

Projektnummer 53/09

**Energieverbrauch des Sektors
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
(GHD) in Deutschland
für die Jahre 2007 bis 2010**

Endbericht
an das Bundesministerium für Wirtschaft und
Technologie (BMWi)

**SONDERBERICHT ZU ERNEUERBAREN
ENERGIEN IM SEKTOR GHD**

Karlsruhe, München, Nürnberg, März 2013

Projektteam

**Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
(Fraunhofer ISI)**

Barbara Schlomann (Projektleitung), Jan Steinbach

Breslauer Str. 48, 76139 Karlsruhe

Ansprechpartner: Dipl.-Volksw. Barbara Schlomann

Telefon: 0721/6809-136, Fax 0721/809-272

E-Mail: barbara.schlomann@isi.fraunhofer.de

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

Heinrich Kleeberger, Dr. Bernd Geiger

Arcisstr. 21, 80333 München

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Heinrich Kleeberger

Telefon: 089/289-28303, Fax: 089/289-28313

E-Mail: hkleee@tum.de

GfK Retail and Technology GmbH

Antje Pich

Nordwestring 101, 90419 Nürnberg

Ansprechpartner: Antje Pich

Telefon: 0911/395-2511, Fax: 0911/33 69 70

E-Mail: antje.pich@gfk.com

IREES GmbH

Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien

Edelgard Gruber, Michael Mai, Andreas Gerspacher

Schönfeldstraße 8, 76131 Karlsruhe

Ansprechpartner: Dipl.-Soz. Edelgard Gruber

Telefon: 0721/9152636-26, Fax: 9152636-11

E-Mail: e.gruber@irees.de

BASE-ING. GmbH

Werner Schiller

Steinsdorfstraße 19, 80538 München

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Werner Schiller

Telefon: 089/213194-50, Fax: 089/213194-11

E-Mail: werner.schiller@base.eu

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Allgemeine Beschreibung des Forschungsvorhabens	1
1.1	Ausgangslage und Ziele der Untersuchung	1
1.2	Abgrenzung und Branchengliederung des GHD-Sektors	2
1.3	Struktur der Untersuchung und der Datenerhebung	6
2	Methodische Grundlagen	7
2.1	Grundkonzept.....	7
2.2	Kurzbefragung	8
2.3	Vorgehen in der Detailbefragung	8
2.4	Hochrechnung der Befragungsergebnisse.....	10
2.5	Berücksichtigung sekundärer Datenquellen.....	11
3	Ergebnisse zu erneuerbaren Energien aus den Breitenerhebungen: Auswertung der Rohdaten	16
3.1	Holzbrennstoffe	16
3.2	Biogas und Biotreibstoffe.....	17
3.3	Solarenergie, Wind, Kleinwasserkraft, Wärmepumpe	17
4	Ergebnisse der Kurzbefragung	21
5	Ergebnisse der Detailbefragung	30
6	Hochrechnung des Einsatzes erneuerbarer Energien auf den GHD- Sektor für das Kalenderjahr 2010	38
6.1	Solarthermische Anlagen.....	40
6.2	Photovoltaik.....	47
6.3	Windkraftanlagen.....	55

6.4	Kleinwasserkraftwerke	56
6.5	Wärmepumpen	61
6.6	Feste Biomasse	63
6.7	Flüssige Biomasse	67
6.8	Biogas.....	67
6.9	Bio-Treibstoffe.....	76
6.10	BHKW-Anlagen mit fossilen Brennstoffen	76
7	Abschließender Abgleich der Hochrechnungsergebnisse mit sekundären Datenquellen.....	81
8	Literatur	83
	ANHANG	87
Anhang 1:	Quotierung zur Sondererhebung zu erneuerbaren Energien für das Kalenderjahr 2010	89
Anhang 2:	Fragebogen für die telefonische Kurzbefragung zu erneuerbaren Energien im GHD-Sektor.....	91
Anhang 3:	Fragebogen für die Detailbefragung im persönlichen Tiefeninterview zu erneuerbaren Energien im GHD-Sektor	99

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 4-1: Zusammensetzung der Stichprobe in der Kurzbefragung	21
Abbildung 4-3: Anteile erneuerbarer Energieanlagen in der Kurzbefragung	22
Abbildung 4-4: Vorwiegende Nutzung von Energieträgern in den Betrieben (Kurzbefragung).....	25
Abbildung 4-2: Bezug von Ökostrom (Kurzbefragung).....	27
Abbildung 4-5: Erneuerbare Energien in Abhängigkeit vom Eigentum (Kurzbefragung).....	28
Abbildung 4-6: Zusammenhang zwischen Zertifizierung und Nutzung erneuerbarer Energien (Kurzbefragung)	28
Abbildung 4-7: Zusammenhang zwischen Ökostrombezug und Nutzung erneuerbarer Energien (Kurzbefragung)	29
Abbildung 5-1: Aufgliederung der Stichprobe nach Technologien (Detailbefragung).....	30
Abbildung 5-2: Aufgliederung der Stichprobe nach Branchengruppen (Detailbefragung).....	30
Abbildung 6-1: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche (standortunabhängig)	42
Abbildung 6-2: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche (ländlicher Bereich).....	43
Abbildung 6-3: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche (stadtnaher / stadtzentraler Bereich).....	43
Abbildung 6-4: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche pro Erwerbstätigem (standortunabhängig)	44
Abbildung 6-5: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche pro Erwerbstätigem (ländlicher Bereich)	45
Abbildung 6-6: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche pro Erwerbstätigem (stadtnaher / stadtzentraler Bereich)	45
Abbildung 6-7: Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters von 256 PV- Anlagen im GHD-Sektor	49
Abbildung 6-8: Häufigkeitsverteilung der Ausnutzungsdauer von 117 Betrieben mit Photovoltaik-Anlagen im GHD-Sektor	50
Abbildung 6-9: Monokristalline Zellen; inst. Leistung über der Fläche	52
Abbildung 6-10: Polykristalline Zellen; inst. Leistung über der Fläche	52

Abbildung 6-11:	Dünnschicht-Zellen; inst. Leistung über der Fläche	53
Abbildung 6-12:	Jahresstromerzeugung über PV-Fläche pro Betrieb	53
Abbildung 6-13:	Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters; Kleinwasserkraftwerke	58
Abbildung 6-14:	Häufigkeitsverteilung der Ausnutzungsdauer	58
Abbildung 6-15:	Häufigkeitsverteilung der installierten elektrischen Leistung pro EW bei Kleinwasserkraftwerken; GHD-Sektor	59
Abbildung 6-16:	Häufigkeitsverteilung der erzeugten elektrischen Arbeit pro EW bei Kleinwasserkraftwerken; GHD-Sektor	59
Abbildung 6-17:	Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters von Anlagen mit feste Biomasse-Einsatz im GHD-Sektor	65
Abbildung 6-18:	Häufigkeitsverteilung der inst. therm. Leistung (nur Anlagen zur Wärmeerzeugung) von Anlagen mit feste Biomasse-Einsatz im GHD-Sektor	65
Abbildung 6-19:	Häufigkeitsverteilung des Energieeinsatzes zu Wärmeerzeugung von Anlagen mit feste Biomasse-Einsatz im GHD-Sektor	66
Abbildung 6-20:	Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters von Biogas- Anlagen im GHD-Sektor	70
Abbildung 6-21:	Häufigkeitsverteilung der installierten elektrischen Leistung von Biogas-Anlagen im GHD-Sektor	70
Abbildung 6-22:	Häufigkeitsverteilung der installierten Wärmeleistung von Biogas-Anlagen im GHD-Sektor	71
Abbildung 6-23:	Häufigkeitsverteilung der Ausnutzungsdauer der installierten elektrischen Leistung von Biogas-Anlagen im GHD-Sektor	71
Abbildung 6-24:	Häufigkeitsverteilung der Ausnutzungsdauer der installierten Wärmeleistung von Biogas-Anlagen im GHD- Sektor	72
Abbildung 6-25:	Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters von BHKW- Anlagen im GHD-Sektor	78
Abbildung 6-26:	Häufigkeitsverteilung der erzeugten Strommenge pro Mitarbeiter im GHD-Sektor	79
Abbildung 6-27:	Häufigkeitsverteilung der erzeugte Wärmemenge pro Mitarbeiter im GHD-Sektor	79

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1-1: Strukturierung des GHD-Sektors auf Gruppen- und Splitzebene mit Zuordnung nach WZ 2008.....	5
Tabelle 2-7: EE Anlagenzahl und installierte Leistung in Deutschland Ende 2010	13
Tabelle 2-8: EE Anlagenzahl und installierte Leistung in Deutschland Ende 2010	14
Tabelle 2-3: Einsatz biogener Festbrennstoffe und Wärmeerzeugung aus diesen nach GHD-Sektoren in 2008.....	15
Tabelle 3-1: Nutzung von Holzbrennstoffen (Haupterhebung 2010)	16
Tabelle 3-2: Verwendungszwecke der Holzbrennstoffe (Haupterhebung 2010).....	17
Tabelle 3-3: Verwendung von Bio-Diesel (Haupterhebung 2010).....	18
Tabelle 3-4: Nutzung von Solarenergie, Wind, Kleinwasserkraft und Wärmepumpen (Haupterhebung 2010)	19
Tabelle 3-5: Verwendungszwecke der Energie aus Solarthermie und Wärmepumpe (Haupterhebung 2010)	19
Tabelle 3-6: Nutzung erneuerbarer Energien insgesamt (Haupterhebung 2010)	20
Tabelle 4-1: Erneuerbare Energien und Stadt/Land-Unterschied (Kurzbefragung).....	23
Tabelle 4-2: Anteil erneuerbarer Energien am Strom- und Wärmeverbrauch (Kurzbefragung)	24
Tabelle 4-3: Erneuerbare Energien nach Branchengruppen (Kurzbefragung).....	26
Tabelle 5-1: In der Detailbefragung erfasste Anlagen nach Technologien und Branchengruppen	31
Tabelle 6-1: Zusammenstellung über die zu befragenden Betriebe	39
Tabelle 6-2: Bestand solarthermischer Kollektorflächen in Deutschland 2011 im GHD-Sektor	46
Tabelle 6-3: Bestandsflächen und Wärmeertrag aus solarthermischer Kollektoranlagen in Deutschland 2010 und 2011 im GHD-Sektor.....	47

Tabelle 6-4:	Analyseergebnisse zu PV-Anlagen (164 Betriebe) im GHD-Sektor	51
Tabelle 6-5:	Hochrechnungsergebnisse zur Stromerzeugung von PV-Anlagen im GHD-Sektor des Jahres 2011	54
Tabelle 6-6:	Hochrechnungsergebnisse zur Stromerzeugung durch Kleinwasserkraftwerke im GHD-Sektor des Jahres 2011	60
Tabelle 6-7:	Hochrechnungsergebnisse zum Einsatz von fester Biomasse 2011	66
Tabelle 6-8:	Ergebnisse der telefonischen Befragung von 10.221 Betrieben zu Biogas-Anlagen im GHD-Sektor	68
Tabelle 6-9:	Technische Angaben und Analysen von Biogas-Anlagen im ländlichen Bereich (GHD-Sektor)	72
Tabelle 6-10:	Technische Angaben und Analysen von Biogas-Anlagen im stadtnahen / stadtzentralen Bereich (GHD-Sektor)	73
Tabelle 6-11:	Hochrechnungsergebnisse zur Stromerzeugung aus Biogas im GHD-Sektor	75
Tabelle 6-12:	Hochrechnung der Stromerzeugung von BHKW, GHD-Sektor	80
Tabelle 6-13:	Hochrechnung der Wärmeerzeugung von BHKW, GHD-Sektor	80
Tabelle 7-1:	Vergleich der Hochrechnungsergebnisse mit sekundären Datenquellen	81

1 Allgemeine Beschreibung des Forschungsvorhabens

1.1 Ausgangslage und Ziele der Untersuchung

Im Jahr 2011 entfielen auf den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) mit 1.355 PJ rund 15,5 % des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland (AGEB 2012). Die unzureichende Erfassung dieses Sektors im Rahmen der amtlichen Energiestatistik erschwert die energiewirtschaftliche und umweltpolitische Berichterstattung an auf nationaler und internationaler Ebene und schränkt die Basis für energiewirtschaftliche Bewertungen und Prognosen sowie für energiepolitische Entscheidungen ein. Mit dem von der Bundesregierung im September 2010 beschlossene Energiekonzept und den Beschlüsse zur Energiewende von Juni/Juli 2011 sind in Deutschland die Anforderungen an eine zuverlässige Erfassung des Energieverbrauchs in allen Verbrauchssektoren weiter gestiegen. Denn die Umsetzung der in diesem Rahmen beschlossenen Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien und der Steigerung der Energieeffizienz soll regelmäßig überprüft werden. Der entsprechende Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ wurde von der Bundesregierung im Herbst 2011 beschlossen. Auch die neue EU-Energieeffizienzrichtlinie (RL 2012/27/EU) sieht jährliche Berichtspflichten der Mitgliedstaaten zum Energieverbrauch vor.

In den vergangenen Jahren gab es sowohl in Deutschland als auch in anderen EU- und IEA-Ländern bereits vermehrt Anstrengungen, den Energieverbrauch dieses sehr heterogenen Verbrauchssektors oder Teile seines Energieverbrauchs präziser und detaillierter zu erfassen. Für Deutschland haben die Projektpartner selbst bereits mehrere Erhebungen zum Energieverbrauch im GHD-Sektor durchgeführt.¹

Mit dem hier vorgelegten Bericht werden diese Arbeiten konsistent fortgesetzt. Dabei sollen mit dieser Untersuchung folgende Ziele verfolgt werden:

- Erhebung der wesentlichen Verbrauchs- und Strukturdaten im GHD-Sektor nach Energieträgern (inkl. erneuerbare Energien und Individualverkehr), Verbrauchergruppen und Verwendungszwecken sowie nach der Art der jeweiligen Raumheizungs- und Warmwasserversorgungssysteme und der genutzten elektrischen Geräte und energietechnischen Anlagen.
- Hochrechnung der gewonnenen Daten aus der Erhebung zu einem Endenergieverbrauch nach Energieträgern (unter Berücksichtigung der erneuerbaren Energie-

¹ Geiger et al. 1999; Fraunhofer ISI et al. 2004; Fraunhofer ISI et al. 2009.

quellen) und Verbrauchergruppen im GHD-Sektor in Deutschland für jedes Untersuchungsjahr, d. h. für die Jahre 2006 bis 2011.

- Die Hochrechnungen sollen durch Plausibilitätsprüfungen untermauert werden und repräsentative sowie mit den vergangenen Jahren und international vergleichbare Ergebnisse liefern. Damit soll die Qualität der Ergebnisse auch deren Übernahme in die Energiebilanz für Deutschland ermöglichen.

Der hier vorgelegte Sonderbericht enthält nur die Ergebnisse, die sich auf den Einsatz erneuerbarer Energien im Sektor GHD beziehen. Alle sonstigen Ergebnisse werden im Hauptbericht zum Forschungsvorhaben dokumentiert.

1.2 Abgrenzung und Branchengliederung des GHD-Sektors

Die Abgrenzung des Verbrauchssektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)“ zur Industrie erfolgt analog wie in der Energiebilanz für Deutschland (AGEB 2011). Es werden aus dem Bereich des Produzierenden und Verarbeitenden Gewerbes dem GHD-Sektor alle Handwerksbetriebe und Betriebe bis 19 Beschäftigten (industrielle Kleinbetriebe) zugerechnet. Hinzu kommen alle Betriebe des Handel- und Dienstleistungsbereiches. Analog zur Energiebilanz für Deutschland sind außerdem die Bereiche „Land- und Forstwirtschaft“ sowie „militärische Dienststellen“² in der vorliegenden Arbeit mit einbezogen. Der Bereich „Land- und Forstwirtschaft“ umfasst dabei auch den Gartenbau, der soweit möglich separat dargestellt wird. Bei der Deutschen Bahn und den Flughäfen rechnet die Energiebilanz den gesamten mobilen Energieverbrauch dem Sektor Verkehr zu, den stationären Energieverbrauch jedoch dem GHD-Sektor. Diese Abgrenzung wurde auch für diese Untersuchung übernommen.

Für die Strukturierung des Sektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ wird der Sektor in dieser Untersuchung entsprechend Tabelle 1-1 in 14 Gruppen unterteilt, wobei die Zuordnung der Wirtschaftszweige nach WZ 2008 zur Gruppenstruktur mit angegeben ist. Weiterhin gilt:

- Die Gruppen 1 - 12 sind weitestgehend identisch mit den Gruppen 1 - 12 der Vorgängerstudien (Fraunhofer ISI et al. 2004, 2009). Darüber hinaus beinhaltete die Branchengliederung in den beiden Vorgängererhebungen zwei Restgruppen, die

² Die militärischen Dienststellen wurden dabei nicht in die Befragung einbezogen, da Energieverbrauchsangaben zum Militär aus Angaben des Bundesamtes für Wehrverwaltung vorliegen. Für die Bereiche Landwirtschaft und Gartenbau, die in die Befragung einbezogen sind, wird der Energieverbrauch für einige (gehandelte) Energieträger auf der Grundlage sekundärstatistischer Daten ermittelt.

entweder nicht über die Befragung erfasst oder deren Energieverbrauch mittels sekundärer Datenquellen ermittelt wurde. Diese Restgruppen werden in dieser Untersuchung zu zwei weiteren Gruppen 13 und 14 zusammengefasst.

- Gruppe 13 „Nicht über FB (=Fragebögen) erfasste Betriebe“ umfasst die in den Vorgängerstudien unter „Rest“ enthaltenen Angaben zu „Marktständen u.a. (Split 10)“, „NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi (Split 11)“ und „Nichtberücksichtigte und Diverse (NB)“.
- In Gruppe 14 „Übrige“ werden die in den Vorgängerstudien unter „Nicht Erfasste“ beschriebenen Angaben zu „Straßenbeleuchtung“, „Gemeinschaftliche Anlagen in Mehrfamilienhäusern“, „Militär“ und „Sonstige“ integriert. Tabelle 1-1 gibt hierzu die entsprechende tabellarische Übersicht.

Innerhalb der Gruppen 1 - 14 werden nach Tabelle 1-1 weitergehende Detaillierungen auf Splitzebene und organisatorisch vereinfachende Zuordnungen (Split-Nummerierung) vorgenommen:

1. Baugewerbe
2. Büroähnliche Betriebe (Kreditinstitute, Gebietskörperschaften, sonstige betriebliche Dienstleistungen, sowie:
 - Deutsche Bundespost/Postdienst (Split 30)
 - Telekom (Split 31)
 - Deutsche Bahn AG (Split 32)
3. Herstellungsbetriebe (Kfz-, Holz-, Metall-, Papier- und Druckgewerbe)
4. Handel (Einzel- und Großhandel, Handelsvermittlungen), sowie:
 - Einzelhandel – food (Split 24)
 - Einzelhandel – nonfood (Split 25)
 - Großhandel – food (Split 26)
 - Großhandel – nonfood (Split 27)
 - Handelsvermittlungen (Split 20)
5. Krankenhäuser, Schulen (inkl. Universitäten), Bäder
6. Beherbergung und Gaststätten (auch Organisationen ohne Erwerbszweck, Heime)
7. Nahrungsmittelgewerbe (Backgewerbe, Fleischereien, restliches Nahrungs- und Genussmittelgewerbe)
8. Wäschereien
9. Landwirtschaft
10. Gartenbau (in manchen Statistiken in der Landwirtschaft enthalten)
11. Flughäfen (Split 33)
12. Textil, Bekleidung, Spedition, Lagerei mit den Unterteilungen:
 - Bekleidung, Leder, Textil (Split 28)

- Spedition, Lagerei, Verkehrsvermittlung (Split 34)

Mit diesen zwölf Gruppen werden rund 94 % aller Erwerbstätigen im GHD-Sektor erfasst. Die Gruppen 13 und 14, die nicht durch die Breitenbefragung abgedeckt werden können (z.B. militärische Dienststellen), werden durch Abschätzungen und sekundäre Datenquellen ermittelt; so liefert die Bestandsanalyse des „Deutschen Städte- und Gemeindebundes“ zur Straßenbeleuchtung in Deutschland, 2011 wichtige Hinweise.

Tabelle 1-1 ordnet im rechten Tabellenteil die in dieser Erhebung gewählte Untergliederung des GHD-Sektors in 14 Gruppen und 41 Splits der derzeit gültigen Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) zu.

Ein wesentliches Kriterium für die hier gewählte Einteilung der Gruppen und Splits ist nach wie vor das Anliegen, eine vergleichbare Basis mit den Ergebnissen aus den Vorgänger-Erhebungen (Geiger et al. 1999; Fraunhofer ISI et al. 2004, 2009³) zu schaffen. Dabei wurden in der ersten Erhebung (Geiger et al. 1999) noch erheblich mehr Gruppen unterschieden, die nach den dort gemachten Erfahrungen in den Folgeerhebungen auf 12 Gruppen reduziert wurden, indem Bereiche ähnlicher Energieverbrauchsstruktur zusammengefasst wurden. Dies führte einerseits zu deutlich geringeren Befragungskosten. Andererseits wurden damit Bereiche, die wirtschaftsstatistisch in der Regel getrennt ausgewiesen werden, hier auf Grund ihrer vergleichbaren Struktur des Energieverbrauchs zusammengefasst. Dies gilt insbesondere für die Gruppe 3 „Büroähnliche Betriebe“, während andere, wirtschaftsstatistisch eher unbedeutende Bereiche wie „Wäschereien“ oder „Flughäfen“ wegen ihrer eigenständigen Energieverbrauchscharakteristika hier separat erfasst werden. Durch die weitergehende Unterteilung einiger Gruppen in so genannte „Splits“ ist es jedoch möglich, Auswertungen und Hochrechnungen des Energieverbrauchs über die hier unterschiedenen 14 Gruppen hinaus vorzunehmen. Da Daten auf Split-Ebene für verschiedene energiestatistische Zwecke erforderlich sind⁴, wird auch in dieser Untersuchung – wie bereits in der vorherigen Erhebung (Fraunhofer ISI et al. 2009) - die Hochrechnung des Energieverbrauchs von vornherein sowohl auf Gruppen- als auch auf Split-Ebene vorgenommen. Bei der Quotierung der Stichprobe für diese Erhebung wurde wiederum berücksichtigt, dass insbe-

3 Im Bericht auch zitiert als (Vorgänger)Studien /1/, /2/ und /3/.

4 So beispielsweise für die Energieszenarien von Prognos/EWI/GWS (2010) für das Energiekonzept der Bundesregierung, der eine an der Wirtschaftsstatistik orientierte Branchen-zuordnung zugrunde liegt; oder auch im Hinblick auf die EU-Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (RL 2006/32/EG), die u. a. eine gesonderte Betrachtung des öffentlichen Sektors erfordert.

sondere die für eine separate Hochrechnung besonders relevanten Splits ausreichend besetzt sind.

Tabelle 1-1: Strukturierung des GHD-Sektors auf Gruppen- und Splitebene mit Zuordnung nach WZ 2008

Grp. No. Split	Grp. No.	WZ 2008	Bezeichnung
1 Baugewerbe	1	42, 43	Baugewerbe
2 Büroähnliche Betriebe	2		Büroähnliche Betriebe
14 Kreditinstitute und Versicherungen		64-66	Kreditgewerbe, Versicherungsgewerbe
17 Verlagsgewerbe		58	Verlagsgewerbe
18 Sonstige betriebl. Dienstleistungen		4-Steller aus 38, 39, .. 96	Sonst. betriebl. Dienstleistungen
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.		84	Gebietskörperschaften/Sozialversich.
30 Deutsche Bundespost / Postdienst		53	Post
31 Telekom		60, 61	Telekom
32 Deutsche Bahn AG			Deutsche Bahn AG
3 Herstellungsbetriebe	3		Herstellungsbetriebe
1 Metallgewerbe		25-29, 32	Metallgewerbe
2 KFZ-Gewerbe		30.9, 33.17, 45.2	Kfz-Gewerbe
3 Holzgewerbe		31, 95.24	Holzgewerbe
4 Papier- u. Druckgewerbe		16.2	Holzverarbeitung
		17.2, 18	Papiergewerbe u. Druckgewerbe
4 Handel	4		Handel
24 Einzelhandel - food		47.1, 47.2, 47.4-47.7	Einzelhandel und Handel mit
25 Einzelhandel - nonfood		45.1, 45.3, 45.4, 47.3	Kfz und Teilen und Tankstellen
26 Grosshandel - food		46.2-46.9	Großhandel
27 Grosshandel - nonfood			
29 Handelsvermittlungen			
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder	5		Krankenhäuser, Schulen, Bäder
21 Krankenhäuser		86.1	Krankenhäuser
22 Schulen		85	Schulen
23 Bäder		96.04.0	Bäder
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	6		Beherbergung, Gaststätten, Heime
15 Beherbergungsgewerbe		55	Beherbergung
16 Gaststättengewerbe		56	Gaststätten
19 Org. ohne Erwerbszweck & Heime		87, 88.9, 91, 93, 94	Org. o. Erwerbszweck, Heime
7 Nahrungsmittelgewerbe	7		Nahrungsmittelgewerbe
5 Backgewerbe		10.7	Bäckerei
6 Fleischereien / Metzgereien		10.1, 10.2	Fleischerei
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe		10.3-10.9, 11.0	Restl. Nahrungsmittel
8 Wäschereien	8	96.01	Wäschereien
9 Landwirtschaft	9	01.1, 01.2, 01.4, 01.5	Landwirtschaft
10 Gartenbau	10	01.3, 01.61, 81.30	Gartenbau
11 Flughäfen	11	52.23	Flughäfen
12 Bekleidung, Leder, Spedition	12		Textil, Bekleidung, Spedition
28 Bekleidung, Leder, Textil		13, 14, 15	Textil, Bekleidung, Leder
34 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung		49.4	Spedition
		52.1, 52.2	Lagerei
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)			
13 Nicht über FB erfasste Betriebe	13		Nicht über FB erfasste Betriebe
35 Marktstände u. ä.		47.8	Marktstände u. ä.
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi		22, 23	NE-Metalle, Kunststoff, Gummi
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors			nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors
14 Übrige	14		Übrige
38 Straßenbeleuchtung			Straßenbeleuchtung
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH			Gemeinschaftliche Anlagen MFH
40 Militär			Militär
41 Sonstige			Sonstige

1.3 Struktur der Untersuchung und der Datenerhebung

Die Untersuchung zum Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) im Zeitbereich von 2007 bis 2010 besteht aus mehreren Erhebungen und Bearbeitungsschwerpunkten die sich im Hinblick auf das Untersuchungskonzept und das methodische Vorgehen unterscheiden.

In dem hier vorgelegten Sonderbericht zu erneuerbaren Energien im GHD-Sektor werden dabei nur diejenigen Erhebungen ausgewertet, die sich auf den Einsatz erneuerbarer Energien beziehen. Dies sind:

1. Zwei **Breitenerhebungen** für die Kalenderjahre 2008 und 2010 zum Energieverbrauch im GHD-Sektor, die zum dritten Mal durchgeführt wurden und aus mehreren Teilmodulen. In diesen Erhebungen wurde auch der Einsatz erneuerbarer Energien erfragt.
2. Eine zweistufige **Sondererhebung** zur detaillierten Erfassung des Einsatzes erneuerbarer Energien im GHD-Sektor, die zum zweiten Mal durchgeführt wurde. Hier wurde zunächst eine Kurzbefragung zu Nutzung erneuerbarer Energien im GHD-Sektor bei mehr als 10.000 Arbeitsstätten durchgeführt. Im Anschluss daran erfolgte eine Detailuntersuchung in 300 daraus ausgewählten Arbeitsstätten in Form von persönlichen Tiefeninterviews.

Zunächst werden im nachfolgenden Kapitel 2 die methodischen Grundlagen für die Datenermittlung dargestellt. In den anschließenden Kapiteln bis 5 werden der Breiten-erhebung (Kapitel 3) sowie die Kurzbefragung (Kapitel 4) und die Detailbefragung (Kapitel 5) zu den erneuerbaren Energien ausgewertet. In Kapitel 6 erfolgt dann die Hochrechnung des Einsatzes erneuerbarer Energien im GHD-Sektor. Abschließend erfolgt ein kurzer Abgleich der Hochrechnungsergebnisse mit sekundären Datenquellen (Kapitel 7) sowie eine kritische Würdigung der Ergebnisse (Kapitel 8).

2 Methodische Grundlagen

2.1 Grundkonzept

Im Rahmen der hier durchgeführten Erhebung zum Energieverbrauch im GHD-Sektor sollen auch detaillierte Informationen zur Nutzung erneuerbarer Energien (EE) im GHD-Sektor ermittelt werden. Die Marktdurchdringung der erneuerbaren Energieträger ist jedoch nach wie vor – trotz ihres in den letzten Jahren gestiegenen Anteils – zu gering, um diese Energieformen im GHD-Sektor allein aufgrund der 2000 Arbeitsstätten der Breiterhebung ausreichend repräsentativ abzubilden und auf Deutschland hochzurechnen. Aus diesem Grund soll zusätzlich zu den beiden Breiterhebungen, in denen die erneuerbaren Energien ebenfalls abgefragt werden, in einem ersten Schritt eine große Anzahl von Arbeitsstätten telefonisch kontaktiert werden, um zunächst zu ermitteln, wie viele von diesen überhaupt erneuerbare Energien einsetzen. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen wird dafür eine Stichprobengröße von 10.000 Arbeitsstätten für ausreichend gehalten. In einem zweiten Schritt werden aus diesen Arbeitsstätten rund 300 ausgewählt werden, in denen in persönlichen Interviews die Angaben aus den Kurzinterviews überprüft und weitere detaillierte Fragen zum Einsatz erneuerbarer Energien gestellt werden.

Dabei werden die folgenden erneuerbare Energien und die Kraft-Wärme-Kopplung berücksichtigt:

- Solarthermische Anlagen
- Photovoltaik
- Windkraftanlagen
- Kleinwasserkraftwerke
- Feste und flüssige Biomasse
- Biogas
- Biotreibstoffe
- Wärmepumpen
- Blockheizkraftwerke (BHKW)

Neben der breiteren Bezugsbasis bietet die Sondererhebung auch die Möglichkeit, stärker differenzierte Fragen zu den einzelnen erneuerbaren Energien zu stellen als dies in der Breiterhebung möglich ist. Dadurch kann die Informationsbasis für die Hochrechnung des Energieverbrauchs weiter verbessert werden.

2.2 Kurzbefragung

In einem ersten Schritt hat die GfK 10.221 telefonische Kurzbefragungen von durchschnittlich 4,6 Minuten Länge zwischen Februar und April 2011 durchgeführt. Ziel der Befragung war es zu ermitteln, wie viele Arbeitsstätten überhaupt erneuerbare Energien einsetzen. Eine Stichprobe von etwa 10.000 Betrieben (statt 20.000 wie im Jahr 2006) wurde deshalb für ausreichend gehalten, da sich der Anteil der erneuerbaren Energien seither erhöht hat und aufgrund geeigneterer Frageformulierung weniger Ausfälle wegen Missverständnissen erwartet wurden. Die Stichprobenziehung erfolgte auf der gleichen Grundlage wie für die Breitenerhebung (siehe Anhang 1), wobei sich die Quotenvorgabe hier auf die Branchen beschränkte. Weitere Quotenvorgaben, wie z. B. Betriebsgröße, wurden hier nicht berücksichtigt. Die Adressen wurden dem elektronischen Branchentelefonbuch entnommen. Die GfK hat die Feldarbeit mittels CATI (Computer Assisted Telephone Interviews) in mehreren Telefonstudios computergestützt durchgeführt. Weiterhin wurden aus dem Pool der telefonischen Kurzbefragungen auch die Interviewpartner (die Person, die sich mit Energiefragen am besten auskennt und befasst) für die 300 persönlichen Tiefeninterviews identifiziert.

Der Fragebogen für diese Kurzinterviews ist Anhang 2 zu entnehmen. Aufgrund der Erkenntnisse aus der Sondererhebung 2006/2007 wurden darin die Fragen nach den erneuerbaren Energien dahingehend umformuliert, dass Missverständnisse vermieden und nur solche Anlagen erfasst wurden, die tatsächlich in den Betrieben vorhanden sind, und im intendierten Sinn genutzt werden. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass durchgängig plausible Angaben vorliegen. Ziel dieser ersten Befragungsrunde war es, für die einzelnen in dieser Studie erfassten Branchen des Sektors GHD verlässliche Daten über die derzeitige Verbreitung erneuerbarer Energien in den einzelnen Subsektoren zu gewinnen.

Auf Grund dieser Angaben können dann auch aussagekräftige Hochrechnungen vorgenommen werden. Eine entsprechende Analyse wird derzeit von den Projektpartnern durchgeführt. Als wesentliche Bezugsgröße für die Hochrechnung des Energieverbrauchs bzw. der Energieerzeugung der erneuerbaren Energieträger wird – wie für den Energieverbrauch insgesamt - die Zahl der Beschäftigten gewählt.

2.3 Vorgehen in der Detailbefragung

Um die Qualität der Ergebnisse der Telefoninterviews weiter zu verbessern und weitere Details zur Nutzung erneuerbarer Energien im GHD-Sektor zu ermitteln, wurden ergänzend in 300 ausgewählten Arbeitsstätten persönliche Tiefeninterviews vor Ort durchgeführt werden (statt telefonisch wie in der Befragung 2006/2007). Diese dienen

zum einen der Überprüfung der Angaben aus den Kurzinterviews. Zum anderen wurden hier detailliertere Angaben zu den eingesetzten erneuerbaren Energien erfragt, um die Datengrundlage für die Hochrechnung weiter zu verbessern.

Die Tiefeninterviews wurden zwischen Januar und Mai 2012 durchgeführt. Aus datenschutzrechtlichen Gründen war es am Einfachsten, wenn diese persönlichen Interviews durch das gleich Marktforschungsunternehmen (GfK) vorgenommen werden, das auch die Kurzinterviews gemacht hat. Nur dann ist eine direkte unternehmensscharfe Verknüpfung der Ergebnisse von Telefoninterview und Betriebsbesuch möglich. Nachteil dieses aus datenschutzrechtlichen Gründen einfachsten Ansatzes ist das möglicherweise mangelnde tiefere technische Wissen der Interviewer gegenüber einer Durchführung der Befragung beispielsweise durch qualifizierte Ingenieure. Für die Tiefeninterviews wurden eine Quotierung nach Branchen und Energieträgern sowie ein strukturierter Gesprächsleitfaden (siehe Anhang 3) vorgegeben. Die 300 Detailbefragungen sollten auch deshalb als Face-to-Face Interviews stattfinden, damit der Interviewer vorab den richtigen Ansprechpartner identifizieren und einen Termin vereinbaren kann. Zudem ermöglicht diese Art von Interviews ein natürlicheres Gespräch mit der Möglichkeit für Rückfragen oder zusätzliche Erläuterungen, was oft eine höhere Antwortqualität zur Folge hat. Durch den direkten Kontakt und gegebenenfalls die Besichtigung der Anlage durch den Interviewer können fehlende Daten ermittelt werden. Des Weiteren haben die Interviewer die Möglichkeit, sich vor Ort von der Richtigkeit der Angaben zu installierter Kapazität und angegebenem Endenergieverbrauch zu überzeugen. Ein weiterer Vorteil der Face-to-Face Interviews besteht darin, dass die Interviewpartner aufgrund des Steuerrechts immer die relevanten Informationen verfügbar haben müssen.

Die Realisierung der 300 vorgesehenen Interviews war schwieriger als erwartet. In der Kurzbefragung wurde am Ende nach der Bereitschaft gefragt, nochmals an einem persönlichen Interview teilzunehmen. Die 300 Tiefeninterviews sollten nur dort durchgeführt werden, wo diese Bereitschaft gegeben war. Es stellte sich jedoch im Verlauf der zweiten Befragung heraus, dass eine größere Anzahl derjenigen, die in der Kurzbefragung mit einem Besuch einverstanden waren, eine zweite Befragung dennoch ablehnten. Am Schluss konnten trotz dieser Schwierigkeiten 304 Tiefeninterviews realisiert werden, teilweise musste dafür jedoch auf deutlich weniger geeignete Befragungsfälle zurückgegriffen werden.

Der Gesprächsleitfaden für die Tiefeninterviews ist Anhang 3 zu entnehmen. Er wurde so konzipiert, dass durch die umfassende Nutzung der Anwesenheit des Interviewers vor Ort und die Stellung von Ersatz- und Alternativfragen eine möglichst umfassende

Datengrundlage für die Hochrechnung des Energieverbrauchs ermöglicht wurde. Dies bedeutet im Einzelnen:

- Für jeden erneuerbaren Energieträger wird eine Reihe von Fragen besonders gekennzeichnet, die unbedingt zu beantworten sind, da sie eine wesentliche Grundlage für die Hochrechnung darstellen.
- Zur direkten Überprüfung der Plausibilität dieser Angaben vor Ort werden dem Interviewer Kennzahlen zur Verfügung gestellt (Zusatzblatt am Schluss des Fragebogens).
- Falls eine Beantwortung dieser Fragen dennoch nicht möglich ist, werden außerdem alternative Wege für die Datenermittlung auf der Grundlage von Schätzungen zur Verfügung gestellt.
- Bei Solaranlagen müssen insbesondere die Fragen zur Größe der Anlagen sowie der Art der Kollektoren bzw. der Photovoltaikmodule beantwortet werden. Als alternative Datenermittlung ist dabei die Anlage selbst zu begutachten. Dem Interviewer wird im Fragebogen erklärt, wie die Unterschiede zwischen den Anlagentypen anhand des Aussehens zu erkennen sind. Zusätzlich wird dies durch Fotos der verschiedenen Kollektortypen bzw. Photovoltaikmodultypen unterstützt, die auch dem Befragten gezeigt werden können. Bei Photovoltaikanlagen kann zusätzlich noch der Wechselrichter als Informationsquelle für die installierte Leistung bzw. die bisher gewonnene Energie dienen. Jedoch sind die daraus gewonnenen Angaben mit Unsicherheiten behaftet, da beispielsweise die Maximalleistung des Wechselrichters größer als die tatsächliche Leistung der Photovoltaikanlage sein kann, insbesondere wenn eine nachträgliche Erweiterung der Anlage in der Zukunft geplant ist. Für die alternative Datenermittlung liegt der Vorteil des Wechselrichters – sofern nicht im Modul integriert – in der besseren Zugänglichkeit für den Interviewer.

Bei Anlagen zur Verfeuerung von fester Biomasse können die Daten über die relevanten Daten des Typenschildes (Erkennbar an der CE-Kennzeichnung) abgelesen werden. Dafür muss dem Interviewer jedoch Zugang zur Heizzentrale gewährt werden. Sofern dies ermöglicht wird, können auch die Daten zu weiteren (fossilen) Wärmeerzeugern und gegebenenfalls zur Ausstattung mit Blockheizkraftwerken aufgenommen werden.

2.4 Hochrechnung der Befragungsergebnisse

Auf der Basis der aus der Detailbefragung ermittelten technischen Daten (z. B. installierte Leistung, Anlagenfläche), Betriebsweisen und Betriebsdauern, Fahrzeugbeständen und Jahresfahrleistung sowie erzeugter Energiemengen und der ebenfalls erfragten Anzahl der Erwerbstätigen in den Betrieben werden technologietypische und die Branchenstruktur einbeziehende Kennwerte der regenerativen Energienutzung pro Erwerbstätigen abgeleitet. In Kombination mit der gesamten Anzahl der Erwerbstätigen im GHD-Sektor in Deutschland (siehe dazu die entsprechenden Angaben im Hauptbe-

richt zu dieser Untersuchung) und ihre Zugehörigkeit zu Branchengruppen erfolgt dann die Hochrechnung des Beitrages erneuerbarer Energiequellen im GHD-Sektor. Dieses Vorgehen entspricht dem auch für die Hochrechnung des gesamten Energieverbrauchs im GHD-Sektor gewählten methodischen Ansatz.

Bei einzelnen erneuerbaren Energieträgern (Windenergie, flüssige Biomasse, Bio-Treibstoffe) war allerdings die Anzahl auswertbarer Fälle mit technischen Angaben so gering, dass eine Hochrechnung des Energieverbrauchs nach diesem Verfahren mangels ausreichender Daten nicht möglich war.

2.5 Berücksichtigung sekundärer Datenquellen

Trotz der relativ großen Fallzahl von 10.000 Kurzinterviews gibt es weiterhin erneuerbare Energieträger, die dennoch nicht adäquat erfasst werden können, weil ihre Verbreitung im GHD-Sektor noch zu gering ist. In diesen Fällen werden ergänzend weitere sekundäre Datenquellen herangezogen. Aber auch für diejenigen regenerativen Energieträger, die auf Basis der vorgesehenen Stichprobe repräsentativ erfasst werden konnten, werden sekundäre Datenquellen zur Überprüfung der Plausibilität der Ergebnisse und Hochrechnungen umfassend berücksichtigt.

Im ersten Schritt wurden dafür die Daten zum Gesamtbestand an Erneuerbare-Energien (EE)-Anlagen aus unterschiedlichen Statistiken ermittelt, die als erste Plausibilitätsgrundlage dienen (Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2).⁵

Dabei wurden folgende Datenquellen einbezogen:

- Die Statistiken zu erneuerbaren Energien von AGEE-Stat als wesentliche Datengrundlage für die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland.
- Marktdaten der Verbände: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie und Umwelttechnik (BDH), Bundesverband Erneuerbare Energien (BEE), Bundesverband BioEnergie (BBE), Bundesverband Solarwirtschaft (BSW-Solar), Bundesverband WindEnergie (BWE), Deutscher Energie-Pellet-Verband (DEPV), Geothermische Vereinigung – Bundesverband Geothermie (GtV-BV), Bundesverband Wärmepumpe (BWP)
- Marktstudien und Monitoringberichte zur Nutzung bestimmter erneuerbarer Energieträger (GZB 2010; DBFZ 2010)

⁵ Der größte Teil der Arbeiten zur Nutzung erneuerbarer Energieträger im GHD-Sektor erfolgte dabei bis Ende des ersten Halbjahres 2012, so dass danach erscheinende Datenquellen nicht mehr vollständig berücksichtigt werden konnten.

- Anlagenregister der durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) geförderten Anlagen (DGS 2011)

Im zweiten Schritt werden sekundären Quellen zur Nutzung EE im GHD Sektor zum Vergleich mit den erhobenen Daten aufbereitet. Die Verfügbarkeit von sektoralen Statistiken bzw. Studien zur EE Nutzung ist jedoch sehr beschränkt.

Die AG Energiebilanzen (AGEB 2011) weist den Energieverbrauch grundsätzlich nach Sektoren und Energieträger gesondert auf. Für eine Plausibilisierung der Nutzung EE im GHD Sektor ist dies jedoch nur bedingt geeignet, da einerseits die Stromerzeugungstechnologien Photovoltaik, Windenergie und Wasserkraft nicht sektoral zugeordnet werden, andererseits die Gruppierung der erneuerbaren Wärmeerzeugung nur grob in „Biomasse und erneuerbare Abfälle“ sowie in „Sonstige erneuerbare Energieträger“ vorgenommen wird.

Studien zu einzelnen Energieträgern oder Förderstatistiken können jedoch als Indikatoren für die Verbreitung EE Technologien im GHD Sektor dienen. In Kombination mit den Daten zum Gesamtbestand können damit Plausibilitätsprüfungen der erhobenen Daten vorgenommen werden.

Der Ausbau EE im Wärmebereich ist maßgeblich durch seit Ende 1999 laufende Marktanzreizprogramm (MAP) getrieben worden. Für die Nutzung EE im Wärmebereich steht mit der Förderstatistik des MAP für den Programmteil BAFA eine umfangreiche Datenbasis zu Verfügung. Darin werden die Förderempfänger gruppiert erfasst in „KMU“, „öffentliche-rechtlich“, „Privatpersonen“, „Unternehmen / freiberufliche Tätigkeit“ sowie „Kontraktoren“. Eine eindeutige Zuordnung zum Sektor GHD ist damit zwar nicht möglich, es lässt sich jedoch ein Indikator zum Verhältnis von privaten zu gewerblichen Förderempfängern ableiten. Da größere Anlagen in den Programmteil der KfW fallen, der nicht in der den Forschungsnehmern vorliegenden Förderstatistik enthalten ist, werden zusätzlich noch die Daten der KfW Förderung herangezogen.

Darüber hinaus liegen Technologie- bzw. Energieträger-spezifische Studien zu EE Wärmebereitstellung vor, die Aufschluss über die Nutzung im GHD Sektor geben. Für den Bereich der Solarthermie steht mit der *GroSol-Studie* eine Untersuchung der Nutzung solarthermischer Anlagen im gewerblichen Nichtwohnungsbau mit Stand 2006 zur Verfügung (BSW-Solar 2007). GZB (2010) liefert Daten zur Entwicklung der installierten Wärmepumpen im Nichtwohnungsneubau differenziert nach Gebäudeart über die letzten 10 Jahre. Für den Bereich der Biomasse steht durch die AG Energiebilanzen und die AGEE-Stat zumindest eine endenergetische Zuordnung zum GHD-Sektor vor, wenngleich diese keine Aussage über die installierte Anlagenanzahl und Leistung zulässt.

Für die Stromerzeugung aus EE ist eine Zuteilung zu den Sektoren aus dem auf den Angaben der Netzbetreiber beruhenden EEG Anlagenregister (DGS 2011) nicht möglich. Hier wird neben Anlagengröße, eingespeister Strommenge nur festgehalten, ob es sich um eine gebäudeintegrierte Anlage handelt. Monitoringberichte zu einzelnen EEG geförderten Technologien liefern zusätzliche Informationen, die jedoch nur teilweise Angaben zu der Betreiberstruktur der Anlagen beinhalten (DBFZ 2010; ARGE Monitoring PV-Anlagen 2008). Insbesondere im Bereich der Photovoltaik ist es schwierig sektorale Vergleichsstudien zu Plausibilitätszwecken heranzuziehen, da vorhanden Studien den starken Wachstum mit einer Verdreifachung der installierten elektrischen Leistung von 6,1 GWp auf 17,3 GWp seit Ende 2008 noch nicht beinhalten (AGEE-Stat 2011). In Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2 sind zunächst einmal die Daten zum Gesamtanlagenbestand und der installierten Leistung im Strom- und Wärmebereich zusammengefasst.

Tabelle 2-1: EE Anlagenzahl und installierte Leistung in Deutschland Ende 2010

Anlagen zur Stromerzeugung	Anlagenbestand	Installierte Leistung
Photovoltaik		
Gesamt (BSW-Solar 2011a)	860 000	17 200 MWp
Gesamt (AGEE-Stat 2011)	-	17 320 MWp
EEG Anlagen (DGS 2011)	837 996	15 965 MWp (EEG)
Windenergie		
Gesamt (BWE 2011)	21 607	27 215 MWel
Gesamt (AGEE-Stat 2011)	-	27 204 MWel
EEG Anlagen (DGS 2011)	20 490	26 564 MWel
Wasserkraft		
Gesamt (AGEE-Stat 2011)	-	4 780 MWel
Gesamt (UBA 2011)	7 679*	4700 MWel
< 5 MW	7 524 *	
> 5 MW	155*	
EEG Anlagen (DGS 2011)	7 123	1 524 MWel
Biomasse		
Gesamt (AGEE-Stat 2011)	-	4 910 MWel***
EEG Anlagen (DGS 2011)	10 071	4 548 MWel
(Heiz)kraftwerke (DBFZ 2010)	249	1 211 MWel
Biogasanalgen (FVB 2011)	6000	2 279 MWel
Pflanzenöl-BHKW (DBFZ 2010)	1400**	300 MWel
Geothermie		
Gesamt (AGEE-Stat 2011)	-	7,5 MWel
EEG-Anlagen (DGS 2011)	5	7,5 MWel

* Stand Ende 2006/ ** Stand Ende 2009/ ***ohne biogenen Anteil des Abfalls/ EEG Anlagen = Nach dem EEG vergütete Anlagen aus Anlagenregister

Quellen: AGEE-Stat (2011); BSW-Solar (2011a); DBFZ (2010); DGS (2011); FVB (2011)

Tabelle 2-2: EE Anlagenzahl und installierte Leistung in Deutschland Ende 2010

Anlagenbestand zur Wärmeerzeugung	Anlagenbestand	Installierte Leistung
Solarthermie		
Gesamt (BSW-Solar 2011b)	1 394 000	9 800 MWth
Wärmepumpen und Tiefengeothermie		
WP Gesamt (GZB 2010)	350 000*	3 500 MWth*
Tiefengeothermie (GtV-BV 2011)	21	2485 MWth
Biomasse		
Heizwerke > 500 kWth (BBE 2011)	1 200	-
Biomasse-Heizkessel (BDH 2010)	700 000*	-

* Stand Ende 2008

Quellen: AGEE-Stat (2011); BSW-Solar (2011b); BBE (2011); BDH (2011); GZB (2010); GtV (2011)

In Tabelle 2-3 werden die Daten zum Endenergieverbrauch biogener Festbrennstoffe aus der Sekundärquelle DBFZ (2011) aufgeführt. Hierin werden die benötigte Wärmeerzeugung sowie der für diese Wärmeerzeugung benötigte Einsatz biogener Festbrennstoffe für die verschiedenen Branchen des GHD-Sektors ermittelt. Die Energiebilanzierung in dieser Sekundärquelle erfolgt per bottom-up Ansatz ausgehend von den einzelnen Branchen des GHD-Sektors. Eine Energiebilanzierung per Restdefinition, wie sie bei fossilen Energieträgern für den GHD-Sektor verwendet wird, ist bei biogenen Festbrennstoffen nicht möglich, da die Anzahl der gesamt eingesetzten Brennstoffe nicht bekannt ist. Auf Grund der Vielzahl von Branchen des GHD-Sektors erfolgt zunächst eine Identifikation der relevanten Branchen durch eine qualitative Abschätzung des Wärmebedarfs. Die dargestellte benötigte Wärmeerzeugung bezieht sich nicht auf die gesamte Branche, sondern jeweils nur auf den als „relevant“ ermittelten Teil der der Branche. Der gesamte Wärmebedarf einer Branche fällt also bedeutend höher aus. Die Datenerhebung erfolgt durch Literaturrecherche sowie Multiplikatoren-Interviews und einer anschließenden Hochrechnung der Ergebnisse mittels eines speziellen Hochrechnungsverfahrens. Die zum Teil hohen Spannweiten von bis zu 60% Abweichung ergeben sich dadurch, dass bei dem Bottom-Up Ansatz in den jeweiligen Branchen die Energiebedarfsindikatoren sowie Biomasseanteile für einzelne Vorgänge wie z. B. die Aufzucht von Ferkeln oder die Herstellung von Spanplatten erwartungsgemäß mit Unsicherheiten behaftet sind.

Tabelle 2-3: Einsatz biogener Festbrennstoffe und Wärmeerzeugung aus diesen nach GHD-Sektoren in 2008

GHD-Sektor	Einsatz biogener Festbrennstoffe		Benötigte Wärmeerzeugung zur Deckung des Wärmebedarfs
Landwirtschaft/Gartenbau	4 631 TJ/a ± 1 339 TJ/a	1 286 GWh/a	1 000 GWh/a
Holzgewerbe	6 219 TJ/a ± 3 285 TJ/a	1 728 GWh/a	1 160 GWh/a
Gastgewerbe	1 144 TJ/a ± 631 TJ/a	318 GWh/a	250 GWh/a
Öffentliche Verwaltung	83 TJ/a ± 51 TJ/a	23 GWh/a	15 GWh/a
Erziehung/Unterricht	842 TJ/a ± 535 TJ/a	234 GWh/a	190 GWh/a

* Abschätzung durch Interpolation nach Abbildung 12-5 der Quelle

Quelle: DBFZ (2011)

3 Ergebnisse zu erneuerbaren Energien aus den Breiterehebungen: Auswertung der Rohdaten

Für die im Folgenden dargestellten Ergebnisse wurden die Daten der in den beiden Haupterhebungen zu den Jahren 2008 und 2010 befragten Arbeitsstätten ausgewertet. Es handelt sich dabei nicht um Hochrechnungen. Angesichts der relativ geringen Fallzahlen für die erneuerbaren Energien unter den befragten 2.091 bzw. 2.131 Betrieben lässt sich zwischen 2008 und 2010 kein Trend ablesen. Daher werden hier im Wesentlichen die Ergebnisse für 2010 dargestellt.

3.1 Holzbrennstoffe

Insgesamt verwenden 7,4 % aller befragten Betriebe Holzbrennstoffe. Dabei dominiert erwartungsgemäß eindeutig die Landwirtschaft, wobei Pellets auch hier noch kaum zum Einsatz kommen. Verwendet wird vor allem Stückholz, das wahrscheinlich aus eigenen Waldbeständen stammt. In Herstellungsbetrieben dürfte es sich vor allem um Verwertung von Restholz aus der Holz-Produktion und im Baugewerbe um Bau- und Abfallholz handeln. Einen Überblick gibt Tabelle 3-1.

Tabelle 3-1: Nutzung von Holzbrennstoffen (Haupterhebung 2010)

Branchengruppe	Stückholz	Hackschnitzel	Sonst. Holz	Pellets	Holz ges.*
	Prozent der Betriebe innerhalb der Branchengruppe				
Baugewerbe	5,8	0,6	3,5	–	9,9
Bürobetriebe	0,4	0,6	0,6	0,6	2,2
Herstellungsbetriebe	4,6	2,8	5,1	1,4	13,9
Handel	0,6	0,2	0,6	0,4	1,8
Krankenhäuser	–	–	–	–	–
Schulen	–	0,9	–	–	0,9
Bäder	–	6,7	–	–	6,7
Hotels	3,6	–	1,2	1,2	6,0
Gaststätten	5,6	–	1,1	–	6,7
Nahrungsmittel	5,6	0,7	2,1	–	8,4
Wäschereien	1,7	–	–	–	1,7
Landwirtschaft	43,8	9,5	2,9	1,0	57,2
Gartenbau	4,8	–	–	4,8	9,6
Sonstige	1,3	–	–	–	1,3
Alle Betriebe	4,2	1,2	1,5	0,5	7,4

* Darunter sind neun Betriebe, die zwei oder drei dieser Brennstoffe gleichzeitig nutzen.

2008 lag die Nutzung von Holzbrennstoffen mit Ausnahme der Pellets etwas höher: Stückholz 5,4 %, Hackschnitzel 1,4 %, sonstiges Holz 1,7 %, Pellets 0,3%.

Als Verwendungszweck der Holzbrennstoffe wurde im Wesentlichen Heizen, gefolgt von Warmwassererzeugung angegeben (Tabelle 3-2). Diejenigen, die Stückholz oder Hackschnitzel für die Produktion nutzen, sind vor allem Landwirte, holzverarbeitende Betriebe, Bäckereien und Fleischereien.

Tabelle 3-2: Verwendungszwecke der Holzbrennstoffe (Haupterhebung 2010)

	Anzahl gesamt	Heizen	Warmwasser	Produktion
		in % der Betriebe, die den jeweiligen Brennstoff nutzen		
Stückholz	89	87 %	44 %	28 %
Hackschnitzel	25	88 %	60 %	28 %
Sonstiges Holz	31	100 %	26 %	–
Pellets	11	100 %	36 %	–

3.2 Biogas und Biotreibstoffe

Biogas-Verwendung kam bei den zum Jahr 2010 befragten 2.131 Betrieben nicht vor. Unter den zum Jahr 2008 Befragten (2.091 Arbeitsstätten) nutzten zwei Landwirtschaftsbetriebe Biogas.

Bei Bio-Treibstoffen wurde in der Haupterhebung die Verwendung von Bio-Diesel erfragt, und zwar in Zusammenhang mit der Erhebung des Kraftfahrzeugbestandes. Danach verwenden nur 16 Betriebe (0,8 %) Bio-Diesel. Wie aus Tabelle 3-3 ersichtlich ist, wird es nur in einem Teil der Branchengruppen eingesetzt. Auch die verbrauchten Mengen pro Jahr sind sehr gering. Zu den Fahrzeugen zählen hier allerdings nur PKW, Lieferwagen und LKW, nicht die für die Produktion genutzten Fahrzeuge wie Traktoren oder Bagger.

Von den 16 Betrieben setzen elf Bio-Diesel in der PKW-Flotte ein und jeweils vier in Lieferwagen und LKW. Kein Fuhrpark wird ausschließlich mit Bio-Diesel betrieben.

3.3 Solarenergie, Wind, Kleinwasserkraft, Wärmepumpe

An die Erhebung des Energieverbrauchs konventioneller Energieträger und Biomasse schloss sich die Frage an, ob Wärmepumpen, Solarenergie, Blockheizkraftwerke oder Abwärme genutzt werden. Die Befragten sollten angeben, ob sie die jeweilige Energieart überhaupt nutzen und die Anlagengröße sowie schließlich den Verwendungszweck – Heizen, Warmwasser, Produktion – nennen.

Tabelle 3-3: Verwendung von Bio-Diesel (Haupterhebung 2010)

Branchengruppe	Bio-Diesel angegeben	Liter pro Beschäftigten pro Jahr
Baugewerbe	1,7 %	772
Bürobetriebe	0,8 %	867
Herstellungsbetriebe	0,5 %	400
Handel	1,1 %	560
Krankenhäuser	–	
Schulen	–	
Bäder	–	
Hotels	–	
Gaststätten	1,1 %	500
Nahrungsmittel	0,7 %	700
Wäschereien	–	
Landwirtschaft	1,0 %	213
Gartenbau	–	
Sonstige		
Gesamt	0,8 %	650

Die Verbreitung der Anlagen in der Stichprobe zeigt Tabelle 3-4, aufgliedert nach Branchengruppen. Thermische Solaranlagen sind am häufigsten in Bädern und in Hotels anzutreffen. Photovoltaik wird mit großem Abstand am häufigsten in der Landwirtschaft eingesetzt, und zwar von mehr als einem Viertel der Betriebe. Gemessen an der absoluten Anzahl ist Photovoltaik fast ebenso vertreten wie Solarthermie. Windanlagen waren 2010 nicht dabei. Kleinwasserkraft wird lediglich in einem Fall, einem Hotel, genutzt. Wärmepumpen kommen am häufigsten in Wäschereien zum Einsatz, vermutlich meist integriert in Trocknern.

Mit einer Ausnahme konnten alle Betriebe mit thermischen Solaranlagen die Kollektorfläche angeben. 80 % der Anlagen haben eine Fläche bis zu 60 m². Bei den PV-Anlagen wurde nach der installierten Leistung gefragt. Hier konnten sechs der 70 Betriebe keine Angaben machen. Die Übrigen nannten Werte zwischen 1 und 300 kW. Die Leistung der einzigen Kleinwasserkraftanlage in der Erhebung wurde mit 10 kW angegeben.

Bei den Wärmepumpen waren zwei Drittel der Befragten in der Lage, die installierte elektrische Leistung zu beziffern; sie liegt zwischen 3 und 12 kW.

Tabelle 3-4: Nutzung von Solarenergie, Wind, Kleinwasserkraft und Wärmepumpen (Haupterhebung 2010)

Branchengruppe	Solarthermie	PV	Wind	Wasser	Wärmepumpe
	Anzahl der Betriebe (in Klammern: Anteil pro Branchengruppe)				
Baugewerbe	10 (5,8 %)	5 (2,9 %)	–	–	2 (1,2 %)
Bürobetriebe	10 (2,0 %)	3 (0,6 %)	–	–	–
Herstellungsbetriebe	8 (3,7 %)	2 (0,9 %)	–	–	4 (1,8 %)
Handel	12 (2,6 %)	6 (1,3 %)	–	–	3 (0,6 %)
Krankenhäuser	6 (8,6 %)	2 (2,9 %)	–	–	–
Schulen	6 (5,4 %)	8 (7,1 %)	–	–	–
Bäder	3 (10,0 %)	1 (3,3 %)	–	–	–
Hotels	8 (9,6 %)	4 (4,8 %)	–	1 (1,2 %)	–
Gaststätten	1 (1,1 %)	1 (1,1 %)	–	–	–
Nahrungsmittel	10 (7,0 %)	8 (5,6 %)	–	–	4 (2,8 %)
Wäschereien	1 (2,7 %)	–	–	–	2 (5,4 %)
Landwirtschaft	3 (2,9 %)	28 (26,7 %)	–	–	–
Gartenbau	–	–	–	–	–
Sonstige	3 (3,8 %)	2 (2,5 %)	–	–	–
Insgesamt	81 (3,8 %)	70 (3,3 %)	–	1 (0,05 %)	15 (0,7 %)

Energie aus Solarkollektoren und Wärmepumpen wird vor allem für die Warmwassererzeugung eingesetzt, Wärmepumpen außerdem fast ebenso häufig zum Heizen (Tabelle 3-5). Solarthermie für die Produktion nutzen Baugewerbe, Herstellungsbetriebe, Handel, Hotels, Wäschereien und Nahrungsmittelbetriebe. Die Verwendung von Wärmepumpen für die Produktion findet sich in Herstellungsbetrieben, im Handel und in Wäschereien.

Tabelle 3-5: Verwendungszwecke der Energie aus Solarthermie und Wärmepumpe (Haupterhebung 2010)

	Heizen	Warmwasser	Produktion
	Anteile an den befragten Betrieben		
Solarthermie	48 %	83 %	10 %
Wärmepumpe	60 %	67 %	20 %

150 Betriebe (6,7 %) nutzen eine oder mehrere der Energiearten Solarthermie, Photovoltaik, Wasserkraft oder Wärmepumpe. Nimmt man die Nutzung von Holz und Biodiesel dazu, zeigt sich folgendes Ergebnis:

- 269 Betriebe (12,5 %) nutzen mindestens einen erneuerbaren Energieträger.
- 214 Betriebe (10 %) nutzen eine erneuerbare Energieart.
- 52 Betriebe (2,4 %) nutzen zwei dieser Energiearten.
- 3 Betriebe (0,1 %) nutzen drei der Energiearten.

Zusammenfassend wird deutlich, dass vor allem in der Landwirtschaft erneuerbare Energien zum Einsatz kommen. Hier sind es auch am häufigsten zwei Energieträger gleichzeitig. Die Aufteilung der gesamten Nutzung erneuerbarer Energien auf die Branchengruppen zeigt Tabelle 3-6.

Tabelle 3-6: Nutzung erneuerbarer Energien insgesamt (Haupterhebung 2010)

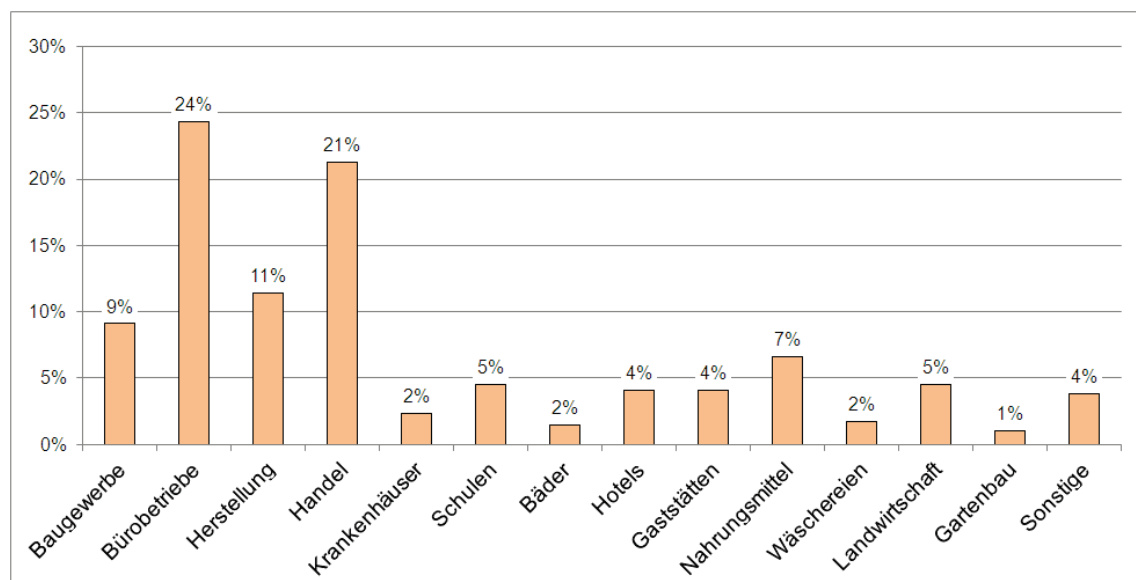
Branchengruppe	Nutzung von Holz, Bio-Diesel, Solarthermie, PV, Wasser, WP			
	Mind. eine Art	Eine Art	Zwei Arten	Drei Arten
	Anteile innerhalb der Branchengruppen			
Baugewerbe	18,5 %	16,8 %	1,7 %	
Bürobetriebe	4,9 %	4,5 %	0,4 %	
Herstellungsbetriebe	15,2 %	12,9 %	2,3 %	
Handel	7,1 %	6,7 %	0,4 %	
Krankenhäuser	11,4 %	11,4 %		
Schulen	9,8 %	6,2 %	3,6 %	
Bäder	20,0 %	20,0 %		
Hotels	16,9 %	13,3 %	2,4 %	1,2 %
Gaststätten	7,8 %	6,7 %		1,1 %
Nahrungsmittel	19,6 %	15,4 %	3,5 %	0,7 %
Wäschereien	5,4 %	2,7 %	2,7 %	
Landwirtschaft	60,0 %	34,3 %	25,7 %	
Gartenbau	9,5 %	9,5 %		
Sonstige	6,4 %	5,1 %	1,3 %	
Gesamt	12,5 %	10,0 %	2,4 %	0,1 %
Gesamt: Anzahl	269	214	52	3

4 Ergebnisse der Kurzbefragung

Die telefonische Kurzbefragung zum Einsatz erneuerbarer Energieträger im GHD-Sektor diente dem Zweck, aus einer großen Stichprobe verlässliche Daten über die derzeitige Verbreitung erneuerbarer Energien in den einzelnen Branchen und Branchengruppen zu gewinnen. Wie bei der Haupterhebung wurden neben der Hochrechnung zusätzliche Auswertungen der Rohdaten vorgenommen, deren Ergebnisse in diesem Kapitel dargestellt werden. Der Fragebogen ist im Anhang 2 zu finden.

Die 10.221 befragten Betriebe verteilen sich auf die einzelnen Branchen in etwa entsprechend den Vorgaben der Quotierung (Abbildung 4-1).

Abbildung 4-1: Zusammensetzung der Stichprobe in der Kurzbefragung



Bei der Kurzerhebung 2006 hatte es in einigen Betrieben Missverständnisse gegeben, was unter den jeweiligen Energiearten zu verstehen ist. Dies sollte 2010 durch geeignete Frageformulierungen vermieden werden. So wurde sichergestellt, dass die Anlagen tatsächlich im Betrieb installiert und betrieben werden. Ausgeschlossen wurden auch Betriebe, die Anlagen insofern „nutzen“, dass sie diese herstellen, installieren oder verkaufen, lediglich Anteilseigner sind, nur Betriebsfläche zur Verfügung stellen oder indem „grüner Strom“ vom Betrieb bezogen wird.

Auf die Frage „Sind in Ihrem Betrieb oder Betriebsgebäude Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien installiert?“ antworteten 17 % der Betriebe (1.743) mit „ja“. 0,5 % haben Gelände, Flächen oder Gebäude angemietet und betreiben dort solche Anlagen. Weitere 0,7 % haben in solche Anlagen investiert, betreiben sie aber nicht selbst (z. B. Anteil an einem Windpark). 0,3 % schließlich gaben eine „anderweitige

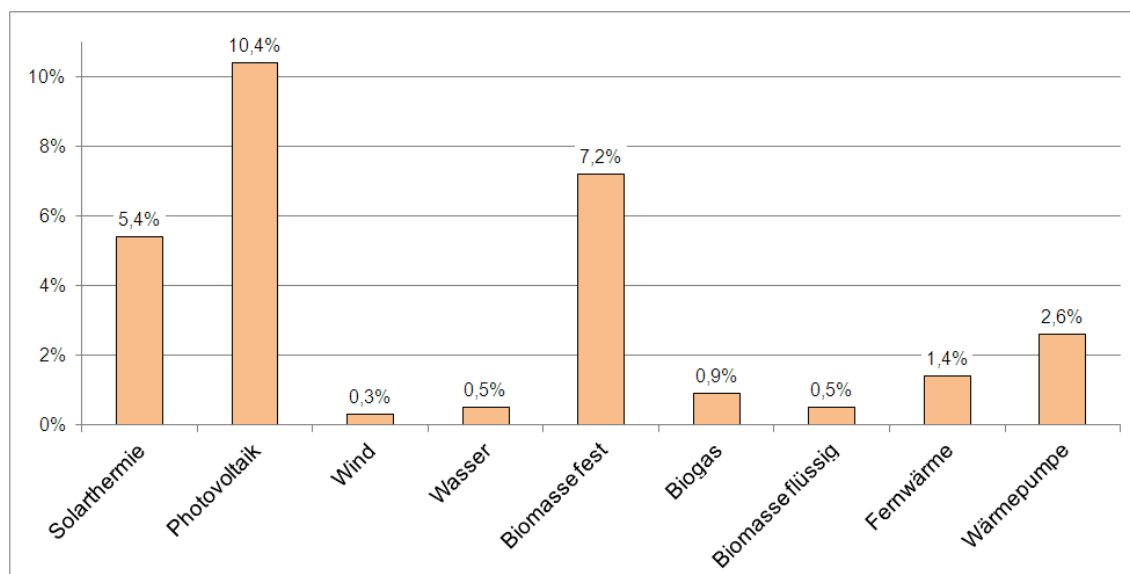
Nutzung“ an, z. B. Herstellung und Verkauf von Anlagen oder Bezug von grünem Strom.

Mit einer weiteren Frage sollte geklärt werden, ob der Betrieb tatsächlich die Anlage selbst betreibt. Dabei gaben die allermeisten Befragten an, dass sie die Anlage alleine (1.471 Betriebe) oder gemeinsam mit anderen (143 Betriebe) betreiben oder die Anlagen über Contracting versorgt werden (30 Betriebe). Die Übrigen, die z. B. Flächen für Anlagen an Dritte zur Verfügung stellen, wurden nur noch nach der Nutzung von Fernwärme und Bio-Treibstoffen gefragt (154 Betriebe).

Bei einigen Technologien wurden zusätzlich noch präzisierende Nachfragen gestellt. Dadurch stellte sich heraus, dass mehr als die Hälfte derjenigen, die behaupteten, eine Wärmepumpe zu nutzen, ihre Heizungspumpe (467 von 765) oder eine andere Pumpe (36) damit meinten. Von den 63 angegebenen Kleinwasserkraftanlagen waren in Wirklichkeit sieben Hauswasserwerke. Unter den 1.071 genannten Photovoltaik-Anlagen befanden sich sieben Kleingeräte, die ebenfalls aus der Analyse ausgeschlossen wurden. Nach diesen Korrekturen ergaben sich 3.920 Anlagen in den befragten Betrieben. Da einige Betriebe mehrere erneuerbare Energiearten nutzen, kann diese Gesamtzahl nicht ohne weiteres auf die Anzahl der Betriebe prozentuiert werden.

Am weitesten verbreitet sind PV-Anlagen; sie sind bei gut 10 % der Betriebe installiert. Es folgen die Nutzung fester Biomasse mit gut 7 % und die Solarthermie mit 5,4 %. Windkraft, Wasserkraft, flüssige Biomasse (Biodiesel, Pflanzenöl, Bioethanol) und Biogas haben Anteile unter 1 %. Fernwärme aus erneuerbarer Energie beziehen 1,4 % (Abbildung 4-2).

Abbildung 4-2: Anteile erneuerbarer Energieanlagen in der Kurzbefragung



Diese Zahlen sind nur eingeschränkt mit der Haupterhebung zu vergleichen, weil dort einerseits die Fragen wegen der Gesamtlänge des Fragebogens nicht so ausführlich formuliert werden konnten, andererseits aber die Interviewer vor Ort waren und Anlagen gegebenenfalls in Augenschein nehmen konnten. Bei Solarthermie sind die Werte der Kurzbefragung etwas höher als in der Haupterhebung (5,4 % gegenüber 3,8 %), bei Photovoltaik und bei den Wärmepumpen viel höher (PV 10,4 % gegenüber 3,3 %, Wärmepumpe 2,6 % gegenüber 0,7 %). Die Differenzen erklären sich zum Teil dadurch, dass die Anlagen in ländlichen Regionen häufiger zum Einsatz kommen (Tabelle 4-1) und in der Kurzbefragung die ländlichen Regionen stärker vertreten sind (50 %) als in der Haupterhebung (36 %). Allerdings gilt dies auch für Biomasse-Anlagen, die bei beiden Befragungen etwa den gleichen Anteil aufweisen.

Tabelle 4-1: Erneuerbare Energien und Stadt/Land-Unterschied (Kurzbefragung)

	Land	Stadt
Solarthermie	7,4 %	3,3 %
Photovoltaik	14,6 %	6,3 %
Wind	0,4 %	0,3 %
Wasser	1,0 %	0,1 %
Feste Biomasse	11,3 %	3,2 %
Flüssige Biomasse	0,7 %	0,3 %
Biogas	1,4 %	0,4 %
Wärmepumpe	3,0 %	2,2 %

Zu Solarthermie-, Photovoltaik-, Windkraft- und Kleinwasserkraft-Anlagen sowie bei Wärmepumpen wurden in der Kurzerhebung keine weiteren Fragen gestellt. In Bezug auf feste Biomasse sollten die Befragten noch angeben, ob sie die Anlagen zur Strom- oder Wärmeerzeugung nutzen. 90 % der Betriebe erzeugen nur Wärme, 1 % erzeugt nur Strom und 9 % erzeugen sowohl Strom als auch Wärme. Über die Anlagenleistung konnte nur die Hälfte der Befragten Auskunft geben. Dies war beim Jahres-Brennstoffverbrauch ebenso. Flüssige Biomasse und Biogas nutzen rund zwei Drittel der Betriebe sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung.

Dass sie Fern- oder Nahwärme aus erneuerbaren Energien beziehen, gaben 1,4 % der Betriebe an. Weitere 3,1 % wissen es nicht oder sind sich nicht sicher.

Biotreibstoffe wurden in der Kurzbefragung detaillierter erfasst als in der Haupterhebung. Danach nutzen 3,2 %, Biodiesel, 1,1 % Pflanzenöl und 1,5 % Bioethanol. Hier wurde die Frage nicht explizit auf die Fahrzeuge PKW, Lieferwagen und LKW beschränkt wie in der Haupterhebung.

Über Blockheizkraftwerke verfügen 3,8 % der befragten Betriebe. Als Brennstoffe dienen weit überwiegend fossile Energieträger (63 %). Biogas oder andere gasförmige Biomasse setzen 25 % ein, flüssige Biomasse 6 % und feste Biomasse 4 %. 1,5 % der Befragten verwenden mehrere Energieträger.

Alle diejenigen, die erneuerbare Energien nutzen, wurden nach dem Anteil dieser Energieträger am Strom- und Wärmeverbrauch gefragt, wobei drei Antwortkategorien vorgegeben waren. Dabei zeigt sich, dass relativ selten mehr als die Hälfte des Strom- oder Wärmeverbrauchs mit erneuerbarer Energie erzeugt wird (Tabelle 4-2). Jeweils gut ein Fünftel der Betriebe sah sich außerstande, den Anteil einzuschätzen.

Tabelle 4-2: Anteil erneuerbarer Energien am Strom- und Wärmeverbrauch (Kurzbefragung)

	Stromverbrauch	Wärmeverbrauch
0 %	31 %	22 %
1 bis 25 %	23 %	22 %
26 bis 50 %	9 %	9 %
über 50 %	15 %	25 %
Weiß nicht	22 %	21 %

Eine Frage nach dem Einsatz von Energieträgern insgesamt, differenziert nach unterschiedlichen Verwendungszwecken, wirft einen Blick auf die Rolle der erneuerbaren Energien. Allerdings muss dabei berücksichtigt werden, dass die Fragestellung lautete: „Welche der folgenden Energieträger nutzen Sie in Ihrem Betrieb vorwiegend und wofür?“ Auch wurde hierbei nicht zwischen konventioneller und aus erneuerbarer Energie erzeugter Fern- oder Nahwärme unterschieden. Es zeigt sich, dass ein Anteil von jeweils 9 % bei Heizung und Warmwasser und 7 % bei der Prozesswärme auf die überwiegende Nutzung erneuerbarer Energien entfällt (Abbildung 4-3).

Bemerkenswert ist der hohe Stromanteil bei der Prozesswärme, der in allen Branchen Gruppen anzutreffen ist. Die Landwirtschaft ragt durch einen relativ hohen Anteil derjenigen heraus, die angaben, überwiegend erneuerbare Energie zu nutzen: bei Prozesswärme 24 %, bei Warmwasser 30 % und beim Heizen sogar 32 %.

Abbildung 4-3: Vorwiegende Nutzung von Energieträgern in den Betrieben (Kurzbefragung)

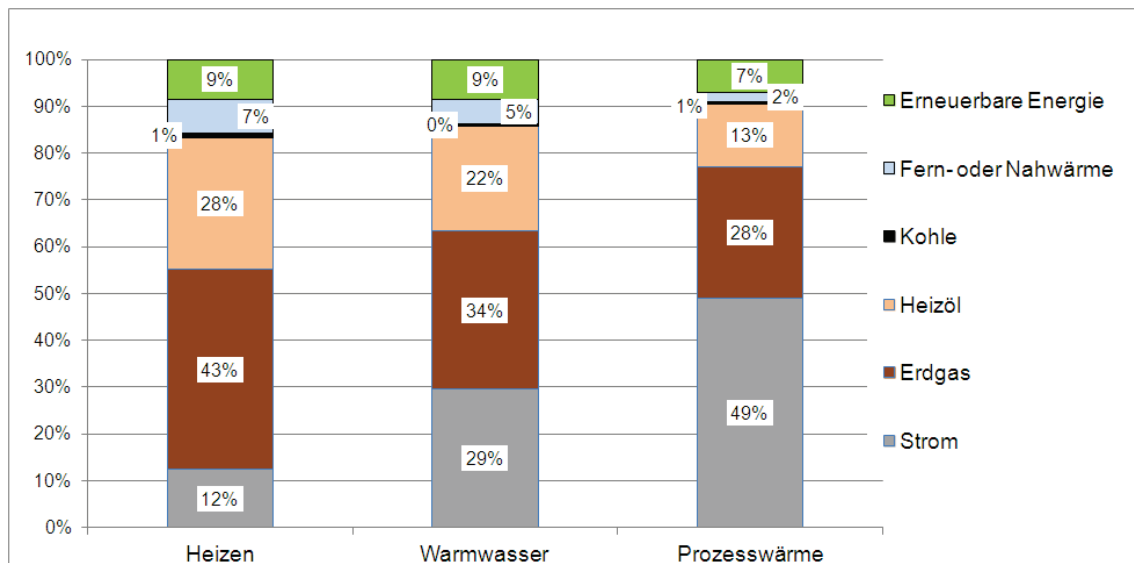


Tabelle 4-3 stellt dar, wie stark erneuerbare Energien in den einzelnen Branchengruppen genutzt werden. Hier zeigt sich deutlich, wo die Schwerpunkte liegen. In der Landwirtschaft werden alle erneuerbaren Energieträger außer Bio-Fernwärme überdurchschnittlich häufig eingesetzt. An zweiter Stelle stehen die Bäder. Photovoltaik ist auch in Schulen, im Baugewerbe und in Herstellungsbetrieben überdurchschnittlich oft vertreten. Außer den Schulen gilt dies auch für feste Biobrennstoffe. Solarthermie kommt in Bädern und in Hotels besonders häufig zum Einsatz. Bei der Nutzung von Fernwärme aus Bioenergie ragen ebenfalls die Bäder heraus.

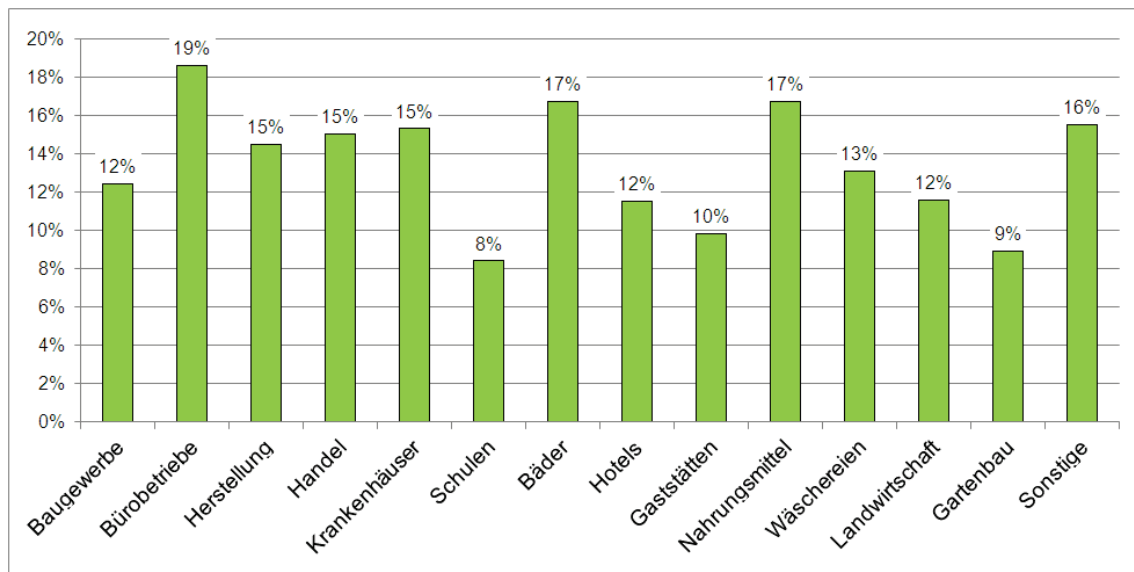
Wind-, Wasserkraft- und Biogasanlagen sind nicht in allen Branchengruppen vertreten. Plausibel ist, dass sie am häufigsten in der Landwirtschaft zu finden sind. Aber auch einzelne Baubetriebe (Hoch/Tief/Fertigteilbau, Glaser), Handelsbetriebe (Supermarkt, Gemüse, Molkerei, Warenhaus, Baumarkt, Futtermittel- und Baustoffgroßhandel), Bäcker, eine Gärtnerei sowie mehrere sonstige Dienstleister und Schulen gaben an, dass sie Windanlagen betreiben. Der Einsatz von Wasserkraft erscheint im Wesentlichen plausibel: Die weitaus meisten Anlagen befinden sich in den Branchen Landwirtschaft, Sägewerke, Mühlen, Getreide- und Futtermittelgroßhandel, Gebietskörperschaften und sonstige Dienstleistungen. Bei der Nutzung von Biogas handelt es sich zu mehr als der Hälfte um Landwirtschaftsbetriebe, außerdem um Gebietskörperschaften, Abfallbeseitigung und Betriebe in der Produktion und dem Handel von Nahrungsmitteln sowie Hotels und Gasthäuser. Vereinzelt sind auch Herstellungsbetriebe, Bäder und Schulen vertreten. Flüssige Biomasse wird zu einem Drittel in der Landwirtschaft und ansonsten vereinzelt in zahlreichen Branchen genutzt.

Tabelle 4-3: Erneuerbare Energien nach Branchengruppen (Kurzbefragung)

	Solar-thermie	PV	Wind	Wasser	Feste Bio-masse	Flüss. Bio-masse	Biogas	Fern-wärme	Wäme-pumpe
	in % der Branchengruppe								
Baugewerbe	8,3	13,4	0,4	0,2	11,0	0,5	0,1	0,6	5,5
Bürobetriebe	5,0	8,8	0,2	0,2	5,2	0,2	0,8	2,1	2,8
Herstellung	4,4	11,3		1,1	13,7	0,4	0,4	0,3	1,5
Handel	3,3	6,9	0,3	0,8	3,5	0,2	0,4	0,7	1,7
Krankenhäuser	4,7	6,8			3,0	0,4	0,4	5,1	3,4
Schulen	4,6	21,3	1,1	0,2	3,1	0,4	0,4	2,9	1,5
Bäder	18,7	15,3		1,3	6,0	1,3	1,3	10,7	4,7
Hotels	13,4	10,0		0,5	15,8	0,5	0,5	1,4	2,4
Gaststätten	4,6	5,3			7,9	1,0	0,2	0,7	0,7
Nahrungsmittel	4,6	8,4	0,3	1,6	4,7	0,3	0,6	0,6	3,6
Wäschereien	2,3	4,0			2,3				1,7
Landwirtschaft	7,5	30,0	2,2	0,4	19,5	3,5	10,3	0,7	3,5
Gartenbau	4,0	10,9	1,0		7,9				3,0
Sonstige	4,1	7,0			1,5		0,3	2,3	1,3
Gesamt	5,4	10,4	0,3	0,5	7,2	0,5	0,9	1,4	2,6
	Solar-thermie	PV	Wind	Wasser	Feste Bio-masse	Flüss. Bio-masse	Biogas	Fern-wärme	Wäme-pumpe
	in absoluten Zahlen								
Baugewerbe	75	118	4	2	100	4	1	5	50
Bürobetriebe	118	211	5	5	126	4	11	49	68
Herstellung	49	125	0	12	153	4	4	3	17
Handel	68	144	5	18	74	4	6	14	36
Krankenhäuser	10	14	0	0	6	1	1	10	7
Schulen	23	106	5	1	16	2	2	14	8
Bäder	38	31	0	3	12	3	3	21	10
Hotels	53	39	0	2	64	2	2	6	10
Gaststätten	19	21	0	0	32	4	1	3	3
Nahrungsmittel	33	59	2	11	33	2	4	4	25
Wäschereien	5	8	0	0	5	0	0	0	3
Landwirtschaft	38	148	12	2	101	19	50	4	19
Gartenbau	4	11	1	0	8	0	0	0	3
Sonstige	17	28	0	0	6	0	1	9	5
Gesamt	548	1.064	34	56	736	49	86	143	262

Einige allgemeine Fragen wurden an alle Betriebe gestellt. So gaben 15 % der befragten 10.221 Betriebe an, dass sie „Ökostrom“ oder „grünen Strom“ beziehen. In den einzelnen Branchengruppen sind es zwischen 8 und 19 %. Überdurchschnittlich häufig kommt es mit knapp 19 % bei Bürobetrieben vor; mit Werten bis 10 % ist der Anteil bei Gaststätten, Gartenbaubetrieben und Schulen am niedrigsten (Abbildung 4-4).

Abbildung 4-4: Bezug von Ökostrom (Kurzbefragung)



Ob erneuerbare Energien genutzt werden, hängt davon ab, ob sich die Betriebsräume im Eigentum befinden. Nur bei 58 % der Befragten ist dies der Fall, bei 35 % sind sie gemietet und bei 7 % gepachtet. Diese Werte sind sehr ähnlich zu denjenigen der Haupterhebung. Die meisten erneuerbaren Energieträger werden wesentlich häufiger eingesetzt, wenn sich die Betriebsräume im Eigentum befinden (Abbildung 4-5).

8 % der Betriebe verfügen über ein zertifiziertes Energie- oder Umweltmanagementsystem, z. B. nach ISO 14001, DIN 16001 oder EMAS. Erwartungsgemäß sind die Betriebe umso häufiger zertifiziert, je größer sie sind. Zertifizierte Betriebe setzen – mit Ausnahme fester Biomasse – deutlich häufiger erneuerbare Energien ein als nicht zertifizierte Betriebe. Insbesondere gilt dies für Wind, Biogas, flüssige Biomasse und Wärmepumpen (Abbildung 4-6).

Abbildung 4-5: Erneuerbare Energien und Eigentum (Kurzbefragung)

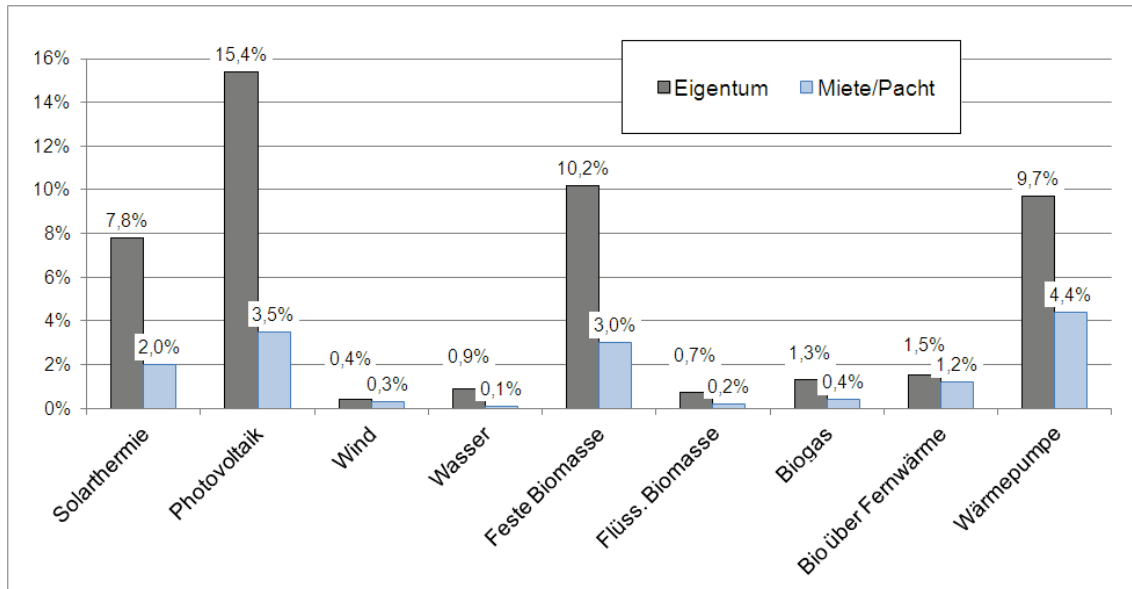
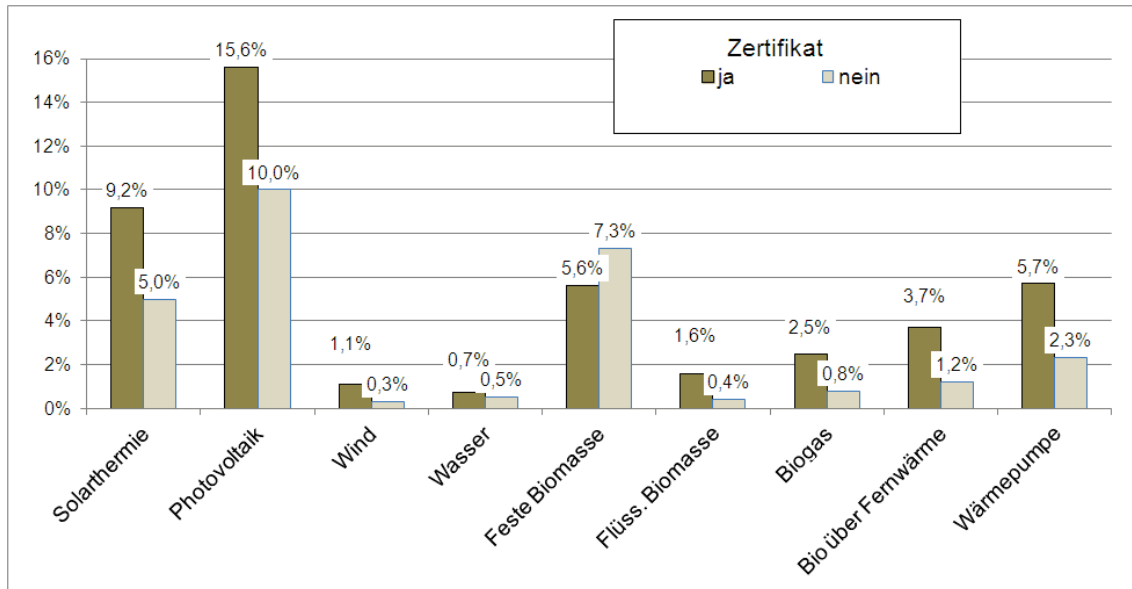
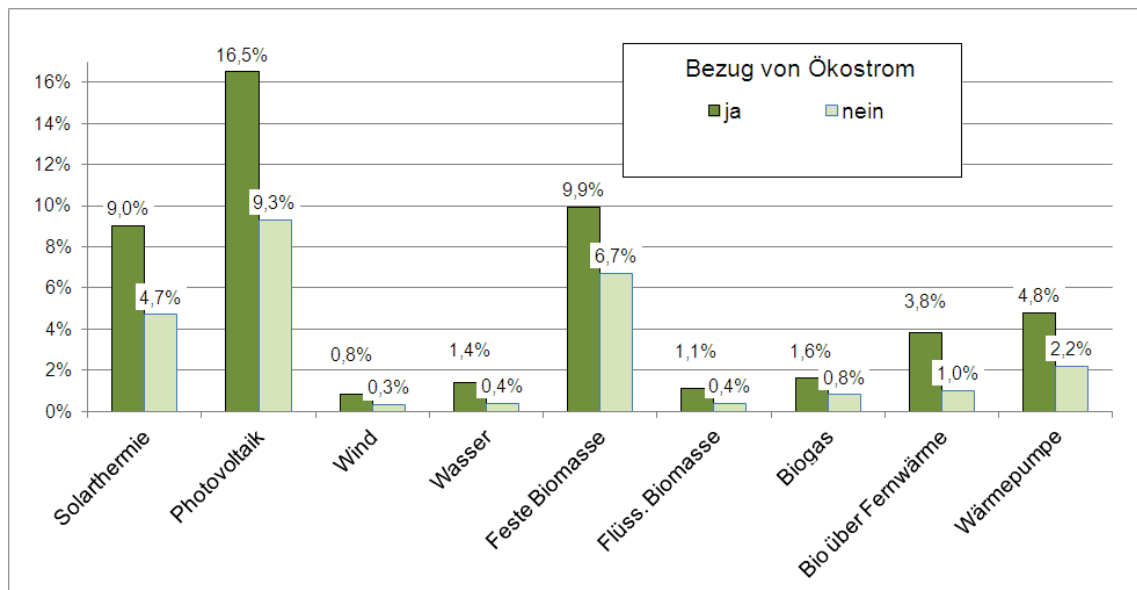


Abbildung 4-6: Zusammenhang zwischen Zertifizierung und Nutzung erneuerbarer Energien (Kurzbefragung)



Auch wenn die Betriebe Ökostrom beziehen, nutzen sie deutlich häufiger erneuerbare Energien als Betriebe, die keinen Ökostrom beziehen (Abbildung 4-7). Der Bezug von Ökostrom wiederum hängt mit der Zertifizierung zusammen: Von den zertifizierten Betrieben beziehen 22 % Ökostrom, von den übrigen nur 14 %.

Abbildung 4-7: Zusammenhang zwischen Ökostrombezug und Nutzung erneuerbarer Energien (Kurzbefragung)



In der Kurzbefragung wurde auch nach dem Einsatz von Blockheizkraftwerken gefragt, um Betriebe für die Detailbefragung zu rekrutieren. Demnach werden BHKW von 393 der 10.221 Betriebe genutzt (3,8 %). Knapp zwei Drittel verwenden fossile Brennstoffe (63 %), ein Viertel verwendet gasförmige Biomasse, 6 % setzen flüssige Biomasse, 4 % feste Biomasse und 1,5 % mehrere Energieträger ein.

Betriebe, die mindestens einen Energieträger der folgenden Art nutzen, wurden in die Auswahl derjenigen einbezogen, die für die Detailerhebung in Frage kamen: Solarthermie, Photovoltaik, Wind, Wasser, feste und flüssige Biomasse, Biogas, Bio-Treibstoffe, Wärmepumpen sowie BHKW. Dies waren 2.784 Betriebe, d. h. 27 % derjenigen, die sich an der Kurzbefragung beteiligt hatten. Davon erklärten sich 58 %, also 1.603 Betriebe, damit einverstanden, dass die GfK sie noch einmal kontaktiert und mit ihnen ein persönliches Interview zu den regenerativen Energien durchführt. Allerdings machte ein großer Teil dieser Betriebe dann später einen Rückzieher, als ein Termin für das Interview vereinbart werden sollte.

5 Ergebnisse der Detailbefragung

Aus den 1.603 Betrieben, die zu einem persönlichen Interview über ihre Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energie bereit waren, wurde nach vorgegebenen Kriterien eine Stichprobe gezogen. Ziel war die Befragung von 300 Betrieben. Letztlich konnten 304 Interviews realisiert werden. Abbildung 5-1 zeigt die Aufteilung der Fälle auf die Technologien und Abbildung 5-2 die Aufgliederung nach Branchengruppen. Die Anteile der Energietechnologien addieren sich auf mehr als 100 %, da einige Betriebe mehrere Energiearten nutzen und dann auch zu diesen befragt wurden.

Abbildung 5-1: Aufgliederung der Stichprobe nach Technologien (Detailbefragung)

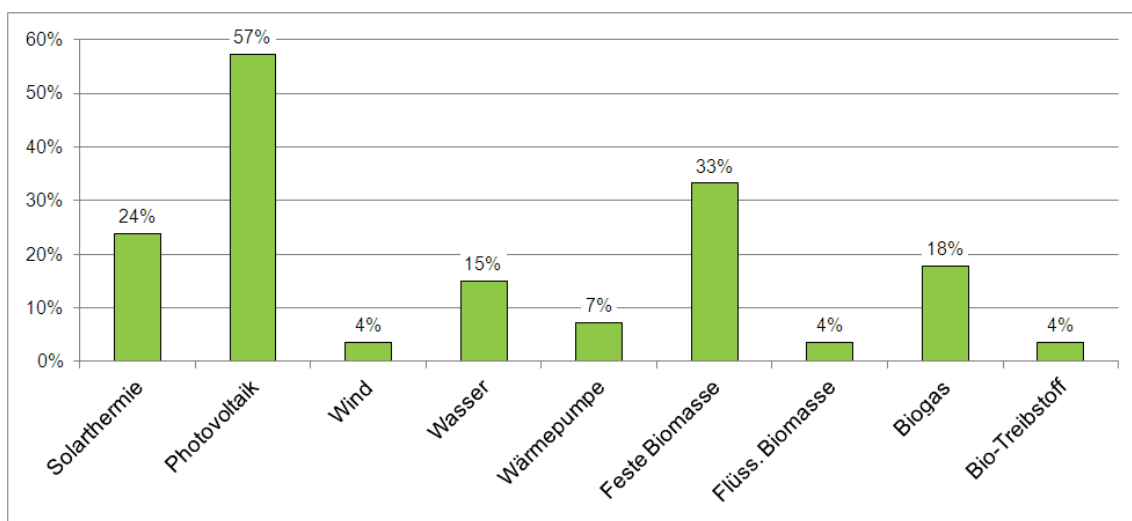
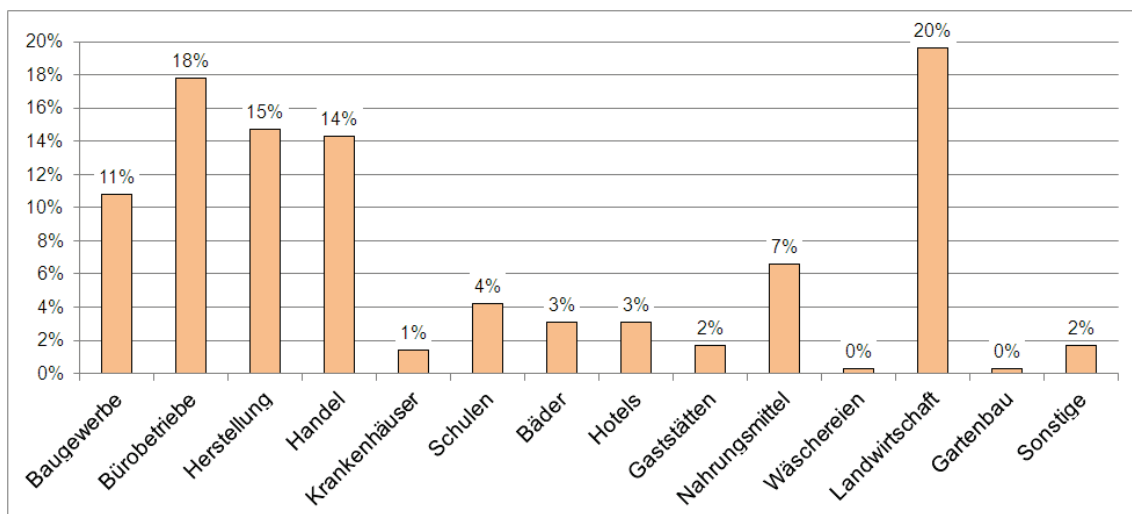


Abbildung 5-2: Aufgliederung der Stichprobe nach Branchengruppen (Detailbefragung)



BHKW wurden in dieser Erhebung nur wegen ihres geringen Vorkommens miterfasst, da die Fallzahlen der Haupterhebung für tiefergehende Analysen nicht ausreichen. Es handelt sich hierbei um 18 Betriebe, die keine erneuerbaren Energien, sondern ausschließlich fossile BHKW nutzen und im Folgenden nicht berücksichtigt sind.

Von den verbleibenden 286 Betrieben nutzen 158 nur eine Energieart, 81 nutzen zwei, 38 drei, sieben vier und zwei Betriebe fünf verschiedene Energiearten. Alles in allem wurden durch die Detailbefragung rund 470 Anlagen erfasst. In Tabelle 5-1 ist dargestellt, wie sie diese Anlagen auf die Technologien und die Branchengruppen aufteilen. Betriebe, die besonders viele verschiedene Technologien nennen, sind vor allem in den Branchengruppen Baugewerbe, Herstellung und Handel zu finden, so dass nach wie vor der Verdacht besteht, dass – wie in der Vorläuferstudie – Betriebe dabei sind, die solche Anlagen herstellen, verkaufen oder installieren, obwohl dies in der Kurzbefragung ausdrücklich ausgeschlossen wurde und auch in der Detailbefragung explizit formuliert war: „Welche Anlagen aus welchen Bereichen sind aktuell in Ihrem Betrieb installiert?“

Tabelle 5-1: In der Detailbefragung erfasste Anlagen nach Technologien und Branchengruppen

Gruppe	Solar-thermie	Photovoltaik	Wind	Wasser	Wärmepumpe	Feste Biomasse	Flüssige Biomasse	Biogas	Bio-Treibstoffe
Baugewerbe	13	16		2	4	21	1	1	1
Bürobetriebe	18	36	1	3	7	13	2	11	3
Herstellung	5	18		8	2	13	2	1	
Handel	7	17	3	10	3	19	1	1	3
Krankenhäuser	1	1			1	1		1	
Schulen	1	10	2			2		1	
Bäder	3	6				1	1		
Hotels	7	7		1	1	6			
Gaststätten	3	3				3			
Nahrungsmittel	2	10		8	2	6		2	1
Wäschereien					1				
Landwirtschaft	6	36	4	2		10	3	33	2
Gartenbau		1							

Von den „büroähnlichen Betrieben“, die angaben, Biogas zu nutzen, sind sechs Gebietskörperschaften, jeweils zwei Abfallbeseitigungsbetriebe und „Dienstleistungen für Unternehmen“ sowie eine Sparkasse. Windenergie nutzen neben den vier Landwirt-

schaftsbetrieben drei Großhändler, davon zwei im Bereich Kohle/Heizöl, eine Gebietskörperschaft und zwei Realschulen/Gymnasien. Bei den Großhandelsbetrieben, die Kleinwasserkraftanlagen einsetzen, handelt es sich um acht Getreide- und Futtermittelhändler sowie je einen Baustoff- und Blumenhändler, bei den „büroähnlichen Betrieben“ um zwei Gebietskörperschaften und eine „Dienstleistung für Unternehmen“. Die acht Herstellungsbetriebe bei der Wasserkraftnutzung gehören zu den Branchen Druck, Maschinenbau, Sägewerke (4) und Bauholz. Unter den acht Nahrungsmittelbetrieben sind sieben Mühlen und eine Bäckerei.

Der komplette Fragebogen für die Tiefeninterviews ist in Anhang 3 zu finden. Er gliedert sich nach den einzelnen Energieträgern. Am Schluss stehen zwei Fragen, die von den Interviewern beantwortet werden sollten. Dabei ging es um den wahrgenommenen Wissensstand der Befragten über die jeweilige Technik und die Einschätzung der Plausibilität der Angaben. Hierzu wurden den Interviewern Kennzahlen zur Verfügung gestellt, die ebenfalls im Anhang enthalten sind. Nach Einschätzung der Interviewer wussten die meisten Befragten gut Bescheid über die technisch relevanten Fragen (82 %). In 17 % der Fälle meinten die Interviewer, dass die Befragten „wenig Ahnung“ und in drei Fällen (1 %), dass sie „gar keine Ahnung“ gehabt hätten. Entsprechend hierzu war auch das Beiblatt mit Kennzahlen, das den Interviewern als Hilfsmittel zur Verfügung gestellt wurde, um gegebenenfalls die Angaben korrigieren zu können, meist „nicht notwendig, da die Angaben plausibel waren“ (86 %). Bei 34 Betrieben (11 %) war es „notwendig, da die Angaben unplausibel waren und der Interviewte seine Aussagen korrigierte“. In weiteren acht Fällen (3 %) war es auch notwendig, aber der Befragte blieb trotzdem bei seinen Aussagen.

Auch in der Detailbefragung wurde nach dem Bezug von Ökostrom gefragt. Wie zu erwarten ist der Anteil derjenigen, die Ökostrom beziehen, mit 25 % recht hoch. Im Vergleich dazu noch überdurchschnittlich hoch ist er bei Betrieben, die Solarthermie und feste Biobrennstoffe nutzen.

Eine andere Frage bezog sich darauf, ob die Betriebe Anteilseigner an einer Windenergie-, Wasserkraft- oder Photovoltaik-Anlage sind. Dies bejahten 22 % der Befragten, darunter besonders häufig diejenigen, die Solarthermie, Photovoltaik und Windkraft nutzen.

Eine weitere allgemeine Frage betraf die Planung weiterer Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energie oder die Erweiterung bestehender Anlagen. 26 % planen dies „sicher“, 29 % „vielleicht“ und 45 % planen es nicht. Bezüglich der Anlagenart zeigen sich schwache Zusammenhänge mit Photovoltaik und Wärmepumpen.

Deutliche Zusammenhänge bestehen zwischen den Antworten auf diese drei Fragen: Diejenigen, die Ökostrom beziehen, planen eher weitere oder erweiterte Anlagen und sind häufiger Anteilseigner als die Übrigen. Außerdem ist ihr Kenntnisstand nach Einschätzung der Interviewer überdurchschnittlich hoch.

Solarthermie

Von den 68 befragten Betrieben mit thermischen Solaranlagen verfügen 55 über eine Anlage, 11 verfügen über zwei und zwei Betriebe über drei Anlagen. Insgesamt wurden somit in der Befragung 83 einzelne Anlagen erfasst. Die Anlagen sind bis zu 18 Jahre alt, die Hälfte davon mit einem Jahr bis sechs Jahren eher jünger. Bei der Kollektorart handelt es sich weit überwiegend um Röhrenkollektoren, bezogen auf die einzelnen Anlagen sind dies 80 %. 14 % sind Absorber und 6 % Flachkollektoren. Sonstige Arten kamen nicht vor. Als Größe der Anlagen wurden bis zu 800 m² angegeben, der Durchschnitt liegt bei 75 m². 43 Betriebe konnten angeben, wie viel Energie ihre Anlage bisher gewonnen hat. Neun Befragte konnten dies nicht sagen, wussten aber, dass das Warmwasser jährlich bis zu acht Monate lang komplett mit Solarenergie erzeugt wird. 16 Befragte konnten beide Fragen nicht beantworten. Die Gesamtmenge der gewonnenen Energie wurde entweder in kWh, MWh oder in Litern angegeben. Im Durchschnitt waren es rund 57.000 kWh, 1,645 MWh und 50.000 Liter.

Verwendet wird die solarthermische Energie vor allem zur Erzeugung von Warmwasser (82 % der Betriebe). 34 % setzen sie für Raumwärmeerzeugung ein, 7 % für ein Schwimmbad und 10 % für sonstige Zwecke.

Photovoltaik

Die 164 Betriebe mit Photovoltaik-Nutzung haben zu 54 % eine einzige Anlage, die übrigen haben mehrere, und zwar bis zu sieben, im Durchschnitt 1,7 einzelne Anlagen. Bei den Fragen nach Alter, Größe und installierte Leistung waren im Fragebogen nur Antworten für drei Anlagen vorgesehen, was aber für 92 % der Fälle ausreichte. Somit liegen Daten für 221 einzelne Anlagen vor.

Die PV-Anlagen sind bis zu 17 Jahre alt, aber insgesamt jünger als die Solarthermie-Anlagen: Fast 80 % sind bis zu sechs Jahre alt. Die Größe variiert zwischen 3 und 8.500 m², im Durchschnitt sind es rund 550 m². Die installierte elektrische Leistung bewegt sich zwischen 1 und 1.160 kW; der Durchschnitt liegt bei etwa 70 kW. Bei dieser Frage wurden die Betriebe bzw. die Interviewer gebeten, gegebenenfalls das Typenschild des Moduls oder des Wechselrichters abzulesen. Dies führte dazu, dass in 97 % der Fälle Angaben vorliegen. Auch die gewonnene Energie kann am Wechselrichter abgelesen werden, so dass 86 % der Betriebe einen Wert nennen konnten. Da

hier noch die jeweiligen Zeiträume zu berücksichtigen sind, wird an dieser Stelle auf die Darstellung von Mittelwerten verzichtet.

Bezüglich des Typs der Solarzellen werden etwas häufiger polykristalline als monokristalline Zellen eingesetzt (52 % gegenüber 37 %). Dünnschicht- oder amorphe Zellen kommen eher selten vor (8 %).

Als letzte Frage zur Photovoltaik wurde erfasst, wie viel Strom ins Netz eingespeist wird. 79 % speisen den erzeugten Strom komplett ein, 16 % teilweise, im Durchschnitt zu rund 60 %, und 5 % überhaupt nicht.

Windenergie

Die zehn in der Befragung erfassten Windenergieanlagen wurden zwischen 1994 und 2011 errichtet, sind also bis zu 17 Jahre alt. Sie sind in Bayern, Baden-Württemberg, Niedersachsen, Sachsen, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern installiert. Die elektrische Leistung wurde mit Werten bis zu 25 MW angegeben. Acht Betriebe konnten sagen, wie viel Energie sie mit der Anlage bisher gewonnen haben. Sieben Betriebe speisen den Strom komplett ins Netz ein, zwei Betriebe speisen mehr als die Hälfte und ein Betrieb speist nichts ein. Keiner der Betriebe plant eine Erneuerung (Repowering) in den nächsten 12 Monaten.

Kleinwasserkraftanlagen

Es wurden 43 Betriebe befragt, die über eine Kleinwasserkraftanlage verfügen. Die Anlagen sind überwiegend mehr als 20 Jahre alt; einzelne bestehen sogar seit fast 100 Jahren. Etwa die Hälfte der Anlagen (21) wurde innerhalb der letzten fünf Jahre modernisiert. Dabei wurde die Turbine erneuert (6 Anlagen), der Generator (5) oder beides (10). Neun Betriebe (21 %) planen eine Modernisierung bzw. Leistungserhöhung innerhalb der nächsten 12 Monate.

Die installierte elektrische Leistung der Anlagen wurde mit Werten zwischen 40 kW und 230 MW beziffert. 34 Betriebe (79 %) konnten auch Angaben zu der bisher gewonnenen Energie machen. Nur 11 Betriebe (26 %) speisen den erzeugten Strom komplett ins Netz ein, sieben Betriebe (16 %) speisen überhaupt nicht ein und die übrigen 25 Betriebe (58 %) speisen den Strom teilweise ein, jedoch zu sehr unterschiedlichen Anteilen zwischen 10 und 95 %, im Durchschnitt 57 %.

Wärmepumpen

Das Alter der Wärmepumpen in den 21 befragten Betrieben, die diese Technik nutzen, liegt zwischen einem Jahr und 13 Jahren. Alle Anlagen werden mit Strom betrieben.

Die installierte elektrische Leistung konnten 16 Betriebe angeben; demnach liegt sie zwischen 1 und 72 kW, im Mittel 22 kW. Die Wärmeleistung wurde mit Werten zwischen 4 und 330 kW, im Mittel 83 kW beziffert. Angaben zur erzeugten Wärme konnten nur elf Betriebe machen. Als Wärmequelle wird an erster Stelle das Erdreich genutzt (flach 4, tief 7 Fälle), gefolgt von Umgebungsluft (6 Fälle), Abluft und Grundwasser (je 4 Fälle). Ein Betrieb schließlich nutzt Fließwasser. Die Mehrzahl der Befragten (12) erhält für den Betrieb der Wärmepumpe einen speziellen Strompreis.

Feste Biomasse

95 Betriebe wurden befragt, die eine oder mehrere Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse haben. Die meisten davon verfügen über eine einzige Anlage (82 %), 11 Betriebe (12 %) haben zwei und jeweils drei Betriebe (3 %) haben drei oder vier Anlagen. Es wurden somit 125 Anlagen zur Nutzung fester Biomasse erfasst. Das älteste Baujahr war 1978; etwa 70 % der Anlagen sind jedoch nicht älter als 10 Jahre.

Als Brennstoff werden in erster Linie Holzhackschnitzel (38 %) und Pellets (34 %) eingesetzt. Scheitholz hat einen Anteil von 25 %. 15 % nutzen Restholz oder Altholz aus dem Wald, 13 % Restholz aus der Holz-Produktion und 11 % Abfall- oder Bauholz. Sonstige feste Biomasse, z. B. Getreide, Stroh, Miscanthus oder andere Energiepflanzen, setzt keiner der befragten Betriebe ein. Deutlich überwiegend handelt es sich um automatisch beschickte Anlagen (rund 70 %). 8 % erzeugen mit ihrer Anlage auch Strom, davon drei Betriebe mittels einer Dampfturbine, zwei mit einer OCR-Anlage und jeweils einer mit einem Holzgas-BHKW, einem Dampfmotor und einer sonstigen Technik. Den erzeugten Strom speisen alle Befragten komplett ins Netz ein.

Die installierte Nennwärmeleistung wurde mit Werten von 6 kW bis zu 20 MW angegeben, im Durchschnitt waren es rund 450 kW. Bei 63 % der Betriebe stützt sich die Heizung ausschließlich auf feste Biomasse; die Übrigen betreiben noch weitere „konventionelle“ Anlagen mit Öl, Gas oder Kohle. Dabei ist die Biomasse-Anlage in der Mehrheit der Betriebe nicht die Hauptwärmequelle, sondern eine Nebenheizung (69 %).

Flüssige Biomasse

Für ein Interview über die Nutzung flüssiger Biomasse, wie z. B. Pflanzenöl, konnten zehn Betriebe gewonnen werden. Davon haben neun nur eine und einer hat zwei Anlagen. Das Anlagenalter wurde mit bis zu 10 Jahren angegeben. Verwendete Brennstoffe waren Rapsöl (4 Betriebe), Palmöl (2), Biodiesel (1) und sonstige flüssige Biomasse (4); Bioethanol und Sonnenblumenöl kamen nicht vor.

Die thermische Leistung konnte nur von acht Betrieben genannt werden; sie liegt zwischen 160 kW und 1,6 MW. Die erzeugte Wärmemenge konnten vier Betriebe beziffern. In vier Betrieben stützt sich die Wärmeversorgung ausschließlich auf flüssige Biomasse, die Übrigen betreiben noch weitere Feuerungsanlagen. Dabei ist die mit flüssiger Biomasse betriebene Anlage überwiegend nur eine Nebenheizung. Sechs Betriebe erzeugen auch Strom mit ihrer Biomasse-Anlage; davon speisen fünf den Strom komplett und einer speist ihn zu 90 % ins Netz.

Biogas

51 Betriebe mit Biogas-Anlagen konnten für die Detailbefragung rekrutiert werden. Diese Anlagen sind überwiegend relativ jung, die älteste stammt von 1988, aber 90 % sind nicht älter als 10 Jahre. Als Rohmaterial werden folgende Stoffe eingesetzt:

71 %	Energiepflanzen
67 %	Gülle
25 %	Mist
18 %	Bioabfall
12 %	Klärschlamm
6 %	Deponierte Abfälle (Deponiegas)
7 %	Sonstiges

Speisereste wurden als Rohmaterial nicht genannt.

Zur installierten elektrischen Leistung konnten vier und zur Wärmeleistung 13 Betriebe keine Angaben machen. Bei den Übrigen lagen die Werte für die elektrische Leistung zwischen 16 kW und 1,7 MW, im Mittel 420 kW, und für die Wärmeleistung zwischen 4 kW und 2 MW, im Mittel 470 kW. Auch die erzeugte Wärme konnten 13 Betriebe nicht beziffern.

Mit den allermeisten Anlagen wird auch Strom erzeugt (92 %). 79 % speisen diesen Strom komplett ins Netz, zwei Betriebe tun dies fast komplett, zwei weitere etwa zur Hälfte. 13 % speisen gar nichts ein.

Bio-Treibstoffe

Im Unterschied zur Haupterhebung wurden hier der Einsatz von Bio-Treibstoffen sowohl für den Fahrzeugpark – also PKW, Lieferwagen und LKW – als auch für Nutzfahrzeuge, wie z. B. Bagger oder Traktoren, erfasst. Insgesamt konnten für Auskünfte über Bio-Treibstoffe zehn Interviewpartner gewonnen werden. Fünf Betriebe verwenden Bio-Diesel und vier Pflanzenöl, einer davon verwendet beide Stoffe. Bioethanol oder andere Stoffe kamen nicht vor.

Die Zusammensetzung des Fahrzeugparks in diesen Betrieben ist recht unterschiedlich. Bei vier Betrieben dominieren die Nutzfahrzeuge, ansonsten sind am meisten PKW und Lieferwagen vorhanden. Der gesamte Jahresverbrauch an Treibstoffen für alle Fahrzeugarten wurde von den Betrieben mit Werten zwischen 1.100 und 300.000 Litern angegeben. Der Anteil der Bio-Treibstoffe am Jahresverbrauch des gesamten Fahrzeugbestands wurde mit bis zu 90 % beziffert; der geringste Prozentsatz war 5 %, der Mittelwert beträgt 37 %.

Blockheizkraftwerke

Erfragt wurden KWK-Anlagen zum Einsatz von fossilen Brennstoffen (Erdgas, Heizöl, Kohle). 46 Betriebe verfügen über solche Anlagen. Die meisten davon haben auch Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, vor allem Photovoltaik (24), Solarthermie und feste Biomasse (je 11). Nur 18 Betriebe setzen ausschließlich fossile Brennstoffe in den BHKW ein. Die Mehrheit der Anlagen ist unter 10, die älteste 20 Jahre alt. An fossilen Brennstoffen wird fast meist Erdgas eingesetzt (37), Heizöl oder Diesel in sieben Fällen. Über die erzeugte Strommenge konnten fast alle Angaben machen, 12 speisen den Strom komplett ins Netz ein, 21 teilweise (mit Anteilen zwischen 2 und 98 %, im Mittel 37 %) und 13 gar nicht. Auch die erzeugte Wärmemenge konnten fast alle Befragten angeben. In 13 Betrieben stützt sich die Wärmeversorgung ausschließlich auf KWK, in 11 Betrieben dient die Anlage als Hauptheizung.

6 Hochrechnung des Einsatzes erneuerbarer Energien auf den GHD-Sektor für das Kalenderjahr 2010

Eine telefonische Kurzbefragung von 10.221 Arbeitsstätten des GHD-Sektors sollte Aufschluss geben über jene Betriebe, die erneuerbare Energien einsetzen und für weitere Informationen im Zuge von zeitlich getrennt geführten Tiefeninterviews zur Verfügung stünden. So wurde bei der Kurzbefragung neben Standort (ländlich und stadtnah / stadtzentral) und Betriebsgröße (Zahl der Erwerbstätigen) das Vorhandensein der jeweils abgefragten Erneuerbaren Technologie abgefragt und die Zusage von 1.603 Betrieben für ein weiteres Tiefeninterview eingeholt.

Auf Grund dieser Sachlage und der für 1.603 Arbeitsstätten aufgenommenen Basisdaten wurde ein Strukturschema entwickelt, das eine weiterführende Befragung von 327 Arbeitsstätten vorsah – differenziert ausgewählte Arbeitsstätten mit einer bestimmten Technologie zum Einsatz regenerativer Energie, differenziert nach Standort und Gruppenzugehörigkeit, sowie festgelegt unter dem Aspekt einer ausreichenden Fallzahl je Technologie.

In Tabelle 6-1 ist diese Schema dokumentiert; zugehörig ist eine 327 Arbeitsstätten umfassende List mit der zugehörigen Identifikationsnummer der weiter zu befragenden Betriebe. Damit war sichergestellt, dass zu jeder Technologie befriedigende Fallzahlen zu erreichen waren, eine Gruppenrelevanz berücksichtigbar und dem Standortaspekt ausreichend Rechnung getragen werden konnte.

Dabei wurden Betriebe

- „**gesetzt**“; d.h. es wurden alle Arbeitsstätten mit den Technologien Windkraft, Kleinstwasserkraft, feste Biomasse, flüssige Biomasse, Biogas und Bioethanol aus den 1.603 Arbeitsstätten rekrutiert.
- „**mit Kombinatorik gewählt**“; d.h. es wurden solche Arbeitsstätten ausgewählt, die neben Biodiesel oder Pflanzenöl auch mit anderen erneuerbaren Technologien antworten konnten.
- „**ergänzend selektiert**“; d.h. es wurden Arbeitsstätten ausgewählt, die eine ausreichende Fallzahl für die Technologien Solarthermie, Photovoltaik, Wärmepumpe und BHKW-fossil gewährleisten.

Tabelle 6-1: Zusammenstellung über die zu befragenden Betriebe

Gruppe bzw. Gruppe/Split	Fragebogen-Bestand Frage 17: "JA" mit: gesetzten, mit Kombinatorik gewählten und ergänzend selektierten Arbeitsstätten																				
	Anzahl	Anteil	SoTh	PV	Wind	Wasser	feste Biomasse St+Th	flüssige Biomasse			Biogas			WP	BHKW fossil	Bio-diesel	Pflanzenöl	Bio-ethanol	Fragebögen		
								St	Th	St+Th	St	Th	St+Th						Th	St+Th	Ges.
	1603	100%	96	161	20	31	36	4	8	27	10	14	38	52	80	62	45	32	327	205	122
1	192	12,0%	15	16	2	2	8	1	1	3				9	2	8	9	6	37	26	11
2	303	18,9%	30	45	4	4	9			4	3	3	10	18	20	16	10	9	62	33	29
3	172	10,7%	5	9		4	2		1	2		2		2	2	4			19	14	5
4	251	15,7%	12	17	4	8	7	2		2	2	4	1	8	7	10	8	10	44	29	15
5/21	43	2,7%	3	3			1			1			1	2	9	1			12	4	8
5/22	93	5,8%	4	9	2				1					1	13	3			20	3	17
5/23	54	3,4%	2	4		1	1			2			1	1	14			1	21	4	17
6	182	11,4%	8	9		2	1		3	1	1	1		2	8	4	1	1	22	12	10
7/5	34	2,1%	1	2	1		1									1	1		4	4	
7/6	55	3,4%	3	5			2		1			1	1	3	2	2	2	2	10	7	3
7/7	24	1,5%	1	5		8	1			1			1		1	1	2		12	11	1
8	14	0,9%												1		1			1	1	
9	154	9,6%	10	32	6	2	3	1	1	11	4	4	23	4	2	9	10	2	58	55	3
10	12	0,7%	1	2	1											1	1	1	2		2
12	20	1,2%	1	3										1		1	1		3	2	1

Leider konnte dieses Befragungsschema in Praxis nicht vollständig umgesetzt werden, da die Zusage zur Abgabe weiterer Informationen entweder nicht eingehalten wurde oder aber die zunächst mitgeteilte Technologie gar nicht vorhanden war (siehe auch Kapitel 2.3).

Dies führte nahezu zwangsläufig dazu, dass das ursprüngliche Konzept der Informationsgewinnung zu Erneuerbaren Energien trotz aller Bemühungen um weitere Arbeitsstätten nicht mehr in allen Teilbereichen belastbare Ergebnisse vorweisen kann, da die entsprechenden Technologie-Fallzahlen fehlen.

Der Standortaspekt „ländlich“ oder „stadtnah / stadtzentral“ konnte ausreichend berücksichtigt und der beim Einsatz erneuerbarer Energien vermutete Einfluss des Standortes bestätigt werden. Gerade diese in der hier durchgeführten Befragung erstmals getroffene Unterscheidung lieferte sehr wichtige neue Erkenntnisse zum Einsatz erneuerbarer Energien im GHD-Sektor. Ohne Berücksichtigung des Standortfaktors wurden in der Vergangenheit eine Reihe von zu hohen Beiträgen der erneuerbaren Energien errechnet, was sich nunmehr deutlich relativiert hat. Insofern haben sich gegenüber der Vorgänger-Erhebung (Fraunhofer ISI et al. 2009) insgesamt erheblich verbesserte Aussagen erzielen lassen.

Die nachfolgend dargestellte Hochrechnung der Befragungsergebnisse auf die gesamte Nutzung erneuerbare Energien im GHD-Sektor sowie die Plausibilisierung der Hochrechnungsergebnisse anhand sekundärer Datenquellen erfolgt nach dem in Kapitel 2 dargestellten methodischen Ansatz.⁶

6.1 Solarthermische Anlagen

Von 10.221 befragten Betrieben gaben 548 Betriebe den Einsatz von Solarkollektoren an. 68 dieser Betriebe wurden vor Ort um weitere Informationen gebeten. Die Auswertung der Angaben Betriebe liefert die nachfolgenden dargestellten Informationen.

Anlagenstandort

- 42 Anlagen oder 62 % stehen in Betrieben des ländlichen Bereichs.
- 25 Anlagen oder 37 % haben ihren Standort im stadtnahen / stadtzentralen Raum.

⁶ Da die Hochrechnung der Ergebnisse zeitlich teilweise später erfolgte als die Auswertung der sekundären Datenquellen (siehe Abschnitt 2.5), können die für Plausibilisierung verwendeten Daten z. T. von den in Abschnitt 2.5 dargestellten Angaben abweichen, da jeweils auf die aktuellsten verfügbaren Daten zurückgegriffen wurde.

- zu einer Anlage fehlt der entsprechende Standorthinweis.

Anlagenalter

- die älteste Kollektoranlage wurde 1992, die jüngste im Jahr 2011 installiert.
- 18 Anlagen oder rd. 26 % sind älter als 10 Jahre, 50 Anlagen oder rd. 7 % sind maximal 10 Jahre alt..

Anlagenart (Kollektortyp)

- 54 Anlagen bestehen aus Flachkollektoren – ein dominierender Anteil von 79 %.
- der Vakuumröhrenkollektor ist 10-mal vertreten – entsprechender Anteil: 15 %.
- 4 Absorberanlagen ergänzen den untersuchten Bestand – Anteil rd. 6 %.

Anlagengröße

- die Kollektorflächen pro Anlage reichen von 2 m² bis 800 m².
- die mittlere Kollektorfläche pro Anlage beträgt 73,2 m².
- die mittlere Kollektorfläche von Anlagen im stadtnahen / stadtzentralen Raum liegen mit 124,4 m² fast 3-mal so hoch wie bei Anlagen im ländlichen Bereich mit 43,1 m²; Ursache dafür sind 2 Großanlagen mit insgesamt 1.800 m² im Stadtbereich.
- die Anlagenfläche pro Erwerbstätigen erreicht im ländlichen Raum 5,4 m², im stadtnahen / städtischen Bereich 1,9 m² und im Mittel über alle Standorte 4,0 m²/EW.

Installierte Wärmeleistung und Wärmeerzeugung

- die Wärmeleistung reicht von 7 kW – 2.000 kW (Angabe von 9 Anlagen)
- die Wärmeerzeugung wird bei 11 Anlagen genannt, lediglich 2 Anlagen weisen plausible Wärmeerträge aus.

Anlageneinsatz

- ein ausschließlicher Einsatz zur Warmwasserbereitung liegt bei 36 Anlagen vor, zur Raumheizung bei 6 Anlagen und zum Kombibetrieb bei 17 Anlagen; 3 Anlagen versorgen ein Schwimmbad.
- bei 6 Anlagen wird ein „anderer Einsatz“ genannt.

Anlagenbetreiber

- Gruppe 2 ist mit 18 Anlagen vertreten, Gruppe 1 mit 13 Anlagen, Gruppe 6 mit 12 Anlagen und Gruppe 4 mit 7 Anlagen. 6 Anlagen finden sich bei Landwirtschaft (Gruppe 9), jeweils 5 Anlagen bei den Gruppen 3 und 5, 2 Anlagen bei Gruppe 7.
- der Einsatzschwerpunkt liegt bei den Gebietskörperschaften mit einem Anteil von knapp 18 %.

Die Häufigkeitsverteilungen der Kollektorflächen pro Anlage:

- über alle Anlagen (standortunabhängig) zeigt Abbildung 6-1,
 - zu Anlagen im ländlichen Raum enthält Abbildung 6-2,
 - zu Anlagen im stadtnahen /stadtzentralen Bereich gibt Abbildung 6-3 wieder
- und machen den unterschiedlichen Einfluss von Stadt und Land deutlich.

Abbildung 6-1: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche (standortunabhängig)

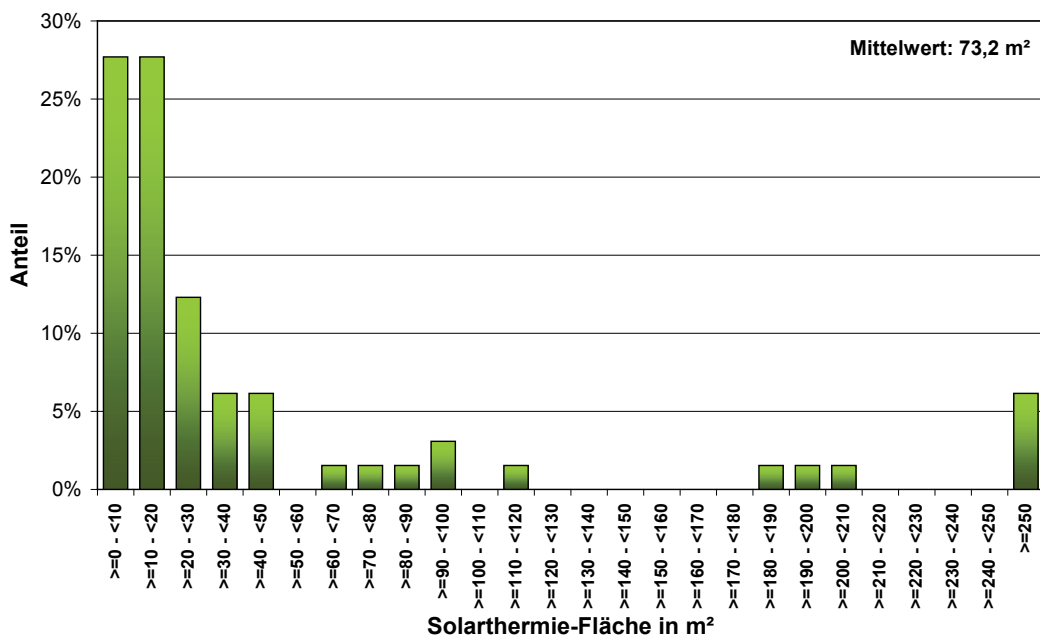


Abbildung 6-2: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche (ländlicher Bereich)

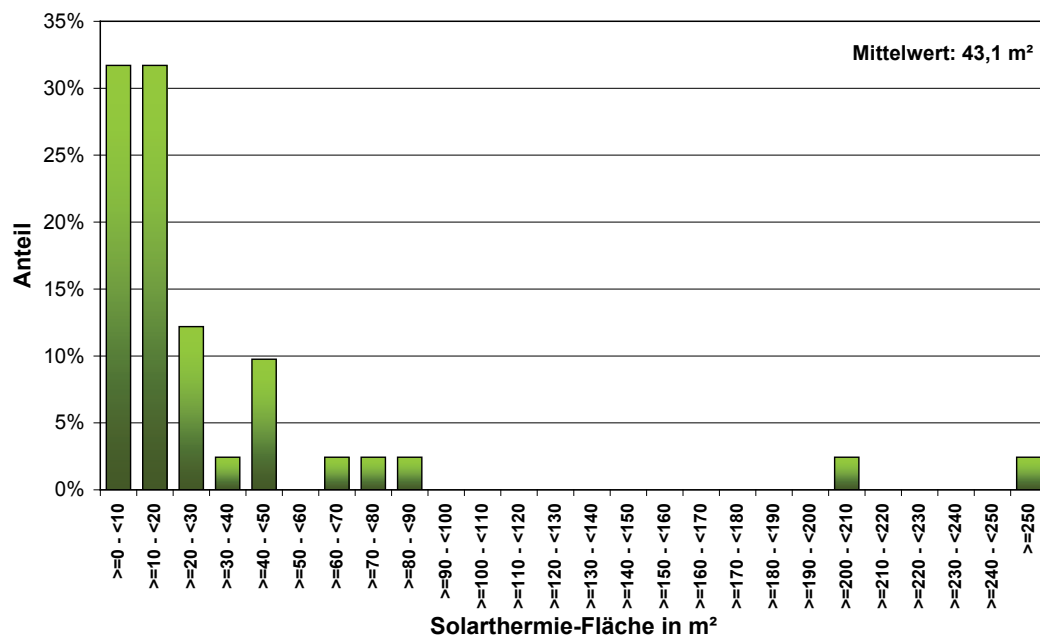
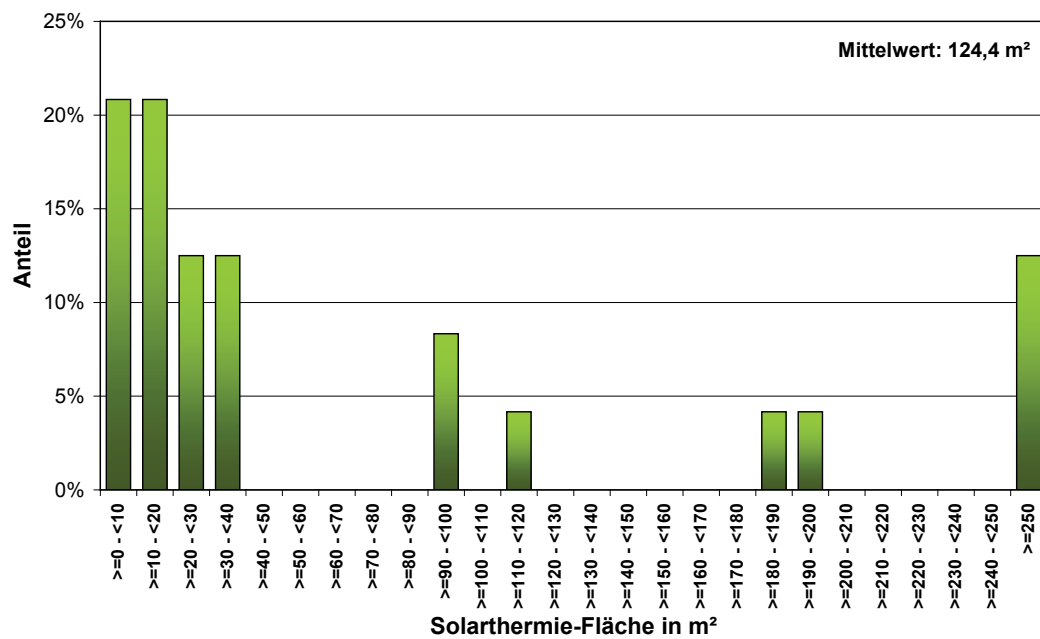


Abbildung 6-3: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche (stadtnaher / stadtzentraler Bereich)



Die Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche pro Erwerbstätigen

- über alle Anlagen (standortunabhängig) vermittelt Abbildung 6-4,

- zu Anlagen im ländlichen Raum zeigt Abbildung 6-5 und
- zu Anlagen im stadtnahen / stadtzentralen Bereich zeigt Abbildung 6-6.

Die in Abbildung 6-1 bis Abbildung 6-6 enthaltenen Angaben zu Mittelwerten stellen jeweils die arithmetischen Mittelwerte über alle Gruppen und Anlagen dar. Differenziert man nach Gruppen erhält man gruppenspezifische Werte die in Tabelle 6-2 „standortunabhängig“ und getrennt nach „ländlich“ und „stadtnah / stadtzentral“ aufgelistet sind. Zudem sind Angaben „Mittelwerte über Alle“ ausgewiesen.

Am Beispiel von Gruppe 1 soll die Herkunft dieser Werte erläutert werden:

- die Werte 2,5 m²/EW und 3,5 m²/EW stellen jeweils („ländlich“ und „stadtnah / stadtzentral“) arithmetische Mittelwerte aller in Gruppe 1 gefundenen Anlagen dar.
- der in Spalte „Alle“ für Gruppe 1 angegebene Wert von 2,8 m²/EW errechnet sich aus vorgenannten spezifischen Werten 2,5 m²/EW und 3,5 m²/EW, gewichtet mit den zugehörigen Erwerbstätigenanteilen (112.214/169.468 und 57.254/169.468).
- die Angabe zu „Mittelw. über Alle“ in m²/EW stellt den standortunabhängigen Mittelwert aller gefundenen Anlagen in der Gruppe 1 dar.

Abbildung 6-4: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche pro Erwerbstätigem (standortunabhängig)

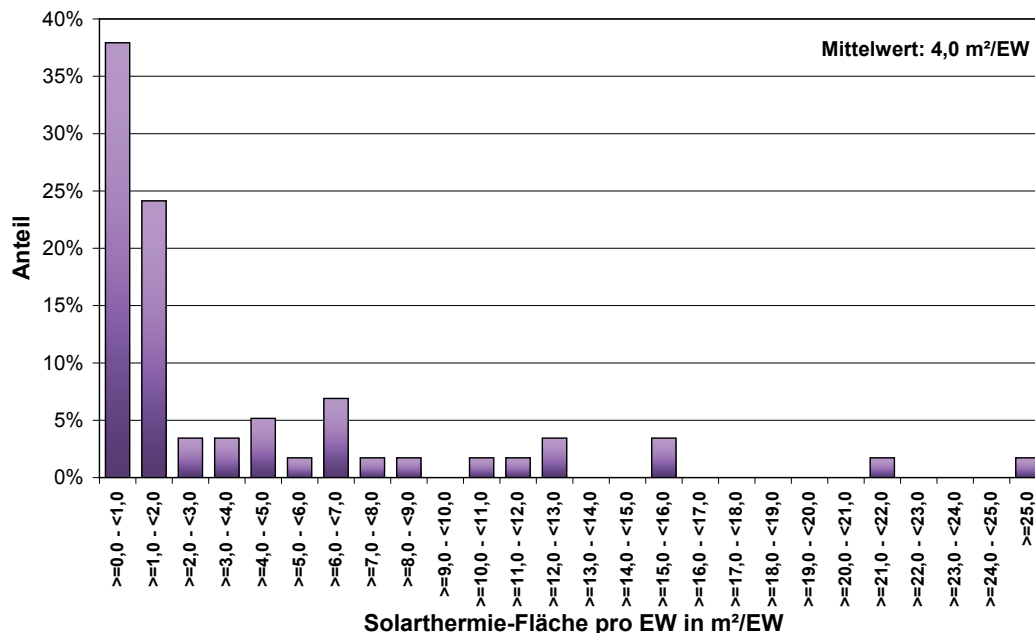


Abbildung 6-5: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche pro Erwerbstitigem (ländlicher Bereich)

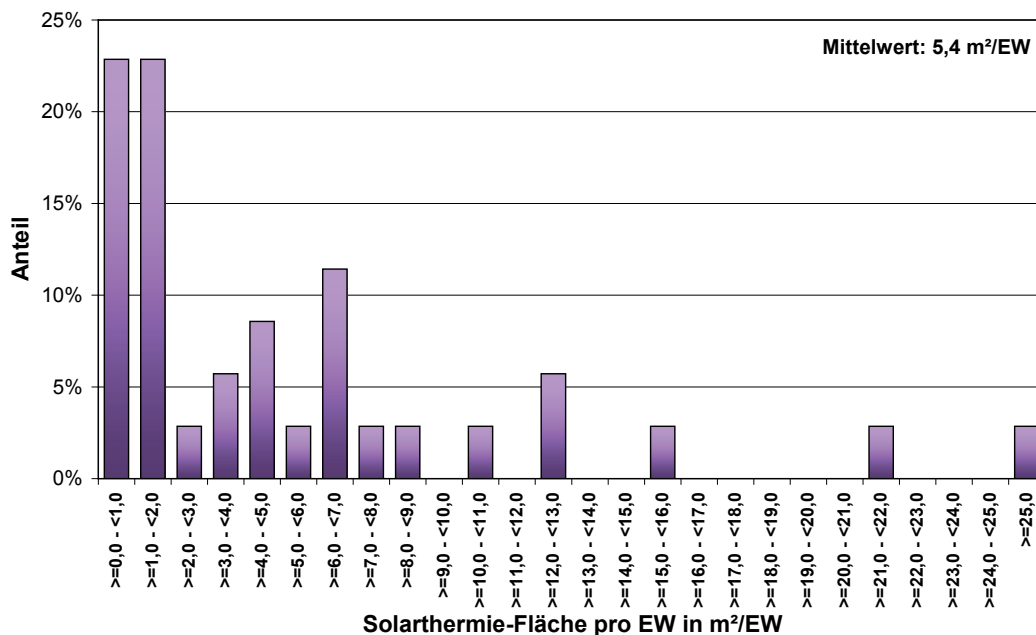
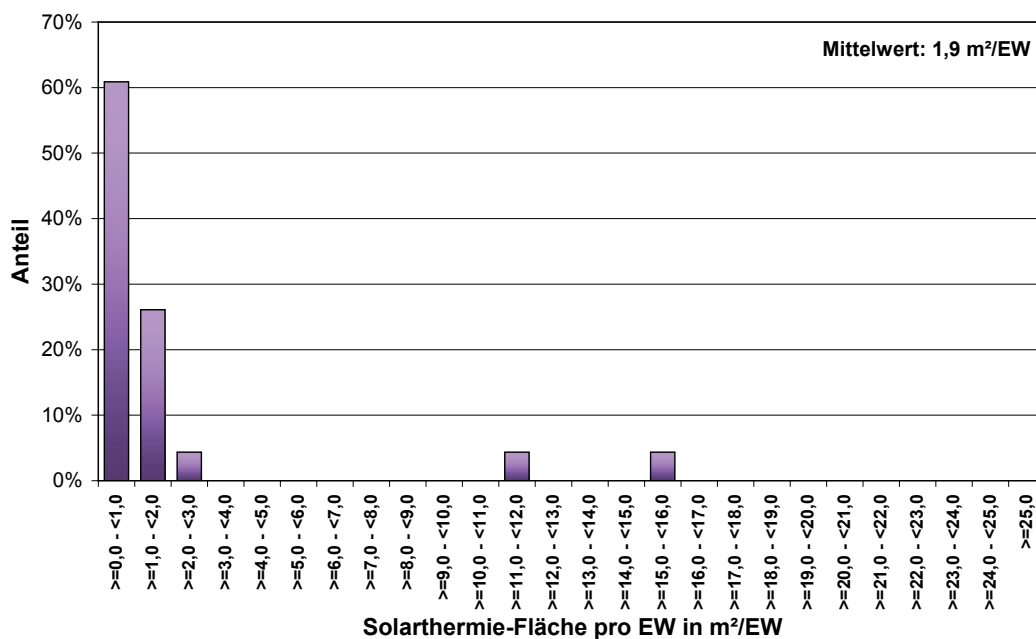


Abbildung 6-6: Häufigkeitsverteilung der Kollektorfläche pro Erwerbstitigem (stadtnaher / stadtzentraler Bereich)



Der Bestand an solarthermischer Kollektorfläche für das Jahr 2011 kann somit errechnet werden. Mit Hilfe der nach Gruppen und Standorten ermittelten Flächen pro Er-

werbstätigen sowie der für die Branchenebenen ermittelten Anzahlen an Mitarbeitern in Betrieben mit solarthermischen Anlagen (Basis: Telefoninterviews von 10.221 Betrieben) errechnet sich die Bestandsfläche zu 4.516 Tsd. m² bzw. rd. 4,5 Mio. m², wobei nach „stadtnah / stadtzentral“ und „ländlich“ unterschieden werden kann. Eine 2. Hochrechnung, die den Faktor Standort vernachlässigt, führt zu einem Flächenbestand von 5,8 Mio. m² für das Jahr 2011.

Tabelle 6-2: Bestand solarthermischer Kollektorflächen in Deutschland 2011 im GHD-Sektor

Grp. bzw. G/Sp	Mitarbeiter in Betrieben mit Solarthermie Bilanzraum Deutschland 2011			Solarthermiefläche pro Mitarbeiter Basis Tiefeninterviews				Solarthermiefläche gesamt Hochrechnungsergebnis			
	Alle	ländlich	stadtnah und stadtzentral	Mittelw. über Alle	Alle	ländlich	stadtnah und stadtzentral	aus: Mittelw. über Alle	Alle	ländlich	stadtnah und stadtzentral
				[m ² /EW]							
	1.367.836	540.594	827.242	4,21	3,30	5,70	1,73	5.763	4.516	3.082	1.434
1	169.468	112.214	57.254	3,0	2,8	2,5	3,5	508	481	281	200
2	590.437	134.723	455.713	4,4	3,1	8,6	1,5	2.598	1.842	1.159	684
3	34.188	28.553	5.635	2,0	2,2	2,5	0,4	68	74	71	2
4	156.389	100.764	55.625	4,3	5,2	7,6	0,9	672	816	766	50
5	136.631	36.148	100.483	2,9	2,9	2,9	2,9	396	396	105	291
6	194.436	57.691	136.745	7,1	3,9	10,0	1,3	1.380	755	577	178
7	7.420	5.626	1.794	1,1	1,1	1,1	1,1	8	8	6	2
8	932	469	462	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1	1	1
9	43.852	41.276	2.576	1,5	1,5	1,5	1,5	66	66	62	4
10	7.894	2.898	4.996	1,5	1,5	1,5	1,5	12	12	4	7
12	26.191	20.232	5.959	2,0	2,5	2,5	2,5	52	65	51	15

Aus den 68 untersuchten Anlagen war direkt kein repräsentativer Wärmeertrag zu ermitteln. Die Ursache dafür liegt hauptsächlich darin begründet, dass keine oder keine belastbare Messeinrichtung installiert ist. Damit ist dem Betreiber auch weitgehend keine Überprüfung von Funktion und Effizienz möglich, da die meisten Anlagen bivalent mit konventionellen thermischen Einrichtungen betrieben werden.

Ersatzweise kann man beim Wärmeertrag auf Literaturwerte zurückgreifen. So werden

- in BMU (2012) für Deutschland insgesamt für das Jahr 2010 ein Wärmeertrag von 5.200 GWh bei 14.044 Mio. m² Kollektorfläche entsprechend 370 kWh/m²*a genannt und
- in der Vorgängererhebung zur Nutzung erneuerbare Energien im GHD-Sektor (Fraunhofer ISI et al. 2009) spezifische Ertragswerte von 420 kWh/m²*a für den GHD-Sektor angegeben.

Aus dem für das Jahr 2011 ermittelten Flächenbestand kann nach Abzug der von Ende 2010 bis Ende 2011 installierten Kollektoren auch eine Angabe zum Flächenbestand 2010 errechnet werden: ca. 4,42 Mio. m².

Der Wärmeertrag solarthermischer Anlagen im GHD-Sektor errechnet sich somit aus Bestandsfläche und spezifischem Wärmeertrag zu den Ergebnissen in Tabelle 6-3.

Tabelle 6-3: Bestandsflächen und Wärmeertrag aus solarthermischer Kollektoranlagen in Deutschland 2010 und 2011 im GHD-Sektor

Jahr	Kollektoren Bestandsfläche	spez. Wärme-ertrag	Wärme-ertrag
	[Mio. m ²]	[kWh/m ² *a]	[TWh]
2010	4,42	370 - 420	1,63 - 1,85
2011	4,48	370 - 420	1,65 - 1,88

Plausibilisierung des Hochrechnungsergebnisses

Für den Gesamtbestand der Kollektoranlagen in Deutschland werden in BMU (2012) für das Jahr 2010 eine Kollektorfläche von 14,044 Mio. m² und eine Wärmebereitstellung von 5.200 GWh genannt. Für das Jahr 2011 liegen diese Angaben bei 15,234 Mio. m² Kollektorfläche und einer Wärmebereitstellung von 5.600 GWh.

Der Vergleich der hier durchgeführten Hochrechnung für den GHD-Sektor und der Angaben zum Gesamtbestand in BMU (2012) ergibt für das Jahr 2011:

$$\begin{aligned} \text{Flächenbestand:} & \quad 4,42 \text{ Mio. m}^2 / 15,234 \text{ Mio. m}^2 = 0,29 \\ \text{Wärmeertrag:} & \quad 1,63 \text{ Mio. m}^2 / 5,60 \text{ Mio. m}^2 = 0,29 \quad \text{bzw.} \\ & \quad 1,85 \text{ Mio. m}^2 / 5,60 \text{ Mio. m}^2 = 0,33 \end{aligned}$$

Damit wären rund 30 % der gesamten Kollektorenbestände in Deutschland im GHD-Sektor angesiedelt, was als ein plausibles Ergebnis anzusehen ist.

6.2 Photovoltaik

Bei den telefonischen Interviews von 10.221 Betrieben aus dem GHD-Sektor gaben 1.064 Betriebe an, eine Photovoltaik-Anlage zu betreiben. Aus diesen Betrieben wurden 164 Arbeitsstätten ausgewählt und per Tiefeninterview befragt.

Die Auswertung der Angaben dieser 164 Betriebe mit insgesamt 263 Photovoltaik-Anlagen liefert folgende Informationen:

Anlagenstandort

- 105 Betriebe mit PV-Anlagen sind im ländlichen Raum,
- 45 Betriebe mit PV-Anlagen sind im städtischen oder stadtnahen Bereich,
- 14 Betriebe mit PV-Anlagen sind ohne weitere Angaben zum Standort installiert.

Anlagenalter

- die ältesten Anlagen datieren aus dem Jahr 1993, die neuesten Anlagen wurden 2011 errichtet; insgesamt liegen 256 Anlagen mit Angaben zum Anlagenalter vor.
- 22 Anlagen bzw. rd. 9 % sind älter als 10 Jahre, 174 Anlagen bzw. rd. 68 % haben ein Baualter von weniger als 5 Jahren; 60 Anlagen bzw. 23 % sind zwischen 5 und 10 Jahre alt.

Anlagenart (Solarzellentyp)

- 134 Anlagen oder 53 % arbeiten mit polykristallinen Zellen, 97 Anlagen bzw. 38 % verwenden monokristalline Zellen, 22 Anlagen oder ca. 9 % besitzen Dünnschichtzellen; insgesamt liegen für 253 Anlagen die Angabe zur Zellenart vor.
- bei 10 Anlagen ist die Anlagenart unbekannt.

Anlagengröße

- die installierte elektrische Leistung reicht von knapp 1 kW bis 2.320 kW.
- die Modulfläche der kleinsten Anlage liegt bei 3 m², die größte Anlage umfasst eine Fläche von 10.000 m²

Netzeinspeisung

- bei 129 Betrieben mit PV-Anlagen erfolgt die Netzeinspeisung zu 100 %.
- bei 27 Betrieben mit PV-Anlagen liegt die Einspeisequote zwischen 12 % und 98 %.
- bei 8 Betrieben mit PV-Anlagen erfolgt keine Netzeinspeisung.

Betreiber der Anlage

- jeweils rd. 35 Betriebe mit PV-Anlagen finden sich bei „Landwirtschaft“ und „Gebietskörperschaften“ (Gruppe 9 und Gruppe 2).
- jeweils rd. 17 Betriebe mit PV-Anlage sind aus den Gruppen 1, 3, 4 und 5.
- Gruppe 7 weist 10 Betriebe mit PV-Anlagen auf.
- Gruppe 12 ist 2 mal, Gruppe 10 ein mal mit einem Betriebe mit Photovoltaik-Anlage vertreten.

Einen detaillierten Einblick bieten Abbildung 6-7 mit der Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters und Abbildung 6-8 mit der Häufigkeitsverteilung der Ausnutzungsdauer von Photovoltaikanlagen; einbezogen sind dabei sowohl poly- als auch monokristalline Zellen sowie Dünnschichtzellen. In Abbildung 6-8 sind auch die Angaben von Betrieben enthalten, die zu Ausnutzungsdauern führen die unter technisch, physikalischen Aspekten auch bei 2-Achsiger Nachführung einer PV-Anlage nicht möglich sind; diese Grenze dürfte bei rd. 1.500 h/a liegen.

Abbildung 6-7: Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters von 256 PV-Anlagen im GHD-Sektor

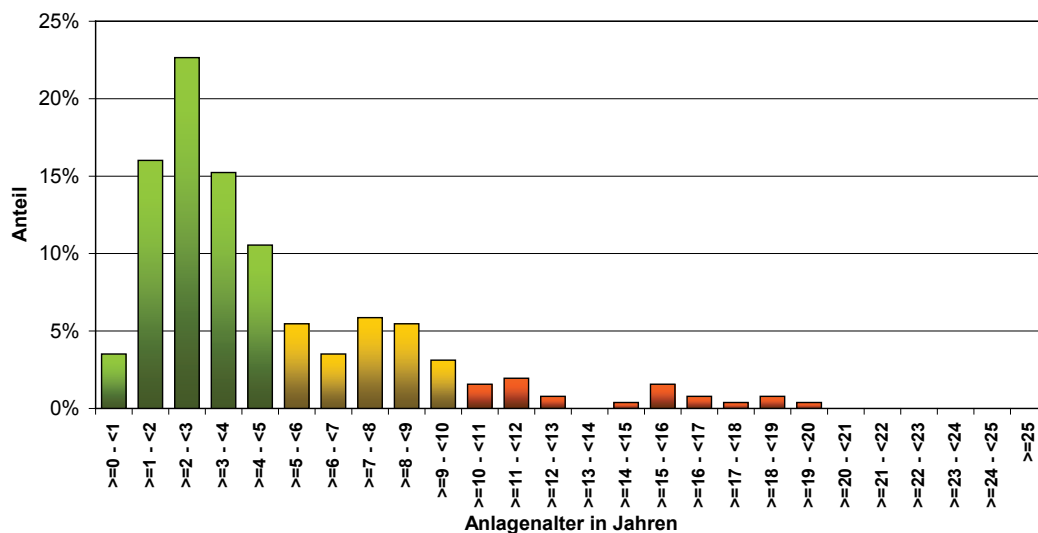


Abbildung 6-8: Häufigkeitsverteilung der Ausnutzungsdauer von 117 Betrieben mit Photovoltaik-Anlagen im GHD-Sektor

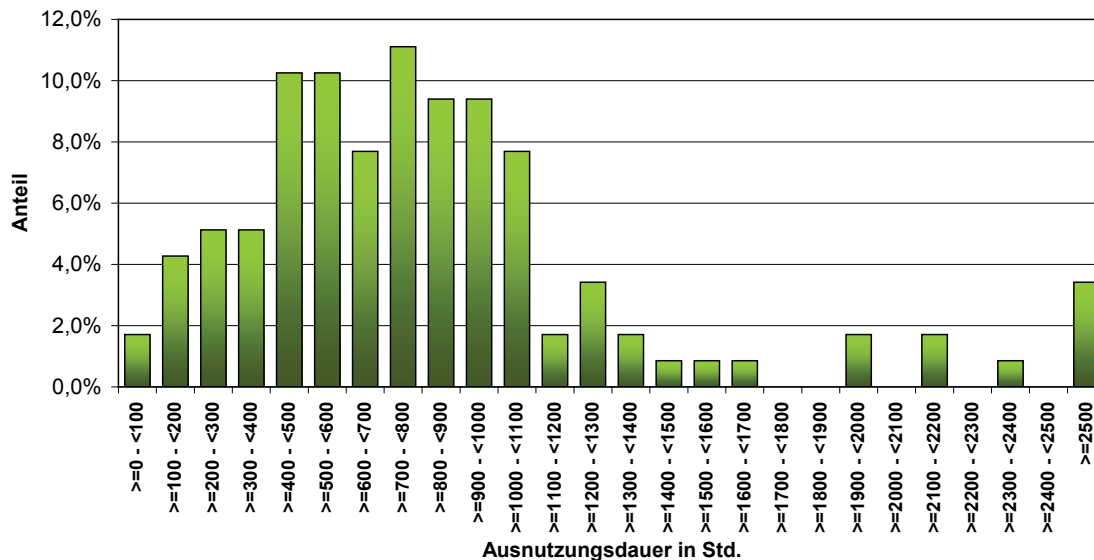


Tabelle 6-4 enthält Standort-, Flächen- und technische Angaben von Photovoltaik-Anlagen. Getrennt nach Zellentyp und Standortlage werden die zugehörigen Daten zu Flächen, zur flächenspezifischen Leistung, zur flächenspezifischen Jahresarbeit und zur Ausnutzungsdauer angegeben. Die angegebenen Flächen beziehen sich entweder auf die angegebenen Teilanlagen (Anlage 1 bis 3 eines Betriebes) oder auf die Summenfläche aller PV-Anlagen eines Betriebes. Zwangsläufig liegen die Flächen pro Betrieb deutlich über den Flächen pro Teilanlage. Die Flächenangaben für die Dünnschichtzellen im stadtnahen- / stadtzentralen Bereich sind von 2 Großanlagen mit 1.200 m² und 1.238 m² geprägt. Eliminiert man diese Betriebe ergeben sich für Dünnschichtzellen im stadtnahen- / stadtzentralen Bereich an Stelle von 529,7 m² und 618,0 m² Werte von 254 m² bzw. 317,0 m². Ein analoger Fall ergibt sich bei dem Wert für polykristalline Zellen im stadtnahen / stadtzentralen Bereich. Ein aus 3 Teilanlagen bestehendes PV-System mit insgesamt 2.160 m² führt bei Ausschluss dieses Betriebes zu Werten von 278 m² (bisher 325,9 m²) bzw. 409 m² (bisher 500,0 m²). Damit ergibt sich ein eindeutiger Trend, dass unabhängig vom Zellentyp im ländlichen Bereich deutlich größere Anlagen als im stadtnahen / stadtzentralen Bereich installiert sind.

So erreichen Photovoltaik-Anlagen im ländlichen Raum im Mittel knapp 900 m²/Betrieb, im städtisch bzw. stadtnahen Bereich reduziert sich dieser Wert etwa auf die Hälfte.

Bei der flächenspezifischen, installierten Leistung ergibt sich grundsätzlich die Reihenfolge fallender Werte von mono- über polykristalline Zellen zu Dünnschicht-Zellen, was typisch für diese Zellentechniken ist. Die Unterschiede würden sicherlich etwas deutli-

cher ausfallen, wenn man gleiche Baualter miteinander vergleichen könnte. Leider reichen hierzu die Fallzahlen nicht aus. Bei den Angaben zur flächenspezifischen Jahresarbeit gilt im Prinzip der analoge Zusammenhang, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Werte für Dünnschicht-Zellen durch eine Großanlage, Inbetriebnahme 2010/2011, und dem damit verbundenen technischen Fortschritt in der Dünnschicht-Technik beeinflusst sind.

Bei den Ausnutzungsdauern ergeben sich nach Tabelle 6-4 über alle Zellentypen hinweg durchaus ähnliche Anlagenkennwerte.

Tabelle 6-4: Analyseergebnisse zu PV-Anlagen (164 Betriebe) im GHD-Sektor

		Photovoltaik											
		ländlich				stadtnah und stadtzentral				standortunabhängig			
		Alle	Solar-Zellen-Typ			Alle	Solar-Zellen-Typ			Alle	Solar-Zellen-Typ		
Mono	Poly		Dünnschicht	Mono	Poly		Dünnschicht	Mono	Poly		Dünnschicht		
Flächen (Anlagen 1 bis 3)													
Anzahl Anlagen	[1]	152	58	80	14	62	27	28	7	214	85	108	21
inst. Anlagen-Fläche	[m ²]	629,6	687,1	595,1	589,0	308,0	231,9	325,9	529,7	536,4	542,5	525,3	569,2
Flächen pro Betrieb													
Anzahl Anlagen	[1]	107	42	56	9	43	19	18	6	150	61	74	15
inst. Anlagen-Fläche	[m ²]	894,4	948,8	850,1	916,2	444,0	329,5	507,0	618,0	765,3	755,9	766,6	796,9
Anlagengüte													
Anzahl Anlagen	[1]	135	55	68	12	43	15	22	6	178	70	90	18
mittl. flächenspez. inst. Leistung	[W/m ²]	126,3	127,6	127,2	115,7	126,4	137,4	128,5	91,2	126,3	129,7	127,5	107,5
Jahresarbeit (flächenspezifisch)													
Anzahl Betriebe	[1]	69	33	33	3	19	7	10	2	88	40	43	5
mittl. flächenspez. Jahresarbeit	[kWh/m ²]	102,3	112,7	90,5	118,2	114,6	149,3	101,3	59,9	105,0	119,1	93,0	94,8
Ausnutzungsdauer													
Anzahl Betriebe	[1]	63	29	31	3	16	5	9	2	79	34	40	5
Ausnutzungsdauer	[h/a]	738	735	741	737	746	858	661	851	740	753	723	783
Jahresarbeit (flächen- und EW-spezifisch)													
Anzahl Betriebe	[1]	59	28	28	3	18	7	9	2	77	35	37	5
mittl. flächen- und EW-spez. Jahresarbeit	[kWh/m ² *EW]	27,8	33,2	18,2	67,0	7,6	5,5	9,4	6,8	23,1	27,7	16,1	42,9
Jahresarbeit (EW-spezifisch)													
Anzahl Betriebe	[1]	59	28	28	3	18	7	9	2	77	35	37	5
mittl. EW-spez. Jahresarbeit													
Alle	[MWh/EW]	8,2	9,6	7,1	5,5	3,5	5,5	2,1	3,0	7,1	8,8	5,9	4,5
Grp 1	[MWh/EW]	4,8	5,8	0,3	8,3	3,8	3,3	3,3	4,8	4,5	5,8	1,8	7,1
2	[MWh/EW]	1,2	3,0	0,9	0,1	0,2	0,3	0,0		1,0	1,4	0,8	0,1
3	[MWh/EW]	6,8	7,3	6,5						6,8	7,3	6,5	
4	[MWh/EW]	14,2	22,8	5,5		11,6	16,7	1,3		13,5	20,8	4,7	
5	[MWh/EW]	0,8	0,8			2,1	2,1	2,0		1,6	1,3	2,0	
6	[MWh/EW]	13,1		13,1		1,2			1,2	11,1		13,1	1,2
7	[MWh/EW]	7,0	7,0			1,0		1,0		5,8	7,0	1,0	
8	[MWh/EW]												
9	[MWh/EW]	12,3	10,9	15,1		4,2		4,2		11,8	10,9	13,3	
10	[MWh/EW]												
12	[MWh/EW]	3,0		3,0						3,0		3,0	

Eine Plausibilisierung der Zusammenhänge von Solarzellenfläche, elektrischer Leistung und Stromertrag zeigen Abbildung 6-9, Abbildung 6-10, Abbildung 6-11 und Abbildung 6-12. In diesen 4 Abbildungen sind nur Anlagen und Betriebe mit plausiblen Angaben enthalten.

Die erfassten Photovoltaik-Anlagen werden in der Regel am Standort oft erweitert. Einer ersten Anlage folgen Jahre später eine zweite und möglicherweise

dritte Anlage. Zu unterstellen ist, dass der damit verbundene Fortschritt der Zellentechnik auch zu einer Reduzierung des Flächenbedarfes pro kW elektrischer Leistung bzw. zu einem höheren Stromertrag pro Fläche führt.

Abbildung 6-9: Monokristalline Zellen; inst. Leistung über der Fläche

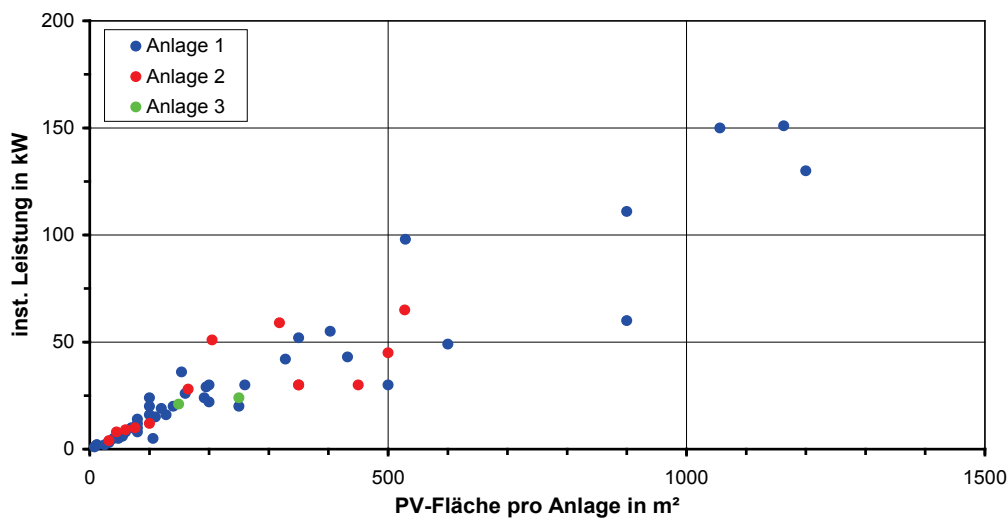


Abbildung 6-10: Polykristalline Zellen; inst. Leistung über der Fläche

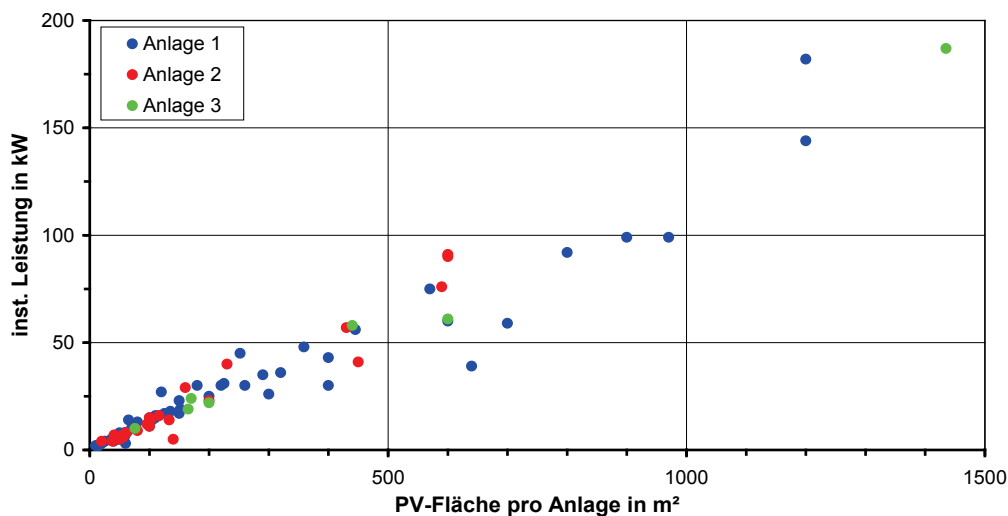
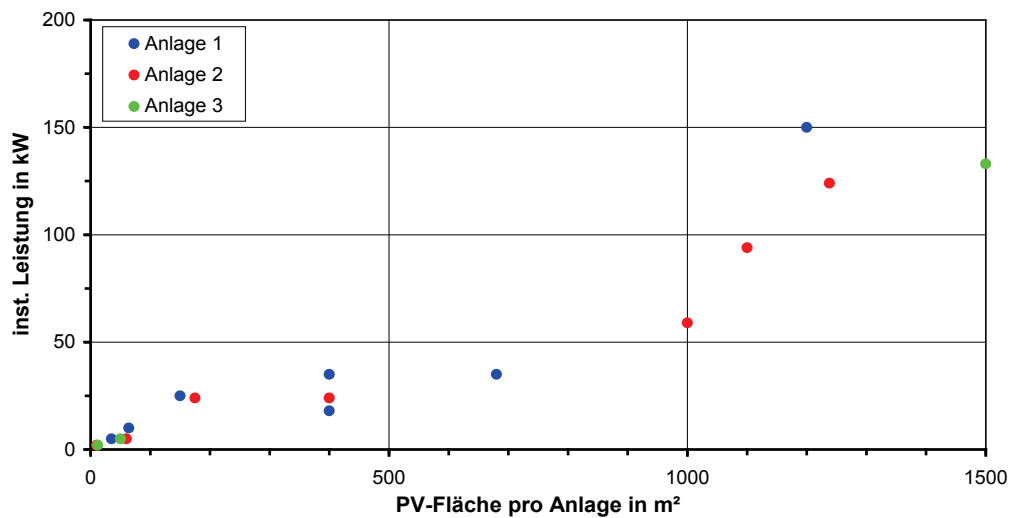
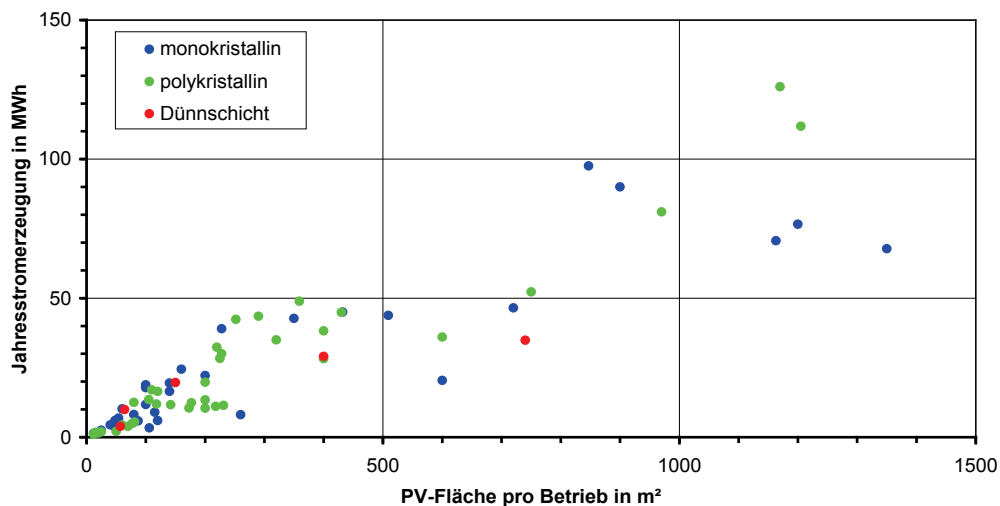


Abbildung 6-11: Dünnschicht-Zellen; inst. Leistung über der Fläche



Diese Einflüsse sind bei der gegebenen Datentiefe nicht quantifizierbar. Daher werden, getrennt nach Zellentyp und mit den Angaben für Anlage 1 bis 3 in Abbildung 6-9 für monokristalline Zellen, in Abbildung 6-10 für polykristalline Zellen und in Abbildung 6-11 für Dünnschicht-Zellen nur die qualitativen Zusammenhänge zwischen inst. Leistung und Zellenfläche dargestellt.

Abbildung 6-12: Jahresstromerzeugung über PV-Fläche pro Betrieb



Leider liegen für viele, aus mehreren Teilanlagen bestehenden PV-Systemen keine ausreichend detaillierten Angaben zu jeweiligem Baualter, Zellentyp, PV-Fläche und Stromertrag vor, so dass eine Zweifachregression des Zusammenhanges von Stromertrag und Fläche mit dem Baualter als Parameter für einen bestimmten Zellentyp nicht möglich ist.

Jahresstromerzeugung und zugehörige Anlagenfläche der Photovoltaik-Anlagen finden sich in Abbildung 6-12 wieder, Parameter ist der Zellentyp „Mono“ (monokristalline Zellen), „Poly“ (polykristalline Zellen) bzw. „Dünnschicht“ (Dünnschicht-Zellen). Die eingetragenen Punkte vermitteln grafisch den Zusammenhang von Stromertrag und Fläche.

Im unteren Teil der Tabelle 6-4 wurde aus den untersuchten 164 Anlagen, getrennt nach Standort, Zellentyp und Gruppe die zugehörige Jahresarbeit pro Erwerbstätigen (EW) in MWh/EW als Ausgangswerte für eine Hochrechnung angegeben. Diese Werte finden sich wieder in Tabelle 6-5. Dort sind die aus den Telefoninterviews von 10.221 Betrieben sich ergebenden Mitarbeiter-Bestände von Betrieben mit PV-Anlagen auf den Bilanzraum Deutschland, GHD-Sektor, übertragen. Betriebe mit PV-Anlagen verfügen insgesamt über 2,54 Mio. Mitarbeiter, davon rd. 1,11 Mio. Mitarbeiter im ländlichen und rd. 1,43 Mio. Mitarbeiter im stadtnahen / stadtzentralen Raum. Die Verknüpfung beider Informationen gestattet in der rechten Tabellenhälfte eine Hochrechnung des gesamten Photovoltaik-Ertrages, getrennt nach Standort und Gruppe. Es ergeben sich Werte zwischen 11,3 TWh und 12,6 TWh für das Jahr 2011.

Zu den beiden unterschiedlichen Berechnungsalgorithmen zur Bestimmung der hochgerechneten Erträge wird auf die Beschreibung der Berechnungsmethodik in Abschnitt 6.1 (Tabelle 6-2) verwiesen.

Tabelle 6-5: Hochrechnungsergebnisse zur Stromerzeugung von PV-Anlagen im GHD-Sektor des Jahres 2011

Grp. bzw. G/Sp	Mitarbeiter in Betrieben mit Photovoltaik Bilanzraum Deutschland			Photovoltaikertrag pro Mitarbeiter Basis: Tiefeninterviews				Photovoltaikertrag gesamt Hochrechnungsergebnis			
	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral	Mittelw. über Alle	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral	aus: Mittelw. über Alle	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral
	2.544.624	1.109.944	1.434.680	4,93	4,42	7,27	2,22	12,6	11,3	8,1	3,2
1	292.398	170.256	122.142	4,5	4,4	4,8	3,8	1,3	1,3	0,8	0,5
2	923.461	262.230	661.231	1,0	0,5	1,2	0,2	0,9	0,5	0,3	0,2
3	104.329	73.901	30.428	6,8	6,8	6,8	6,8	0,7	0,7	0,5	0,2
4	323.378	208.857	114.521	13,5	13,3	14,2	11,6	4,4	4,3	3,0	1,3
5	423.036	65.066	357.970	1,6	1,9	0,8	2,1	0,7	0,8	0,1	0,7
6	169.642	67.083	102.559	11,1	5,9	13,1	1,2	1,9	1,0	0,9	0,1
7	13.089	10.996	2.093	5,8	6,0	7,0	1,0	0,1	0,1	0,1	0,0
8	1.401	939	462	5,8	5,0	7,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	183.931	174.484	9.447	11,8	11,9	12,3	4,2	2,2	2,2	2,1	0,0
10	18.685	8.694	9.992	11,8	8,0	12,3	4,2	0,2	0,1	0,1	0,0
12	91.275	67.439	23.835	3,0	3,2	3,0	3,8	0,3	0,3	0,2	0,1

Plausibilisierung des Hochrechnungsergebnisses

Für den Gesamtbestand der Photovoltaik-Anlagen in Deutschland wird in BMU (2012) für das Jahr 2010 eine Stromerzeugung von 11,7 TWh genannt, die im Jahr 2011 auf rund 19,3 TWh ansteigt. Die von Musiol und Nieder (201) genannten Werte liegen in der gleichen Größenordnung.

Der Vergleich der hier durchgeführten Hochrechnung für den GHD-Sektor und der Angaben zur gesamten Stromerzeugung aus PV in BMU (2012) ergibt für das Jahr 2011:

$$\begin{array}{rcl} 11,3 \text{ TWh} / 19,3 \text{ TWh} & = & 0,58 \\ 12,6 \text{ TWh} / 19,3 \text{ TWh} & = & 0,65 \end{array}$$

Damit würden im Jahr 2011 rund 60 % der gesamten PV-Stromerzeugung in Anlagen des GHD-Sektors erfolgen, was als ein durchaus plausibles Ergebnis anzusehen ist.

6.3 Windkraftanlagen

Von 10.221 befragten Arbeitsstätten des GHD-Sektors erklärten 34 Betriebe eine Windkraftanlage zu betreiben. Aufgrund dieser geringen Fallzahl sollten dann alle 34 Betriebe in die Detailbefragung per Tiefeninterview vor Ort eingebunden werden. Leider hat jedoch der größte Teil der Betriebe diese weitere Befragung abgelehnt, so dass tatsächlich nur 10 Betriebe detailliert befragt werden konnten.

Die aufgenommenen Daten dieser 10 Betriebe werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Anlagenstandort

- die 10 Anlagen sind auf 6 Bundesländer verteilt.
- 7 Anlagen finden sich im ländlichen Raum.
- 3 Anlage im stadtnahen / städtischen Bereich.

Anlagenalter

- die älteste Anlage wurde im Jahr 1993, die jüngste in 2011 installiert.
- das mittlere Anlagenalter beträgt 10,5 Jahre.

Installierte Leistung

- die installierte elektrische Leistung hat eine Bandbreite von 55 kW bis 3.000 kW.

- die im Mittel installierte Leistung liegt bei 953 kW.

Ausnutzungsdauer

- die Ausnutzungsdauer der installierten elektrischen Leistung liegt minimal bei 1.0712 h/a (Standort im Bundesland Baden-Württemberg) und bei maximal 2.571 h/a (Standort im Bundesland Brandenburg).
- im Mittel von 8 Anlagen werden 1.529 h/a erreicht.

Netzeinspeisung

- 7 Anlagen speisen zu 100 % ins Stromnetz.
- 2 Anlagen speisen zu 60 % bzw. 70 % ins Stromnetz, ansonsten erfolgt eine Strom-eigenbedarfsdeckung.
- die Erzeugung einer Anlage dient ausschließlich der Stromeigenbedarfsdeckung.

Angesichts der geringen auswertbaren Fallzahl von 8 Anlagen mit Angaben zum Anlagenbetrieb ist eine Hochrechnung zur Windstromerzeugung im GHD-Sektor nicht möglich.

6.4 Kleinwasserkraftwerke

Bei der telefonischen Kurzbefragung von 10221 Arbeitsstätten gaben 63 Betriebe an, eine Kleinwasserkraft-Anlage zu betreiben. Eine Nachkontrolle ergab, dass es sich nur in 56 Fällen tatsächlich um eine Kleinwasserkraft-Anlage handelte. Aus diesen 56 Fällen konnten 43 Betriebe gewonnen werden, die für ein Tiefeninterview zur Verfügung standen.

Die Auswertung der Angaben dieser 43 Betriebe mit einer Kleinwasserkraft-Anlage liefert folgende Informationen:

Anlagenstandort

- 34 Anlagen stehen im ländlichen Raum.
- 1 Anlage befindet sich im stadtnahen / städtischen Bereich.
- bei 8 Anlagen fehlt die Angabe zum Anlagenstandort.

Anlagenalter

- die Angaben reichen von 1914 bis 2012.
- 11 Anlagen bzw. rund 25 % sind bis zu 10 Jahre alt, 14 Anlagen oder 32 % weisen ein Baualter von über 50 Jahren auf, 18 Anlagen bzw. 42 % liegen in der Baualterklasse „10 bis 50 Jahre“.

Anlagenzustand

- 21 Anlagen oder knapp 50 % wurden zwischenzeitlich renoviert, für weitere 9 Anlagen ist eine Modernisierung geplant.
- die Renovierung / Modernisierung erstreckte sich auf Generator und Turbine.

Anlagengröße

- sie reicht von 3 kW bis 230 kW elektrischer Nennleistung, die mittlere installierte Leistung beträgt 42,7 kW/Anlage.
- die kleinste Anlage erzeugt 2,4 MWh/a an Strom, die größte Anlage 95 GWh/a.

Netzeinspeisung

- 11 Anlagen oder 25 % speisen den erzeugten Strom vollständig in Netz, bei 7 Anlagen bzw. 10 % des Anlagenbestandes erfolgt ausschließlich die Eigenbedarfsdeckung.
- bei 25 Anlagen oder 58 % wird der erzeugte Strom teilweise selbst verbraucht, der Rest wird ins Netz eingespeist.

Ausnutzungsdauer

- die Ausnutzungsdauer der elektrischen Leistung liegt bei Anlagen, die von Betriebe aus Gruppe 4 genutzt werden bei 5.147 h/a.
- sie liegt bei allen übrigen Anlagen bei 2.815 h/a.

Installierte elektrische Leistung pro Erwerbstätigen

- bei Anlagen aus Gruppe 4 beträgt dieser Kennwert im Mittel 14,2 kW/EW.
- bei allen übrigen Anlagen liegt dieser Kennwert im Mittel bei 5,2 kW/EW.

Erzeugte elektrische Arbeit pro Erwerbstätigem

- bei Anlagen der Gruppe 4 liegt dieser Kennwert bei 76,0 MWh/EW.
- bei allen übrigen Anlagen beträgt der Kennwert 17,1 MWh/EW.

Die Häufigkeitsverteilungen zum Anlagenalter, zur Ausnutzungsdauer der installierten elektrischen Leistung, zur installierten Leistung pro Erwerbstätigen und zur erzeugten Strommenge pro Erwerbstätigen sind in Abbildung 6-13, Abbildung 6-14, Abbildung 6-15 und Abbildung 6-16 dargestellt.

Abbildung 6-13: Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters; Kleinwasserkraftwerke

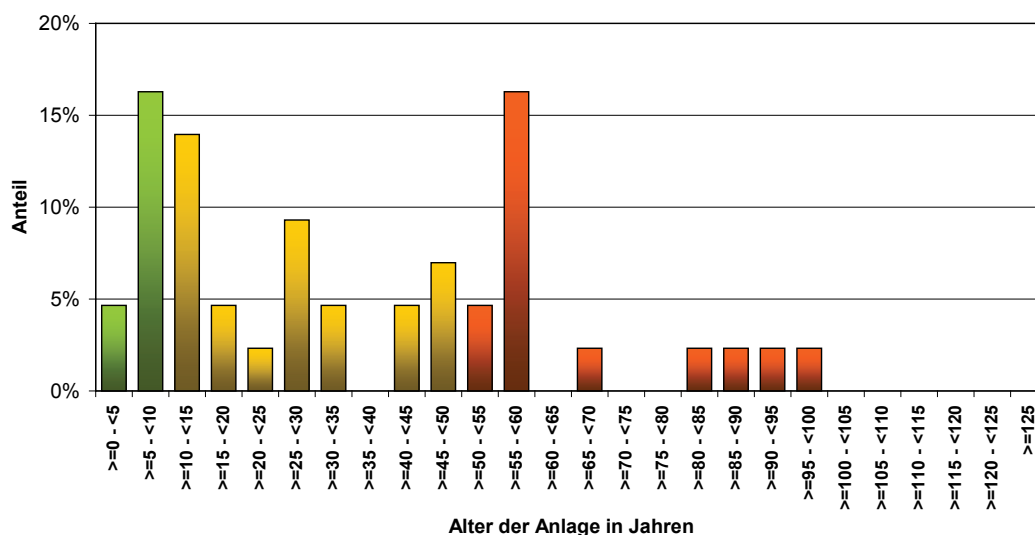


Abbildung 6-14: Häufigkeitsverteilung der Ausnutzungsdauer

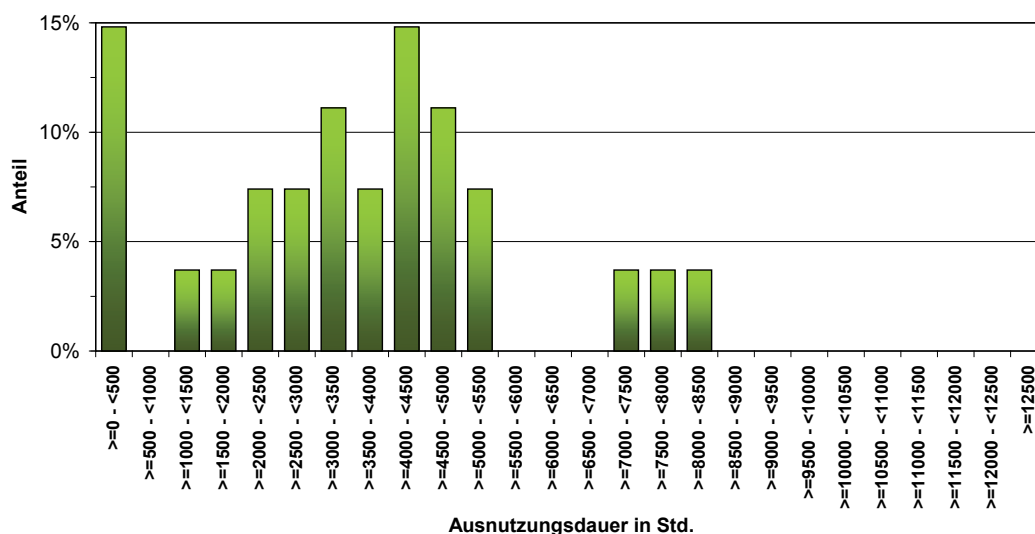


Abbildung 6-15: Häufigkeitsverteilung der installierten elektrischen Leistung pro EW bei Kleinwasserkraftwerken; GHD-Sektor

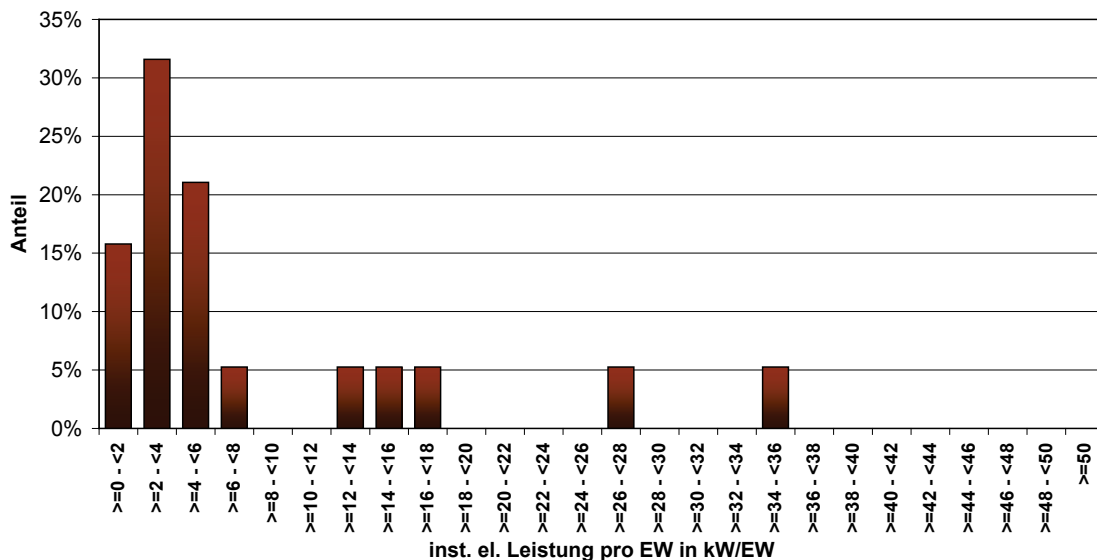
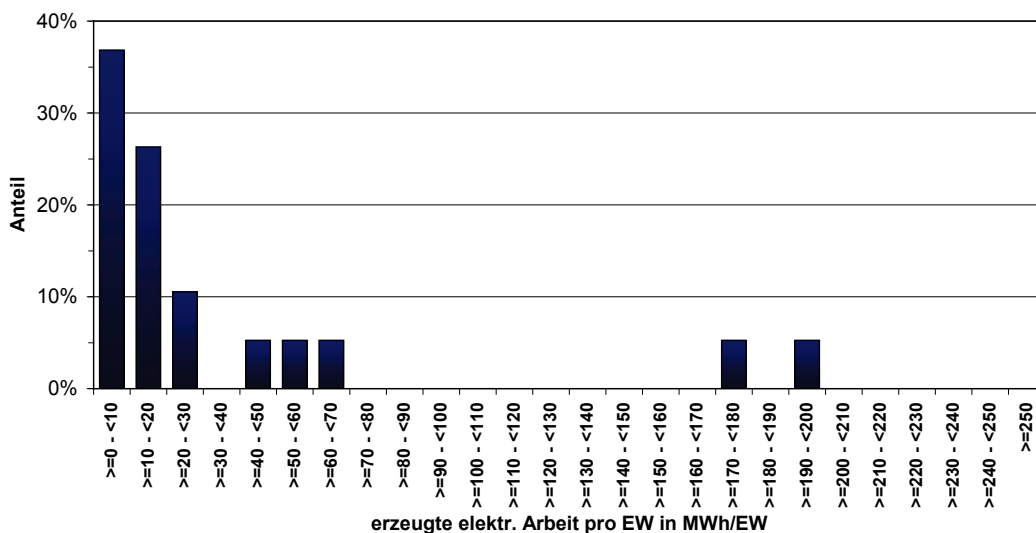


Abbildung 6-16: Häufigkeitsverteilung der erzeugten elektrischen Arbeit pro EW bei Kleinwasserkraftwerken; GHD-Sektor



Mit den ermittelten Jahresstromerzeugungswerten pro Erwerbstitigen für Gruppe 4 und die übrigen Gruppen, sowie der für Deutschland berechneten Mitarbeiter-Anzahlen in Betrieben mit Kleinwasserkraft kann die Stromerzeugung aus Kleinwasserkraftwerken in Betrieben des GHD-Sektors für das Jahr 2011 hochgerechnet werden, siehe Tabelle 6-6. Die Anzahl der Mitarbeiter in Betrieben mit Kleinwasserkraftwerken wurden an Hand der Angaben von 10.221 telefonisch interviewten Arbeitsstätten auf Deutschland hochgerechnet.

Tabelle 6-6: Hochrechnungsergebnisse zur Stromerzeugung durch Kleinwasserkraftwerke im GHD-Sektor des Jahres 2011

Grp. bzw. G/Sp	Mitarbeiter in Betrieben mit Kleinwasserkraft Bilanzraum Deutschland 2011			Kleinwasserkraft-Erzeugung pro Mitarbeiter Basis: Tiefeninterviews				Kleinwasserkraft-Erzeugung gesamt Hochrechnungsergebnis			
	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral	Mittelw. über Alle	[MWh/EW]			aus: Mittelw. über Alle	[TWh]		
					Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral		Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral
	87.603	58.496	29.107		32,35	48,45	0,00		2,8	2,8	0,0
1	3.869	3.869			17,1	17,06			0,1	0,1	
2	27.494	9.623	17.871		6,0	17,06	0,0		0,2	0,2	0,0
3	7.845	6.718	1.127		14,6	17,06	0,0		0,1	0,1	0,0
4	34.417	31.145	3.272		68,8	76,01	0,0		2,4	2,4	0,0
5											
6	8.179	1.342	6.837		2,8	17,06	0,0		0,0	0,0	0,0
7	2.046	2.046			17,1	17,06	0,0		0,0	0,0	
8											
9	3.752	3.752			17,1	17,06	0,0		0,1	0,1	
10											
12											

Für das Jahr 2011 errechnet sich so ein Kleinwasserkraft-Stromerzeugungspotential von rd. 2,8 TWh.

Plausibilisierung des Hochrechnungsergebnisses

In UBA (2001, S. 69) wird für das Jahr 1996 eine Stromerzeugung aus Wasserkraft mit Anlagen unter 1 MW Leistung von 1,49 TWh angegeben. Für das Jahr 2005 wird unter Berücksichtigung eines Zubaus von 1.000 kleinen Wasserkraftwerken von einer Netto-stromerzeugung in Höhe von 1,73 TWh ausgegangen. Eine Zeittrend-Extrapolation dürfte danach für das Jahr 2011 eine Stromerzeugung aus Kleinwasserkraft von rd. 1,9 TWh erwarten lassen.

Die Arbeitsgemeinschaft Wasserkraftwerke Deutschland (4.800 Einzelmitglieder mit 7.500 Kleinwasserkraftwerken) beziffert in ihren Bundesinformationen vom 9.12.2012 die Jahresstromerzeugung mit 1,7 TWh; das zugehörige Bezugsjahr wird nicht genannt.

Ein Vergleich dieser Angaben mit der hier durchgeführten Hochrechnung für den GHD-Sektor, in der die Stromerzeugung durch Kleinwasserkraftwerke mit 2,8 TWh (davon Gruppe 4 mit 2,4 TWh) bezifferte wurde, deutet darauf hin, dass das hier hochgerechnete Ergebnis überzeichnet sein dürften. Die wesentliche Ursache für die Überzeichnung dürfte das hier mangels anderer vergleichbarer Daten gewählte Hochrechnungsverfahren über die Anzahl der Erwerbstätigen sein (siehe dazu Abschnitt 2.4). Dieses

führt bei den Wasserkraftanlagen der Gruppe 4 auf Grund der angegebenen Betriebsgröße (1 Erwerbstätiger pro Betrieb) zu einem zu hohen Erzeugungswert pro Mitarbeiter von 76 MWh/EW führt. Wir schätzen, dass das Hochrechnungsergebnis für die Stromerzeugung aus Kleinwasserkraft im GHD-Sektor dadurch um rund 1 TWh zu hoch liegen dürfte.

6.5 Wärmepumpen

Bei der telefonischen Kurzbefragung von 10.221 Arbeitsstätten aus dem GHD-Sektor gaben zunächst 765 Betriebe an, eine Wärmepumpe zu betreiben. Eine detailliertere Nachfrage („Was meinten Sie mit Wärmepumpe?“) führte dann zur Identifizierung von 467 Heizungspumpen und 36 sonstigen Anlagen, die damit nicht der Technologie „Wärmepumpe“ zugehörig waren und aus der weiteren Analyse ausgeschlossen wurden. Aus den verbleibenden 262 Arbeitsstätten mit Wärmepumpen konnten 21 Betriebe für ein Tiefeninterview gewonnen werden.

Für diese Anlagen ergeben sich nachfolgende Angaben:

Anlagenstandort

- 9 Anlagen finden sich in Betrieben des ländlichen Raums.
- 8 Anlagen stehen bei Betrieben im stadtnahen / stadtzentralen Bereich.
- bei 4 Anlagen fehlen die Angaben zum Standort.

Anlagenalter

- die Inbetriebnahme der Wärmepumpen reicht vom Jahr 1998 bis ins Jahr 2011.
- das Durchschnittsalter der Wärmepumpen beträgt 3,4 Jahre.

Anlagengröße

- die Spannweite der installierten elektrischen Leistung liegt zwischen 1 kW und 72 kW und beträgt im Mittel bei 21,5 kW_{el}.
- die Spannweite der thermischen Leistung der Wärmepumpen umfasst minimal 4 kW und maximal 330 kW, der Mittelwert beträgt 104,3 kW_{th}.

Wärmequelle

- 11 Anlagen nutzen das Erdreich als Wärmequelle, 4 Anlagen die Außenluft, 4 Anlagen Grund- oder Flusswasser; 2 Anlagen werden bei der Wärmerückgewinnung warmer Abluft eingesetzt.
- 3 Anlagen können sich mehrerer Wärmequellen bedienen.

Anlagenkennzahl

- im Mittel werden Arbeitszahlen von 4,07 erreicht.
- die mittlere Ausnutzungsdauer beträgt 659 h/a.
- die im Mittel sich ergebende Anzahl von Erwerbstätigen pro Wärmepumpe: 94 EW/WP-Anlage.

Mit vorgenannten mittleren Kennzahlen von elektrischer Leistung, Arbeitszahl, Ausnutzungsdauer und Erwerbstätigen pro Wärmepumpen-Anlage kann die im Mittel pro Erwerbstätigen pro „Betrieb mit Wärmepumpen“ gewonnene Wärme aus regenerativer Energie berechnet werden zu:

$$21,5 \frac{\text{kW}_{\text{el}}}{\text{Anlage}} * (4,07 - 1) * 659 \frac{\text{h}}{\text{a}} * \frac{1}{94,5} \frac{\text{Anlage}}{\text{EW}} = 460 \frac{\text{kWh}_{\text{th}}}{\text{EW}}$$

Bei einer Wärmepumpenquote von 2,56 % - ermittelt aus der Befragung von 10.221 Betrieben – und der gesamten Erwerbstätigenzahl in Deutschland von 33,84 Mio. errechnet sich ein regeneratives Wärmepotential bei Wärmepumpen im GHD-Sektor zu:

$$0,0256 * 33,84 * 10^6 \text{ EW} * 460 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{EW} = 398 \text{ GWh} \quad \text{oder} \quad \text{rd. } 0,4 \text{ TWh}$$

Eine weitere Analyse der Interview-Ergebnisse in Hinsicht auf den Parameter Wärmequelle oder auf den Einsatz nach Nutzern bzw. Gruppen ist auf Grund der geringen Fallzahlen nicht möglich.

Plausibilisierung des Hochrechnungsergebnisses

Die Satellitenbilanz „Erneuerbare Energieträger“ (AGEB 2012) gibt für das Jahr 2011 als vorläufigen Wert einen Beitrag der Wärmepumpen von 6.014 GWh für die Sektoren „Haushalte“ und „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ zusammen an. Davon werden dem Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ 321 GWh zugewiesen.

Das hier hochgerechnete Wärmepotential der Wärmepumpen im GHD-Sektor liegt mit knapp 400 GWh etwas höher und erscheint aufgrund der zugrunde liegenden Angaben trotz der relativ geringen auswertbaren Fallzahl als durchaus realistisch.

6.6 Feste Biomasse

Von 10.221 telefonisch befragten Betrieben erklärten 736 Betriebe „Feste Biomasse“ bei der betrieblichen Energieversorgung einzusetzen.

Bei den Tiefeninterviews wurden 95 Betriebe erfasst. Sie liefern die nachfolgenden Angaben:

Anlagenstandort

- 68 Anlagen haben ihren Standort im ländlichen Raum.
- 27 Anlagen finden sich in stadtnahen / stadtzentralen Bereichen.
- bei 1 Anlage gibt es keine Angabe zum Standort.

Anlagenalter

- die älteste Anlage wurde 1978, die jüngste Anlage 2011 in Betrieb genommen.
- 63 Anlagen bzw. 66 % sind jünger als 10 Jahre, 19 Anlagen oder 20 % sind zwischen 10 und 20 Jahre alt, 13 Anlagen oder rd. 14 % sind älter als 20 Jahre.

Anlagenbetrieb

- bei 87 Betrieben erfolgt ein Biomasseeinsatz zur Wärmeerzeugung.
- bei 8 Betrieben wird über Dampfturbinen Strom erzeugt; Angaben über eine evtl. Wärmeauskopplung liegen nicht, zur Stromerzeugung bei 4 Anlagen, vor.

Anlagengröße bei der Wärmeerzeugung

- die kleinste Anlage besitzt eine Wärme-Nennleistung von 6 kW, die größte eine solche von 3.500 kW.
- die mittlere Wärmeleistung aller Anlagen beträgt 173 kW

Regenerative Energiequelle

- bei 58 Anlagen wird vorbehandelte Biomasse (Hackschnitzel 36, Pellets 22) eingesetzt, bei 24 Anlagen Scheitholz und bei 14 Anlagen Waldholz.
- Abfallholz in Form von Restholz verwerten 12 Anlagen und 10 Anlagen verbrennen Bauholz.
- 23 Anlagen können mehrere der vorgenannten Bio-Brennstoffe einsetzen.

Anlagenbetreiber

- Betriebe aus den Gruppen 1 und 4 betreiben jeweils 19 Anlagen, solche aus den Gruppen 2 und 3 jeweils rd. 13 Anlagen, in den Gruppen 5 und 7 gibt es jeweils 5 Anlagen, Gruppe 6 ist mit 10 Anlagen und Gruppe 8 mit einer Anlage vertreten.
- die Landwirtschaft (Gruppe 9) ist mit 10 Anlagen beteiligt (Hinweis: Bei der Breitenenerhebung 2010 wurden 83 landwirtschaftliche Betriebe mit Holzeinsatz befragt.).

Anlagenbetrieb

- 60 Betriebe arbeiten monovalent.
- bei 35 Betrieben liegt eine bivalente Betriebsweise vor, davon stellt in 11 Fällen der Biomasse gespeiste Kessel die Hauptheizung dar, in 24 Fällen wird die Biomasse in Zusatzheizkesseln verfeuert und die Hauptheizung über andere Energieträger versorgt.

Anlagenkennwerte

- die mittlere Ausnutzungsdauer der Wärmeerzeugungsanlagen beträgt: 1.271 h/a; in ländlichen Betrieben liegt die Ausnutzungsdauer mit 1.308 h/a etwas höher als bei Betrieben im stadtnahen / stadtzentralen Raum; dort werden 1.214 h/a erreicht.
- ohne Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Betrieb liegt die mittlere Wärmeerzeugung liegt bei 6,6 MWh/EW*a; im ländlichen Bereich ergeben sich im Mittel 7,7 MWh/EW*a, im stadtnahen / stadtzentralen Bereich 5,2 MWh/EW*a.
- mit Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Betriebe aus den Tiefeninterviews und den 83 Betrieben aus der Breitenenerhebung 2010 ergibt sich bei Gruppe 9 (Landwirtschaft) eine spezifische Wärmeerzeugung von 92,8 MWh/EW.

Die Häufigkeitsverteilungen zum Anlagenalter, zur installierten thermischen Leistung und zum Energieeinsatz zur Wärmeerzeugung pro Erwerbstätigen sind in Abbildung 6-16, Abbildung 6-17 und Abbildung 6-18 enthalten. Die Darstellungen beziehen sich auf Betriebsangaben aus den Tiefeninterviews.

Abbildung 6-17: Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters von Anlagen mit feste Biomasse-Einsatz im GHD-Sektor

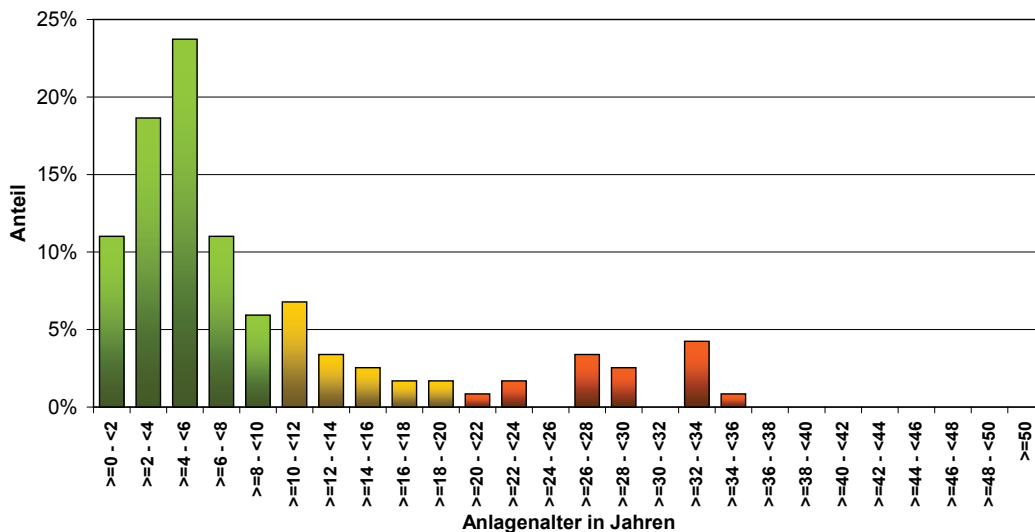


Abbildung 6-18: Häufigkeitsverteilung der inst. therm. Leistung (nur Anlagen zur Wärmeerzeugung) von Anlagen mit feste Biomasse-Einsatz im GHD-Sektor

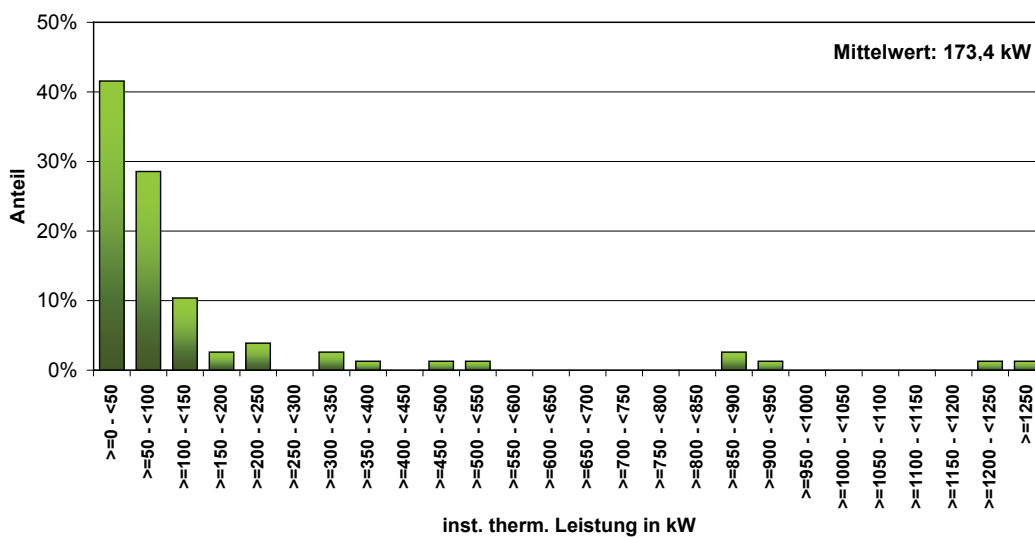
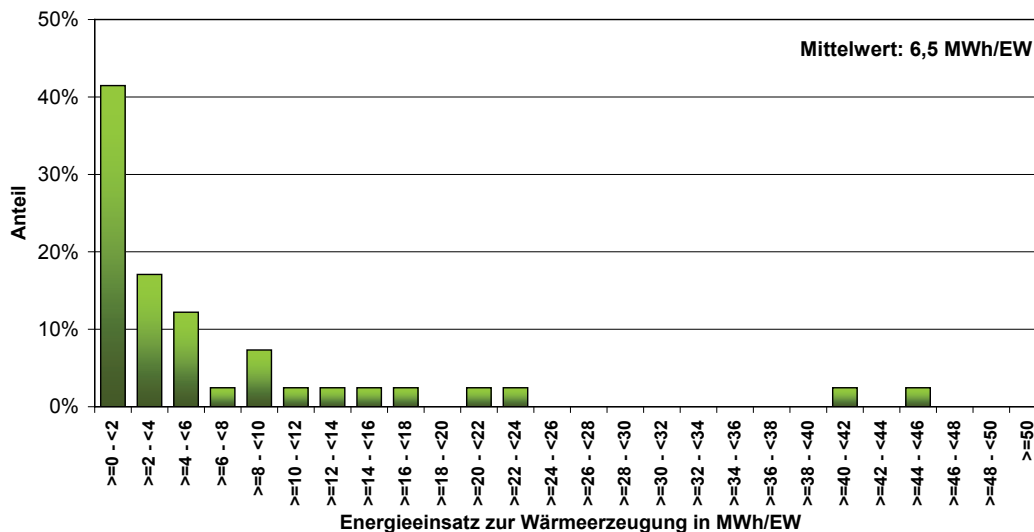


Abbildung 6-19: Häufigkeitsverteilung des Energieeinsatzes zu Wärmeerzeugung von Anlagen mit feste Biomasse-Einsatz im GHD-Sektor



Eine Hochrechnung des Energieverbrauches an fester Biomasse wird in Tabelle 6-7 vorgestellt. Sie beruht auf der Verknüpfung von verbrauchsspezifischen Kennwerten auf Gruppenebene und den zugehörigen Erwerbstätigenzahlen von Betrieben mit festen Biomasse Einsatz wobei nach ländlichen und stadtnahen / stadtzentralen Raum unterschieden werden kann. Mit 14,9 TWh liegt der Einsatz an fester Biomasse im ländlichen Raum fast 4-mal so hoch wie im stadtnahen / stadtzentralen Bereich. Insgesamt ergeben sich 18,6 TWh bis 18,7 TWh.

Tabelle 6-7: Hochrechnungsergebnisse zum Einsatz von fester Biomasse 2011

Grp. bzw. G/Sp	Mitarbeiter in Betrieben mit fester Biomasse Bilanzraum Deutschland 2011			feste Biomasse-Verbrauch pro Mitarbeiter Basis: Tiefeninterviews				feste Biomasse-Verbrauch gesamt Hochrechnungsergebnis			
	Alle	ländlich	stadtnah und stadt-zentral	Mittelw. über Alle	[MWh/EW]			aus: Mittelw. über Alle	[TWh]		
					Alle	ländlich	stadtnah und stadt-zentral		Alle	ländlich	stadtnah und stadt-zentral
	1.429.032	743.101	685.932	13,02	13,08	19,99	5,60	18,6	18,7	14,9	3,8
1	231.117	154.778	76.339	5,9	6,7	8,7	2,6	1,4	1,5	1,3	0,2
2	495.239	146.752	348.487	2,3	2,3	2,3	2,3	1,1	1,1	0,3	0,8
3	110.739	84.819	25.920	4,3	4,2	2,8	8,9	0,5	0,5	0,2	0,2
4	161.101	98.932	62.169	10,1	10,7	14,8	4,2	1,6	1,7	1,5	0,3
5	96.101	14.459	81.642	5,3	5,3	5,3	5,3	0,5	0,5	0,1	0,4
6	190.721	108.674	82.047	7,0	6,1	0,3	13,8	1,3	1,2	0,0	1,1
7	6.523	5.626	897	6,2	8,0	9,3	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0
8	626	626		6,2	9,3	9,3		0,0	0,0	0,0	
9	117.882	114.446	3.435	92,8	92,8	92,8	92,8	10,9	10,9	10,6	0,3
10	12.241	7.245	4.996	92,8	92,8	92,8	92,8	1,1	1,1	0,7	0,5
12	6.744	6.744		4,3	2,8	2,8		0,0	0,0	0,0	

Plausibilisierung des Hochrechnungsergebnisses

Die Satellitenbilanz „Erneuerbare Energieträger“ (AGEB 2012) gibt für das Jahr 2011 als vorläufigen Wert den Verbrauch an „Holz, Stroh, u. ä. feste Stoffe“ in den Sektoren „Haushalte“ und „GHD“ in Summe mit 67.511 GWh an. Davon werden dem GHD-Sektor in der Satellitenbilanz jedoch keine Anteile zugewiesen.

Der hier für den GHD-Sektor hochgerechnete Verbrauch an fester Biomasse entspräche mit rd. 18,6 TWh oder $18,6 \text{ TWh} / 67,5 \text{ TWh} = 0,27$ einem Anteil dieses Sektors von 27 % am gesamten Absatz fester Biomasse in den Sektoren Haushalte und GHD.

6.7 Flüssige Biomasse

Bei der telefonischen Befragung von 10.221 Arbeitsstätten im GHD-Sektor hatten 49 Betriebe angegeben, eine mit flüssiger Biomasse betriebene Anlage, vorwiegend ein BHKW, zu betreiben. Alle 49 Betriebe sollten über Tiefeninterviews nach weiteren und detaillierten technischen Informationen befragt werden.

Leider erklärten sich jedoch nur 10 Arbeitsstätten bereit, an einer weiteren Befragung teil zu nehmen und nur 6 Betriebe lieferten verwertbare Informationen, die aber für eine Charakterisierung und Typisierung des Anlagenbetriebes mit flüssiger Biomasse unzureichend sind und bedingt durch die niedrige Fallzahl eine Hochrechnung ausschließen.

6.8 Biogas

Bei der telefonischen Kurzbefragung von 10221 Arbeitsstätten wurden 86 Betriebe mit Biogasanlagen erfasst, die aufgrund der erfragten Betriebsweise das erzeugte Biogas zum BHKW-Betrieb, zur reinen Strom- oder Wärmeerzeugung einsetzten. Eine Einspeisung des erzeugten Biogases in ein Gasnetz war vorab ausgeschlossen worden. Tabelle 6-8 liefert hierzu einen Überblick

Getrennt nach den 12 Gruppen des GHD-Sektors sind die Ergebnisse der telefonischen Kurzbefragung wiedergegeben, wobei die Betriebe mit Angabe der Mitarbeiter, insgesamt und für den ländlichen Raum, enthalten sind. Weiter wird nach dem Biogaseinsatz für „Stromerzeugung“, „Strom- und Wärmeerzeugung“ und „Wärmeerzeugung“ unterschieden.

Aus diesen 86 Betrieben sollten im Zuge von Tiefeninterviews weitere und detailliertere Informationen gewonnen werden. Leider haben trotz Zusage bei der telefonischen Kurzbefragung eine große Anzahl von Betrieben eine intensivere Befragung abgelehnt,

so dass bei den Tiefeninterviews auch Betriebe einbezogen werden mussten, die nicht Teil der telefonischen Kurzbefragung waren. Bei diesen Betrieben konnte jedoch nicht mehr eindeutig gesichert werden, dass keine Biogaseinspeisung vorliegt.

Tabelle 6-8: Ergebnisse der telefonischen Befragung von 10.221 Betrieben zu Biogas-Anlagen im GHD-Sektor

Grp. bzw. Grp/Split	Anzahl befragte Betriebe	Betriebe mit Angabe der Mitarbeiterzahl						Betriebe mit Biogas											
		standort-unabhängig		Standort				Betriebe bzw. Mitarbeiter				Betriebsweise der Biogas-Anlage							
		Betriebe	Mitarbeiter	ländlich		stadtnah bzw. stadtzentral		standort-unabhängig		ländlich		stadtnah bzw. stadtzentral		Strom-erzeugung		Strom- u. Wärme-erzeugung		Wärme-erzeugung	
				Betriebe	Mitarbeiter	Betriebe	Mitarbeiter	Betriebe	Mitarbeiter	Anlagen	Mitarbeiter	Anlagen	Mitarbeiter	Anlagen	Mitarbeiter	Anlagen	Mitarbeiter	Anlagen	Mitarbeiter
	10221	8984	287313	4473	90561	4511	196752	86	7027	67	2965	19	4062	12	439	53	4507	21	2081
1	927	895	11430	525	5948	370	5482	1	5			1	5					1	5
2	2264	2087	122324	820	24439	1267	97885	18	4046	8	199	10	3847	3	367	11	2530	4	1149
3	1164	952	19255	518	9686	434	9569	5	177	3	165	2	12			2	37	3	140
4	2225	2118	33614	1008	14726	1110	18888	7	300	4	225	3	75	2	7	1	3	4	290
5	841	615	64386	239	17226	376	47160	4	566	3	495	1	71			3	524	1	42
6	1188	974	10906	487	3575	487	7331	3	5	2	3	1	2	1	1	1	2	1	2
7	675	607	14223	362	7688	245	6535	4	609	4	609	0	0			3	349	1	260
8	176	159	1844	67	755	92	1089												
9	456	360	5116	327	4640	33	476	43	1269	43	1269	0	0	6	64	31	1012	6	193
10	101	81	577	59	423	22	154												
12	204	136	3638	61	1455	75	2183	1	50			1	50			1	50		

Insofern ergeben sich zwangsläufig gewisse Vorbehalte bei der Berechnung der aus Biogasanlagen im GHD-Sektor erzeugten Strom- und Wärmemengen.

In die Tiefeninterviews waren insgesamt 51 Betriebe einbezogen; von diesen 51 Betrieben liegen bei 40 Betrieben eindeutige Angaben vor, bei 10 Betrieben ist die Biogasnutzung nicht ausreichend definiert, 1 Betrieb liefert keine verwertbaren Ergebnisse.

Die Auswertung der Angaben der 50 Betriebe mit Biogasanlage ergibt zum:

Anlagenstandort

- 44 Betriebe befinden sich im ländlichen Raum.
- 7 Betriebe finden sich im städtischen oder stadtnahen Bereich.

Anlagenalter

- die Baujahre der Erstinstallation reichen von 1988 bis 2011.
- rd. 8 % des Bestandes wurden vor dem Jahr 2000 errichtet, rd. 92 % nach dem oder im Jahr 2000.

Einsatz an erneuerbarer Energie

- 32 Anlagen setzen neben Gülle auch Mist oder Energiepflanzen ein.
- 5 Anlagen beschränken sich auf den ausschließlichen Einsatz von Energiepflanzen.
- 9 Anlagen nennen als Energieträger-Input „Deponiegas“ oder „Klärschlamm“.
- 5 Anlagen weisen aus: „Sonstiges Rohmaterial“

Anlagengröße

- die installierte elektrische Leistung reicht von 16 kW bis 1.672 kW.
- die Grenzen der installierten thermischen Leistung liegen bei minimal 32 kW und bei maximal 2.000 kW.

Netzeinspeisung

- von 47 Anlagen erfolgt bei 37 Anlagen eine 100 %-ige Netzeinspeisung des Erzeugten Stromes, bei 4 Anlagen eine teilweise Netzeinspeisung; 6 Betriebe speisen nicht ins öffentliche Stromnetz sondern decken den Eigenbedarf.

Betriebseinsatz

- bei 2 Anlagen erfolgt ein BHKW-Betrieb mit sehr geringer thermischer Auskopplung.
- ein BHKW-Teillastbetrieb ist bei 13 Anlagen gegeben.
- ein BHKW-Volllastbetrieb findet sich bei 13 Anlagen.
- bei 7 Anlagen erfolgt ein BHKW-Betrieb ohne thermische Auskopplung.
- eine ausschließliche Wärmeerzeugung liegt bei 4 Anlagen vor.
- nicht näher definierte Betriebsweisen ergeben sich bei 10 Anlagen.

Betreiber der Anlage

- 10 Anlagen werden von Gebietskörperschaften eingesetzt.
- 40 Anlagen finden sich in den Gruppen 1 und 3 bis 12, mit einem Schwerpunkt bei Gruppe 9, „Landwirtschaft“.

Eine grafische Übersicht zu technisch interessanten Fakten zeigen Abbildung 6-20 (Anlagenalter), Abbildung 6-21 (inst. elektr. Leistung), Abbildung 6-22 (installierte

Wärmeleistung), Abbildung 6-23, (Ausnutzungsdauer der inst. elektr. Leistung) und Abbildung 6-24 (Ausnutzungsdauer der installierten Wärmeleistung).

Die Häufigkeitsverteilungen verdeutlichen eine relativ große Bandbreite bei der installierten elektrischen Leistung und bei der installierten Wärmeleistung.

Abbildung 6-20: Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters von Biogas-Anlagen im GHD-Sektor

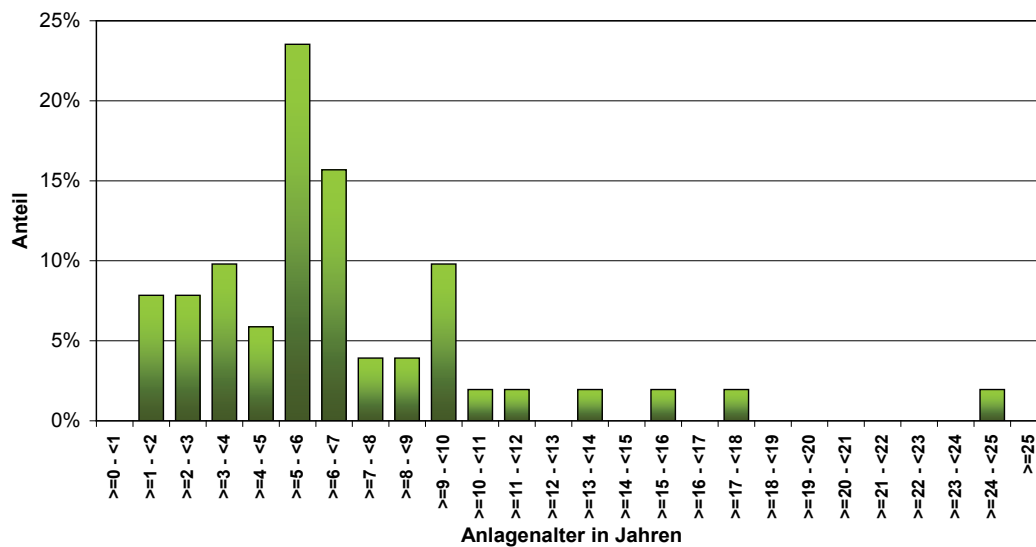


Abbildung 6-21: Häufigkeitsverteilung der installierten elektrischen Leistung von Biogas-Anlagen im GHD-Sektor

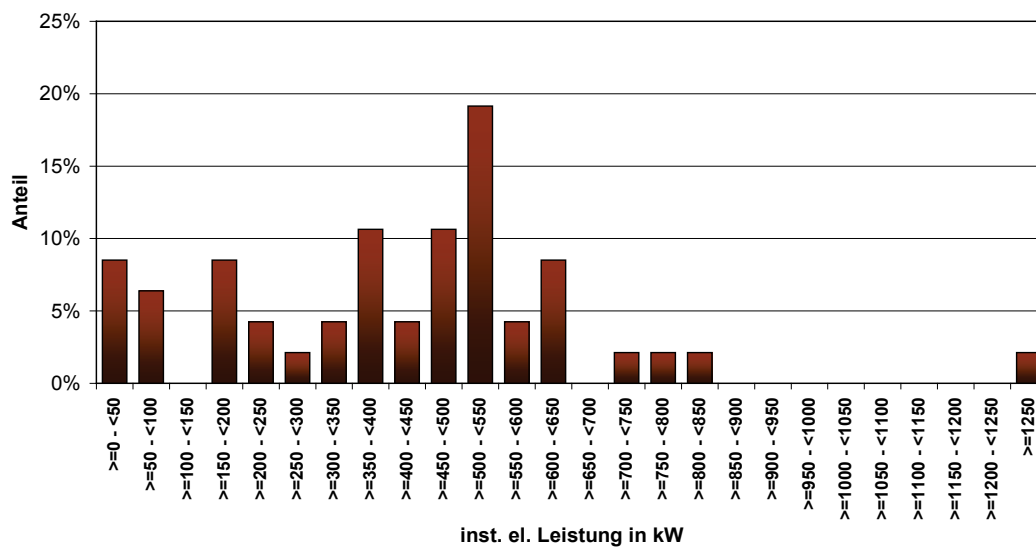
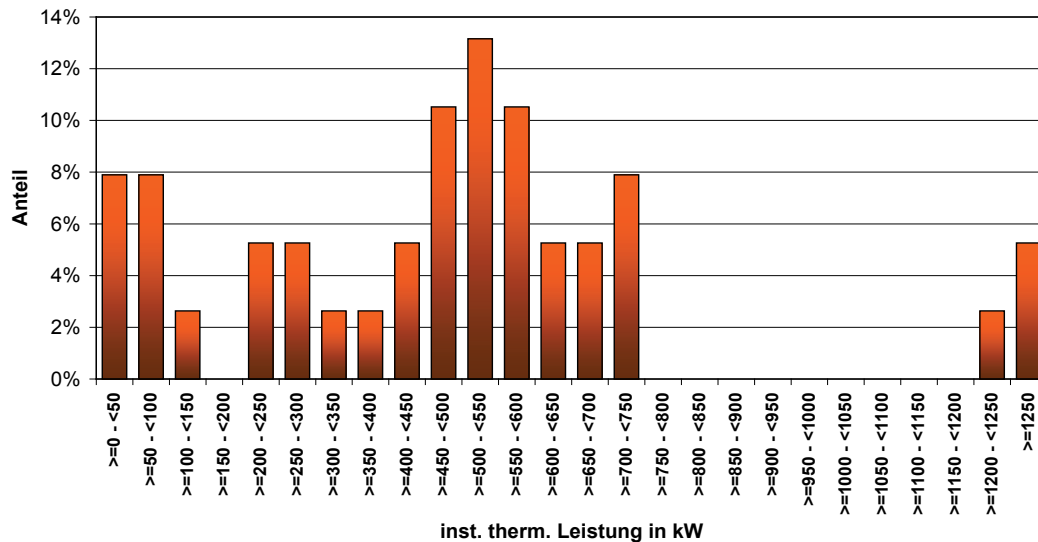


Abbildung 6-22: Häufigkeitsverteilung der installierten Wärmeleistung von Biogas-Anlagen im GHD-Sektor



Auffällig bei der Ausnutzungsdauer von installierter elektrischer Leistung und installierter Wärmeleistung sind die zum Teil sehr niedrigen Ausnutzungsdauern von weniger als 1.000 h/a. Diese werden tatsächlich erreicht und sind meistens gepaart mit relativ hohen Ausnutzungsdauern der anderen KWK-Komponente. Ausnutzungsdauern von über 8760 Stunden sind auf falsche Angaben zur Strom- oder Wärmeerzeugung zurückzuführen.

Abbildung 6-23: Häufigkeitsverteilung der Ausnutzungsdauer der installierten elektrischen Leistung von Biogas-Anlagen im GHD-Sektor

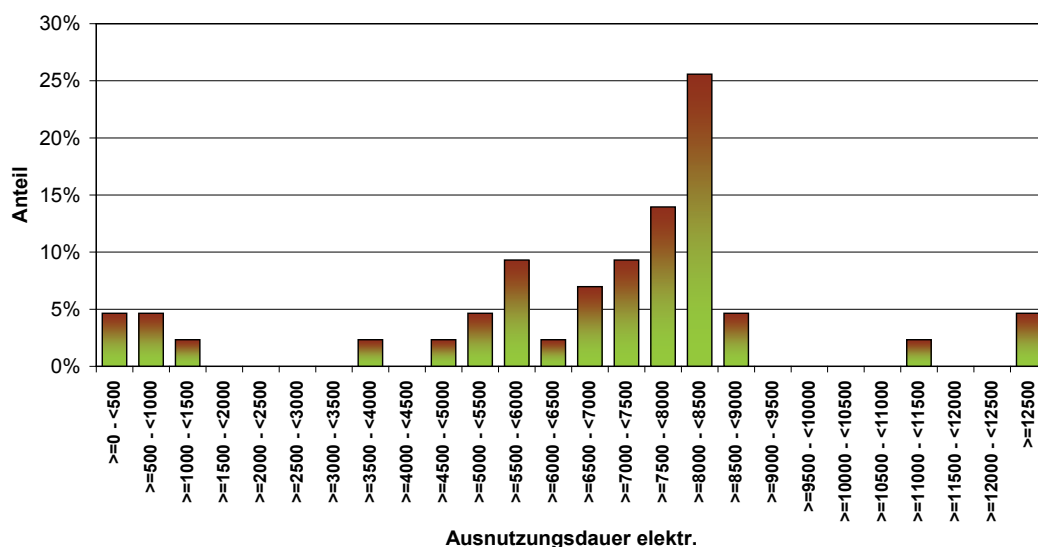
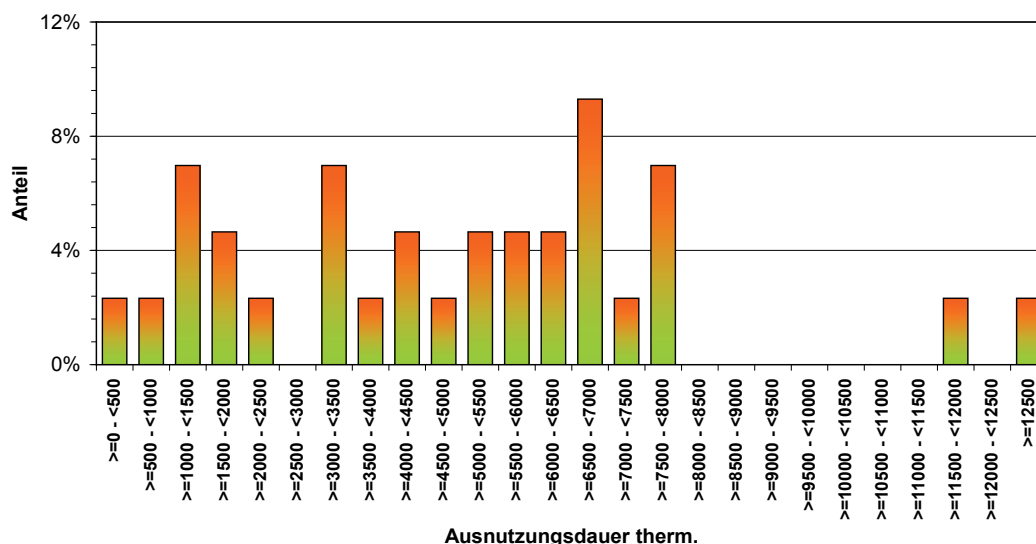


Abbildung 6-24: Häufigkeitsverteilung der Ausnutzungsdauer der installierten Wärmeleistung von Biogas-Anlagen im GHD-Sektor



Getrennt nach ländlichem und städtischen Standort werden in Tabelle 6-9 und in Tabelle 6-10 die Anzahl der Anlagen und der Erwerbstätigen sowie die Mittelwerte technischer Angaben vorgestellt.

Tabelle 6-9: Technische Angaben und Analysen von Biogas-Anlagen im ländlichen Bereich (GHD-Sektor)

2011/2012 Anlagen im ländlichen Bereich mit techn. Angaben und Analysen (Direktbefragung)	BHKW extrem niedrige Wärmeauskoppl.	BHKW im Teillastbetrieb	BHKW nahe Vollastbetrieb	BHKW reine Stromerzeugung	reine Wärmeerzeugung	Betriebsweise unbekannt	Gesamt
Anzahl der Betriebe mit Biogasanlage	2	12	10	7	3	9	43
Erwerbstätige in Betrieben mit Biogasanlage (EW)	94	342	676	189	352	302	1.955
Stromkennzahl	>10	1,95	0,87				
T_{el} Ausnutzungsdauer, elektrisch [h/a]	7.775	7.195	5.681	5.936	0	0	
inst. elektr. Leistung pro EW [kW/EW]	28,3	35,7	23,0	14,3	0,0	0,0	
w erzeugte elektr. Arbeit pro EW [MWh/EW]	220,3	257,1	130,9	84,9	0,0	0,0	
T_{th} Ausnutzungsdauer, thermisch [h/a]	499	3.572	5.200		7.500		
Quotient aus T_{th} zu T_{el}	0,06	0,50	0,92				
Erwerbstätigen-Anteile bei Betrieben mit:							
A1 definierter Betriebsweise	5,7%	20,7%	40,9%	11,4%	21,3%	100,0%	
A2 definierter und unbekannter Betriebsweise	4,8%	17,5%	34,6%	9,7%	18,0%	15,4%	100,0%
erzeugte elektr. Arbeit pro EW							
$w * A1$ [MWh/EW]	12,5	53,2	53,6	9,7	0,0		129,0
$w * A2$ [MWh/EW]	10,6	45,0	45,3	8,2	0,0	0,0	109,0

Tabelle 6-10: Technische Angaben und Analysen von Biogas-Anlagen im stadtnahen / stadtzentralen Bereich (GHD-Sektor)

2011/2012 Anlagen im stadtnahen und stadtzentralen Bereich mit techn. Angaben und Analysen (Direktbefragung)		BHKW extrem niedrige Wärmeauskoppl.	BHKW im Teillastbetrieb	BHKW nahe Vollastbetrieb	BHKW reine Stromerzeugung	reine Wärmeerzeugung	Betriebsweise unbekannt	Gesamt
Anzahl der Betriebe mit Biogasanlage		0	1	3	0	1	1	6
Erwerbstätige in Betrieben mit Biogasanlage (EW)		0	28	2.170	0	185	200	2.583
Stromkennzahl			0,55	0,69				
T_{el}	Ausnutzungsdauer, elektrisch [h/a]		7.200	5.214		0	0	
	inst. elektr. Leistung pro EW [kW/EW]		2,3	1,6		0,0	0,0	
w	erzeugte elektr. Arbeit pro EW [MWh/EW]		16,7	8,4		0,0	0,0	
T_{th}	Ausnutzungsdauer, thermisch [h/a]		5.000	4.167				
	Quotient aus T_{th} zu T_{el}		0,69	0,80				
Erwerbstätigen-Anteile bei Betrieben mit:								
A1	definierter Betriebsweise	0,0%	1,2%	91,1%	0,0%	7,8%	100,0%	
A2	definierter und unbekannter Betriebsweise	0,0%	1,1%	84,0%	0,0%	7,2%	7,7%	100,0%
erzeugte elektr. Arbeit pro EW								
	$w * A1$ [MWh/EW]		0,2	7,7		0,0		7,9
	$w * A2$ [MWh/EW]		0,2	7,1		0,0	0,0	7,3

So gilt für Biogas-Anlagen im ländlichen Bereich nach Tabelle 6-9:

- es liegen Angaben zu 43 Anlagen vor; die Summe aller Erwerbstätigen dieser Betriebe mit Biogas-Anlagen liegt bei 1.955.
- die Stromkennzahl (Verhältnis von elektrischer zu thermischer Leistung bei Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung) steigt von 0,87 (nahe Vollastbetrieb) über 1,95 (Teillastbetrieb) auf über 10 bei sehr niedriger Wärmeauskopplung.
- die Ausnutzungsdauer der elektrischen Leistung (Verhältnis von erzeugter Jahres-Strommenge zu installierter elektrischer Leistung) erreicht je nach Betriebsweise Werte zwischen 5.681 h/a und 7.775 h/a
- die Ausnutzungsdauer der thermischen Leistung (Verhältnis von ausgekoppelter Jahres-Wärmemenge zu installierter Wärmeleistung) steigt von 499 h/a bei sehr niedriger Wärmeauskopplung über 3.572 h/a bei Teillastbetrieb auf 5.200 h/a bei Übergang zu Vollastbetrieb.
- mit Zunahme der Wärmeauskopplung im BHKW-Betrieb gleichen sich die Werte von elektrischer und thermischer Ausnutzungsdauer mehr und mehr an; so steigt das Verhältnis von thermischer zu elektrischer Ausnutzungsdauer von 0,06 (niedrige

Wärmeauskopplung) über 0,50 bei Teillastbetrieb auf 0,92 bei Übergang zum Voll-
lastbetrieb.

- Bei ausschließlicher Stromerzeugung werden Ausnutzungsdauern von knapp 6.000 h/a erreicht, die als „eher unterdurchschnittlich“ einzustufen sind.
- Bei reiner Wärmeerzeugung (1 Anlage) wird in diesem einen Falle eine Ausnutzungsdauer von 7.500 h/a erreicht; es handelt sich um einen Betrieb aus der Gruppe „Sonst. betriebl. Dienstleistungen“. Hier ist der relativ seltene Fall eines kontinuierlichen Wärmebedarfs zu unterstellen, der über die Biogas-Anlage gedeckt wird.
- die über alle Anlagen ermittelte „erzeugte elektrische Arbeit pro EW“ umfasst die beiden Werte 129 MWh/EW und 109 MWh/EW (siehe letzte Spalte, letzte Zeile); sie unterscheiden sich, weil der niedrigere Wert auch die Zahl der Erwerbstätigen in Betrieben mit Biogas-Anlagen „Betriebsweise unbekannt“ enthält.

Für Biogas-Anlagen die im städtischen oder stadtnahen Bereich betrieben werden, gilt nach Tabelle 6-10:

- die Anlagen werden überwiegend im BHKW-Betrieb eingesetzt und erreichen je nach Betriebsführung (strom- oder wärmegeführt) elektrische Ausnutzungsdauern zwischen 5.214 h/a und 7.200 h/a; die zugehörigen thermischen Ausnutzungsdauern betragen 4.167 h/a bzw. 5.000 h/a.
- alle in Tabelle 6-10 erfassten Anlagen werden von kommunalen Gebietskörperschaften betrieben, die den erzeugten Strom in das Stromnetz einspeisen. Es ist davon auszugehen, dass es sich hierbei um Anlagen handelt, die zum Anlagenpark kommunaler Energieversorgung gehören, Bestandteil des „Umwandlungsbereiches“ sind und daher wohl nicht dem GHD-Bereich zuzuordnen sind.

Auf Grundlage der in Tabelle 6-9 und Tabelle 6-10 ermittelten Kennwerten, den Angaben zum Bestand an Biogas-Anlagen (telefonische Interviews bei 10.221 Betrieben) und der Gesamtzahl an Erwerbstätigen in Deutschland kann mit Tabelle 6-11 die Anzahl an „Erwerbstätigen bzw. Mitarbeitern in Betrieben mit Biogas“ (insgesamt 232.356, davon 117.813 im ländlichen Raum und 114.543 im städtischen und stadtnahen Bereich) ermittelt werden und die mit Biogasanlagen erzeugte Jahresstrommenge hochgerechnet werden.

Je nach Randbedingungen der Hochrechnung wie

- Hochrechnung ohne Anlagen mit „nicht definierter Betriebsweise“ bzw.
- Hochrechnung einschließlich der Anlagen mit „nicht definierter Betriebsweise“

ergeben sich Werte zwischen 13,5 TWh und 15,9 TWh an erzeugter Strommenge für das Jahr 2011.

Tabelle 6-11: Hochrechnungsergebnisse zur Stromerzeugung aus Biogas im GHD-Sektor

Grp. bzw. G/Sp	Mitarbeiter in Betrieben mit Biogas Bilanzraum Deutschland 2011			Hochrechnung ohne Anlagen mit "nicht definierter Betriebsweise"						Hochrechnung einschließlich der Anlagen mit "nicht definierter Betriebsweise"					
	Alle	ländl.	stadtnah und stadt-zentral	Strom aus Biogas pro Mitarbeiter			Strom aus Biogas gesamt			Strom aus Biogas pro Mitarbeiter			Strom aus Biogas gesamt		
				Alle	ländl.	stadtnah und stadt-zentral	Alle	ländl.	stadtnah und stadt-zentral	Alle	ländl.	stadtnah und stadt-zentral	Alle	ländl.	stadtnah und stadt-zentral
				[MWh/EW]			[TWh]			[MWh/EW]			[TWh]		
	232.356	117.813	114.543	129,0	7,9		15,9	15,2	0,7	109,0	7,3		13,5	12,8	0,7
1				129,0						109,0					
2	108.602	19.246	89.356	129,0	7,9		3,2	2,5	0,7	109,0	7,3		2,8	2,1	0,7
3	4.773	2.519	2.254	129,0			0,3	0,3		109,0			0,3	0,3	
4	17.144	7.328	9.816	129,0			0,9	0,9		109,0			0,8	0,8	
5	10.618	4.338	6.280	129,0			0,6	0,6		109,0			0,5	0,5	
6	9.521	2.683	6.837	129,0			0,3	0,3		109,0			0,3	0,3	
7	1.023	1.023		129,0			0,1	0,1		109,0			0,1	0,1	
8				129,0						109,0					
9	80.675	80.675		129,0			10,4	10,4		109,0			8,8	8,8	
10				129,0						109,0					
12				129,0						109,0					

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die unter Gruppe 2 ausgewiesenen Strommengen von 2,8 TWh bzw. 3,2 TWh den städtischen Energie-Versorgungsanlagen zuzurechnen sind, die entsprechend dem von der „Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen“ definierten Strukturaufbau der Energiebilanz für Deutschland im Umwandlungsausstoß des „Umwandlungsbereiches“ enthalten sein müssten.

Damit ergibt sich unter diesem Aspekt ein Stromerzeugungspotential von Biogasanlagen im GHD-Sektor von

$$13,5 \text{ TWh} - 2,8 \text{ TWh} = 10,7 \text{ TWh} \text{ bzw.}$$

$$15,9 \text{ TWh} - 3,2 \text{ TWh} = 12,7 \text{ TWh.}$$

Plausibilisierung des Hochrechnungsergebnisses

Der Fachverband Biogas (2012) gibt für das Jahr 2011 und den Gesamtbestand an Biogasanlagen eine Nettostromerzeugung von 18,4 TWh an. Im Jahr 2010 betrug diese 14,82 TWh.

Die hier hochgerechnete Nettostromerzeugung im GHD-Sektor des Jahres 2011 liegt mit den angegebenen 10,7 TWh bzw. 12,7 TWh bei einem Anteil von rd. 58 % bis 69 % der gesamten Nettostromerzeugung von 18,4 TWh – ein durchaus plausibles Ergebnis.

6.9 Bio-Treibstoffe

Bei den Tiefeninterviews lieferten lediglich 10 Betriebe Angaben zum Einsatz an Bio-treibstoffen.

- Bei 9 Betrieben wird der Fahrzeugbestand, differenziert nach PKW, Lieferwagen, LKW und sonst. Nutzfahrzeuge angegeben,
- bei 7 Betrieben der Bio-Treibstoffverbrauch,
- bei 8 Betrieben die jährliche Fahrleistung, zum Teil differenziert nach Fahrzeugart.

Insgesamt plausible Angaben für alle für die Hochrechnung erforderlichen Daten ergaben sich jedoch nur bei 2 Betrieben. Eine belastbare Aussage zum Einsatz von Bio-Treibstoffen im GHD-Sektor ist auf dieser Grundlage jedoch nicht möglich.

6.10 BHKW-Anlagen mit fossilen Brennstoffen

Von 10.221 befragten Betrieben gaben 393 Betriebe bzw. 3,8 % an, ein BHKW zu betreiben. Aus diesen Betrieben wurden 46 ausgewählt, die im Zuge von Vor-Ort Interviews nachfolgende Informationen lieferten:

Anlagenstandort

- 16 Betriebe mit BHKW-Anlagen bzw. 35 % befinden sich im ländlichen, 26 Betriebe mit BHKW-Anlagen bzw. 56 % liegen im stadtnahen / stadtzentralen Raum.
- von 4 Betrieben bzw. 9 % fehlt die Angabe zu einem Standort.

Anlagenalter

- das älteste BHKW wurde im Jahr 1990, das neueste BHKW im Jahr 2011 installiert.
- das mittlere Anlagenalter beträgt 8,3 Jahre.

Eingesetzte Brennstoffe

- vorwiegend wird Erdgas (37 Betriebe oder 80 %) eingesetzt, gefolgt von Dieselöl (7 Betriebe bzw. 15 %).
- in 2 Betrieben werden die BHKW mit sonstigen fossilen Energieträgern beschickt.

Installierte Leistungen

- die Summe der installierte elektrische Leistungen der BHKW je Betrieb reicht von 2 kW bis 1.980 kW, die mittlere elektrische Leistung beträgt 135,4 kW.
- die Summe der installierte thermische Leistung der BHKW je Betrieb umfasst einen Bereich von 3 kW bis 2.680 kW; im Mittel beträgt die Wärmeleistung 286,5 kW.

Ausnutzungsdauern

- die elektrische Ausnutzungsdauer der BHKW (29 Betriebe) beträgt im Mittel 5.041 h/a bei einer Bandbreite von 1.346 h/a bis 8.778 h/a.
- die thermische Ausnutzungsdauer erreicht im Mittel einen Wert von 4.106 h/a, der minimale Wert beträgt 399 h/a, der maximale Wert 8.333 h/a.

Stromkennzahl

- die Stromkennzahl, gebildet aus den Leistungswerten von Strom und Wärme ergibt einen Wert im Mittel von 0,54.
- die Stromkennzahl, gebildet aus dem Quotienten von erzeugter Strom- zu abgegebener Wärmemenge ergibt im praktischen Betrieb einen Wert von 0,64, was auf eine prioritatisch wärmegeführte Betriebsweise hindeutet; die Bandbreite der Werte liegt zwischen minimal 0,33 und maximal 1,67.

Netzeinspeisung

- bei 12 Betrieben (26 %) wird die erzeugte Strommenge komplett ins Netz eingespeist, bei 21 Betrieben (45 %) erfolgt eine teilweise Einspeisung, bei 13 Betrieben (28 %) dient die Stromerzeugung nur der Eigenbedarfsdeckung.
- die erzeugte Wärme wird immer in das eigene Haus-Heiznetz abgegeben; in 13 Fällen fußt die Heizwärmeversorgung auf dem alleinigen Einsatz eines BHKW, ansonsten existiert die bivalente Betriebsweise (in Kombination mit einem konventionellen Heizkessel).

Stromerzeugung pro Erwerbstätigen

- die Einzelwerte liegen bei 27 Betrieben zwischen 0,01 kWh/EW und 125 kWh/EW.
- der Mittelwert über 27 Betriebe erreicht den Kennwert 13,61 MWh/EW.

Wärmeerzeugung pro Erwerbstätigen

- die Einzelwerte haben eine Bandbreite von 0,004 kWh/EW bis 88,24 kWh/EW.
- der mittlere Ertragswert der Wärmeerzeugung pro Erwerbstätigen beträgt 16,79 kWh/EW.

In Abbildung 6-25 wird die Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters dargestellt. Abbildung 6-26 und Abbildung 6-27 zeigen als Häufigkeitsverteilung die spezifischen Ertragswerte von Strom und Wärme der BHKW. In beiden Darstellungen ergibt sich erwartungsgemäß ein mit wachsender Strom- bzw. Wärmemenge pro Erwerbstätigen degressiver Verlauf.

Abbildung 6-25: Häufigkeitsverteilung des Anlagenalters von BHKW-Anlagen im GHD-Sektor

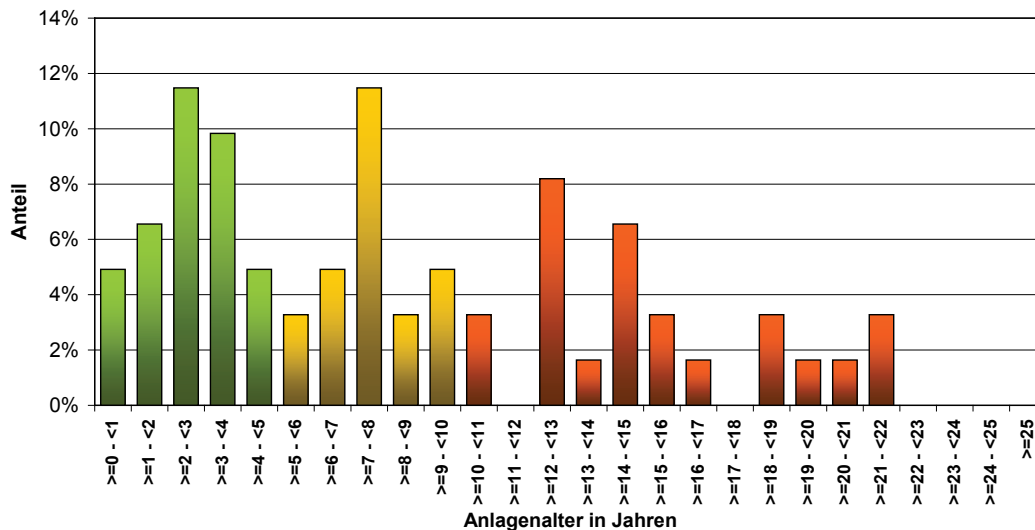


Abbildung 6-26: Häufigkeitsverteilung der erzeugten Strommenge pro Mitarbeiter im GHD-Sektor

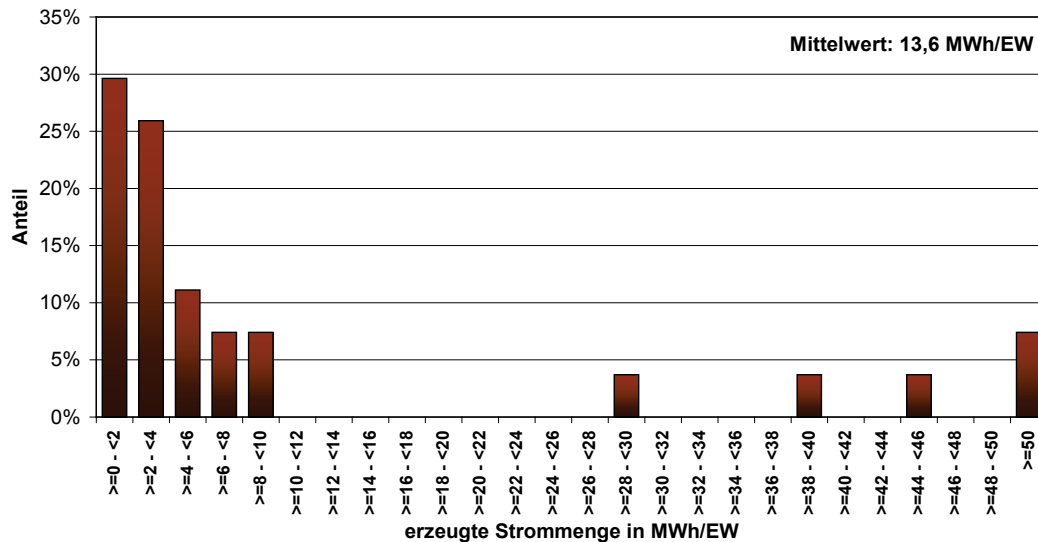
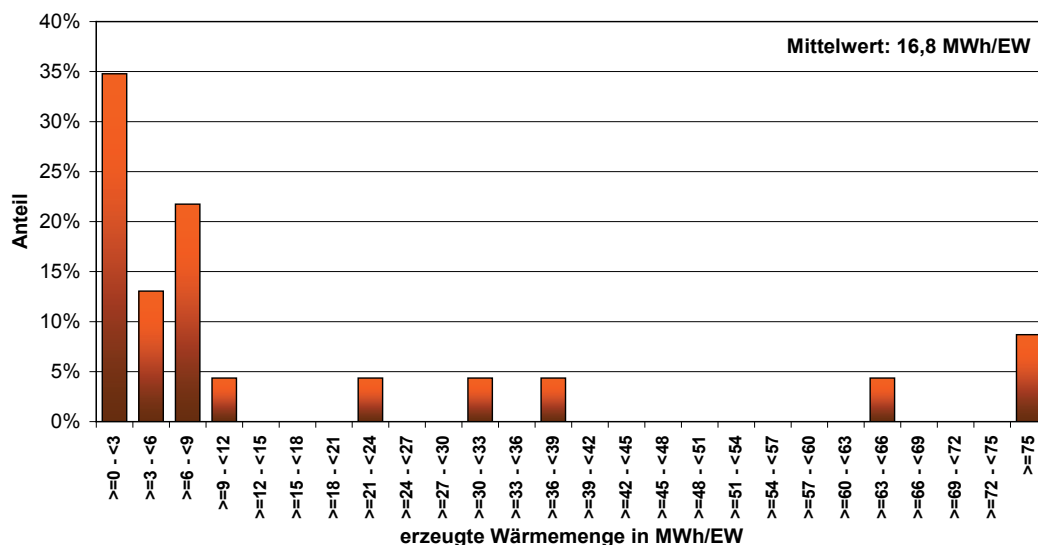


Abbildung 6-27: Häufigkeitsverteilung der erzeugte Wärmemenge pro Mitarbeiter im GHD-Sektor



Auf der Grundlage der ermittelten Strom- und Wärmemengen pro Erwerbstätigen erfolgt in Tabelle 6-12 die Hochrechnung der gesamten Stromerzeugung aus BHKW-Betrieb im GHD-Sektor Deutschlands und in Tabelle 6-13 die der entsprechenden Wärmemenge. Das so ermittelte elektrische Potential liegt bei 16,1 TWh, das Wärmepotential errechnet sich zu 19,9 TWh.

Tabelle 6-12: Hochrechnung der Stromerzeugung von BHKW, GHD-Sektor

Grp. bzw. G/Sp	Mitarbeiter in Betrieben mit BHKW Bilanzraum Deutschland 2011			BHKW-Stromerzeugung pro Mitarbeiter Basis: Tiefeninterviews				BHKW-Stromerzeugung gesamt Hochrechnungsergebnis			
	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral	Mittelw. über Alle	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral	aus: Mittelw. über Alle	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral
	1.183.638	308.465	875.173	13,61				16,1			
1	30.693	11.608	19.085	13,6				0,4			
2	489.396	96.231	393.164	13,6				6,7			
3	14.054	5.039	9.016	13,6				0,2			
4	78.786	32.977	45.809	13,6				1,1			
5	352.552	44.824	307.728	13,6				4,8			
6	118.401	29.516	88.884	13,6				1,6			
7	6.696	4.603	2.093	13,6				0,1			
8											
9	80.358	76.923	3.435	13,6				1,1			
10											
12	12.703	6.744	5.959	13,6				0,2			

Tabelle 6-13: Hochrechnung der Wärmeerzeugung von BHKW, GHD-Sektor

Grp. bzw. G/Sp	Mitarbeiter in Betrieben mit BHKW Bilanzraum Deutschland 2011			BHKW-Wärmeerzeugung pro Mitarbeiter Basis: Tiefeninterviews				BHKW-Wärmeerzeugung gesamt Hochrechnungsergebnis			
	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral	Mittelw. über Alle	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral	aus: Mittelw. über Alle	Alle	ländlich	stadtnah und stadt- zentral
	1.183.638	308.465	875.173	16,79				19,9			
1	30.693	11.608	19.085	16,8				0,5			
2	489.396	96.231	393.164	16,8				8,2			
3	14.054	5.039	9.016	16,8				0,2			
4	78.786	32.977	45.809	16,8				1,3			
5	352.552	44.824	307.728	16,8				5,9			
6	118.401	29.516	88.884	16,8				2,0			
7	6.696	4.603	2.093	16,8				0,1			
8											
9	80.358	76.923	3.435	16,8				1,3			
10											
12	12.703	6.744	5.959	16,8				0,2			

7 Abschließender Abgleich der Hochrechnungsergebnisse mit sekundären Datenquellen

Der Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebilanz in Deutschland ist quantitativ nur in Grenzen bezifferbar, da die abgesetzten Mengen weder eine amtliche Wägung noch eine physikalisch eindeutige Bewertung beinhalten können. Auch dort wo gemessen wird, kann die Summe aller Messungen sicherlich nur näherungsweise den wahren Wert wiedergeben. Daran wird auch eine Intensivierung der Bemühungen um noch belastbarere Erfassung der Beiträge zur regenerativen Energienutzung nur wenig ändern können.

In dieser Studie wurden für einzelne regenerative Energieträger die Erzeugungs- und Verbrauchsmengen im GHD-Sektor über ein Stichprobenverfahren hochgerechnet und die Ergebnisse anderen, verglichen mit den Kapitel 2.4 zum Teil aktuelleren, Datenquellen gegenübergestellt.

Eine abschließende Übersicht zu diesem Abgleich zeigt Tabelle 7-1.

Tabelle 7-1: Vergleich der Hochrechnungsergebnisse mit sekundären Datenquellen

Erneuerbarer Energieträger	Hochrechnung für GHD-Sektor		Referenzquelle / Institution			Bilanzraum*
	Jahr	Wert	Jahr	Wert		
Solarthermie						
Fläche	2011	4,42 Mio. m ²	2011	15,2 Mio. m ²	BMU 2012	DEU
Wärmeertrag	2011	1,63 TWh bzw. 1,85 TWh	2011	5,6 TWh	BMU 2012	DEU
Photovoltaik						
Stromerzeugung	2011	11,3 TWh bzw. 12,6 TWh	2011	19,3 TWh	BMU 2012	DEU
Kleinwasserkraft						
Stromerzeugung	2011	2,8 TWh	2011	1,7 TWh	ARGE Wasserkraftwerke 2012	DEU
Wärmepumpen						
Wärmeertrag	2011	0,398 TWh	2011	0,321 TWh	AGEB 2012 (Satellitenbilanz, vorl.)	GHD
Feste Biomasse						
Energieeinsatz	2011	18,6 TWh	2011	0,0 TWh	AGEB 2012 (Satellitenbilanz, vorl.)	GHD
Biogas						
Stromerzeugung	2011	10,7 TWh bzw. 12,7 TWh	2011	18,4 TWh	Fachverband Biogas 2012	DEU

* DEU = Deutschland gesamt; GHD = nur Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Wir beurteilen die für den GHD-Sektor hochgerechneten Energiewerte vor diesem Hintergrund – von dem als um rund 1 TWh überzeichnet eingeschätzten Ergebnis für die Kleinwasserkraftwerke abgesehen – als durchaus plausibel und belastbar. Für Windenergie, Bio-Treibstoffe und flüssige Biomasse konnte allerdings aufgrund der zu geringen auswertbaren Fallzahl keine belastbare Hochrechnung für den GHD-Sektor erfolgen.

Die Vermutung, dass gerade beim Einsatz regenerativer Energie der Standortfaktor einen Einfluss haben könnte, erwies sich als zutreffend. Die bei dieser Befragung erstmals getroffene Unterscheidung des Standortes von Betrieben nach „ländlicher“ und „stadtnaher / stadtzentraler“ Lage lieferte damit wichtige neue Erkenntnisse zum Einsatz erneuerbarer Energien im GHD-Sektor und führte nach unserer Einschätzung zu einer höheren Belastbarkeit der hier dargestellten Hochrechnungsergebnisse für den GHD-Sektor als in der vorhergehenden Befragung (Fraunhofer ISI et al. 2009).

8 Literatur

AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) (2011): Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland 1990-2010 und Auswertungstabellen sowie Satellitenbilanzen. Stand 4.7.2011. DIW Berlin, EEFA, Köln <http://www.ag-energiebilanzen.de>

AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) (2012): Auswertungstabellen zur Energiebilanz 1990-2011 (Stand September 2012) sowie persönliche (vorläufige) Angaben zur Satellitenbilanzen 2011 (Stand 06.08.2012). DIW Berlin, EEFA, Köln <http://www.ag-energiebilanzen.de>

AGEE-Stat (Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik) (2011 und 2012): Zeitreihen zur Entwicklung erneuerbarer Energien in Deutschland. Stand Juli 2011 und Juli 2012

ARGE Monitoring PV Anlagen (2008): Monitoring zur Wirkung des novellierten EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Solarenergie, insbesondere der Photovoltaik-Freiflächen; Ergänzungsbericht 2007; Stand 10.04.2008

Arbeitsgemeinschaft Wasserkraftwerke Deutschland (AWK-D): Bundesinformationen. Stand 9.12.2012. <http://www.wasserkraft.org/wasserkraft-bund>

BBE (2011): Der Bioenergiemarkt in Zahlen 2010. Bundesverband BioEnergie e.V. Abgerufen Mai 2011 (http://www.bioenergie.de/index.php?option=com_content&view=article&id=290&Itemid=6).

BDH (2011): Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie und Umwelttechnik; Marktdaten; <http://bdh-koeln.de/publikationen/broschueren.html>

BMU (2012): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung. Stand Juli 2012. http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/erneuerbare-energien-in-zahlen/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=937&cHash=03425683fa2cbd133f5373a399a86ed2

BSW-Solar: Bundesverband Solarwirtschaft; Statistische Zahlen der deutschen Solarbranche (Photovoltaik); Faktenpapiere; (<http://www.solarwirtschaft.de>)

BSW-Solar (2011a): "Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche." Bundesverband Solarwirtschaft e.V., Berlin. Abgerufen June 28, 2010 (www.solarwirtschaft.de/).

- BSW-Solar (2011b): "Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche." Bundesverband Solarwirtschaft e.V., Berlin. Abgerufen June 28, 2010 (www.solarwirtschaft.de/).
- DBFZ (2010): "Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse." Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ); im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- DBFZ (2011); "Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor) – Endbericht." Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ); gefördert durch das Umweltbundesamt.
- DGS (2011): "EnergyMap - EEG Anlagenregister." Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS). Abgerufen Mai 2011 (<http://www.energymap.info/download.html>).
- Fraunhofer ISI, DIW, GfK, IE, IfE/TUM (2004): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe, Berlin, Nürnberg, Leipzig, München, April 2004 (im Bericht auch zitiert als (Vorgänger)Studie /2/)
- Fraunhofer ISI, IfE/TUM, GfK (2009): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Karlsruhe, München, Nürnberg, Mai 2009 (*im Bericht auch zitiert als (Vorgänger)Studie /3/*). http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/x/projekte/ghd_314889_sm.php
- Fachverband Biogas e.V. (2012): Branchenzahlen 2011 und Branchenentwicklung 2012/2013; Stand 06/2012; [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/12-06-01_Biogas%20Branchenzahlen%202011-2012-2013.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/12-06-01_Biogas%20Branchenzahlen%202011-2012-2013.pdf)
- FVB (2011): "BIOGAS - Branchenzahlen." Fachverband Biogas e.V. Abgerufen Mai 2011 (http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen).
- Geiger, B., Gruber, E., Megele, W. (1999): Energieverbrauch und Einsparung in Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Heidelberg: Physica-Verlag (*im Bericht auch zitiert als (Vorgänger)Studie /1/*)
- GtV (2011): "Geothermie in Zahlen." GtV - Bundesverband Geothermie e.V. Abgerufen Mai 2011 (<http://www.geothermie.de/aktuelles/geothermie-in-zahlen.html>).

GZB (2010): "Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes Bestandsaufnahme und Trends." Geothermie Zentrum Bochum im Auftrag vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW).

Musiol, F., Nieder, T.(2011); Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland in den Jahren 2010 und 2011. AGEE-Stat & ZSW.

Prognos, EWI, GWS (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Basel, Köln, Osnabrück, 27. September 2010.

UBA (Umweltbundesamt; Hrsg.) (2001): Wasserkraftanlagen als erneuerbare Energiequelle – rechtliche und ökologische Aspekte. Berlin

ANHANG

Anhang 1: Quotierung zur Sondererhebung zu erneuerbaren Energien für das Kalenderjahr 2010

Quotierung			Quotierung für GHD (Breitenerhebung)		Quotierung für GHD (Breitenerhebung) in %		Quotierung für Kurzbefragung	
Grp. No.	Split	SubSplit	2000		100%		10.000	
1	Baugewerbe			172		9%		860
	9: Baugewerbe		172		9%		860	
2	Büroähnliche Betriebe			422		21%		2.110
	14: Kreditinstitute u. Versicherungen		110		6%		550	
	17: Verlagsgewerbe		11		1%		55	
	18: Sonst. betr. Dienstleistungen		208		10%		1.040	
	20: Gebietskörpersch. u. Sozialversich.		78		4%		390	
	N3: Deutsche Bundespost / Postdienst		5		0%		25	
	N5: Postbank		0		0%		0	
	N4: Telekom		5		0%		25	
	N6: Deutsche Bahn AG		5		0%		25	
3	Herstellungsbetriebe			217		11%		1.085
	1: Metallgewerbe		91		5%		455	
	2: KFZ-Gewerbe		30		2%		150	
	3: Holzgewerbe		66		3%		330	
	4: Papier- u. Druckgewerbe		30		2%		150	
4	Handel			430		22%		2.150
	12: Einzelhandel		271		14%		1.355	
	13: Großhandel		149		7%		745	
	N2: Handelsvermittlungen		10		1%		50	
5	Krankenhäuser, Schulen, Bäder			200		10%		1.000
	21: Krankenhäuser		80		4%		400	
	22: Schulen		90		5%		450	
	23: Bäder		30		2%		150	
6	Beherbergung, Gaststätten, Heime			236		12%		1.180
	15: Beherbergungsgewerbe		83		4%		415	
	16: Gaststättengewerbe		83		4%		415	
	19: Org. ohne Erwerbszweck und Heime		70		4%		350	
7	Nahrungsmittelgewerbe			138		7%		690
	5: Backgewerbe		58		3%		290	
	6: Fleischereien		60		3%		300	
	7: Restl. Nahrungsmittelgewerbe		20		1%		100	
8	Wäschereien			35		2%		175
	8: Wäschereien u. (chem.) Reinigungen		35		2%		175	
9	Landwirtschaft			90		5%		450
	10: Landwirtschaft		90		5%		450	
10	Gartenbau			20		1%		100
	11: Gartenbau u. Gärtnereien		20		1%		100	
12	Textil, Bekleidung, Leder			40		2%		200
	N1: Bekleidung, Leder, Textil		15		1%		75	
	N9: Spedit., Lagerei, Nebentätigkeiten im Straßenverkehr		25		1%		125	
Gesamt			2000	2000	100%	100%	10.000	10.000

**Anhang 2: Fragebogen für die telefonische Kurzbefragung
zu erneuerbaren Energien im GHD-Sektor**

Telefonische Kurzbefragung zum

„Einsatz erneuerbarer Energieträger im GHD-Sektor“

I. STRUKTURTEIL

1. Wie viele Mitarbeiter sind insgesamt in Ihrem Betrieb beschäftigt?

(Int.: Betrieb = gesamte Betriebseinheit an der befragten Adresse, keine ausgelagerten Betriebsteile)

Genauere Anzahl: _____

Falls genaue Anzahl nicht möglich:

In welche der folgenden Klassen, die ich Ihnen vorlese, liegt denn die Mitarbeiteranzahl?

1 – 4 Mitarbeiter

5 – 9 Mitarbeiter

10 – 19 Mitarbeiter

20 Mitarbeiter und mehr

2. Gehört Ihr Betrieb _____ (bitte Branche einfügen) an?

Ja --> Bitte weiter mit Frage 3.

Nein --> Bitte weiter mit Frage 2.1

2.1 Welcher Branche gehört Ihr Betrieb an?

(Bitte Branchen einblenden. Zutreffende bitte ankreuzen)

(Bit-

3. Liegen Ihre Gebäude in einem ländlichen Gebiet, im städtischen Raum oder im stadtzentralen Areal ?

Ländliches Gebiet

Städtischer Raum

Stadtzentrales Areal

4. Sind Ihre Betriebsräume gemietet, gepachtet oder Eigentum?

Gemietet

Gepachtet

Eigentum

5. Welche der folgenden Energieträger nutzen Sie in Ihrem Betrieb <u>vorwiegend</u> und wofür?				
Energieart / Anlagenart	Heizen	Warm- wasser	Prozess- wärme	Weiß ich nicht
	<i>(Bitte in den Spalten Heizen, Warmwasser und Prozesswärme maximal 1 Nennung eintragen.)</i>			
Strom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erdgas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heizöl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kohle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fern- oder Nahwärme, d. h. Bezug von Wärme über ein Wärmenetz <i>(Falls angekreuzt, bitte auch Teil IV „Wärmenetz“ abfragen.)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere <i>(z. B. Biomasse oder sonstige erneuerbare Energie)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Verfügt ihr Betrieb über ein zertifiziertes Energie-/Umweltmanagement-System (z.B. nach ISO 14001, DIN 16001 oder EMAS)				
<input type="checkbox"/>	Ja			
<input type="checkbox"/>	Nein			

II. ERNEUERBARE ENERGIEN	
7. Bezieht Ihr Betrieb Ökostrom bzw. grünen Strom?	
<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
8. Sind Sie in Ihrem Betrieb oder Betriebsgebäude Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien installiert?	
<input type="checkbox"/>	Ja, es sind Anlagen im Betrieb / Gebäude installiert
<input type="checkbox"/>	Ja, unser Betrieb hat Gelände / Flächen / Gebäude angemietet und betreibt dort solche Anlagen
<input type="checkbox"/>	Unser Betrieb nutzt anderweitig solche Anlagen (z.B. Herstellung und Verkauf, Bezug von grünem Strom) --> <i>Bitte weiter bei Teil III</i>
<input type="checkbox"/>	Unser Betrieb hat in solche Anlagen investiert, hat aber mit dem Betrieb der Anlagen nichts zu tun (z.B. Anteil an einem Windpark) --> <i>Bitte weiter bei Teil III</i>
<input type="checkbox"/>	Nichts von alledem --> <i>Bitte weiter bei Teil III</i>
9. Wer betreibt diese Anlagen?	
<input type="checkbox"/>	Unser Betrieb alleine
<input type="checkbox"/>	Unser Betrieb gemeinsam mit anderen, d.h. der Betrieb ist Anteilseigner

<input type="checkbox"/>	Die Anlagen versorgen unseren Betrieb über Contracting
<input type="checkbox"/>	Jemand anderes; und unser Betrieb stellt die Flächen / den Grund zur Verfügung --> <i>Bitte weiter bei Teil III</i>
<input type="checkbox"/>	Sonstiges, nämlich: _____ --> <i>Bitte weiter bei Teil III</i> (<i>Bitte Antwort notieren</i>)

10. Ich werde mit Ihnen nun einige erneuerbare Energieträger durchgehen. Bitte sagen Sie mir, um welche Anlagen es sich bei Ihnen handelt: Verfügt Ihr Betrieb über...	
10.1 Solarthermische Anlagen (z.B. für Heizung, Warmwasser oder Prozesswärme)	
<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
10.2 Photovoltaik (zur Stromerzeugung) (<i>Bitte nennen Sie keine Anlagen, die auf von Ihnen verpachteten Flächen von Dritten betrieben werden!</i>)	
<input type="checkbox"/>	Ja --> <i>Bitte weiter mit Frage 10.2.1</i>
<input type="checkbox"/>	Nein --> <i>Bitte weiter mit Frage 10.3</i>
10.2.1 Was meinen Sie mit „Photovoltaik“?	
<input type="checkbox"/>	Elemente, z. B. auf dem Dach, zur Stromgewinnung aus Sonnenlicht
<input type="checkbox"/>	Solarbetriebene Kleingeräte (z. B. Taschenrechner, Solarleuchten etc.)
10.3 Windkraftanlage	
<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
10.4 Kleinwasserkraftwerk	
<input type="checkbox"/>	Ja --> <i>Bitte weiter mit Frage 10.4.1</i>
<input type="checkbox"/>	Nein --> <i>Bitte weiter mit Frage 11.</i>
10.4.1 Was meinen Sie mit „Kleinwasserkraftwerk“?	
<input type="checkbox"/>	Kleinwasserkraftwerk zur Stromerzeugung
<input type="checkbox"/>	Hauswasserwerk

III. BIOMASSE	
11. Nutzen Sie in Anlagen, die zu Ihrem Betrieb gehören, Biomasse für die Strom- oder Wärmeerzeugung? (z. B. Holz/Pellets, Biogas, Pflanzenöl)	
<input type="checkbox"/>	Ja --> Bitte weiter mit Frage 11.1
<input type="checkbox"/>	Nein --> Bitte weiter mit Frage 12.
11.1 Verwenden Sie feste Biomasse (z. B. Restholz oder Pellets/Hackschnitzel)	
<input type="checkbox"/>	Ja --> Bitte weiter mit Frage 11.1.1
<input type="checkbox"/>	Nein --> Bitte weiter mit Frage 11.2
11.1.1 Wozu nutzen Sie feste Biomasse?	
<input type="checkbox"/>	nur zur Stromerzeugung --> Bitte weiter mit Frage 11.2
<input type="checkbox"/>	zur Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) --> Bitte weiter mit Frage 11.2
<input type="checkbox"/>	nur zur Wärmeerzeugung --> Bitte weiter mit Frage 11.1.2
11.1.2 Bitte nennen Sie hierzu die Anlagenleistung und den Jahres-Brennstoffverbrauch.	
<input type="checkbox"/>	Anlagenleistung: _____ (Bitte Einheit angeben – kW oder MW)
<input type="checkbox"/>	Anlagenleistung weiß ich nicht
<input type="checkbox"/>	Jahres-Brennstoffverbrauch: _____ (Bitte Einheit angeben – z. B. Kubikmeter oder MWh)
<input type="checkbox"/>	Jahres-Brennstoffverbrauch weiß ich nicht
11.2 Verwenden Sie Biogas?	
<input type="checkbox"/>	Ja --> Bitte weiter mit Frage 11.2.1
<input type="checkbox"/>	Nein --> Bitte weiter mit Frage 11.3
11.2.1 Wozu nutzen Sie Biogas?	
<input type="checkbox"/>	Nur zur Stromerzeugung
<input type="checkbox"/>	Zur Strom- und Wärmeerzeugung (KWK)
<input type="checkbox"/>	Nur zur Wärmeerzeugung
11.2.2 Beziehen Sie das Gas über das Gasnetz mit einem Vertrag, der einen zugesicherten Biogasanteil enthält?	
<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Ich weiß es nicht / bin mir nicht sicher
11.3 Verwenden Sie flüssige Biomasse (z. B. Pflanzenöl oder Biodiesel?)	
<input type="checkbox"/>	Ja --> Bitte weiter mit Frage 11.3.1
<input type="checkbox"/>	Nein --> Bitte weiter mit Punkt IV. (Bitte dort Filter beachten!)

11.3.1 Wozu nutzen Sie flüssige Biomasse?	
<input type="checkbox"/>	Nur zur Stromerzeugung
<input type="checkbox"/>	Zur Strom- und Wärmeerzeugung (KWK)
<input type="checkbox"/>	Nur zur Wärmeerzeugung

IV. NAH- BZW. FERNWÄRMEBEZUG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN (Bitte nur abfragen, wenn bei Frage 5 „Fern- oder Nahwärme, d.h. Bezug von Wärme über ein Wärmenetz“ angekreuzt ist.)	
12. Bezieht ihr Betrieb Fern- oder Nahwärme aus erneuerbaren Energien?	
<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Ich weiß es nicht / bin mir nicht sicher

V. BIOTREIBSTOFFE	
13. Setzen Sie Biotreibstoffe (nicht gemeint sind Beimengungen zum normalen Diesel) für Ihre Betriebs-Fahrzeuge ein?	
Biodiesel	
<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
Pflanzenöl	
<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
Bioethanol	
<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein

VI. WÄRMEPUMPEN	
14. Betreibt Ihr Betrieb eine oder mehrere Wärmepumpen?	
<input type="checkbox"/>	Ja --> Bitte weiter mit Frage 14.1
<input type="checkbox"/>	Nein --> Bitte weiter mit Frage 15.
14.1 Was meinen Sie mit „Wärmepumpe“?	
<input type="checkbox"/>	Anlage (Pumpe), mit der man Wärme z. B. aus dem Erdreich, dem Grundwasser oder der Luft gewinnt
<input type="checkbox"/>	Pumpe der Heizungsanlage
<input type="checkbox"/>	Was haben Sie dann damit gemeint? _____ (Bitte Antwort notieren)

VII. BLOCKHEIZKRAFTWERKE (BHKW)	
15. Verfügt Ihr Betrieb über ein Blockheizkraftwerk (BHKW), d.h. eine Anlage die Strom und Wärme gleichzeitig erzeugt?	
<input type="checkbox"/>	Ja --> Bitte weiter mit Frage 15.1
<input type="checkbox"/>	Nein --> Bitte weiter mit Frage 16
15.1 Welchen Brennstoff verwenden Sie für das BHKW?	
<input type="checkbox"/>	Fossile Brennstoffe, z.B. Erdgas, Erdöl
<input type="checkbox"/>	Gasförmige Biomasse, z.B. Biogas
<input type="checkbox"/>	Flüssige Biomasse, z.B. Pflanzenöl
<input type="checkbox"/>	Feste Biomasse, z.B. Weizen, Mais, Hackschnitzel
<input type="checkbox"/>	Betrieb mit mehreren Energieträgern
VIII. ANTEILE AN ERNEUERBAREN ENERGIETRÄGERN	
Falls in Frage 10.1-10.4.1, Frage 11-11.3.1 und Frage 12 mind. einmal „Ja“, d. h. zu mindestens irgendeiner der genannten Technologien / Energieträger, angekreuzt wurde, bitte weiter mit Frage 16.	
16. Welcher Anteil an gesamten Strom- bzw. Wärmeverbrauch entfällt auf den/die genannten erneuerbaren Energieträger	
Anteil erneuerbare Energien am <u>Stromverbrauch</u> :	
<input type="checkbox"/>	0-25 %
<input type="checkbox"/>	25-50 %
<input type="checkbox"/>	> 50 %
Anteil erneuerbare Energien am <u>Wärmeverbrauch</u> :	
<input type="checkbox"/>	0-25 %
<input type="checkbox"/>	25-50 %
<input type="checkbox"/>	> 50 %
IX. ABSCHLUSS	
Falls in Frage 10.1-10.4.1, Frage 11-11.3.1, Frage 12, Frage 14-14.1 und Frage 15-15.1 mind. einmal „Ja“, d. h. zu mindestens irgendeiner der genannten Technologien / Energieträger, angekreuzt wurde, bitte weiter mit Frage 17.	
17. Sind Sie damit einverstanden, dass wir Sie ab Mitte 2011 noch einmal kontaktieren und mit Ihnen dann ein kurzes persönliches Interview (ca. 10-15 Minuten) zu den regenerativen Energien durchführen?	
<input type="checkbox"/>	Ja --> Bitte in der Adressdatei kennzeichnen, damit wir diese Adresse (<i>incl. Ansprechpartner</i>) später noch einmal verwenden können.
<input type="checkbox"/>	Nein

*Vielen herzlichen Dank für Ihre Teilnahme
(und ggf. für die Bereitschaft erneut für ein Interview zur Verfügung zu stehen)*

**Anhang 3: Fragebogen für die Detailbefragung im
persönlichen Tiefeninterview zu erneuerbaren
Energien im GHD-Sektor**

Fragebogen für die Detailbefragung im persönlichen Tiefeninterview zur Nutzung erneuerbarer Energien

Welche Anlagen aus welchen Bereichen sind aktuell in Ihrem Betrieb installiert?

1. **Solarthermische Anlagen** (z.B. für Heizung, Warmwasser oder Prozesswärme)
 Ja Nein

2. **Photovoltaik** (zur Stromerzeugung – nicht gemeint sind solarbetriebene Kleingeräte, z.B. Taschenrechner, einzelne Leuchten)
 Ja Nein

3. **Windkraftanlage** (zur Stromerzeugung)
 Ja Nein

4. **Kleinwasserkraftwerk** (nicht Hauswasserwerk z.B. zur Druckerhöhung)
 Ja Nein

5. **Wärmepumpe**, eine Pumpe mit der Wärme aus Luft / Grundwasser / Erdreich gewonnen wird, nicht Pumpe der Heizungsanlage
 Ja Nein

6. **Feste Biomasse** (z.B. Restholz, Pellets, Holzhackschnitzel oder Energiepflanzen)
 Ja Nein

7. **Flüssige Biomasse** (z.B. Pflanzenöl oder Biodiesel)
 Ja Nein

8. **Gasförmige Biomasse/ Biogas** (nicht Bezug übers Gasnetz)
 Ja Nein

9. **Biotreibstoffe** für die Betriebsfahrzeuge (z.B. Biodiesel, Pflanzenöl, Bioethanol – nicht die Beimischung zum normalen Diesel)
 Ja Nein

10. **Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit fossilem Brennstoff**, (z.B. Blockheizkraftwerk, Mini-KWK Anlage)
 Ja Nein

Interviewerweisung: Bei Antwort „Ja“ zu den Fragen 1-8 jeweils den zugehörigen Detailfragebogen durchgehen.

Hinweis zu den Teilen A. bis I.: Im Folgenden werden jeweils die Fragen farbig in gelb markiert, die für die Hochrechnung unbedingt erforderlich sind und daher zwingend zu beantworten sind.



Ergänzender Hinweis: Für solarthermische Anlagen (Teil A), Photovoltaik (Teil B) und feste Biomasse (Teil F) werden den zwingend zu beantworteten Fragen jeweils Interviewer-Anweisungen beigefügt, wie bei Nichtbeantwortung der Frage durch Hilfsgrößen dennoch eine Abschätzung möglich ist.

A. Solarthermische Anlagen (Wärmeerzeugung)

1. Handelt es sich bei den Solarkollektoren um eine einzige Anlage, oder wie viele Anlagen haben Sie?

Anzahl:

		Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3
2.	Wann wurde(n) die Anlage(n) installiert? Monat/Jahr/...../...../.....
3.	Welche Art von Kollektoren haben Sie? (Bitte an Interviewer, die einzelnen Arten kurz zu erklären) Flachkollektor Röhrenkollektor Absorber Sonstige Weiß nicht	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Anweisung zu Frage 3: Falls Kollektortyp unbekannt:
 Frage nach Aussehen der Kollektoren.
 --> Unterscheidung verglast/unverglast → Unverglast → Absorber
 --> Wenn verglast: Unterscheidung Flachkollektor/Röhrenkollektor. Röhren vorhanden, ja, nein.

Flachkollektor



Röhrenkollektor



Falls Solarkollektoren sichtbar, kann der Interviewer die Anlage anschauen und anhand des Aussehens Kollektortyp mit Hilfe der Vergleichsfotos abschätzen

4.	Wie groß ist die Anlage? Kollektorfläche (brutto, nicht Aperturfläche): m ² m ² m ²
----	---	----------------------	----------------------	----------------------

Anweisung zu 4: Wenn Größe in Quadratmeter unbekannt
 → nach Größe in Kilowatt fragen.
 Falls auch diese Frage nicht beantwortet werden kann:
 → Interviewer soll sich Anlage selbst anschauen und eine grobe Abschätzung der Anlagengröße vornehmen; dafür werden ihm Anhaltspunkte zur Verfügung gestellt (z.B. Abschätzung über Ziegelbreiten des Daches).

5. Dient die Anlage auch zur Erzeugung von Raumwärme bzw. von Warmwasser für ein Schwimmbad oder für andere Zwecke?

- Warmwasser Raumwärme Schwimmbad
- andere Zwecke weiß nicht

Mehrfachnennungen möglich.

6. **Wissen Sie, wie viel Energie Ihre Anlage bisher gewonnen hat?** (bei mehreren Anlagen: Gesamtmenge)

- ja, und zwar etwa kWh (bzw. MWh) im Zeitraum von bis
oder etwa Liter (bzw. m³) Warmwasser im Zeitraum von bis
- nicht genau, aber das Warmwasser wird komplett erzeugt (Heizkessel ganz abgeschaltet)
für die Dauer von Monaten pro Jahr
- weiß nicht



Anweisung zu 6.:

Frage 6 kann von den Auswertern mit Hilfe von Standardwerten abgeschätzt werden, wenn die Größe der Anlage aus Frage 4 sowie der Zweck aus Frage 5 bekannt ist. Wenn diese Frage nicht beantwortet werden kann, dann bitte sicherstellen, dass Frage 5 beantwortet wird.

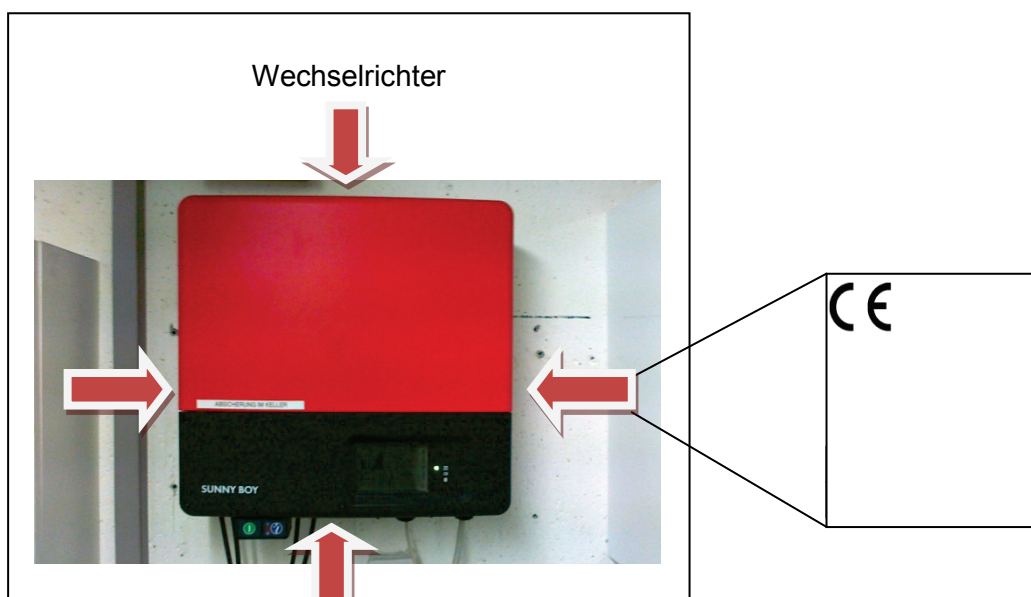
B. Photovoltaik (Stromerzeugung)

7. Handelt es sich um eine einzige Anlage, oder wie viele Anlagen haben Sie?

Anzahl:

		Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3
8.	Wann wurde(n) die Anlage(n) installiert? Monat/Jahr/...../...../.....
9.	Wie groß ist die Anlage? Modulfläche m ² m ² m ²
<p>Anweisung zu 9, falls diese Frage nicht beantwortet werden kann: → Interviewer soll sich Anlage selbst anschauen und eine grobe Abschätzung der Anlagengröße vornehmen</p>				
10.	Welche installierte elektrische Leistung hat die Anlage? Installierte elektrische Leistung: kW kW kW

Anweisung zu 10, falls diese Frage nicht beantwortet werden kann:
→ Wenn die Photovoltaik Anlage zugänglich ist, kann die Leistung über das Typenschild an den Photovoltaikmodulen abgelesen werden (Addition der Leistungsgrößen aller Module nötig).
Sofern die Anlage nicht zugänglich ist, kann sich der Interviewer den Wechselrichter zeigen lassen. Im Gegensatz zur Solaranlage ist dieser - sofern nicht direkt im Modul integriert - zugänglich und befindet sich im Gebäude in der Regel im Dachgeschoss, beispielsweise in der Heiz- und Klimazentrale. Das Typenschild befindet sich in der Regel an einer der Seiten des Wechselrichters.
Das Typenschild kann an der CE-Kennzeichnung erkannt werden. Die Nennleistung wird in der Regel mit „P“ abgekürzt und ist an den Einheiten „kW“, „kWp“, „W“ oder „Wp“ zu erkennen.



<p>11. Welcher Typ von Solarzellen ist in der Anlage verbaut?</p> <p>Monokristalline Zellen Polykristalline Zellen Dünnschicht- bzw. amorphe Zellen Weiß nicht</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
--	--	--	--

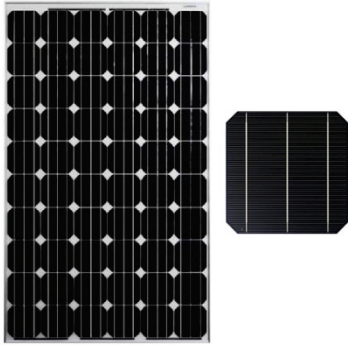
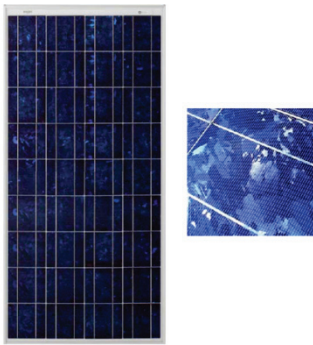
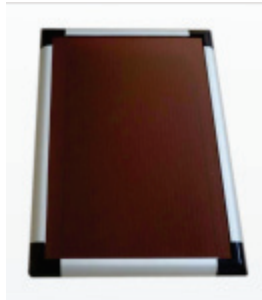
Anweisung zu Frage 3 falls Solarzellentyp unbekannt:
 Frage nach Aussehen der Solarmodule.

Polykristalline Zelle: Stark kristalline Struktur, Sichtbare elektrische Kontakt verlaufen als als Quer- und Längsstreben zwischen den Solarzellen eckige Form der Zellen, blau glitzernd Farbe:

Monokristalline Zelle: Homogene ebene Struktur, fehlende Ecken, anthrazit, dunkelblau bis schwarze Farbe

Dünnschicht bzw. amorphe Zellen: Einheitliche Struktur, keine Abgrenzung von Zellen zu sehen, dunkle Farbe

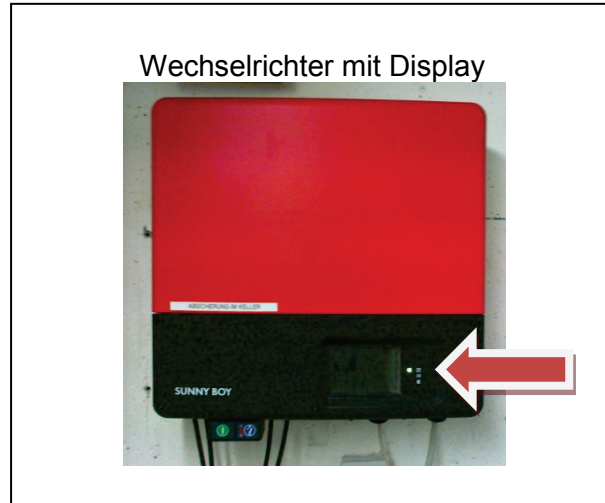


<p>Monokristallin</p> 	<p>Polykristallin</p> 	<p>Dünnschicht</p> 
Empty space for user input		
Empty space for user input		

12. Wie viel Energie hat Ihre Anlage bisher gewonnen? (bei mehreren Anlagen: Gesamtmenge)

..... kWh (bzw. MWh) im Zeitraum von bis

Anweisung zu Frage 12 falls diese nicht beantwortet werden kann:
Die bisher gewonnene Energie seit Installation des Wechselrichters kann am Display von diesem abgelesen werden. Dafür muss jedoch der Installationszeitpunkt des Wechselrichters erfragt werden und eingetragen werden.



13. Wird der gewonnene Strom ins Netz eingespeist?

komplett

teilweise, und zwar zu Prozent

nein

C. Windenergieanlage

14. Wann wurde die Anlage installiert?

Monat/Jahr /

15. Welche installierte elektrische Leistung hat die Anlage?

installierte elektrische Leistung: kW (bzw. MW)

16. Wie viel Energie hat Ihre Anlage bisher gewonnen?

..... kWh (bzw. MWh) im Zeitraum von bis

17. Wird der gewonnene Strom ins Netz eingespeist?

komplett teilweise, und zwar zu Prozent nein

18. In welchem Bundesland ist die Anlage installiert?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Schleswig-Holstein | <input type="checkbox"/> Bayern |
| <input type="checkbox"/> Hamburg | <input type="checkbox"/> Baden-Württemberg |
| <input type="checkbox"/> Bremen | <input type="checkbox"/> Mecklenburg-Vorpommern |
| <input type="checkbox"/> Niedersachsen | <input type="checkbox"/> Berlin |
| <input type="checkbox"/> Nordrhein-Westfalen | <input type="checkbox"/> Brandenburg |
| <input type="checkbox"/> Hessen | <input type="checkbox"/> Sachsen-Anhalt |
| <input type="checkbox"/> Rheinland-Pfalz | <input type="checkbox"/> Thüringen |
| <input type="checkbox"/> Saarland | <input type="checkbox"/> Sachsen |

19. Planen Sie eine Erneuerung der Anlage (Repowering) innerhalb der nächsten 12 Monate?

ja nein

D. Kleinwasserkraft-Anlage

20. Wann wurde die Anlage installiert?

Monat/Jahr /

21. Welche installierte elektrische Leistung hat die Anlage?

installierte elektrische Leistung: kW (bzw. MW)

22. Wie viel Energie hat Ihre Anlage bisher gewonnen?

..... kWh (bzw. MWh) im Zeitraum von bis

23. Wird der gewonnene Strom ins öffentliche Netz eingespeist?

komplett teilweise, und zwar zu Prozent nein

24. Wurde die Anlage in den letzten 5 Jahren modernisiert?

ja nein *(bitte weiter mit Frage 26)*

25. Was wurde modernisiert?

Generator Turbine beides

26. Planen Sie eine Modernisierung (Leistungserhöhung) innerhalb der nächsten 12 Monate?

ja nein

E. Wärmepumpe

27. Wann wurde die Anlage installiert?

Monat/Jahr /

28. Mit welchem Energieträger wird die Anlage betrieben?

Strom Gas Sonstiges

29. Wie viel Strom (oder Gas) wird für den Betrieb der Anlage benötigt, incl. peripheren Einrichtungen wie Pumpen etc.?

..... kWh pro Jahr

..... m³ oder Liter Gas pro Jahr

30. Wie hoch ist die installierte elektrische Leistung (falls strombetrieben)?

..... kW

31. Wie hoch ist die Wärmeleistung der Wärmepumpe?

..... kW

32. Wie viel Wärme erzeugt die Wärmepumpe?

..... kWh (bzw. MWh) pro Jahr

33. Welche Wärmequelle wird genutzt?

<input type="checkbox"/> Erdreich flach	<input type="checkbox"/> Fließwasser
<input type="checkbox"/> Erdreich tief	<input type="checkbox"/> stehendes Gewässer
<input type="checkbox"/> Umgebungsluft	<input type="checkbox"/> Grundwasser
<input type="checkbox"/> Abluft	

34. Erhalten Sie für den Betrieb der Wärmepumpe einen speziellen Strompreis?

ja nein

F. Feste Biomasse

35. Wie viele Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse haben Sie?

Anzahl:

		Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3	
36.	Wann wurde(n) der (die) Biomasse-Anlage installiert? Monat/Jahr/...../...../.....	
37.	a) Welche Brennstoffe werden eingesetzt?				b) Jährlich insgesamt eingesetzte Brennstoffmenge*
	Scheitholz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	Holzhackschnitzel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	Pellets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	Restholz aus der Holz-Produktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	Wald-Altholz bzw. Wald-Restholz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	sonstige feste Biomasse (z. B. Miscanthus, Getreide, Stroh, sonst. Energiepflanzen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	Abfallholz, Bauholz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

*für Interviewer Mögliche Einheiten bei der Angabe der Brennstoffmengen und Hilfen zur Plausibilitätsprüfung in folgender Tabelle:

Mengeneinheit	Abkürzung	Plausibilität: Platzbedarf
Kubikmeter	m ³	1 m ³ = Rauminhalt von 1 Meter Länge x 1 Meter Breite x 1 Meter Höhe
Raummeter oder Ster	Rm	1 Rm = Rauminhalt von 1 Kubikmeter fester Holzmasse (Scheitholz) einschließlich der Zwischenräume der Schichtung
Festmeter	Fm	1 Fm = Rauminhalt von 1 Kubikmeter fester Holzmasse ohne Schichtung
Schütt(raum)-meter	SRm	1 SRm = Rauminhalt 1 Kubikmeter geschüttetem Holz (Holzhackschnitzel)

Gewichtseinheit	Abkürzung	Scheitholz	Holzhackschnitzel	Pellets
Kilogramm	kg	~300 -500 kg/ Rm	~200-500 kg/ SRm	~ 600-750 kg/ m ²
Tonnen	t	~0,3 - 0,5 kg/ Rm	~0,2 - 0,5 kg/ SRm	~0,6 - 0,75 kg/ m ²



Anweisung zu 37, falls Frage nicht beantwortete werden kann:

Interviewer soll nach dem Aussehen der Brennstoffe fragen bzw. den Interviewten die Brennstoffe anhand der Bilder identifizieren lassen oder sich die Brennstoffspeicherung in der Heizungszentrale zeigen lassen und die Brennstoffe identifizieren

Scheitholz: Hölzer mit 30 bis 50 cm Länge

Holz hackschnitzel: Zerkleinerte Holzstücke mit Partikelgrößen zwischen 0,5 und 10 cm

Pellets: Zylindrisch gepresste Holzstücke mit Länge zwischen 0,8 und 3 cm

Restholz aus der Holzproduktion/ Abfallholz, Bauholz: Bearbeitetes Holz(keine Rinde) in unterschiedliche Form

Wald-Altholz/ Wald-Restholz: Ähnlich wie Scheitholz, jedoch in unterschiedlicher Form, auch mit kleineren Zweigen

Scheitholz	Holz hackschnitzel	Pellets	
Restholz/ Abfallholz aus Holzproduktion	Waldrestholz		
38. Handelt es sich um eine automatisch beschickte Anlage?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein



Anweisung zu 39 bis 42, falls die Fragen nicht beantwortet werden können:

Wenn möglich soll Interviewer gemeinsam mit Befragten in Heizungszentrale/ Anlagengebäude gehen und die Anlagendaten aufnehmen.

Dabei kann sowohl die Anzahl der Anlagen als auch die Leistungsdaten über die Typenschilder (CE Kennzeichnung) an den Anlagen aufgenommen werden

39. Welche Leistung ist insgesamt installiert?

..... kW installierte Wärmeleistung (gemeint ist: Nennwärmeleistung)

40. Wie viel Wärme erzeugt die Anlage?

..... kWh (bzw. MWh) pro Jahr

41. Stützt sich die Heizung in Ihrem Betrieb ausschließlich auf feste Biomasse oder betreiben Sie eine oder mehrere weitere „konventionelle“ Anlage(n) mit Öl, Gas oder Kohle?

ausschl. feste Biomasse (*weiter mit Frage 42*) noch weitere Anlage(n)

42. Ist die Biomasse-Anlage die Hauptwärmequelle oder nur eine Nebenheizung?

Hauptheizung Nebenheizung

43. Wird mit der Anlage auch Strom erzeugt? Wenn ja: Welche Leistung? In welcher Menge? Welche Technologie wird eingesetzt?

nein

ja, elektr. Leistung: kW gew Strommenge kWh bzw. MWh/a

Welche Technologie?:

Holzgas-BHKW, Dampfmotor

Dampfturbine ORC

Sonstige

44. Wird der Strom ins öffentliche Netz eingespeist?

komplett teilweise, und zwar zu Prozent nein

G. Flüssige Biomasse (z. B. Pflanzenöl)

(Hier nur zum Einsatz in Feuerungs- und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, nicht in Fahrzeugen → Frage zu Fahrzeugen am Ende des Fragebogens)

45. Wie viele Anlagen für die Verbrennung flüssiger Biomasse haben Sie?

Anzahl:

		Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3	
46.	Wann wurde(n) die Anlage(n) installiert? Monat/Jahr/...../...../.....	
47.	a) Welche Brennstoffe werden eingesetzt? (Bitte vorlesen)				b) Jährlich insgesamt eingesetzte Brennstoffmenge*
	Biodiesel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	Palmöl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	Rapsöl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	Bioethanol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	Sonnenblumenöl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	sonstige flüssige Biomasse, welche?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
				_____

* für Interviewer: Angaben in Liter oder Tonnen

48. Welche thermische Leistung ist insgesamt installiert?

..... kW installierte Nennwärmeleistung

49. Wie viel Wärme wird durch die Anlage erzeugt?

..... kWh (bzw. MWh) pro Jahr

50. Stützt sich die Wärmeversorgung in Ihrem Betrieb ausschließlich auf flüssige Biomasse?

Ja (bitte weiter mit Frage 50) Nein

51. Betreiben Sie noch weitere Feuerungsanlagen?

Ja Nein (bitte weiter mit Frage 51)

52. Ist die mit flüssiger Biomasse betriebene Anlage die Hauptheizung oder nur eine Nebenheizung?

Hauptheizung Nebenheizung

53. Wird mit der Anlage auch Strom erzeugt? Wenn ja: Welche Leistung? In welcher Menge?

nein

ja, elektr. Leistung: kW gew. Strommenge kWh bzw. MWh/a

54. Wird der Strom ins öffentliche Netz eingespeist?

- komplett teilweise, und zwar zu Prozent nein

H. Gasförmige Biomasse (Biogas)

55. Wann wurde die Anlage installiert? Monat/Jahr: /

56. Welches Rohmaterial wird verwendet?

- Gülle
 Mist
 Bioabfall
 Speisereste
 Energiepflanzen
 Klärschlamm
 Deponierte Abfälle (Deponiegas)
 sonstiges, und zwar:

57. Welche elektrische und welche thermische Leistung (Wärmeleistung) ist installiert?

..... kW elektrisch kW thermisch

58. Wie viel Wärme wird durch die Anlage zur weiteren Nutzung erzeugt (ohne den Eigenbedarf der Anlage)?

..... kWh (bzw. MWh) pro Jahr

59. Wird mit der Anlage auch Strom erzeugt? Wenn ja: Welche Leistung? In welcher Menge?

- nein
 ja, elektr. Leistung: kW gewonnene Strommenge kWh bzw.
pro Jahr

60. Wird der Strom eingespeist?

- komplett teilweise, und zwar zu Prozent nein
-

I. Bio-Treibstoffe für Fahrzeuge**61. Welche Bio-Treibstoffe werden verwendet?**

- Bio-Diesel
- Pflanzenöl
- Bioethanol
- Sonstige, und zwar

62. Wie setzt sich Ihr Fahrzeugbestand zusammen? Bitte geben Sie die Anzahl an ...

- Pkw
- Lieferwagen
- Lkw
- sonstige Nutzfahrzeuge (z. B. Bagger, Traktoren)



Anweisung an Interviewer: Bitte bei den folgenden Fragen 60-63 den Interviewten um eine Schätzung bitte, falls genaue Werte nicht bekannt.

63. Wie hoch war die gesamte Laufleistung in km im Jahr 2006 von?

- Pkw (gesamte Laufleistung aller Pkw in km/Jahr)
- Lieferwagen(gesamte Laufleistung aller Lieferwagen in km/Jahr)
- Lkw(gesamte Laufleistung aller Lkw in km/Jahr)

64. Wie hoch war die mittlere Zahl der Betriebsstunden von sonstigen Nutzfahrzeugen pro Jahr und Fahrzeug?

sonst. Nutzfahrzeuge (mittlere Anzahl an Betriebsstunden pro Jahr und Fahrzeug)

65. Wie viel Prozent des Jahresverbrauchs Ihres gesamten Fahrzeugbestands waren Bio-Treibstoffe (wie z. B. Biodiesel, Pflanzenöl, Bioethanol?)

..... Prozent

66. Wenn Sie Ihren gesamten Fahrzeugbestand nehmen – Pkw, Lieferwagen, Lkw und sonstige Nutzfahrzeuge: Wie hoch war der gesamte Jahresverbrauch an Treibstoffen?

..... Liter

J. Fossile Kraft-Wärme-Kopplung/ BHKW

(Hier nur zum Einsatz von fossilen Brennstoffen (Erdgas, Heizöl, Kohle)- in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen)

67. Wie viele Anlagen für eine kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung haben sie (nur fossil befeuert)?

Anzahl:

		Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3	
68.	Wann wurde(n) die Anlage(n) installiert? Monat/Jahr/...../...../.....	
69.	a) Welche Brennstoffe werden eingesetzt? (Bitte vorlesen) Erdgas Heizöl/ Diesel sonstiger fossiler Brennstoff, welcher?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	b) Jährlich insgesamt eingesetzte Brennstoffmenge* _____ _____ _____ _____

* für Interviewer: Angaben in Liter/ Kubikmeter oder Energieeinheit (z.B. Kilowattstunden)

70. Welche elektrische Leistung ist insgesamt (alle KWK Anlagen) installiert?

..... kW installierte elektrische Leistung

71. Welche Strommengen werden pro Jahr erzeugt?

Strommenge in kWh/a oder MWh/a

72. Wird der Strom ins öffentliche Netz eingespeist?

komplett teilweise, und zwar zu Prozent nein

73. Welche thermische Leistung ist insgesamt installiert (alle KWK Anlagen)?

..... kW installierte Nennwärmeleistung

74. Welche Wärmemengen werden aus ihrem KWK-/ BHKW-Anlagen bereitgestellt

Wärmemenge in kWh/a oder MWh/a

75. Stützt sich die Wärmeversorgung in Ihrem Betrieb ausschließlich auf den KWK Betrieb?

Ja Nein

76. Stellt die KWK-/BHKW-Anlage die Hauptheizung oder nur eine Nebenheizung?

Hauptheizung Nebenheizung

K. Allgemeine Fragen

77. Planen Sie weitere Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien oder eine Erweiterung Ihrer bestehenden Anlagen?

- ja, sicher ja vielleicht nein

78. Kaufen Sie „Grünen“ Strom oder „Ökostrom“, d. h. Strom, der aus erneuerbaren Energien wie Wind, Wasser oder Photovoltaik gewonnen wird und meist etwas teurer ist?

- ja nein

79. Sind Sie Anteilseigner an einer Windenergie-, Wasserkraft- oder Photovoltaik-Anlage?

- ja nein

Fragebogen REG-GHD - Detailbefragung – Ergänzungen

13. Diese Fragen sind vom Interviewer zu beantworten!

80. Wie würden Sie den Kenntnisstand des Interviewten zu den technisch relevanten Fragen beurteilen?

Der Interviewte

- „wusste gut Bescheid“
 „hatte wenig Ahnung“
 „hatte keine Ahnung“

81. Für die Befragung wurde Ihnen ein Beiblatt mit Kennzahlen als Hilfsmittel zur Verfügung gestellt. An Hand dieser Kennzahlen war eine Korrektur der Angaben des Interviewten

- nicht notwendig, da die Angaben plausibel waren
 notwendig, da die Angaben unplausibel waren, der Interviewte korrigierte seine Aussagen
 notwendig, da die Angaben unplausibel waren, der Interviewte blieb bei seinen Aussagen
-

14. Zusatzblatt für Interviewer – Kennzahlen zur Abschätzung der Plausibilität der Antworten

A. Solarkollektoren (Wärmeerzeugung)

- Zahl der Anlagen: bis zu 3
- Kollektorfläche: 2 m² bis ca. 200 m²
- gewonnene Energie: 300 kWh bis ca. 500 kWh pro m²-Kollektorfläche und Jahr (12 Monate)

Kollektorfläche	Energienmenge pro Jahr		
2 m ²	600 kWh	bis ca.	1.000 kWh
5 m ²	1.500 kWh	bis ca.	2.500 kWh
10 m ²	3.000 kWh	bis ca.	5.000 kWh
20 m ²	6.000 kWh	bis ca.	10.000 kWh
	6 MWh	bis ca.	10 MWh
50 m ²	15.000 kWh	bis ca.	25.000 kWh
	15 MWh	bis ca.	25 MWh
100 m ²	30.000 kWh	bis ca.	50.000 kWh
	30 MWh	bis ca.	50 MWh

B. Photovoltaik (Stromerzeugung)

- Zahl der Anlagen: bis zu 3
- Modulfläche: 2 m² bis ca. 200 m²
- Leistung: Leistung / Modulfläche ca. 0,05 bis 0,15 kW/m²
- gewonnene Energie: 50 kWh bis ca. 180 kWh pro m²-Kollektorfläche und Jahr (12 Monate)

Kollektorfläche	Energienmenge pro Jahr		
2 m ²	100 kWh	bis ca.	360 kWh
5 m ²	250 kWh	bis ca.	900 kWh
10 m ²	500 kWh	bis ca.	1.800 kWh
20 m ²	1.000 kWh	bis ca.	3.600 kWh
	1 MWh	bis ca.	3,6 MWh
50 m ²	2.500 kWh	bis ca.	9.000 kWh
	2,5 MWh	bis ca.	9 MWh

C. Windenergieanlage

- el. Leistung: 2 kW bis ca. 200 kW
- gewonnene Energie: 500 kWh bis ca. 2500 kWh pro kW und Jahr (12 Monate)
0,5 MWh bis ca. 2,5 MWh pro MW und Jahr (12 Monate)

D. Kleinwasserkraft-Anlage

- el. Leistung: 5 kW bis ca. 100 kW (= 0,1 MW)
- gewonnene Energie: 2.000 kWh bis ca. 5.000 kWh pro kW und Jahr (12 Monate)
2 MWh bis ca. 5 MWh pro kW und Jahr (12 Monate)

E. Wärmepumpe

- el. Leistung: 1 kW bis ca. 50 kW
- gewonnene Energie: 3.000 kWh bis ca. 10.000 kWh pro kW und Jahr (12 Monate)
3 MWh bis 10 MWh pro kW und Jahr (12 Monate)

F. Feste Biomasse

- inst. therm. Leistung: 5 kW bis ca. 2.500 kW (= 2,5 MW)

Für **G. Flüssige Biomasse**, **H. Biogas** und **I. Bio-Treibstoffe** gibt es keine Kennzahlen!