuererklärungen, erfasst durch Hauptzollämter</li> <li>• Datenaufbereitung durch Bundesfinanzdirektion Südwest und Ergebnisübermittlung an StBA</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jährlich, 9 Monate nach Berichtszeitraum in Fachserie 14 Reihe 9.3</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausweisung der Brennstoffmengen, auf die Steuerentlastung zurückgeht</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• bedingt geeignet, Hinweise auf Einsatz von Biomethan zur Kraftstoffproduktion</li> </ul>
Quellen	(EnergieStG, 2012), (StBA, 2012I)

A 1.2.6 Außenhandelsstatistik	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetz über die Statistik des grenzüberschreitenden Warenverkehrs (Außenhandelsstatistikgesetz AHStatGes), Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über die Statistik des grenzüberschreitenden Warenverkehrs (Außenhandelsstatistik-Durchführungsverordnung AHStatDV)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrahandelsstatistik: Umsatzsteuerpflichtige Unternehmen mit einem innergemeinschaftlichen Warenverkehr größer 500.000 € je Verkehrsrichtung; Extrahandelsstatistik: keine Begrenzung</li> <li>• Sekundärerhebung basierend auf direkte Firmenbefragung (Intrahandelsstatistik); Integriert in die Zollanmeldung (Extrahandelsstatistik)</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 10 Monate nach Berichtszeitraum in Fachserie 7 Reihe 1</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9.383 Warenarten, zusammengefasst in 21 Abschnitte (laut Warenverzeichnis)</li> <li>• Menge und monetärer Wert von Ein- und Ausfuhr der Warenarten</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Gut geeignet zur Abbildung des Im- und Exports von Holz</li> </ul>
Quellen	(StBA, 2012m), (StBA, 2011d), (StBA, 2011e)

### A 1.3 Amtliche Statistiken außerhalb des StBA

A 1.3.1 Emissionsüberwachung des Schornsteinfegerhandwerks – ZIV-Emissionsdaten	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1.BImSchV)</li> <li>• Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezirksschornsteinfeger über Messergebnisse bei Heizkessel</li> <li>• Primärerhebung mit Auskunftspflicht</li> <li>• Elektronische Übermittlung an Landesinnungsverbände, Zusammenfassung auf Bundesebene</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 6 Monate nach Berichtszeitraum, Weitergabe auf Anfrage möglich</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Messung (Erstmessung, wiederkehrende Messung, Wiederholungsmessung)</li> <li>• Größenklasse (<math>\leq 50</math> kW, <math>&gt;50-100</math> kW, <math>&gt;100-150</math> kW, <math>&gt;150-500</math> kW, <math>&gt;500</math> kW)</li> <li>• Art der Beschickung (handbeschickt, automatisch beschickt)</li> <li>• Eingesetzter Brennstoff gemäß §3 1.BImSchV</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Bedingt geeignet, da ausschließlich Rückschlüsse auf Anlagenzubau möglich, mit Ausweitung der wiederkehrenden Messpflicht ist Ableitung des Heizkesselbestandes ab 2025 möglich</li> </ul>
Quellen	(1.BImSchV, 2010), (ZIV, 2010)

A 1.3.2 Anlagenregister der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung – BLE-Daten	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verordnung über die Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung – BioSt-NachV)</li> <li>• Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromerzeugungsanlagen basierend auf flüssiger Biomasse mit Anspruch auf EEG-Vergütung</li> <li>• Register mit Anmeldepflicht</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierlich, keine Veröffentlichung der Daten, ggf. auf Anfrage</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Angaben möglich</li> <li>• Register beinhaltet elektrische und thermische Leistung, Art und Menge der Biomasse</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen der Datenerhebung sehr gut, Verfügbarkeit ungenügend, da nicht verfügbar</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Nicht geeignet, da Daten nicht zur Verfügung stehen, Übererfassung des Anlagenbestandes da keine Meldepflicht bei Außerbetriebnahme oder Brennstoffwechsel besteht</li> </ul>
Quellen	(BioSt-NachV, 2010)
A 1.3.3 Amtliche Mineralölstatistik	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineralöldatengesetzes – MinÖIDatG</li> <li>• Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf dem Mineralölmarkt tätige Unternehmen</li> <li>• Erhebung von Daten zur Geschäftstätigkeit</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monatlich, 2 Monate nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz der BAFA</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlandsverbrauch von Bioheizöl – rein (Zeile 11) und als Beimischung (Zeile 7)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht, ausgewiesene Menge steht jedoch im Widerspruch zu Angaben im Erfahrungsbericht zum EWärmeG und sonstiger Literatur</li> <li>• Gut geeignet zur Ausweisung des Brennstoffeinsatzes flüssiger Biomasse zu Heizzwecken</li> </ul>
Quellen	(MinÖIDatG, 2006), (BAFA, 2013), (BAFA, 2011), (Brennstoffspiegel, 2011)
A 1.3.4 EEG-Daten der Bundesnetzagentur – EEG-Daten	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EEG, Bundesnetzagentur BNetzA</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromerzeugende Anlagen, die eine EEG-Vergütung in Anspruch nehmen</li> <li>• Anlagenbetreiber mit Auskunftspflicht ggü. Netzbetreiber, Weiterleitung an BNetzA, Testierung</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, keine Veröffentlichung, auf Anfrage Weitergabe möglich</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammdaten (Anlagenschlüssel, Standortangaben, Leistung)</li> <li>• Bewegungsdaten (Anlagenschlüssel, Vergütungskategorie, Jahresarbeit)</li> <li>• Energieträger: Biomasse, Klärgas, Deponiegas</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität sehr hoch aufgrund Auskunftspflicht</li> <li>• Bedingt geeignet, da keine Differenzierung der Biomasse, keine Angaben zu Brennstoffeinsatz</li> </ul>
Quellen	(EEG, 2008), (EEG, 2011)

A 1.3.5 Biogas-Monitoringbericht der BNetzA – <b>Biogas-Monitoring</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (Gasnetzzugangsverordnung GasNZV)</li> <li>• Bundesnetzagentur</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasversorgungsnetzbetreiber, Biogasanlagenbetreiber mit Aufbereitungsanlage, Biogashändler</li> <li>• Befragung mittels Fragebogen für die drei Zielgruppen ohne Auskunftspflicht</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 5 bzw. 8 Monate nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz der BNetzA</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl der Biogasaufbereitungsanlagen</li> <li>• Einspeisevolumen, Gehandelte Biogasmenge</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität begrenzt, da keine Auskunftspflicht der Teilnehmer (Basiert auf Adressrecherche)</li> <li>• Geeignet für eingespeiste Biomethanmenge; unzureichende Qualität bei gehandelten Mengen, somit keine Rückschlüsse auf Verwertungswege des Biomethans möglich</li> </ul>
Quellen	(GasNZV, 2010), (BNetzA, 2011), (BNetzA, 2012), (BNetzA, 2013a), (BNetzA, 2013b), (AGEE-Stat, 2012), (AGEE-Stat, 2013)
A 1.3.6 Fachstatistik Forst- und Holzwirtschaft – <b>Holzmarktbericht</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrarstatistikgesetz - AgrStatG</li> <li>• Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forstliche Erzeugungsbetriebe, begrenzt auf 15.000</li> <li>• Erhebung über Messeinrichtung, häufig noch Schätzung der Position „nicht verwertetes Holz“</li> <li>• Übermittlung an Statistische Landesämter</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 6 Monate nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz des BMEL</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschlag, differenziert in Rohholzsorten (Stamm-, Industrie-, Energieholz, nicht verwertetes Holz)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Veröffentlichungszeitpunkt ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität hoch</li> <li>• Bedingt Geeignet, spiegelt nicht gesamten Einschlag wieder, da Begrenzung auf forstw. Betriebe</li> </ul>
Quellen	(AgrStatG, 2010), (BMELV, 2012a), (BMELV, 2012b)
A 1.3.7 Statistische Angaben über die Erfüllung der Biokraftstoffquote – <b>Biokraftstoffquote-Statistik</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen (BioKraftFÄndG)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produzenten mit einer jährlichen Mindest-Produktionskapazität von 1.000 Tonnen</li> <li>• Meldung der Produktionskapazität und tatsächlich produzierten Menge an die Biokraftstoffquotenstelle beim Hauptzollamt Frankfurt (Oder) mit Dienstsitz in Cottbus</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, keine Veröffentlichung, Freigabe der Daten ist beim BMF zu beantragen</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschlag, differenziert in Rohholzsorte (Stamm-, Industrie-, Energieholz, nicht verwertetes Holz)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Verfügbarkeit stark eingeschränkt</li> <li>• Datenqualität hoch</li> <li>• Nicht geeignet, da Datenfreigabe mit einem hohen administrativen Aufwand verbunden ist</li> </ul>
Quellen	(BioKraftFÄndG, 2009), (Zoll, 2013)

A 1.3.8 Anlagen des Immissionsschutzes: Genehmigung (4.BImSchV) und Emissionserklärung (11.BImSchV) – BImSch-Anlagen	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4.BImSchV) und Elften Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen – 11.BImSchV)</li> <li>• Zuständige Behörden auf Kreis- oder Bundeslandebene</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagen, die nach 4.BImSchV eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung bedürfen (Energieerzeugungsanlagen &gt;1 MW Biomasse außer bei sonstige nachwachsende Rohstoffe: Energieerzeugungsanlagen &gt;100 kW, Verwertungsanlagen von Abfällen und Deponiegas) Genehmigung: Antragsteller übermittelt Daten an die zuständigen Behörden, Eingabe in die Datenbank Anlageninformationssystem-Immissionsschutz (AIS-I) wird nicht flächendeckend genutzt, Angaben zu Leistung, Brennstoffart und -menge nicht zwingend in Datenbank gepflegt</li> <li>• Emissionserklärungen: Eingabe der Anlagenbetreiber in das bundesweite einheitliche Erfassungssystem BUBE (Betriebliche Umweltdatenberichterstattung)</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierlich, keine Veröffentlichung, auf Anfrage ggf. möglich</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Angaben verfügbar</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sehr gut, Verfügbarkeit eingeschränkt und abhängig von zuständiger Behörde</li> <li>• Datenqualität schlecht, da kein bundesweit einheitliches System, relevante Angaben wie Brennstoffart etc. werden nicht zwingend eingetragen</li> <li>• Nicht geeignet, da Filterung von Biomasseanlagen nicht möglich, Datenbeschaffung mit sehr hohem Aufwand verbunden</li> </ul>
Quellen	(4.BImSchV, 2012), (11.BImSchV, 2010), (LIS-A, 2013), (UM BW, 2011b), (LUNG MV, 2011), (LANUV NRW, 2010)

## A 1.4 Jährlich wiederkehrende Erhebungen ohne gesetzlichen Hintergrund

A 1.4.1 Analyse des Festbrennstoffmarktes in Haushalten – Rheinbraun-Daten	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marktforschung im Auftrag der Rheinbraun Brennstoff (RBB) GmbH</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Private Haushalte, begrenzt auf 14.000, Auswahl basiert auf quotierter Stichprobe (Bundesland, Ortsgrößenklassen, Haushaltsgröße, Nettoeinkommen und Berufsgruppen)</li> <li>• Befragung mittels Fragebogen (mit Erläuterungen)</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jährlich, 11 Monate nach Berichtszeitraum, auf Anfrage Weitergabe möglich</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl der Feuerstätten, differenziert in Dauerbrandöfen, Kachelöfen, Kaminöfen, Heizkamine und Offene Kamine</li> <li>• Gesamter Holzverbrauch</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da im Auftrag eines Unternehmens</li> <li>• Datenqualität für Aufzeigen der Entwicklung sehr gut, Anlagenbestand gut, Brennstoffeinsatz durch Teilnehmer schwer zu quantifizieren, daher ist diese Angabe mit Unsicherheiten behaftet, wodurch die Datenqualität unzureichend ist</li> <li>• Bedingt geeignet, da Brennstoffeinsatz mit Unsicherheiten behaftet ist</li> </ul>
Quellen	(IE, 2004), (RBB, n.d.), (Zollner (RBB), 2010)

A 1.4.2 Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte – <b>RWI-Haushaltsstudie</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsvorhaben</li> <li>• Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) mit forsa Institut</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Private Haushalte, begrenzt auf 10.000, mehrstufig, geschichtete, teilquotierte Zufallsauswahl</li> <li>• Erhebungsinstrument: internetbasiertes Erhebungstool forsa.omninent</li> <li>• Ergänzend eine zweistufige Telefonbefragung zur Nutzung regenerativer Energieträger</li> <li>• Plausibilitätsprüfung mit iterierender Bereinigungsverfahren und Repräsentativgewichtung</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-3 Jahre, 30 Monate nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz des RWI</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteilung der Heizsysteme (Art Hauptheizsystem, Art und Anzahl Zusatzheizsysteme, Kombination von Haupt- und Zusatzheizsystemen)</li> <li>• Brennstoffsortiment – differenziert nach Art des Heizsystems, Holzsortiment (Scheitholz, Hackschnitzel, Holzpellets)</li> <li>• Brennstoffeinsatz (Mittelwert und Standardabweichung) – differenziert nach Art des Heizsystems, Gebäudetyp, Brennstoff-/Holzsortiment</li> <li>• Nutzungshäufigkeit des Zusatzheizsystems</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da Forschungsvorhaben abhängig von Programm und Bewilligung sind</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) für Berichtspflichten nicht ausreichend</li> <li>• Datenqualität aufgrund Erhebungsinstrument und Plausibilitätsprüfung gut, Darstellung von Mittelwert und Standardabweichung zeigt die Heterogenität der Nutzung von Biomasse zur Wärmeerzeugung, daher gute Einordnung der Qualität der Daten möglich</li> <li>• Nicht geeignet, da Verfügbarkeit unzureichend für die Berichtspflichten</li> </ul>
Quellen	(RWI/forSa, 2007), (RWI/forSa, 2011),
A 1.4.3 Anwendungsbilanz für den Sektor private Haushalte - <b>Haushaltsbilanz</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsvorhaben</li> <li>• Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Private Haushalte</li> <li>• Kombination der RWI-Haushaltsstudie und Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB)</li> <li>• Berechnung der prozentualen Anteile der Endenergieträger nach Anwendungszweck</li> <li>• Kombination der Anteile mit dem Energieverbrauch je Energieträger der AGEb</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 11 Monate nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz von RWI und AGEb</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endenergieverbrauch differenziert nach Anwendungszweck und Energieträger (Holz)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da Forschungsvorhaben abhängig von Programm und Bewilligung sind</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität aufgrund Erhebungsinstrument und Plausibilitätsprüfung gut</li> <li>• Geeignet für die Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes in privaten Haushalten</li> </ul>
Quellen	(RWI, 2012)

A 1.4.4 Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland – ISI-GHD-Studie	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsvorhaben</li> <li>• Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik der TU München (IfE), der GfK Marketing Services GmbH&amp;Co.KG (GfK) und Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES GmbH) sowie BASE-ING. GmbH</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmen des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen – Quotierung der Stichprobe gemäß Erwerbstätigenstruktur</li> <li>• Breitenerhebung zum Energieverbrauch bei 2.000 Unternehmen, Tiefeninterviews und Begehung bei 100 Unternehmen der relevanten Gruppen</li> <li>• Telefoninterviews zur Verbreitung erneuerbarer Energien bei 10.000 Unternehmen</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-3 Jahre, 20 bzw. 29 Monate nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz des ISI</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenziert nach den Branchen des GHD-Sektors (Orientierung an WZ)</li> <li>• Endenergieverbrauch (darunter Holz)</li> <li>• Anwendungsbilanz, Nutzenergiebilanz der Brennstoffe (Raumheizung, Prozesswärme)</li> <li>• Spezifischer Brennstoffverbrauch bezogen auf den Mitarbeiter</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da Forschungsvorhaben abhängig von Programm und Bewilligung sind</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) für Berichtspflichten nicht ausreichend</li> <li>• Datenqualität aufgrund Erhebungsinstrument und Plausibilitätsprüfung für den Endenergieverbrauch im Allgemeinen gut, aufgrund der Heterogenität des GHD-Sektors und der geringen Marktdurchdringung der erneuerbaren Energien ist die Stichprobe für gute Datenqualität für Aussagen zum Brennstoffeinsatz von Holz etc. zu gering</li> <li>• Nicht geeignet, da Verfügbarkeit unzureichend für die Berichtspflichten</li> </ul>
Quellen	(ISI, IfE, GfK, 2008), (ISI et al., 2013b)
A 1.4.5 Anwendungsbilanz für den GHD-Sektor – GHD-Bilanz	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsvorhaben</li> <li>• IfE</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiert auf ISI-GHD-Studie</li> <li>• Bottom-Up-Methode basierend auf Erwerbstätigenstruktur, den Daten aus der Breitenerhebung ergänzt um die Daten aus den Tiefeninterviews und einer spezifischen Verbrauchsanalyse durch eigene Recherchen</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 10 Monate nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz der AGEB</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endenergieverbrauch differenziert nach Anwendungszweck und Energieträger (Holz)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da Forschungsvorhaben abhängig von Programm und Bewilligung sind</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität analog ISI-GHD-Studie für Einsatz von Biomasse zu beanstanden</li> <li>• Bedingt geeignet für die Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes im GHD-Sektor</li> </ul>
Quellen	(IfE, 2011), (IfE, 2012)

A 1.4.6 Förderstatistik zum Marktanreizprogramm des Bundes – MAP-Statistik	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistik über geförderte Anlagen zu einem Förderprogramm</li> <li>• Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für Anlagen ≤ 100 kW</li> <li>• KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) für Anlagen &gt; 100 kW</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasseanlagen, gefördert im Rahmen des Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt, Kreis der förderwürdigen Anlagen wird regelmäßig mit der Novellierung der Förderrichtlinie an das Marktgeschehen angepasst</li> <li>• BAFA: Datenbank über Gesamtheit aller Anträge und geförderte Anlagen</li> <li>• KfW: Antragstellung erfolgt über den Bankleitweg</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierlich, keine Veröffentlichung, Weitergabe bei BAFA auf Anfrage möglich, KfW nicht</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BAFA: Anlagenanzahl und Summe der installierten Leistung, differenziert nach Wirtschaftszweig, Größenklasse, Brennstoffsortiment und Technologie</li> <li>• KfW: keine Ergebnisse verfügbar</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da Förderprogramm zwar im EEWärmeG gesetzlich verankert ist, Haushaltssperre und Mittelkürzung in 2010 zeigen jedoch Haushaltsabhängigkeit und Unbeständigkeit dieses Förderinstrumentes</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) für BAFA-Teil ausreichend, KfW-Teil nicht</li> <li>• Datenqualität für BAFA-Teil sehr hoch, da alle geförderten Anlagen in einer Datenbank gepflegt werden, für KfW-Teil keine Aussagen möglich</li> <li>• Nicht geeignet, da Förderstatistik nur eine Untergrenze der in einem Jahr neu installierten Anlagen ausweist (beschränkt auf Gebäudebestand, definierte Technologien und Größenklassen, nicht Inanspruchnahme)</li> </ul>
Quellen	(BAFA, 2010b), (BAFA, 2010c), (KfW, 2010) , (EEWärmeG, 2011)
A 1.4.7 Evaluierungsberichte zum Marktanreizprogramm des Bundes – MAP-Evaluierung	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsvorhaben</li> <li>• 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) u.a.</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasseanlagen, gefördert im Rahmen des Marktanreizprogrammes zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt</li> <li>• Auswertung der von BAFA und KfW zur Verfügung gestellten Förderstatistiken</li> <li>• Multiplikatoreninterviews, Befragung von Antragstellern (BAFA) mittels Fragebogen</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meist jährlich, 7 bzw. 12 Monate nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz der Verfasser</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BAFA: Installierte Leistung, Anlagenzahl, Endenergieerzeugung, Energieträgersubstitution</li> <li>• KfW: Anlagenzahl, Installierte Leistung, Endenergieerzeugung, Brennstoffe, Wärmeabnehmer</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da Forschungsvorhaben abhängig von Programm und Bewilligung sind</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität gut</li> <li>• Bedingt geeignet, da lediglich Untergrenze der neuinstallierten Anlagen; Weiterführende Informationen zu geförderte Anlagen nicht in jedem Berichtsjahr enthalten</li> </ul>
Quellen	(IfE, 2011), (IfE, 2012)

A 1.4.8 Holzbilanz für Deutschland – <b>Holzbilanz</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daueraufgabe des Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft (OEF) am Johann Heinrich von Thünen- Institut (TI) als Bestandteil des BMEL-Forschungsplan</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung amtlicher Statistiken, Studien und verbandsinterne Mitteilungen, darunter: Holzeinschlag, Außenhandelsstatistik, Arbeitsunterlage Rohholz und Holzhalbwaren, verbandsinterne Mitteilung des Verein Deutscher Papierfabriken (VDP), Studien von Mantau (siehe Anhang A.1.5), eigene Schätzungen und Berechnungen durch das Autorenkonsortium</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Jahre, 15 bis 21 nach Berichtszeitraum auf Internetpräsenz des TI</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufkommen des Holzeinschlages (Einschlag, Altpapier, Altholz, Einfuhr, Lagerabnahme)</li> <li>• Verwendung des Holzeinschlages (Lagerabbau, Ausfuhr, Inlandsverbrauch)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sicher, da Daueraufgabe und kein Forschungsvorhaben</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) für Berichtspflichten nicht ausreichend</li> <li>• Datenqualität gut</li> <li>• Nicht geeignet, da Verfügbarkeit unzureichend für die Berichtspflichten</li> </ul>
Quellen	(TI Bund, 2013)
A 1.4.9 Biogasregister	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Register der Deutschen Energieagentur (dena) ohne gesetzliche Grundlage</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marktakteure entlang der Wertschöpfungskette von Biomethan</li> <li>• Ein- und Ausbuchen der Methanmengen durch die Akteure</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche Pflege, keine Veröffentlichung</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menge je Verwertungspfad (KWK-Anlage, Wärmeerzeugungsanlage, Kraftstoff)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da keine gesetzliche Grundlage, Verfügbarkeit unzureichend</li> <li>• Nicht geeignet, da Ergebnisse nicht verfügbar</li> </ul>
Quellen	(dena, 2013)
A 1.4.10 Branchenbarometer Biomethan – <b>Biomethan-Barometer</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veröffentlichung der Deutschen Energieagentur (dena)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akteure auf dem Biomethanmarkt</li> <li>• Primärerhebung mittels Fragebogen (ohne Auskunftspflicht), Publikationen Dritter und Einzelinterviews, Abgleich mit Angaben aus dem Biogasregister der dena</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbjährlich, auf Internetpräsenz der dena</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biogasaufbereitungsanlagen (Anzahl, Aufbereitungskapazität)</li> <li>• Vermarktungspfade (darunter KWK, Wärmemarkt, Speicherung, Absatz unbekannt)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da keine gesetzliche Grundlage, Verfügbarkeit ausreichend</li> <li>• Datenqualität gut, Abdeckungsgrad konnte gesteigert werden</li> <li>• Geeignet zur Abbildung der Verwertungspfade für Biomethan</li> </ul>
Quellen	(dena, 2012a), (dena, 2012b), (AGEE-Stat, 2012)

A 1.4.11 Monitoring des Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG-Monitoring	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsvorhaben am Deutschen Biomasseforschungszentrum (DBFZ)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasseanlagen mit einer EEG-Vergütung</li> <li>• Jährliche Betreiberbefragung, DBFZ-Anlagendatenbank, EEG-Daten</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 8 Monate nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz des DBFZ</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagenbestand</li> <li>• Installierte Leistung, Strom- und Wärmeerzeugung</li> <li>• Einsatz verschiedener Brennstoffe bzw. Substrate)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da Forschungsvorhaben abhängig von Programm und Bewilligung sind</li> <li>• Verfügbarkeit (Turnus und Zeitpunkt) ausreichend für Berichtspflichten</li> <li>• Datenqualität gut, Datenbestand und Kontinuität für diesen Anlagenpark einmalig</li> <li>• Gut geeignet, da gesamten Park der KWK-Anlagen enthalten</li> </ul>
Quellen	(Dreher et al., 2012), (Witt et al., 2012)
A 1.4.12 Datenbank zu Biomasseanlagen am DBFZ – DBFZ-Anlagendatenbank	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagendatenbank als Bestandteil verschiedener Forschungsvorhaben</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KWK-Biomasseanlagen und Wärmeerzeugungsanlagen <math>\geq 100 \text{ kW}_{\text{th}}</math></li> <li>• Betreiberbefragung im Rahmen des EEG-Monitoring, Wärmeerzeugungsanlagen einmalig</li> <li>• EEG-Daten, Referenzlisten, Förderstatistiken, Studien, Pressemitteilungen etc.</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche Pflege, keine Veröffentlichung, Auswertung auf Anfrage möglich</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagenstandort, Technik</li> <li>• Brennstoff / Substrat (Art, eingesetzte Menge)</li> <li>• Energieerzeugung/-nutzung (Leistung, Energiemenge, Wärmeabnehmer)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen sicher, Aktualisierung von Ziel und Ausstattung von Forschungsvorhaben abhängig</li> <li>• Datenqualität bei KWK-Anlagen gut; Wärmeerzeugungsanlagen begrenzt, Abdeckung des Anlagenbestandes (ca. 20 %), Aktualisierung und Vervollständigung sehr aufwendig</li> <li>• Bedingt geeignet, für weiterführende Auswertungen</li> </ul>
A 1.3.13 Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. (ITAD) – ITAD-Daten	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitgliederinformation der Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigentümer thermischer Abfallverbrennungsanlagen sowie Ersatzbrennstoffkraftwerken</li> <li>• Veröffentlichung von Informationen in Form eines Steckbriefs (freiwillig)</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jährlich, auf Internetpräsenz der ITAD</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jahresdurchsatz und Heizwert</li> <li>• Fernwärmeabgabe</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da keine gesetzliche Grundlage, Verfügbarkeit ausreichend</li> <li>• Datenqualität gut, allerdings werden einzelne Parameter nur von einigen Teilnehmern berichtet</li> <li>• Geeignet als Abgleich, Veröffentlichung der Fernwärmeabgabe und nicht Wärmeerzeugung</li> </ul>
Quellen	(ITAD, 2012)

## A 1.5 Unregelmäßig wiederkehrende Erhebungen ohne gesetzlichen Hintergrund

A 1.5.1 Emissionen in Kleinfeuerungsanlagen - <b>Emissionsstudien</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsvorhaben an der Universität Stuttgart</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleinfeuerungsanlagen in Privaten Haushalten und Kleinverbraucher (GHD-Sektor)</li> <li>• Kombination aus ZIV-Emissionsdaten, Rheinbraun-Daten, HKI-Daten, Daten des Deutschen Energie- Pellet-Verbandes e.V. (DEPV), Erhebung mit Schornsteinfegern (je 10 Kehrbezirke in 3 Bundesländer), Förderstatistiken aus Hessen, Rheinland-Pfalz, Bayern und Baden-Württemberg</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 Jahre, 3-5 Jahre nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz des Umweltbundesamts</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenziert nach Art der Feuerung, Größenklassen, Altersklasse, Sektor</li> <li>• Anlagenbestand, Vollbenutzungsstunden, Nennwärmeleistung, Endenergieverbrauch</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, Verfügbarkeit für Berichtspflichten nicht ausreichend</li> <li>• Datenqualität begrenzt, da Aktualisierung der Verbrauchszahlen nicht transparent</li> </ul>
Quellen	(IVD, 2000), (IVD, 2003), (IVD, 2008)
A 1.5.2 Statistik des Industrieverbands Haus-, Heiz- und Küchentechnik (HKI) – <b>HKI-Daten</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbandszahlen des Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik (HKI)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitgliedswerke des Industrieverbandes</li> <li>• Vollerhebung zur Absatzentwicklung von Einzelraumfeuerstätten in Deutschland</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, 5 bis 7 Monate nach Berichtszeitraum, als Pressemitteilung</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absatzzahlen, differenziert in Kaminöfen, Dauerbrandöfen, Heiz- und Kamineinsätze</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, Verfügbarkeit ausreichend für Berichterstattung</li> <li>• Datenqualität gut, da große Abdeckung, keine eindeutige Zuordnung zu Biomasse</li> <li>• Nicht geeignet, da kein direkter Biomassebezug, entspricht nicht dem Zubau</li> </ul>
Quellen	(HKI, 2011), (HKI, 2010a)
A 1.5.3 Statistik des Bundesinnungsverbands Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. – <b>BDH-Daten</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbandszahlen des Bundesinnungsverbands Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (BDH)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 92 Industrieunternehmen mit Schwerpunkt Heizungstechnik</li> <li>• Monatlicher Versand der Absatzzahlen, Gesamtübersicht erstellt von Notar / Wirtschaftsprüfer</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährlich, auf Anfrage verfügbar</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absatzzahl zentraler Holzheizkessel nach Pellets-, Scheitholz-, Hackschnitzelnutzung</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortbestehen unsicher, da keine gesetzliche Grundlage, Verfügbarkeit ausreichend</li> <li>• Datenqualität gut, allerdings werden einzelne Parameter nur von einigen Teilnehmern berichtet</li> <li>• Nicht geeignet, da Absatz nicht dem Zubau (Ersatzmaßnahmen inbegriffen) entspricht</li> </ul>
Quellen	(BDH, 2010a), (BDH, 2010b)

A 1.5.4 Energieholzverwendung in privaten Haushalten – UHH-Haushaltsstudie	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Forschungsvorhaben am Zentrum für Holzwirtschaft der Universität Hamburg (UHH)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Private Haushalte, begrenzt auf 11.300</li> <li>● Schriftliche Befragung über Mailpanel nach vorausgehender Zusage zur Mitarbeit</li> <li>● Hochrechnung für Bewohnergruppe anhand Grundgesamtheit (Mikrozensus)</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 4 Jahre, 5 bzw. 12 Monate nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz der UHH</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Energieholzverbrauch – absolut und differenziert in Sortimente</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fortbestehen unsicher, Verfügbarkeit für Berichtspflichten nicht ausreichend</li> <li>● Datenqualität für Scheitholz aufgrund großer Stichprobe gut, Angabe Standardabweichung für verbesserte Einordnung der Ergebnisse und Differenzierung in Anlagentypen wünschenswert</li> <li>● Nicht geeignet, aufgrund Verfügbarkeit</li> </ul>
Quellen	(Mantau, U., 2012)
A 1.5.5 Einsatz von Holz in Großfeuerungsanlagen – Großfeuerungsstudie	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Forschungsvorhaben der UHH und des TI</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biomasseanlagen (HW, HKW) mit Feuerungswärmeleistung <math>\geq 1</math> MW</li> <li>● Vollerhebung, erste Stufe schriftlicher Fragebogen, zweite Stufe telefonische Befragung</li> <li>● Schließen der Datenlücken über weitere Schritte (Recherche, Berechnungen)</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 7 Jahre, 10 bis 15 Monate nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz der UHH</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Holzverbrauch, differenziert nach Größenklasse, Sortiment, Branche</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fortbestehen unsicher, Verfügbarkeit für Berichterstattung nicht ausreichend</li> <li>● Datenqualität gut, da große Abdeckung des Erhebungskreises</li> <li>● Nicht geeignet, da keine Abgrenzung zwischen KWK- und HW-Anlagen, Verfügbarkeit</li> </ul>
Quellen	(Weimar et al., 2012), (Weimar et al., 2006), (Weimar et al., 2004)
A 1.5.6 Nutzung in kommunalen und gewerblichen Kleinanlagen – UHH-GHD-Studie	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Forschungsvorhaben der UHH und des TI</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biomasseanlagen <math>&lt;1</math> MW außerhalb des Sektors Private Haushalte</li> <li>● ZIV-Emissionsdaten, MAP-Daten, Befragung gewerblicher und kommunaler Anlagen</li> <li>● Hochrechnung des Brennstoffeinsatzes</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 4 Jahre, 8 bzw. 21 Monate nach Berichtszeitraum, Bericht auf Internetpräsenz der UHH</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Brennstoffeinsatz, differenziert nach Größenklasse, Sortiment</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fortbestehen unsicher, Verfügbarkeit für Berichterstattung nicht ausreichend</li> <li>● Datenqualität unzureichend, teilweise geringe Rücklaufquoten und Grundgesamtheit unsicher</li> <li>● Nicht geeignet, da Abgrenzung in dieser Studie nicht dem GHD-Sektor entspricht, sondern auch Umwandlungssektor und Industrie umfasst, unzureichende Datenqualität und Verfügbarkeit</li> </ul>
Quellen	(Musialczyk et al., 2007), (Mantau et al., 2012)

## A 1.6 Einmalige bzw. neue Erhebungen ohne gesetzlichen Hintergrund

A 1.6.1 Datenbasis Gebäudebestand – <b>Gebäudestudie</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsvorhaben</li> <li>• Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) sowie Bremer Energie Institut (BEI)</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Private Haushalte</li> <li>• Fragebogenerhebung mit dem Schornsteinfegerhandwerk (je 32 Gebäude aus 415 Kehrbezirke)</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2010, Bericht auf der Internetpräsenz des IWU</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteilung der Hauptheizsysteme und Energieträger</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneute Auflage der Studie nicht bekannt, Verfügbarkeit für Berichterstattung nicht ausreichend</li> <li>• Datenqualität gut bzgl. Verteilung Heizsysteme und Brennstoffart</li> <li>• Nicht geeignet, da Vielzahl von Abschätzungen für Brennstoffeinsatz nötig, Verfügbarkeit</li> </ul>
Quellen	(Dr. Diefenbach et al., 2010)
A 1.6.2 Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen – <b>DBFZ-GHD-Studie</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsvorhaben am DBFZ</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bottom-up-Ansatz zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes, zwei Hochrechnungsansätze</li> <li>• Amtliche Statistiken, Studien, DBFZ-Anlagendatenbank, Multiplikatoreninterviews</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2012, Bericht auf Internetpräsenz des DBFZ</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneute Auflage der Studie nicht geplant, Verfügbarkeit für Berichterstattung nicht ausreichend</li> <li>• Datenqualität unzureichend, Daten mit großen Unsicherheiten behaftet</li> <li>• Nicht geeignet, da unzureichende Datenqualität, Verfügbarkeit</li> </ul>
Quellen	(Viehmann et al., 2012)
A 1.6.3 Kkehrbucherhebung durch das DBFZ – <b>Kkehrbucherhebung</b>	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenerhebung im Rahmen dieses Forschungsvorhabens, Fortführung als Dissertation am DBFZ</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevollmächtigte Bezirksschornsteinfeger in Deutschland</li> <li>• Übermittlung eines elektronischen Auszugs aus dem Kkehrbuch, Multiplikatoreninterviews</li> <li>• Hochrechnung des Anlagenbestandes, Ableitung des Brennstoffeinsatzes</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste Ergebnisse 2013, Ergebnisse der Hochrechnung in 2016</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagenbestand von Einzel- und Zentralfeuerstätten</li> <li>• Charakterisierung des Anlagenbestandes (Größen- und Altersklassen, eingesetztes Sortiment)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenerhebung /-auswertung 2015 noch in der Entwicklung</li> <li>• Kontinuierliche Erhebung und Fortschreibung geplant, Verfügbarkeit (Zeitpunkt) ausreichend</li> <li>• Derzeit nicht geeignet, da noch in Entwicklung</li> </ul>
Quellen	(Viehmann et al., 2014), (Viehmann et al., 2013)

A 1.6.4 Klärgasbefragung am DBFZ – Klärgaserhebung	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorarbeit von Paulina Majewska im Rahmen dieses Forschungsvorhabens am DBFZ</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betreiber von Kläranlagen mit Einheit zur Klärgaserzeugung</li> <li>• Online-Fragebogenerhebung mit 140 verwertbaren Fragebögen</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2012, keine Veröffentlichung, auf Anfrage am DBFZ</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klärgaserzeugung</li> <li>• Energetische Verwertung des Klärgases (Wärmeerzeugung, Stromerzeugung)</li> <li>• Energiebedarf der Kläranlagen (Wärme, Strom)</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneute Auflage der Erhebung nicht geplant</li> <li>• Datenqualität gut, Einblick in Energieerzeugung aus Klärgas vor Ort und technische Kennwerte</li> <li>• Nicht geeignet, da Hochrechnung notwendig, Verfügbarkeit</li> </ul>
Quellen	(Majewska, 2012)
A 1.6.5 Heizwerkbefragung am DBFZ - Heizwerkerhebung	
Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorarbeit von Sissy Hartig im Rahmen dieses Forschungsvorhabens am DBFZ</li> </ul>
Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betreiber von Wärmeerzeugungsanlagen &gt;100 kW<sub>th</sub> basierend auf festen Bioenergieträger</li> <li>• Online-Fragebogenerhebung mit 145 verwertbaren Fragebögen</li> </ul>
Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2013, keine Veröffentlichung, auf Anfrage am DBFZ</li> </ul>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffeinsatz, Wärmeerzeugung und Wärmenutzungskonzepte</li> </ul>
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneute Auflage der Erhebung nicht geplant</li> <li>• Datenqualität begrenzt, Erhöhung der Stichprobe ist anzustreben, Erweiterung des derzeitigen Wissenstandes bzgl. Biomasseheizwerke</li> <li>• Nicht geeignet, da Datenqualität unzureichend, Hochrechnung notwendig, Verfügbarkeit</li> </ul>
Quellen	(Hartig, 2013)

## Bisher erschienene Reports

### **DBFZ Report Nr. 1**

Bewertung und Minderung von Feinstaubemissionen aus häuslichen Holzfeuerungsanlagen

### **DBFZ Report Nr. 2**

Methodische Vorgehensweise zur Standortidentifikation und Planung der Biomassebereitstellung für Konversionsanlagen am Beispiel von Bio-SNG-Produktionsanlagen

### **DBFZ Report Nr. 3**

Feinstaubminderung im Betrieb von Scheitholzkaminöfen unter Berücksichtigung der toxikologischen Relevanz  
Autor: Volker Lenz

### **DBFZ Report Nr. 4**

Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassenutzung

### **DBFZ Report Nr. 5**

Optimierung und Bewertung von Anlagen zur Erzeugung von Methan, Strom und Wärme aus biogenen Festbrennstoffen

### **DBFZ Report Nr. 6**

Katalytisch unterstützte Minderung von Emissionen aus Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen

### **DBFZ Report Nr. 7**

Final Report - Global and Regional Spatial Distribution of Biomass Potentials - Status quo and options for specification -

### **DBFZ Report Nr. 8 - Kompakt -**

Sammelband

### **DBFZ Report Nr. 9**

Analyse und Bewertung ausgewählter zukünftiger Biokraftstoffoptionen auf der Basis fester Biomasse

### **DBFZ Report Nr. 10**

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

### **DBFZ Report Nr. 11**

Monitoring Biokraftstoffsektor

### **DBFZ Report Nr. 12**

Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse

### **DBFZ Report Nr. 13**

Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen zur Bioenergiebereitstellung

### **DBFZ Report Nr. 14**

Holzpelletbereitstellung für Kleinfeuerungsanlagen

### **DBFZ Report Nr. 15**

Politics and Economics of Ethanol and Biodiesel Production and Consumption in Brazil

### **DBFZ Report Nr. 16**

Algae biorefinery - material and energy use of algae

### **DBFZ Report Nr. 17**

Grünlandenergie Havelland - Entwicklung von übertragbaren Konzepten zur naturverträglichen energetischen Nutzung von Gras und Schilf am Beispiel der Region Havelland

### **DBFZ Report Nr. 18**

Kleintechnische Biomassevergasung - Option für eine nachhaltige und dezentrale Energieversorgung

### **DBFZ Report Nr. 19**

Hy-NOW - Evaluierung der Verfahren und Technologien für die Bereitstellung von Wasserstoff auf Basis von Biomasse

### **DBFZ Report Nr. 20**

KlimaCH4 - Klimateffekte von Biomethan

### **DBFZ-Report Nr. 21**

Entwicklung der Förderung der Stromerzeugung aus Biomasse im Rahmen des EEG

### **DBFZ-Report Nr. 22 (in Bearbeitung)**

Die Biokraftstoffproduktion in Deutschland - Stand der Technik und Optimierungsansätze

### **DBFZ-Report Nr. 23**

Technisch-ökonomische Begleitforschung des Bundeswettbewerb „Bioenergie-Regionen“

Weitere Informationen und Downloads unter:  
<http://www.dbfz.de/web/referenzen-publikationen>

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**DBFZ**

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum  
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Phone: +49 (0)341 2434-112

Fax: +49 (0)341 2434-133

info@dbfz.de

**www.dbfz.de**