

Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006

Projektnummer 45/05

Abschlussbericht an das
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
(BMWi) und an das
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit (BMU)

KURZFASSUNG

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
Barbara Schlomann, Edelgard Gruber

Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE)
Technische Universität München
Dr. Bernd Geiger, Heinrich Kleeberger, Urs Wehmhörner

GfK Marketing Services GmbH & Co. KG
Till Herzog, Daria-Maria Konopka

Karlsruhe, München, Nürnberg, Mai 2009

Ansprechpartner:

Barbara Schlomann (Projektleitung)
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)
Breslauer Str. 48, 76139 Karlsruhe
Tel.: 0721 / 6809-136, Fax: 6809-272
E-Mail: barbara.schlomann@isi.fraunhofer.de
<http://www.isi.fraunhofer.de>

Heinrich Kleeberger
Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE)
Technische Universität München
Arcisstr. 21, 80333 München
Telefon: 089/289-28303, Fax: 089/289-28313
E-Mail: hkleee@tum.de

Till Herzog
GfK Marketing Services GmbH & Co. KG
Nordwestring 101, 90319 Nürnberg
Telefon: 0911/395-2292, Fax: 0911/33 69 70
E-Mail: till.herzog@gfk.com

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Ausgangslage und Zielsetzung	1
2 Methodik	2
2.1 Definition und Abgrenzung des GHD-Sektors.....	2
2.2 Untersuchungskonzept	3
3 Hochrechnung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor für die Jahre 2001 bis 2006	7
3.1 Charakteristische Kennwerte der befragten Arbeitsstätten	7
3.2 Erwerbstätige und Flächenbedarf im GHD-Sektor	9
3.3 Hochrechnung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor	10
3.4 Energieanwendungsbilanzen	18
4 Branchenspezifische Analysen	22
5 Nutzung erneuerbarer Energien im GHD-Sektor.....	31
6 Schlussfolgerungen und Ausblick	37
7 Literatur.....	39

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Stromverbrauch einzelner Branchen des GHD-Sektors 2001-2006	16
Abbildung 2: Brennstoff- und Fernwärmeverbrauch einzelner Branchen des GHD-Sektors 2001-2006	16
Abbildung 3: Spezifischer Strom- und Brennstoffverbrauch pro Bezugseinheit im Jahr 2006 ¹⁾	21
Abbildung 4: Lampenarten in der Produktion 2007 (Mittelwerte pro Branche)	27
Abbildung 5: Ausstattung mit Servern, PCs und Laptops 2007	28
Abbildung 6: Anteil der Betriebe mit Klimatisierung	28
Abbildung 7: Aktivitätsindikator zum Energiemanagement nach Branchen.....	30

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Differenzierung des GHD-Sektors nach Gruppen und Splits.....	2
Tabelle 2: Untersuchungskonzept der Erhebungen zum Energieverbrauch im GHD-Sektor	3
Tabelle 3: Charakteristische Kennwerte der in der Breitenerhebung erfassten Gruppen für das Erhebungsjahr 2006	8
Tabelle 4: Erwerbstätige im Sektor GHD nach Gruppen und einzelnen Splits 2003-2006 und Flächenbedarf 2006	10
Tabelle 5: Hochgerechneter Energieverbrauch im GHD-Sektor nach Verbrauchergruppen (in PJ)	15
Tabelle 6: Hochgerechneter Verbrauch an Brennstoffen nach Energieträgern im Sektor GHD für das Jahr 2006	17
Tabelle 7: Anwendungsbilanzen 2006 für Strom und Brennstoff/Fernwärme	20
Tabelle 8: Aus der Befragung abgeleiteter Bestand an regenerativen Anlagen im GHD-Sektor	31
Tabelle 9: Aus der Befragung abgeleiteten Hochrechnungsergebnisse zum Einsatz erneuerbarer Energieträger im GHD-Sektor für das Jahr 2006	32

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Im Jahr 2006 entfielen auf den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) mit 1461 PJ rund 16 % des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland (AG Energiebilanzen 2008). Seit einigen Jahren gibt es sowohl in Deutschland als auch in anderen Ländern sowie auf der Ebene der EU und der IEA vermehrt Anstrengungen, den Energieverbrauch dieses sehr heterogenen Verbrauchssektors oder Teile seines Energieverbrauchs präziser und detaillierter zu erfassen. Auch die EU-Richtlinie über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (Richtlinie 2006/32/EG; EDL-RL) stellt hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit energiestatistischer Daten. Öffentlichen Einrichtungen, die einen Teilbereich des GHD-Sektors darstellen, wird in der EDL-RL eine exemplarische Rolle für die Verbesserung der Energieeffizienz zugemessen.

In Deutschland gab es bereits Mitte der 90er Jahre eine umfassende Erhebung zum Energieverbrauch im GHD-Sektor (Geiger/Gruber/Megele 1999). Eine weitere Erhebung für das Jahr 2001 mit einer vergleichbaren Methodik hat zu einer weiteren Verbesserung der Datenbasis für diesen Verbrauchssektor geführt (Fraunhofer ISI et al. 2004). Mit dem hier durchgeführten Vorhaben bestand nun die Möglichkeit, ein effizientes Erhebungs- und Auswerteverfahren weiterzuentwickeln, das mit dem Mittel der Befragung die betroffenen Personenkreise motivierend und engagierend einbindet. Dieses Verfahren ermöglicht die Darstellung der wesentlichen Verbrauchs- und Strukturdaten im GHD-Sektor nach Verbrauchergruppen und Verwendungszwecken und einen Vergleich dieser Daten mit den Ergebnissen der Vorgänger-Erhebung. Damit sollen die energiestatistischen Grundlagen für diesen Verbrauchssektor weiter verbessert und energiewirtschaftlichen Informationsbedürfnissen Rechnung getragen werden.

Angesichts der Klimaproblematik und der begrenzten fossilen Brennstoffressourcen soll den erneuerbaren Energien eine wachsende Bedeutung zukommen. Die Vielzahl und Vielfalt der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien bringen es mit sich, dass nur teilweise belastbare Informationen zum Umfang der realisierten Energiebeiträge existieren. Gleiches gilt für die Verwendungsseite, also die nutzungstypischen Beiträge zur Deckung des Energiebedarfs, und darüber hinaus die Zuordnung zu den vier Verbrauchersektoren „Industrie“, „Haushalt“, „Verkehr“ und „GHD“. Mit einer vertieften Erhebung zur Nutzung erneuerbarer Energieträger im GHD-Sektor sollte diese Untersuchung auch dazu beitragen, die Datenlage im Hinblick auf den Einsatz regenerativer Energien im GHD-Sektor zu verbessern.

2 Methodik

2.1 Definition und Abgrenzung des GHD-Sektors

Die Abgrenzung des Verbrauchssektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)“ erfolgt wie in der nationalen Energiebilanz (AG Energiebilanzen 2008). Aus dem Bereich des Produzierenden Gewerbes wird dort dem GHD-Sektor der Energieverbrauch von Handwerksbetrieben und Betrieben bis 19 Beschäftigten (industrielle Kleinbetriebe) zugerechnet. Diese Betriebe werden daher auch in diese Erhebung mit einbezogen. Die Abgrenzung erfolgt anhand der Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ 2003) und der Größe von Arbeitsstätten im Produzierenden Gewerbe (<20 Beschäftigte). Wie in der Energiebilanz für Deutschland sind außerdem die Bereiche „Land- und Forstwirtschaft/Gartenbau“ sowie „militärische Dienststellen“ mit einbezogen. Im Hinblick auf die Deutsche Bahn und die Flughäfen wird wie in der Energiebilanz der gesamte mobile Energieverbrauch dem Sektor Verkehr zugerechnet, der stationäre Energieverbrauch jedoch dem GHD-Sektor. Für die Befragung wird der so definierte GHD-Sektor in 12 Gruppen unterteilt, wobei innerhalb der Gruppen weitergehende Detaillierungen (Splits) vorgenommen werden (Tabelle 1). Die nicht durch die Befragung abgedeckten Bereiche werden aus sekundären Datenquellen ermittelt. Kriterien für die hier gewählte Einteilung der Gruppen waren zum einen die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen aus den Vorgänger-Erhebungen (Geiger et al. 1999; Fraunhofer ISI et al. 2004) und zum anderen eine möglichst große Homogenität der Struktur des Energieverbrauchs.

Tabelle 1: Differenzierung des GHD-Sektors nach Gruppen und Splits

Grp.	WZ 2003	Branchenbezeichnung in Erhebung	Grp.	WZ 2003	Branchenbezeichnung in Erhebung
1	45	Baugewerbe	6		Beherbergung, Gaststätten, Heime
2		Büroähnliche Betriebe		55.11-55.12	Beherbergung
	65-67	Kreditgewerbe, Versicherungsgewerbe		55.3-55.5	Gaststätten
	22.1	Verlagsgewerbe		85.3, 91	Org. o. Erwerbszweck, Heime
	71-74, 85, 93	Sonst. betriebl. Dienstleistungen	7		Nahrungsmittelgewerbe
	75	Gebietskörperschaften/Sozialversich.		15.81/82	Bäckerei
	64.1	Post		15.1, 15.2	Fleischerei
	64.3	Telekom		15.61, 15.9	Restl. Nahrungsmittel
	60.1	Deutsche Bahn AG	8	93.01	Wäschereien
3		Herstellungsbetriebe	9	01.11, 01.2-3	Landwirtschaft
	28-33, 36.2-5	Metallgewerbe	10	01.12, 01.41	Gartenbau
	34	Kfz-Gewerbe	11	63.23	Flughäfen
	20, 36.1	Holzgewerbe	12		Textil, Bekleidung, Spedition
	36.1	Holzverarbeitung		17	Textil
	21, 22.2	Papiergewerbe u. Druckgewerbe		18	Bekleidung
4		Handel		19	Leder
	52.1 - 52.6	Einzelhandel		63.40.1	Spedition
	51	Großhandel		63.12.1	Lagererei
	50.1, 50.3, 50.4	Handel mit Kfz und Teilen	13		Rest
	50.5	Tankstellen		52.62, 52.63	Marktstände u. ä.
5		Krankenhäuser, Schulen, Bäder		25.13-25.23	NE-Metalle, Kunststoff, Gummi
	85.11	Krankenhäuser		26.21-26.30	Keramische Erzeugnisse
	80	Schulen			Nicht zugeordnete Bereiche
	92.61.0	Bäder		36, 37	Möbel, Schmuck, Musik, Recycling, Reiseb., Sozialw.
				90, 40, 41	Klär- und Wasserwerke, Energieversorgung
				02, 05	Forstwirtschaft, Fischerei
				72.22	Militär

2.2 Untersuchungskonzept

Die hier durchgeführte Untersuchung zum Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) besteht aus zwei Teiluntersuchungen, die sich im Hinblick auf das Untersuchungskonzept und das methodische Vorgehen unterscheiden (Tabelle 2):

- Eine **Haupterhebung** zum Energieverbrauch im GHD-Sektor, die bereits zum zweiten Mal durchgeführt wird und die wiederum aus mehreren Teilmodulen besteht.
- Eine mehrstufige **Sondererhebung** zur Erfassung der Nutzung regenerativer Energieträger (REG) im GHD-Sektor, die in dieser Form zum ersten Mal erfolgte.

Tabelle 2: Untersuchungskonzept der Erhebungen zum Energieverbrauch im GHD-Sektor

	Haupterhebung GHD	Sondererhebung REG
Stichprobenumfang	ca. 2.000 Arbeitsstätten	ca. 20.000 Arbeitsstätten
Stichprobenauswahl	Quotierung (geschichtete Stichprobe)	Quotierung (geschichtete Stichprobe)
Befragungsart	mündlich	telefonisch
Befragungsmodule	(1) Verkürzte Breitenerhebung für das Erhebungsjahr 2004 (2) Umfassende Breitenerhebung für das Erhebungsjahr 2006 (3) Tiefeninterviews in 10 Branchen (25 Interviews pro Branche)	(1) Kurzbefragung, ob erneuerbare Energien überhaupt genutzt werden (2) Nachbefragung zur Klärung aufgetretener Verwechslungen und Missverständnisse (3) Detailbefragung von 300 tatsächlichen Nutzern erneuerbarer Energien
Fragebogen	Mehrteilig: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Allgemeine Fragen zur Betriebsstruktur, zum Energieverbrauch und zur Ausstattung mit energierelevanten Technologien ▪ Branchenspezifische Fragen ▪ Fragen zum Energiemanagement 	Abhängig von Befragungsstufe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kurzbefragung: Wenige geschlossene Fragen zur Branchenzugehörigkeit, Betriebsgröße und Nutzung erneuerbarer Energien ▪ Detailbefragung: technische Daten der Anlage, Betriebsweise und –dauer etc.
Datenprüfung, Bandbreiten	spezifischer Energieverbrauch; Ausschluss von max. 20 %	Kennwerte der Anlagen pro Erwerbstätigem; Plausibilisierung der Befragungsergebnisse durch Expertenwissen.
Hauptbezugsgröße für Hochrechnung	Erwerbstätige	Erwerbstätige
Schichtung	12 Gruppen, 29 Splits, Subsplits	10 Technologien, 12 Gruppen
Sekundärstatistiken	Landwirtschaft, Flughäfen	zur Plausibilitätskontrolle

Haupterhebung zum Energieverbrauch im GHD-Sektor

Im Rahmen der Haupterhebung zur Erfassung des Energieverbrauchs im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) wurden zwei Befragungsrunden in jeweils gut 2 000 Arbeitsstätten durchgeführt: die erste Ende 2005/Anfang 2006 für das Erhebungsjahr 2004 und die zweite Ende 2007/Anfang 2008 für das Erhebungsjahr 2006. Um die Datenqualität bei der vorgegebenen Stichprobengröße von 2 000 Arbeitsstätten zu optimieren, wurde keine Zufallsstichprobe gewählt, sondern eine geschichtete Stichprobe nach 12 Gruppen des GHD-Sektors gezogen, die wiederum in weitere Untergruppen (Splits) unterteilt wurde (Tabelle 1). Hauptkriterium für die Auswahl der Gruppen und Splits war das Vorliegen möglichst homogener Strukturen zum Energieverbrauch. In beiden Befragungsrunden wurden persönliche Interviews durch geschulte Interviewer der GfK durchgeführt. Die Schwerpunkte des Fragebogens lagen auf Fragen zur Betriebsstruktur, zum Energieverbrauch und zur Ausstattung mit energierelevanten Querschnittstechniken. In der zweiten Befragung für das Erhebungsjahr 2006 wurden zusätzlich noch branchenspezifische Fragen zur Ausstattung der Betriebe mit energierelevanten Technologien und Fragen zum Energiemanagement in den Betrieben gestellt.

Die Ergebnisse der beiden Befragungsrunden für die Jahre 2004 und 2006 dienen dann als Grundlage für die Hochrechnung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor in Deutschland nach Branchen und Energieträgern. Die Brennstoff- und Stromverbräuche der Betriebe in den Gruppen und Splits wurden aus den Befragungsergebnissen ermittelt und auf die in der Befragung angegebene Zahl der Beschäftigten bezogen. Für die nicht durch originäre Befragungen abgedeckten Vor- und Zwischenjahre wurden Interpolationen vorgenommen. Die aus der Befragung abgeleiteten durchschnittlichen spezifischen Strom- und Brennstoffverbräuche wurden dann mit der Gesamtzahl der Erwerbstätigen in den einzelnen Gruppen und Splits auf Deutschland hochgerechnet. Die Erwerbstätigen wurden als Bezugsgröße gewählt, weil für die Hochrechnung eine für alle Gruppen und Splits innerhalb des GHD-Sektors aus der offiziellen Statistik verfügbare Größe erforderlich ist. Dies ist bei anderen Bezugsgrößen, wie z. B. beheizte Fläche, die für Teilbereiche möglicherweise geeigneter wäre als die Zahl der Erwerbstätigen, nicht der Fall, da bisher keine offizielle und differenzierte Betriebsflächenstatistik existiert.

Ergänzend zu den beiden Breiterhebungen wurde im Sommer 2007 eine Intensivbefragung (Tiefeninterviews) in jeweils 25 Arbeitsstätten in 10 der 12 hier unterschiede-

nen Gruppen des GHD-Sektors durchgeführt.¹ Ziel dieser vertieften Befragung war die Gewinnung zusätzlicher Informationen zu energierelevanten technologischen Details, die die wesentliche Datengrundlage für die Aufschlüsselung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor nach Anwendungszwecken für das Erhebungsjahr 2006 bildeten. Wegen der unterschiedlichen energietechnischen Ausstattung der Betriebe wurden dafür branchenspezifische Fragebögen für alle Gruppen und einzelne Splits entwickelt.

Sondererhebung zur Nutzung erneuerbarer Energien im GHD-Sektor

Auch in der Haupterhebung im GHD-Sektor wurden zwar Fragen nach der Verwendung erneuerbarer Energieträger gestellt, Mengen wurden hier allerdings nur für Holz und Biodiesel erfragt. Bei den übrigen Energiequellen – Solarthermie, Photovoltaik, Wind, Kleinwasserkraftwerke und Wärmepumpen – wurde nur erfasst, ob sie verwendet werden oder nicht, welche elektrische Leistung bzw. Kollektorfläche sie haben und wofür die gewonnene Energie eingesetzt wird.

In der Sondererhebung zum Einsatz erneuerbarer Energien wurden zunächst gut 20.000 Betriebsstätten telefonisch kontaktiert, um zunächst zu ermitteln, wie viele Betriebe überhaupt erneuerbare Energien einsetzen. Es wurde eine geschichtete Stichprobe gezogen, die Stichprobenziehung erfolgte auf der gleichen Grundlage wie diejenige für die Breiterhebung. Die GfK führte die Feldarbeit mittels CATI (Computer Assisted Telephone Interviews) computergestützt durch. Die Kurzinterviews sollten aus Kostengründen nicht länger als zwei bis drei Minuten dauern. Der Fragebogen bestand daher neben Angaben zu Branche und Betriebsgröße aus einigen wenigen ausschließlich geschlossenen Fragen. Den Befragten wurden die verschiedenen erneuerbaren Energieträger genannt² und gefragt, ob das Unternehmen diesen Energieträger „nutzt“. Obwohl es weder im Pretest noch in der Interviewphase zwischen Mai und September 2006 Rückfragen oder Hinweise auf mögliche Missverständnisse gab, stellte sich bei der anschließenden Auswertung heraus, dass die Ergebnisse der Kurzbefragung, was die Häufigkeit der Verwendung einzelner Energieträger betrifft, teilweise extrem unplausibel waren. Aus diesem Grund wurden rund 1.650 derjenigen Betriebe, die angegeben hatten, erneuerbare Energien zu nutzen, nochmals befragt, um die Ergebnisse

1 Erfasst wurden alle Gruppen mit Ausnahme der Landwirtschaft, des Baugewerbes sowie des Handels, für die mit den Tiefeninterviews bereits in der Vorgänger-Erhebung (Fraunhofer ISI et al. 2004) begonnen wurde. Der Einzelhandel wurde aufgrund seiner Bedeutung und der veränderten Rahmenbedingungen (Entwicklung der Ausstattung, Änderung der Ladenschlusszeiten) nochmals befragt.

2 Photovoltaik-Anlagen, Solarkollektoren, Windkraftanlagen, Wasserkraftwerke, Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke, Festbrennstoffe (Biomasse), Flüssigbrennstoffe (Biomasse), Biogas, Bio-Treibstoffe.

zu plausibilisieren. Dabei war festzustellen, dass Technologien wie Einsatz von regenerativen „festen“ oder „flüssigen“ Brennstoffen, von „Biogas“ und „Bio-Treibstoffen“ weitgehend richtig beurteilt und identifiziert wurden, während sich die ursprünglichen Angaben zu allen übrigen Technologien der regenerativen Energienutzung bei kontrollierter Nachbefragung teilweise deutlich veränderten. Ursache dafür waren Verwechslungen und Missverständnisse der Befragten dahingehend, was unter „Nutzung“ erneuerbarer Energien zu verstehen ist. Auf Basis der Auswertung der Nacherhebung wurden die Ergebnisse der telefonischen Kurzbefragung für alle Arbeitsstätten plausibilisiert.

Ein abschließender Schritt im Rahmen der Sondererhebung war die Durchführung tiefergehender Interviews mit Nutzern erneuerbarer Energien. Die zu befragenden Betriebe – insgesamt rund 300 - wurden aus denjenigen Arbeitsstätten ausgewählt, die angegeben hatten, dass sie eine oder mehrere erneuerbare Energien nutzen. Dabei wurden vor allem solche Betriebe befragt, deren Angaben in der Nacherhebung plausibilisiert worden waren. Abgefragt wurden technische Daten zu den vorhandenen Anlagen (z. B. installierte Leistung, Anlagenfläche), Betriebsweisen und Betriebsdauer, Fahrzeugbestände und Jahresfahrleistung sowie erzeugte Energiemengen. Damit sollten technologie-typische und die Branchenstruktur einbeziehende Kennwerte der Nutzung erneuerbarer Energien pro Erwerbstätigen abgeleitet werden, um auf dieser Grundlage, wie in der Haupterhebung, über die Erwerbstätigenanzahl im GHD-Sektor und ihre gruppenweise Zugehörigkeit eine Hochrechnung des Beitrages erneuerbarer Energien im GHD-Sektor durchzuführen. Da auch bei den Tiefeninterviews bei einer Reihe von Befragten Wissenslücken über die technischen Daten der vorhandenen Anlagen festzustellen waren, mussten auch die Ergebnisse der tiefergehenden Interviews teilweise korrigiert und auch bei diesen ein korrigierender Eingriff vorgenommen werden. Auf der Grundlage aller verfügbarer Ergebnisse aus den beiden Haupterhebungen und allen Stufen der Sondererhebung sowie ergänzender weiterer Datenquellen wie Verbandsstatistiken, Studien etc. wurde dann die Hochrechnung zum Einsatz erneuerbarer Energien im GHD-Sektor auf Basis der Erwerbstätigen durchgeführt.

3 Hochrechnung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor für die Jahre 2001 bis 2006

3.1 Charakteristische Kennwerte der befragten Arbeitsstätten

Im Quervergleich der 12 erfassten Gruppen lassen sich aus den beiden Breitenerhebungen zunächst einige charakteristische Kennwerte der befragten Arbeitsstätten ableiten, die in Tabelle 3 für das Erhebungsjahr 2006 dargestellt sind. Diese betreffen

- die Zahl der Arbeitsstätten,
- die mittlere Betriebsgröße, unterschieden nach 3 Betriebsgrößenklassen,
- die durchschnittliche Betriebsfläche, unterschieden nach Verkauf, Produktion, Lager und Sonstige,
- Beheizungsumfang der Betriebsflächen,
- Steuerungsmöglichkeiten des Heizbetriebs,
- die Versorgungsart (eigene Anlagen, Fremdanlagen) sowie
- den mittleren Warmwasser-Verbrauch pro Beschäftigten und Tag.

Mit Ausnahme der Gruppen 11 (Flughäfen) und 12 (Textil, Bekleidung, Spedition) werden ausreichend belastbare Fallzahlen erreicht, um folgende Aussagen abzuleiten:

- Die mittlere Betriebsgröße liegt überwiegend bei kleinen Arbeitsstätten mit 1-10 Beschäftigten (über 72 %). Lediglich bei „Krankenhäusern, Schulen, Bädern“, „Flughäfen“ und „Textil, Bekleidung, Spedition“ kommen diese kleinen Betriebsgrößen deutlich seltener vor.
- Die mittlere Betriebsfläche ist in den einzelnen Gruppen recht unterschiedlich und liegt zwischen 244 m² bei „Wäschereien“ und 12.490 m² bei „Krankenhäusern, Schulen, Bädern“. Ebenso unterscheiden sich die Nutzungsstrukturen erheblich. Der Anteil „Verkauf, Büro, Gastraum“ an der Betriebsfläche beträgt 72 % bei büroähnlichen Betrieben und 6 % bei „Textil, Bekleidung, Spedition“. Der Produktionsflächenanteil erreicht 87 % im „Gartenbau“ und 8 % bei „Flughäfen“. „Lager, Sonstige“ weisen Flächenanteile von jeweils rund 59 % bei „Krankenhäusern, Schulen, Bäder“ und „Flughäfen“ sowie 6 % im „Gartenbau“ auf und verdeutlichen damit die großen Spannweiten der vorzufindenden Flächennutzung von Gruppe zu Gruppe.
- Die aus der Befragung ableitbaren Kennwerte zum Beheizungsumfang, zum Heizbetrieb und zur Warmwasserbereitung lieferten eine wichtige Grundlage für die detaillierte Aufschlüsselung des Energieverbrauchs nach Anwendungszwecken.

Tabelle 3: Charakteristische Kennwerte der in der Breitenerhebung erfassten Gruppen für das Erhebungsjahr 2006

2006		Gruppe												
Frage	Beschreibung		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Baugewerbe	Büroähnliche Betriebe	Herstellungsbetriebe	Handel	Krankenhäuser, Schulen, Bäder	Beherbergung, Gaststätten, Heime	Nahrungsmittelgewerbe	Wäschereien	Landwirtschaft	Gartenbau	Flughäfen	Textil, Bekleidung, Spedition
1	Zahl der Betriebe	[1]	179	470	165	390	182	254	125	49	98	22	0	13
3	Mittlere Betriebsgröße	[MAB/Betrieb]	10,4	18,5	18,6	17,3	218,7	11,1	8,4	5,9	3,2	8,3	-	28,1
	davon: 1-10	[%]	76,0	74,9	75,2	73,8	18,7	81,5	76,0	83,7	96,9	81,8	-	76,9
	11-25	[%]	19,6	12,8	17,0	13,8	15,4	9,4	20,8	14,3	2,0	13,6	-	7,7
	> 25	[%]	4,5	12,3	7,9	12,3	65,9	9,1	3,2	2,0	1,0	4,5	-	15,4
4	mittlere Betriebsfläche	[m²/Betrieb]	472	771	1906	1744	16363	648	289	309	1850	1709	-	1160
5a	davon: Verkauf, Büro, Gastraum, ...	[%]	23,9	65,0	23,8	36,6	22,7	30,5	26,1	21,7	2,5	14,4	-	35,6
	Produktion	[%]	23,7	6,7	34,2	23,9	59,7	49,9	46,4	72,8	56,1	75,8	-	2,2
	Lager, Sonst.	[%]	52,4	28,3	42,0	39,5	17,6	19,6	27,6	5,6	41,4	9,7	-	62,2
5b	Verkaufsfläche	[m²/Betrieb]	113	501	453	639	3711	198	75	67	46	247	-	413
	beheizt	[%]	92,8	99,8	99,7	95,3	96,8	99,1	93,3	99,2	92,8	97,3	-	96,5
	nicht beheizt	[%]	7,2	0,2	0,3	4,7	3,2	0,9	6,7	0,8	7,2	2,7	-	3,5
5b	Produktion, Werkstatt	[m²/Betrieb]	112	51	652	416	9773	323	134	225	1038	1296	-	26
	beheizt	[%]	63,5	98,5	93,1	75,9	99,9	98,9	71,0	74,8	47,6	85,0	-	77,3
	nicht beheizt	[%]	36,5	1,5	6,9	24,1	0,1	1,1	29,0	25,2	52,4	15,0	-	22,7
5b	Lager, Sonst.	[m²/Betrieb]	247	218	801	689	2879	127	80	17	766	166	-	721
	beheizt	[%]	44,4	85,9	77,3	67,9	75,6	62,7	45,4	59,1	14,6	39,8	-	84,7
	nicht beheizt	[%]	55,6	14,1	22,7	32,1	24,4	37,3	54,6	40,9	85,4	60,2	-	15,3
8	Beheizung													
	über Dritte	[%]	18,4	29,4	13,3	27,9	20,3	18,9	5,6	28,6	1,0	0,0	-	38,5
	Eigene Anlage	[%]	81,6	70,6	86,7	72,1	79,7	81,1	94,4	71,4	99,0	100,0	-	61,5
	davon: zentral	[%]	87,7	97,6	90,2	95,0	98,6	94,7	94,9	94,3	84,5	90,9	-	100,0
	dezentral	[%]	12,3	2,4	9,8	5,0	1,4	5,3	5,1	5,7	15,5	9,1	-	-
9	Temperaturabsenkung	[%]	63,1	69,1	69,1	61,8	92,3	69,7	66,4	65,3	54,1	68,2	-	46,2
10	mittl. WW-Verbrauch pro Besch.	[l/d*Besch.]	8,23	8,93	12,14	8,59	31,33	55,06	61,35	40,77	58,78	9,18	-	5,72

3.2 Erwerbstätige und Flächenbedarf im GHD-Sektor

Die wesentliche Bezugsgröße für die Hochrechnung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor bilden statistisch gesicherte Angaben zu Arbeitstätten der Grundgesamtheit GHD mit Angaben zu allen dem GHD-Sektor zugehörigen Erwerbstätigen. Letzteres ist allerdings nicht unproblematisch, da keine gesonderte Arbeitsstättenstatistik für den GHD-Sektor geführt wird. Vielmehr sind die Arbeitsstätten des GHD-Sektors Bestandteil der Klassifizierung der Wirtschaftszweige (WZ 2003) und aus dieser von den übrigen Energieverbrauchssektoren (Industrie, Haushalte, Verkehr, Umwandlungssektor) zu separieren. Dafür wurden folgende Daten des Statistischen Bundesamts (2008a, 2008b) über die Erwerbstätigkeit in Deutschland verwendet:

- Die *Erwerbstätigenstatistik der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR)* ermöglicht eine Grobklassifizierung aller Erwerbstätigen in Anlehnung an die WZ 2003 nach 16 Sparten.
- Die *Arbeitsmarktdaten des Mikrozensus*, einer amtlichen Repräsentativstatistik über die Bevölkerung und den Arbeitsmarkt in Deutschland, liefern für einzelne Jahre (hier: 2004) eine Gesamtübersicht aller Erwerbstätigen nach Berufsgruppen.
- Das seit dem Erhebungsjahr 2003 verfügbare *Unternehmensregister* des Statistischen Bundesamtes (2008a), in dem alle sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten auf Betriebsebene erfasst sind, die nach WZ 2003 klassifizierbar und nach Betriebsgröße unterscheidbar sind.³

Aufbauend auf diesen Grundlagen konnte für die Zwecke dieser Untersuchung eine Zuordnung aller Erwerbstätigen im GHD-Sektor zu den hier unterschiedenen Gruppen und Splits getroffen werden (Tabelle 4). Für die beiden Erhebungsjahre 2004 und 2006 lag die Gesamtzahl der Erwerbstätigen im GHD-Sektor danach etwas über 28 Mio., in den Jahren 2003 und 2005 lag die Zahl jeweils etwas niedriger. Diese Zahlen zu den Erwerbstätigen in den Jahren 2003 bis 2006 wurden weitgehend auch für die Hochrechnung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor verwendet. Eine Ausnahme gilt für die Gruppen 5 und 11, für die den Energieverbrauch noch treffender beschreibende Bezugseinheiten (BZE) verwendet wurden:

- Krankenhäuser: Anzahl der Planbetten
- Schulen (inkl. Universitäten): Anzahl der Schüler und Studenten
- Bäder: Wasserfläche (m²)
- Flughäfen: Verkehrseinheiten (Zahl der Passagiere bzw. 100 kg Fracht)

³ Nicht erfasst werden darin Beamte, Berufsgruppen wie Ärzte und Apotheker sowie Unternehmer, mithelfende Familienangehörige und stundenweise Beschäftigte, soweit sie keine Beiträge zur Sozialversicherung entrichten.

Tabelle 4: Erwerbstätige im Sektor GHD nach Gruppen und einzelnen Splits 2003-2006 und Flächenbedarf 2006

		2003	2004	2005	2006		
Grp No.	Split	Zahl der Erwerbstätigen				Flächenbedarf	
						m2/Erwerbst.	Mill. m2
1	Baugewerbe	2.322.000	2.254.000	2.165.000	2.159.000	69	150
2	Büroähnliche Betriebe	10.087.049	10.319.779	10.307.157	10.567.360	47	495
3	Herstellungsbetriebe	843.610	876.973	840.984	833.253	105	87
4	Handel	5.593.708	5.603.944	5.567.011	5.548.589	92	509
5	Krankenhäuser, Schulen, Bäder	2.715.129	2.685.459	2.665.186	2.660.017	60	161
21	Krankenhäuser ¹⁾	721.690	707.806	698.303	683.484	101	124
22	Schulen ¹⁾	14.532.131	14.589.642	14.470.281	14.382.821	19	26
23	Bäder ¹⁾	4.650.000	4.650.000	4.650.000	4.650.000	404	11
6	Beherbergung, Gaststätten, Heime	3.595.945	3.664.651	3.670.792	3.700.025	77	285
7	Nahrungsmittelgewerbe	171.598	173.610	161.127	163.041	50	8
5	Bäckgewerbe	86.946	87.987	82.111	83.086	39	3
6	Fleischereien / Metzgereien	70.140	70.508	64.788	65.558	42	3
7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	14.510	15.237	14.228	14.397	145	2
8	Wäschereien	38.530	39.902	36.973	37.412	39	2
9	Landwirtschaft	689.834	685.183	671.059	665.520	455	303
10	Gartenbau	186.166	182.817	176.941	175.480	343	60
11	Flughäfen	34.683	34.948	34.630	34.371	880	30
	Flughäfen ¹⁾	175.027.044	190.496.889	202.254.003	214.096.642		
12	Textil, Bekleidung, Leder	747.286	791.576	784.359	793.677	36	29
Summe Gruppen 1 - 12		27.025.538	27.312.842	27.081.219	27.337.745		2092
Rest		692.321	722.014	695.159	694.829		
Summe GHD		27.717.859	28.034.856	27.776.378	28.032.574		

¹⁾ *Abweichende Bezugsgröße für Hochrechnung:* Krankenhäuser: Zahl der Planbetten; Schulen/Univ.: Anzahl der Schüler/Studenten; Bäder: Wasserfläche (m²); Flughäfen: Verkehrseinheiten (1 Passagier bzw. 100 kg Fracht)

Erwerbstätige: Zusammenstellung TUM-Ife, basierend auf Ausgangsdaten des Statistischen Bundesamtes zu Beschäftigten 2003 bis 2005 aus dem Unternehmensregister sowie zu Erwerbstätigen 2003 bis 2006 aus der VGR. Angaben zu Beschäftigten der Flughafengesellschaften entstammen der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV).

Flächenbedarf: Spezifischer Flächenbedarf pro Erwerbstätigen aus Befragung; Hochrechnung über Zahl der Erwerbstätigen.

Neben den Erwerbstätigen stellt der Flächenbedarf eine wertvolle Bezugsgröße für den Energieverbrauch im GHD-Sektor dar. Um auch auf die Fläche bezogene Vergleiche zu ermöglichen, wurde die im GHD-Sektor in Deutschland genutzte Fläche aus den Befragungsergebnissen berechnet, indem die in der Befragung erhobene Betriebsfläche auf die Zahl der im Betrieb Beschäftigten bezogen und über die Gesamtzahl der Erwerbstätigen in Deutschland auf Gruppen- und Splittebene hochgerechnet wurde (Tabelle 4).

3.3 Hochrechnung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor

Die Hochrechnung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor erfolgte getrennt für Strom und Brennstoffe. Dazu wurden zunächst aus den beiden Breitenerhebungen durchschnittliche Strom- und Brennstoffverbräuche auf Gruppen- und Splittebene für die Erhebungsjahre 2004 und 2006 ermittelt und auf die durchschnittliche Zahl der in den befragten Betrieben Beschäftigten bezogen. Mit in die Betrachtung einbezogen wurde auch das Jahr 2001, für das aus einer früheren Befragung (Fraunhofer ISI et al. 2004) ebenfalls

spezifische Strom- und Brennstoffverbräuche vorlagen. Für die nicht durch eine Befragung abgedeckten Zwischenjahre (2002, 2003 und 2005) wurden die spezifischen Verbrauchswerte interpoliert. Der absolute Strom- bzw. Brennstoffverbrauch wurde durch Multiplikation dieser Befragungswerte mit der tatsächlichen Zahl der Erwerbstätigen in Deutschland - bzw. den abweichenden Bezugseinheiten in den Gruppen 5 und 11 – (Tabelle 4) errechnet. Beim Strom wurden zu diesem aus der Befragung ermittelten Verbrauchswert noch einige in der Befragung nicht erfassten Stromverbrauchsbestandteile addiert (im Wesentlichen Strom für die Straßenbeleuchtung, für haustechnische Anlagen gemeinschaftlicher Einrichtungen in Mehrfamilienhäusern und für Aufgaben der Ver- und Entsorgung), die gut 10 % des gesamten Stromverbrauchs im GHD-Sektor ausmachen.

Abweichend zu diesem Vorgehen wurde der Energieverbrauch der Land- und Forstwirtschaft (Gruppe 9, 10) sowie der Flughäfen (Gruppe 11) auf der Grundlage sekundärstatistischer Daten ermittelt und die Befragungsergebnisse in erster Linie als begleitende Information sowie zur Qualifizierung der Energieträgerstruktur und der Anwendungsschwerpunkte genutzt. Für diese Gruppen ist aufgrund ihrer komplexen Organisations- und Funktionsstruktur trotz relativ großer Fallzahl auf Grundlage der Befragung nur eine näherungsweise Bestimmung des Strom- und Brennstoffverbrauchs möglich, während auf der anderen Seite auf statistisch verfügbare Daten zum Energieverbrauch zurückgegriffen werden kann. Für die Landwirtschaft und den Gartenbau dienten dafür als Grundlage die vom BMVEL (2002 bis 2008) jährlich veröffentlichten Ausgaben für Energie und durchschnittliche Preise für Treib- und Schmierstoffe, Heizmaterial (Gas und Heizöl) und Strom, über die für die genannten Energieträger jährliche Energieverbräuche ermittelt werden konnten. Für feste Brennstoffe (Kohle, Holz) liegen aus der Statistik jedoch keine Angaben vor. Hier muss außerdem unterstellt werden, dass in der Landwirtschaft auch erhebliche Mengen an nicht gehandelter Energie (vorwiegend Holz) eingesetzt werden. Der Einsatz dieser Energiemengen wurde daher auf Grundlage der aus der Befragung ermittelten Einsatzstruktur der Energieträger abgeschätzt.

Mit Strukturdaten zu 19 internationalen Verkehrsflughäfen und 41 regionalen Flughäfen und Verkehrslandeplätzen in Deutschland, die der Statistik zu entnehmen sind (ADV 2008), lässt sich das gesamte zivile Flugverkehrsaufkommen erfassen. Für 7 große Flughäfen (Frankfurt, München, Düsseldorf, Hamburg, Hannover, Berlin-Tegel und Osnabrück), auf die rund drei Viertel des Verkehrsaufkommens und damit auch ein großer Teil des Energieverbrauchs entfällt, lagen zusätzlich Daten zum Energieverbrauch aus Geschäfts- und Umweltberichten der Airports vor. Auf dieser statisti-

schen Datengrundlage lässt sich der jährliche Energieverbrauch der Flughäfen in Deutschland relativ zuverlässig bestimmen.⁴

Die auf dieser Grundlage ermittelten Strom- und Brennstoffverbräuche im GHD-Sektor für die zwölf unterschiedenen Gruppen und einzelne Splits sind Tabelle 5 zu entnehmen. Im Jahr 2006 belief sich der gesamte hier ermittelte Energieverbrauch im GHD-Sektor auf rund 1439 PJ. Davon entfielen 434 PJ (oder 118 TWh) auf den Strom und 1015 PJ auf Brenn- und Kraftstoffe sowie Fernwärme. Die Zeile „Sonstige“ enthält zusätzliche Energieverbrauchsbestandteile, die nicht über die Erhebung ermittelt werden konnten, insbesondere den Energieverbrauch des Militärs sowie den Stromverbrauch für Straßenbeleuchtung und gemeinschaftlich versorgte Anlagenteile. Für die von dieser Studie abgedeckten Erhebungsjahre 2003 bis 2006 wurde außerdem noch eine erste Abschätzung des Energieverbrauchs für die nicht durch Befragungen abdeckte Restgruppe 13 vorgenommen. Denn auch wenn diese gemessen an der Zahl der Erwerbstätigen eher unbedeutend ist, so handelt es sich hier doch um teilweise sehr stromintensive Arbeitsstätten, so dass eine Nichtberücksichtigung zu einer Unterdeckung insbesondere beim Stromverbrauch führen würde.⁵ Bei künftigen Erhebungen sollte daher diese Gruppe gezielt miterfasst werden.

Dennoch ist bei einem Vergleich der hochgerechneten Strom- und Brennstoffverbräuche mit den entsprechenden Verbrauchswerten der AG Energiebilanzen (2008) festzustellen, dass die hochgerechneten Werte beim Strom je nach Jahr zwischen 7 und 15 % unter denen der Energiebilanz liegen. Dies kann zum einen auf weitere nicht über die Befragung ermittelbare Stromverbrauchsbestandteile zurückzuführen sein. Zum anderen beinhaltet der GHD-Stromverbrauchswert der Energiebilanzen auch statistische Differenzen, die nicht Gegenstand der hier vorgelegten GHD-Berechnungen sind. Generell werden die Angaben zum GHD-Verbrauch in den Energiebilanzen weitgehend als Saldo zu den übrigen Verbrauchssektoren ermittelt, letzterer stellt damit eine Restgröße mit allen vorgelagerten Unsicherheiten dar. Dennoch ergibt sich beim Brennstoff- und Fernwärmeverbrauch eine gute Übereinstimmung hinsichtlich Verbrauchsniveau und Verbrauchstrend zwischen den hier hochgerechneten Energieverbräuchen und den Energiebilanzwerten (Tabelle 5). Die einzige Ausnahme bildet

4 Einschränkend ist anzumerken, dass der für die Flughäfen ermittelte Brennstoffverbrauch teilweise auch die Wärmeversorgung von Restaurants, Läden, Büros, Aufenthaltsräume etc. umfasst, die eigentlich anderen Gruppen des GHD-Sektors zuzuordnen wäre, was jedoch mangels Daten nicht möglich ist. Die dadurch bedingte Doppelzählung beim Brennstoffverbrauch wird auf maximal 1 PJ geschätzt.

5 Für die Jahre 2001 und 2002, die durch die Ergebnisse der Vorgängererhebung (Fraunhofer ISI et al. 2004) abgedeckt wurden, war die Abschätzung für die Restgruppe rückwirkend nicht mehr möglich.

das Jahr 2005; hier weist die AG Energiebilanzen einen nicht ganz plausiblen Verbrauchsrückgang aus, gefolgt von einem deutlichen Verbrauchsanstieg im Jahr 2006.

Im Hinblick auf einen Vergleich der Energieverbrauchsdaten im Zeitablauf (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Abbildung 2) ist Folgendes festzustellen:

- Die Ergebnisse sollen analog zur nationalen Energiebilanz den tatsächlichen Energieverbrauch im GHD-Sektor in jedem Jahr abbilden und wurden daher nicht temperaturbereinigt. Der Zeitbereich von 2001 bis 2005 hatte jedoch klimatisch ähnliche Rahmenbedingungen. Lediglich das Jahr 2006, mit deutlich überdurchschnittlichen Temperaturen während der Heizperiode, dürfte einen temperaturbedingten Minderverbrauch von rund 90 PJ aufweisen. Belastbare Trendaussagen sind so auf Grundlage der vorliegenden Werte für sechs Jahre durchaus möglich.
- Methodisch strenge Konsistenz besteht allerdings nur für den Zeitbereich 2003 bis 2006. Für die Vorjahre ergeben sich Inkonsistenzen aufgrund des Fehlens des Unternehmensregisters des Statistischen Bundesamtes, das erst ab dem Jahr 2003 eine etwas anders strukturierte Datenbasis für die Beschäftigten beinhaltet sowie eine etwas unterschiedliche Systematik bei der Ermittlung der spezifischen Verbrauchswerte aus der früheren Erhebung für 2001 (Fraunhofer ISI et al. 2004).
- Veränderungen innerhalb von vier oder auch sechs Jahren und innerhalb einer Gruppe können bei prinzipiell stagnierenden Verbrauchstendenzen noch nicht als „typisch“ oder „charakteristisch“ definiert oder analysiert werden, da sich mehrere Einflüsse überlagern können: Veränderungen innerhalb einer Branche (Technologie, Marketing), wirtschaftliche Entwicklungen und Konjunktur auf Branchenebene, Änderungen in der statistischen Abgrenzung der Branchen oder der Zuordnung der Beschäftigten zu einer Branche oder auch eine Änderung der Zuordnung von Betrieben beim leitungsgebundenen Versorger zu GHD und Industrie (Sondervertragskunde, Gewerbekunde Industrie, GHD).

Insgesamt zeigen die Hochrechnungen über den Betrachtungszeitraum 2001 bis 2006 beim Strom eine stagnierende und bei den Brennstoffen eine leicht rückläufige Entwicklung. In Ergänzung zu den Hochrechnungen des gesamten Brennstoffverbrauchs wurde in einem weiteren Schritt auch eine Aufteilung des Brennstoffverbrauchs auf einzelne Energieträger vorgenommen. Die Grundlage dafür bilden die Informationen zum Energieverbrauch einzelner Arbeitsstätten aus den beiden Befragungen. Analog zum bisher für die Hochrechnung verwendeten spezifischen Strom- oder Brennstoffverbrauch kann auf dieser Grundlage auch ein energieträgerbezogener spezifischer Verbrauch ermittelt werden, definiert als Energieverbrauch eines Energieträgers pro Bezugseinheit. Dabei können bei den Brenn- und Kraftstoffen folgende Energieträger unterschieden werden: Kohle, Holz, flüssige Brennstoffe, gasförmige Brennstoffe, Fernwärme. Der absolute Brennstoffverbrauch nach Energieträgern

für Deutschland wird wiederum über die jeweiligen Bezugseinheiten (i.d.R. Erwerbstätige) auf Deutschland hochgerechnet (Tabelle 6).

Tabelle 5: Hochgerechneter Energieverbrauch im GHD-Sektor nach Verbrauchergruppen (in PJ)

Energieeinheit: PJ Grp. No./ Split Bezeichnung	2001			2002			2003			2004			2005			2006		
	Strom	Brenn- und Kraft- stoffe, Fern- wärme	Gesamt	Strom	Brenn- und Kraft- stoffe, Fern- wärme	Gesamt	Strom	Brenn- und Kraft- stoffe, Fern- wärme	Gesamt	Strom	Brenn- und Kraft- stoffe, Fern- wärme	Gesamt	Strom	Brenn- und Kraft- stoffe, Fern- wärme	Gesamt	Strom	Brenn- und Kraft- stoffe, Fern- wärme	Gesamt
1 Baugewerbe	12	49	61	12	44	56	13	44	58	13	43	56	13	40	53	13	38	51
2 Büroähnliche Betriebe	79	234	313	88	230	318	93	249	341	94	254	349	92	256	348	92	261	353
3 Herstellungsbetriebe	24	67	91	19	41	60	14	24	38	14	25	39	14	24	38	14	23	37
4 Handel	100	177	277	109	169	278	122	186	308	122	187	309	113	170	283	105	151	256
5/21 Krankenhäuser	19	44	63	18	40	58	18	40	59	18	40	57	22	43	65	25	45	71
5/22 Schulen	15	76	90	13	67	81	12	69	80	12	69	81	13	70	82	14	70	83
5/23 Bäder	15	36	51	16	43	59	16	51	67	16	51	67	17	48	65	18	45	63
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	49	161	210	58	173	231	65	207	272	66	209	275	62	193	256	60	176	236
7/5 Backgewerbe	5	12	17	4	9	13	3	6	8	3	6	9	2	5	7	2	5	7
7/6 Fleischereien	4	10	14	4	6	9	3	3	6	3	3	6	2	2	5	2	2	4
7/7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
8 Wäschereien	2	5	7	2	4	5	1	2	3	1	2	4	1	2	3	1	1	3
9 Landwirtschaft	14	144	157	18	150	168	18	137	154	18	134	152	17	120	137	19	131	150
10 Gartenbau	2	19	21	2	24	26	2	24	25	2	22	24	2	18	20	1	14	15
11 Flughäfen	5	6	11	5	6	11	5	7	11	5	7	12	5	7	13	5	7	12
12 Textil, Bekleidung, Leder	11	27	38	7	25	33	4	35	39	4	37	41	3	21	25	3	7	10
13 Rest *	25	0	25	0	0	0	5	1	6	6	1	7	5	1	6	5	1	6
Sonstige **	44	31	74	44	31	74	43	28	71	43	28	71	43	28	71	44	37	81
Summe GHD nach Hochrechnung	423	1.098	1.521	420	1.062	1.482	437	1.112	1.549	441	1.118	1.559	427	1.049	1.476	424	1.015	1.439
Summe GHD nach Energiebilanz	486	1.084	1.570	500	1.043	1.543	470	1.049	1.520	485	1.048	1.533	473	868	1.341	493	968	1.461

* Gruppe 13 Rest: Für die Erhebungsjahre 2003 bis 2006 wurde eine erste Abschätzung des Energieverbrauchs für die nicht durch Befragungen abgedeckte Restgruppe 13 vorgenommen. Für die Jahre 2001 und 2002, die durch die Ergebnisse der Vorgängererhebung (Fraunhofer ISI et al. 2004) abgedeckt wurden, war dies rückwirkend nicht mehr möglich.

** Gruppe Sonstige: Energieverbräuche, die nicht über die Erhebung ermittelt werden konnten (v.a. Militär, Straßenbeleuchtung, gemeinschaftl. versorgte Anlagenteile).

Abbildung 1: Stromverbrauch einzelner Branchen des GHD-Sektors 2001-2006

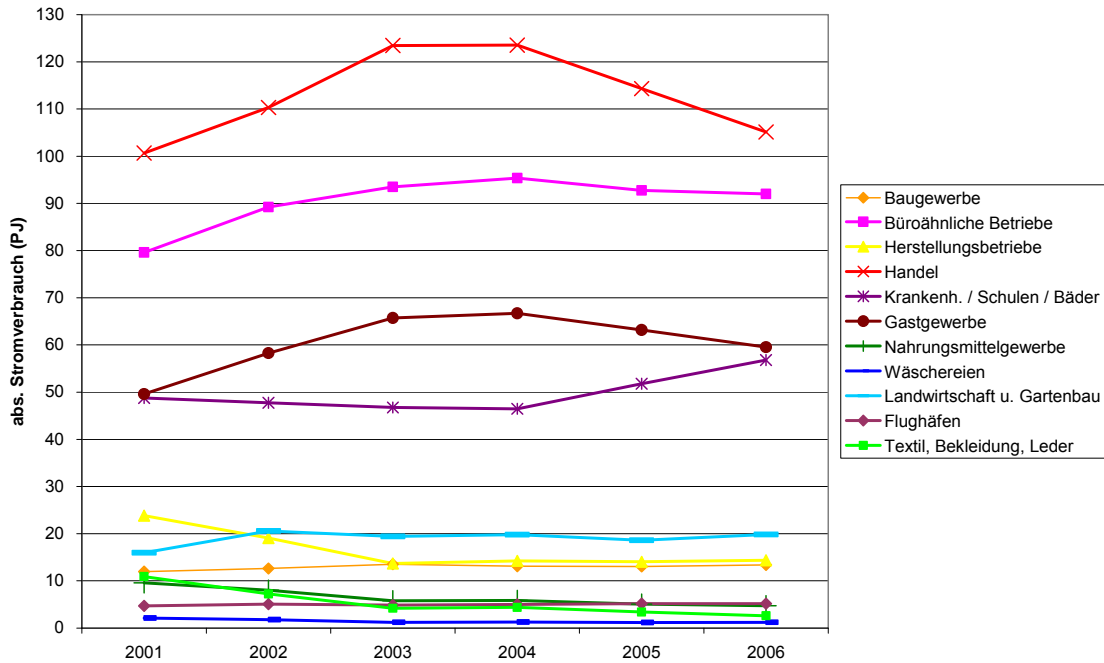


Abbildung 2: Brennstoff- und Fernwärmeverbrauch einzelner Branchen des GHD-Sektors 2001-2006

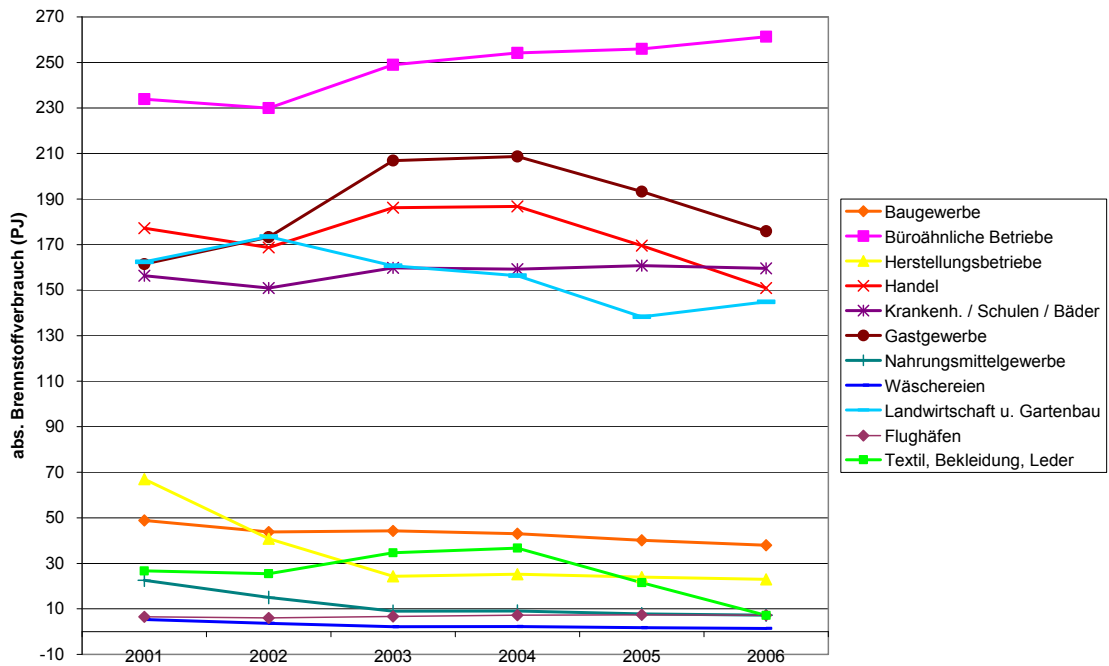


Tabelle 6: Hochgerechneter Verbrauch an Brennstoffen nach Energieträgern im Sektor GHD für das Jahr 2006

2006		spezifischer Verbrauch						absoluter Verbrauch						
		Brennstoff *	Kohle	Holz	Flüssige	Gasförmige	Fern-/Nahwärme	BZE**	Brennstoff *	Kohle	Holz	Flüssige	Gasförmige	Fern-/Nahwärme
Summe								967,3	1,8	58,7	333,6	434,2	139,0	
Grp.	Split	[MWh/BZE]						[1000]	[PJ/a]					
1	Baugewerbe	4,9	0,0	0,8	1,9	2,0	0,2	2.159	37,8	0,4	6,5	14,4	15,5	1,1
2	Bürobetriebe	6,9	0,0	0,1	2,9	3,2	0,7	10.567	261,7	0,0	4,0	109,1	120,2	28,4
3	Herstellungsbetriebe	7,7	0,1	1,1	3,1	2,7	0,7	833	23,0	0,0	3,2	9,4	8,3	2,2
4	Handel	7,6	0,0	0,1	2,2	4,5	0,7	5.549	150,8	0,7	2,2	44,3	90,4	13,3
5	21 Krankenhäuser	18,5	0,0	0,0	1,6	10,6	6,3	683	45,4	0,0	0,0	4,0	25,9	15,5
5	22 Schulen	1,3	0,0	0,0	0,1	0,9	0,3	14.383	69,5	0,0	0,0	7,2	45,0	17,3
5	23 Bäder	2,7	0,0	0,0	0,1	1,3	1,3	4.650	44,6	0,0	0,0	1,1	21,2	22,3
6	Heime und Gaststätten	13,2	0,0	0,6	3,7	6,5	2,4	3.700	176,0	0,7	8,3	49,0	86,4	31,7
7	5 Backgewerbe	15,7	0,0	0,3	8,0	7,3	0,0	83	4,7	0,0	0,0	2,5	2,2	0,0
7	6 Fleischereien	8,3	0,0	0,5	2,8	5,1	0,0	66	1,8	0,0	0,0	0,7	1,1	0,0
7	7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	10,6	0,0	0,0	7,1	3,4	0,0	14	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
8	Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	10,4	0,0	0,0	4,1	5,5	0,8	37	1,4	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0
9	Landwirtschaft	54,5	0,0	14,5	35,7	4,3	0,0	666	130,7	0,0	34,6	85,7	10,4	0,0
10	Gartenbau u. Gärtnereien	22,5	0,0	0,0	13,7	8,8	0,0	175	3,9	0,0	0,0	2,4	1,5	0,0
11	Flughäfen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	214.097	7,2	0,0	0,0	1,8	1,8	3,6
12	Textil, Bekleidung, Leder	2,5	0,0	0,0	0,2	1,1	1,2	794	7,6	0,0	0,0	0,7	3,2	3,6
13	Rest	0,9	0,0	0,1	0,4	0,3	0,1	320	0,7	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0
Hochrechnungsergebnis								967,3						

* mit Fern-/Nahwärme und incl. Kraftstoffe der Land- und Forstwirtschaft und der Flughäfen

** Bezugseinheit (BZE): i.d.R. Erwerbstätige; abweichende Bezugseinheiten für Krankenhäuser (Anzahl Planbetten), Schulen/Univ. (Anzahl Schüler/Studenten), Bäder (m2 Wasserfläche) und Flughäfen (Verkehrseinheit: 1 Passagier bzw. 100 kg Fracht)

3.4 Energieanwendungsbilanzen

Ein wesentliches Element der beiden Breitenerhebungen und insbesondere der Tiefeninterviews war die Erhebung von Informationen zur Energieanwendung in den einzelnen Gruppen. Auf dieser Grundlage wurde der hier ermittelte Strom- und Brennstoffverbrauch für das Jahr 2006 auf nachfolgende Anwendungsbereiche aufgeteilt (Tabelle 7):

- *Raumwärme*: Zur Raumbeheizung eingesetzter Heizstrom sowie aus dem zusätzlichen Heizbedarf über Lüfter und Strahler resultierende Strommenge. Brennstoff- und Fernwärmeinsatz für die Beheizung von gewerblich genutzten Gebäudeflächen.
- *Prozesswärme*: Stromeinsatz für hygienischen Bedarf (Warmwasser) und für wärmetechnische Prozesse (Erwärmen, Kochen, Braten, Schmelzen, Schweißen, Glühen, Trocknen etc.). Energieeinsatz für die Deckung des Warmwasserbedarfs zur Körperhygiene in Betrieben (Händewaschen, Duschen, Baden) und zu prozess-technischen Vorgängen (Wasch- und Reinigungsverfahren, Kochen und Garen, Sterilisieren, Brennen und Schweißen etc.) sowie für die Wärmebedarfsdeckung von Schwimmbecken und Unterglasbauten.
- *Klimakälte*: Stromverbrauch stationär und mobil elektrisch betriebener Kompressoren für die Kälteerzeugung zur zentralen und dezentralen Raumklimatisierung und Raumkühlung sowie bei der Klimatisierung von Gewerbeflächen benötigter Gaseinsatz zum Betrieb von Absorptionskältemaschinen.
- *Prozesskälte*: Stromverbrauch der elektrisch angetriebenen Kältekompressoren in Kühlhäusern, Gefrier- und Kühlräumen, von Kühltheken, Gefrier- und Kühlschränken. Gaseinsatz von Kühlhäusern, Gefrier- und Kühlräumen, zentralversorgten Gefriertruhen, Kühltheken, Gefrier- und Kühlschränken, die über Absorptionskältemaschinen versorgt werden
- *Mechanische Energie (Kraft)*: Stromeinsatz motorischer Antriebe von Maschinen und Geräten, ausgenommen der Stromverbrauch der Kompressoren zur Prozesskälteerzeugung und zur Kälteerzeugung bei Klimatisierung und Raumkühlung. Außerdem Kraftstoffeinsatz verbrennungsmotorischer Antriebe in der Landwirtschaft (Traktoren etc.), im Baugewerbe (Strom- und Druckluftherzeugung, Bagger- und Radlader-Einsatz etc.), auf Flughäfen (Schlepper, Busse etc.) und stationär in Betrieben.
- *Beleuchtung*: Stromeinsatz für die Beleuchtung von gewerblich genutzten Räumen und beleuchteten Freiflächen, Reklame- und Schaufensterbeleuchtung sowie die Straßenbeleuchtung.
- *Information und Kommunikation*: Stromverbrauch von Geräten zur Gewinnung, Verarbeitung, Verbreitung, Speicherung und Dokumentation von Informationen (PC-Arbeitsplätze, Server, Drucker, Kopierer etc.) und zur Kommunikation (Telefon, Ladestationen für Handys etc.) sowie Registrierkassen etc.

Auch wenn bei den Tiefeninterviews der gewünschten Informationstiefe mitunter Grenzen gesetzt sind, da bei der Zeitdauer der Befragung nur bedingt gesicherte Aussagen zu technischen Anlagen und betrieblichen Abläufen gewinnbar sind, konnte auf Grundlage der aus der Breiten- und Detailerhebung vorliegenden Daten, Sekundärstudien sowie Expertenwissen eine näherungsweise charakteristische Anwendungsbilanz für den GHD-Sektor erstellt werden. Gegenüber den von der AG Energiebilanzen, der BDEW-Projektgruppe Nutzenergiebilanzen und IfE/TU München erstellten nationalen Anwendungsbilanzen für alle Verbrauchssektoren (Tzscheutschler et al. 2008) ist die hier gewählte Unterscheidung der Anwendungszwecke detaillierter. Neben den dort unterschiedenen Bereichen Prozesswärme, Raumwärme, Kraft, Beleuchtung und IuK wurden hier insbesondere die Anwendungsbereiche Klimatisierung und Kühlung separiert. Damit soll der wachsenden Bedeutung dieser Energieanwendungen Rechnung getragen und die internationale Vergleichbarkeit der Daten erhöht werden.

Beim Stromverbrauch dominiert nach diesen Berechnungen (Tabelle 7) der Energieverbrauch für die Beleuchtung mit gut 40 %, gefolgt vom Stromeinsatz für motorische Antriebe (Kraft). Der Anteil der Klimatisierung (Klimakälte) am Stromverbrauch ist heute noch gering, lediglich auf den Flughäfen erreicht er bereits einen Anteil von gut 10 %. Die Prozesskühlung spielt im GHD-Sektor eine größere Rolle, insbesondere im Handel, im Hotel- und Gaststättengewerbe und in Teilen des Nahrungsmittelgewerbes.

Bei den Brennstoffen ist die Anwendungsstruktur weniger differenziert, über 70 % des Energiebedarfs entfällt im GHD-Sektor auf die Raumwärme, gefolgt von der Prozesswärme mit knapp 18 %.

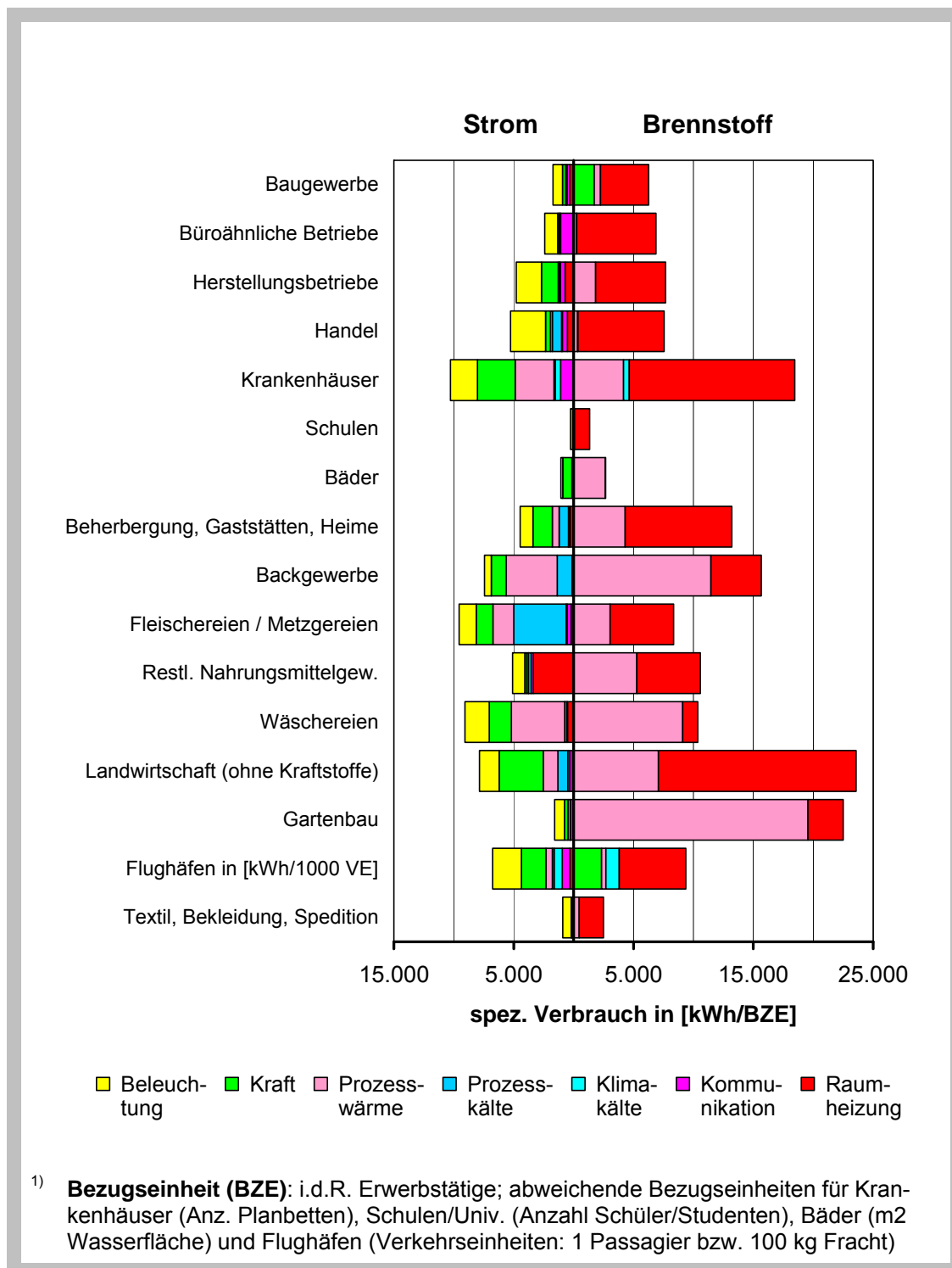
Den auf die jeweiligen Bezugseinheiten bezogenen Strom- und Brennstoffverbrauch in den verschiedenen Gruppen des GHD-Sektors nach Anwendungszwecken im Jahr 2006 zeigt Abbildung 3.

Tabelle 7: Anwendungsbilanzen 2006 für Strom und Brennstoff/Fernwärme

2006	Verbräuche		Anteile														
	Strom	Brennstoffe u. Fernwärme	Strom								Brennstoffe und Fernwärme						
			absolut [TWh]	absolut [TWh]	Beleuchtung	Kraft	Prozesswärme	Prozesskälte [%]	Klimakälte	Kommunikation	Raumheizung	Kraft	Prozesswärme	Prozesskälte [%]	Klimakälte	Raumheizung	
Grp. No.	Split	Bezeichnung															
1		Baugewerbe *	3,7	13,5	46,0	15,5	4,9	0,5	0,2	13,5	19,3	27,4	8,2	0,0	0,0	64,4	
2		Büroähnliche Betriebe	25,6	72,6	44,9	3,1	4,1	0,9	2,0	41,8	3,1	0,0	3,6	0,0	0,2	96,2	
3		Herstellungsbetriebe	4,0	6,4	44,0	29,2	2,2	0,3	1,0	8,6	14,7	0,5	23,3	0,0	0,0	76,1	
4		Handel	29,2	41,9	55,5	7,6	3,1	14,6	1,5	8,0	9,8	0,0	4,3	0,3	0,1	95,2	
5	21	Krankenhäuser	7,0	12,6	22,0	30,6	31,5	0,9	4,5	10,6	0,0	0,0	22,6	0,0	2,5	74,9	
5	22	Schulen	3,8	19,3	66,9	9,6	2,0	1,8	1,5	11,5	6,6	0,0	5,4	0,0	0,1	94,5	
5	23	Bäder	4,9	12,4	14,5	71,5	13,5	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	98,8	0,0	0,0	1,2	
6		Beherbergung, Gaststätten, Heime	16,5	48,9	24,2	36,1	12,7	17,4	0,3	2,8	6,6	0,0	32,5	0,0	0,0	67,5	
7	5	Backgewerbe	0,6	1,3	7,5	16,8	57,3	16,6	0,1	1,6	0,2	0,0	73,2	0,0	0,0	26,8	
7	6	Fleischereien / Metzgereien	0,6	0,5	15,0	14,6	18,2	45,7	0,9	3,4	2,3	0,0	36,5	0,0	0,0	63,5	
7	7	Restl. Nahrungsmittelgew.	0,1	0,2	20,3	3,0	2,6	0,2	4,5	3,5	65,9	0,0	50,0	0,0	0,0	50,0	
8		Wäschereien	0,3	0,4	22,3	20,3	49,1	0,1	1,7	0,9	5,6	0,0	87,8	0,0	0,0	12,2	
9		Landwirtschaft	5,2	36,3	20,8	46,9	15,6	10,4	2,1	3,1	1,0	56,8	13,0	0,0	0,0	30,3	
10		Gartenbau	0,3	3,9	52,3	17,4	11,6	1,2	2,3	11,6	3,5	0,0	86,9	0,0	0,0	13,1	
11		Flughäfen	1,4	2,0	35,4	30,3	8,1	2,0	10,1	9,6	4,5	24,9	4,0	0,0	11,9	59,3	
12		Textil, Bekleidung, Spedition	0,7	2,0	77,0	1,1	5,0	0,6	0,0	13,2	3,1	0,0	18,6	0,0	0,0	81,4	
Summe Gruppen 1 - 12			104,1	274,2	40,8	19,2	8,6	8,2	1,6	15,4	6,3	9,1	18,0	0,1	0,3	72,7	
13		Rest	1,4	0,3	44,0	29,2	2,2	0,3	1,0	8,6	14,7	0,0	30,0	0,0	0,0	70,0	
Hochrechnungsergebnis			105,5	274,5	40,9	19,3	8,5	8,0	1,6	15,3	6,4	9,9	17,7	0,1	0,3	72,1	
		Straßenbeleuchtung	3,4		98,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0						
		Gemeinschaftliche Anlagen MFH	1,3		29,0	70,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0						
		Militär	1,2	7,3	44,9	3,1	4,1	0,9	2,0	41,8	3,1	41,1	6,8	0,0	0,0	52,1	
		Sonstige	6,3		10,9	75,6	4,8	0,8	0,9	6,8	0,1						
		Nicht Erfasste	12,2	7,3	40,5	46,8	2,9	0,5	0,7	8,3	0,4	41,1	6,8	0,0	0,0	52,1	
Berechnungen GHD			117,7	281,8	40,8	22,2	7,9	7,3	1,5	14,5	5,8	9,9	17,7	0,1	0,3	72,1	

* incl. Kraftstoffe für Baustellenbetrieb

Abbildung 3: Spezifischer Strom- und Brennstoffverbrauch pro Bezugseinheit im Jahr 2006¹⁾



4 Branchenspezifische Analysen

Über die Hochrechnung hinaus können die in den beiden Breitenerhebungen für 2004 und 2006 sowie in den Tiefeninterviews erhobenen Daten in den verschiedenen Bereichen des GHD-Sektors dazu genutzt werden, die Energieverbrauchsstrukturen der Betriebe näher zu untersuchen. Die Analysen konzentrieren sich auf allgemeine und branchenspezifische energierelevante Ausstattungsmerkmale sowie Kenngrößen und deren Zusammenhang mit dem Energieverbrauch. Generell erfasste Aspekte waren Lüftung und Klimatisierung, Beleuchtung, Bürogeräte sowie Pausenräume und Kantinen. Im Unterschied zur Hochrechnung beruhen diese Auswertungen auf den Rohdaten der befragten Fälle, in welche die Daten aller befragten Betriebe ungewichtet eingegangen sind. Angesichts der teilweise geringen Fallzahlen in einzelnen Gruppen sind die Aussagen nicht streng repräsentativ; da jedoch die Quotierung auch in den Untergruppen im Wesentlichen erfüllt wurde, sind die Ergebnisse für einen detaillierten Einblick in die Branchen sehr gut nutzbar. Ergänzt wurden die Fragebögen in der Breitenerhebung für 2006 und einem Teil der Tiefeninterviews um ein Element „Energie-*management*“ mit Fragen zum Umgang mit dem Energiethema, Energieverbrauchs-kontrolle, Durchführung energiesparender Maßnahmen, Informations- und Entscheidungs-verhalten, Energieberatung und Mitarbeitermotivation.

Energietechnische Ausstattung nach Branchen

Aus der Fülle der erhobenen branchenspezifischen Daten können hier nur beispielhaft einige energierelevante Ausstattungsmerkmale der Branchen des GHD-Sektors dargestellt werden. Als Grundlage dienen im Wesentlichen die Ergebnisse der zweiten Breitenerhebung, die Ende 2007/Anfang 2008 durchgeführt wurde, sowie die Tiefeninterviews vom Sommer 2007. Während in der Breitenerhebung explizit nach dem Energieverbrauch für das Erhebungsjahr 2006 gefragt wurde, spiegeln die erfragten Ausstattungsmerkmale im Wesentlichen den Stand zum Zeitpunkt der Befragung wider.

Das *Baugewerbe* ist eine sehr heterogene Branche hinsichtlich Betriebsgrößen und -strukturen. Die Schwerpunkte liegen im Bauhauptgewerbe beim Hoch-, Fertig- und Tiefbau; im Ausbaugewerbe sind Installateure sowie Maler und Lackierer die größten Sparten. Der Energieverbrauch verteilt sich auf Raumwärme und Produktion im Betrieb sowie auf eine Vielzahl von Maschinen und Geräten auf der Baustelle und den Baustellenverkehr. Erwartungsgemäß setzen Betriebe des Bauhauptgewerbes wesentlich mehr energieintensive Geräte im Betrieb selbst wie auch auf der Baustelle ein. Fast alle Geräte außer Gabelstapler und Kipplader werden mit Strom betrieben. Im Baugewerbe bestehen erhebliche Probleme der Erfassung des Energieverbrauchs, vor allem bei den Verbräuchen auf der Baustelle, z. B. für Baustrom und Containerbeheizung,

weil die Kosten hierfür vom Bauherrn getragen werden. Schwierig ist auch die Abgrenzung des Dieselverbrauchs für Baustellenfahrzeuge, der zum Teil dem GHD-Sektor und zum Teil dem Verkehrssektor zuzuordnen ist.

Die hier zur Gruppe „*Büroähnliche Betriebe*“ zusammengefassten Wirtschaftszweige decken ein breites Spektrum öffentlicher und privater Dienstleistungen ab: Banken und Versicherungen, öffentliche Betriebe sowie sonstige betriebliche Dienstleistungen, teilweise mit klarem Bürocharakter wie Rechtsanwälte oder Steuerberater, teilweise aber auch mit weiteren energietechnisch relevanten Schwerpunkten wie Abfallbeseitigung, Frisöre, Gebäudereinigung oder Ärzte. Aus energietechnischer Sicht weisen die meisten dieser Bereiche jedoch ähnliche Strukturen auf. Es dominiert die Raumwärme, gefolgt von Stromanwendungen für Beleuchtung, Lüftung und Klimatisierung, Informations- und Kommunikationstechniken. Die Anteile klimatisierter, gekühlter oder belüfteter Räume liegen im Durchschnitt der Gruppe bei rund 10 %. Rund ein Drittel der Betriebe mit Klimatisierung oder Kühlung hat eine zentrale Klimaanlage, zwei Drittel haben Kleinklimageräte; mobile Geräte kommen etwas häufiger zum Einsatz als Split-Geräte. Die Lichtanlage in den Betrieben ist bis zu 45 Jahre alt; der Mittelwert liegt mit 11,7 Jahren etwas niedriger als bei den übrigen Branchen. Im Kunden- und Bürobereich ist der Anteil der Leuchtstoff- und Energiesparlampen mit rund 70 % relativ hoch, insbesondere in Schaufenstern und auf Freiflächen kommen auch viele Halogenlampen zum Einsatz. Die Ausstattung mit Bürogeräten ist in den Bürobetrieben erwartungsgemäß wesentlich höher als in anderen GDH-Branchen, vor allem in Banken und Versicherungen sowie in öffentlichen Einrichtungen.

Zu den *Herstellungsbetrieben* zählen Metall-, Kfz-, Holz-, Papier- und Druckbetriebe. Neben allgemeinen Ausstattungsmerkmalen wie Beheizung, Lampen, Bürogeräte sowie Lüftung und Klimatisierung kommen hier insbesondere beim Strom verstärkt branchenspezifische Prozesstechniken zum Einsatz. Die Brennstoffe hingegen werden überwiegend für die Raumheizung eingesetzt. Das *Metallgewerbe* umfasst betriebstechnisch heterogene Wirtschaftszweige mit unterschiedlicher Energieintensität. Die relativ größten Anteile im GHD-Sektor entfallen auf Maschinenbau, Elektrotechnik, Schlossereien und Schweißereien, Herstellung medizinischer und orthopädischer Erzeugnisse und EBM-Waren. Entsprechend groß ist die Vielfalt der Produktionstechniken; bei diesen kommt meist Strom zum Einsatz, z. B. für Druckluftherzeugung, zum Formen und zum Trennen. Brennstoffe werden neben der Raumheizung für Wärmebehandlungsprozesse wie z. B. Härten, Vergüten, Glühen, Schweißen etc. verwendet. Zum *Kfz-Gewerbe* gehören Werkstätten, Autohäuser und Mischbetriebe. Haupttätigkeitsfeld der Werkstätten ist die Kfz-Mechanik, gefolgt von Karosserie und Lackierarbeiten. Hinzu kommen Büro- und Verkaufsräume. Der Stromeinsatz in Kfz-Betrieben konzentriert sich im Wesentlichen auf die Bereiche Beleuchtung, Antriebe von Pumpen

und Arbeitsgeräten sowie Druckluft für Werkstatt und Servicebereich. Das *Holzgewerbe* enthält die Herstellung von Möbeln (drei Viertel der Befragten) und Bauteilen (11 %) mit jeweils relativ wenig energieintensiver Arbeitsausstattung; die übrigen Betriebe sind Sägewerke. Absauganlagen stellen mit einem Anteil von ca. 40 % am Gesamtstromverbrauch die größten Stromverbraucher im Tischlereibetrieb dar. Im *Papier- und Druckgewerbe* handelt es sich bei den Kleinbetrieben um Druckereien, Buchbinder, Licht- und Fotopausereien. Der Stromeinsatz entfällt vor allem auf Druckmaschinen, gefolgt von Anlagen zum Schneiden, Falzen und Heften. Digitaldruckmaschinen, Druckluft, Beleuchtung, Klimatisierung und der Standby-Betrieb von Anlagen spielen ebenfalls eine Rolle.

Der *Groß und Einzelhandel* ist mit über 5,5 Mio. Beschäftigten neben den Bürobetrieben die größte Branche im GHD-Sektor. Energetisch von Bedeutung ist die Unterscheidung nach Lebensmittel- und Non-Food-Sparten. Im Lebensmittelhandel besteht ein hoher Kältebedarf für Kühlen und Gefrieren. Jedoch stellt der Raumwärmebedarf den Schwerpunkt des Energieverbrauchs dar. Stromseitig ist im Handel die Beleuchtung ein großer Faktor. Im Lebensmitteleinzelhandel schlägt auch die Klimatisierung von Verkaufsräumen merklich zu Buche. Obwohl die Zahl der Einzelhandelsbetriebe infolge eines Konzentrationsprozesses schrumpft, nimmt die Verkaufsfläche seit Jahren zu, was sich auch auf den Energieverbrauch auswirken dürfte. Seit der letzten Befragung haben sich die Ladenöffnungszeiten im Einzelhandel von Montag bis Freitag geringfügig und an Samstagen deutlich (21 % über acht Stunden, vorher 8 %) erhöht. Immer häufiger gibt es in Lebensmittelläden Backwaren- und Imbissbereiche, die mit Öfen zum Aufbacken oder Erwärmen von Brot-, Fleisch- und Wurstwaren ausgestattet sind. 24 % der befragten Geschäfte haben einen oder mehrere solcher Öfen. Auch der Energiebedarf von Registrierkassen ist nicht zu vernachlässigen.

Krankenhäuser, Schulen und Bäder sind energietechnisch sehr unterschiedlich zu beurteilen und deshalb getrennt zu betrachten. Da in diesem Bereich der spezifische Energieverbrauch bezogen auf die Beschäftigten nur begrenzt aussagefähig ist, wurden hier die aussagekräftigeren Bezugsmerkmale Bettenzahl bzw. Schüler- oder Studentenzahl bzw. Beckenfläche erhoben. *Krankenhäuser* zeichnen sich durch einen hohen Raum- und Prozesswärmebedarf aus. Letzterer fällt insbesondere ins Gewicht, wenn eine eigene Wäscherei betrieben wird. Strombedarf entsteht außer für Beleuchtung vor allem für Lüftung und Klimatisierung. Der Bereich der *Schulen* ist recht heterogen; er reicht von Schulkindergärten bis hin zu Universitäten. Vom Energieverbrauch her gesehen dominiert der Raumwärmebedarf. Strom wird vor allem für Beleuchtung benötigt. Im Bereich der *Bäder* ist vor allem zwischen Hallenbädern und Freibädern zu unterscheiden. Eine Kombination stellen die immer häufiger auftretenden „Freizeitbäder“ dar. Der Energieverbrauch in Bädern entfällt zum großen Teil auf Prozesswärme für die

Wassererwärmung, in Hallenbädern auch auf die Raumheizung. Bäder haben heute eine sehr komplexe technische Gebäudeausrüstung, v. a. Lüftung, Elektro- und Beckenwassertechnik, die auch einen erheblichen Stromverbrauch verursachen. Außerdem verfügen Bäder immer häufiger über Zusatzeinrichtungen, die energieintensiv sind, wie Sauna, Solarium, Wellness- und Gesundheitsbereich, Fitnessräume, Restaurant etc.

Das *Gastgewerbe* besteht aus dem Gaststättenbereich und dem Beherbergungsgewerbe. Zwar sind als Dienstleistungsbranche alle Betriebsgrößen im GHD-Sektor enthalten, es dominieren jedoch kleine bis sehr kleine Betriebe. Vom Energieverbrauch her gesehen kommt in beiden Bereichen der Raumwärme und damit dem Brennstoffverbrauch die größte Bedeutung zu. Der zweite Energieverbrauchsschwerpunkt nach der Raumheizung ist die Prozesswärme für die Küche, vor allem für das Garen von Speisen, aber auch für das Warmhalten und Erwärmen von Speisen, die Geschirrvorwärmung und die Geschirr-Reinigung. Strom wird ebenfalls vor allem für das Kochen eingesetzt, in zweiter Linie für Kälteanlagen, außerdem für Spülen, Wäschewaschen und Beleuchtung. Kühl- und Gefriereinrichtungen nehmen in der Bedeutung zu, da wegen der Flexibilität des Angebots immer mehr Tiefkühlprodukte verwendet werden. Im Übrigen spielt auch die Beleuchtung eine relativ große Rolle für den Energieverbrauch.

Zum *Nahrungsmittelgewerbe* gehören im GHD-Sektor vor allem Bäckereien und Fleischereien. Die hauptsächlichen Energieverbraucher in *Bäckereien* sind die Backöfen. In den hier einbezogenen eher kleineren Bäckereien werden in aller Regel diskontinuierliche Verfahren eingesetzt, z. B. Etagenbacköfen oder Backschränke. Heute verfügen Filialen und auch Produktionsbetriebe mit Ladengeschäft häufig über einen elektrischen Backofen direkt im Verkaufsraum zum Fertigbacken von vorproduzierten Teiglingen. Strom wird außerdem vor allem für Kälteanlagen eingesetzt. Vergleichsweise geringe Anteile des Stroms entfallen auf Kraft (Maschinen, z. B. zum Sieben, Mischen, Kneten und Rühren, sowie Lüftung), Beleuchtung und Warmwassererzeugung. Energieverbrauchsschwerpunkt in *Fleischereien* ist die Wurstherstellung. In Kochkesseln und Kombinationskochschränken werden verschiedene Wärmebehandlungsverfahren durchgeführt. Die Rohwurstherstellung erfolgt in Reife- und Räucher-kammern. Die Produktionsanlagen werden überwiegend mit Brennstoffen, weniger mit Strom beheizt. Der Hauptanteil des Stroms entfällt auf Wassererwärmung sowie Kühlen und Gefrieren. Der Stromverbrauch für Kühlen und Gefrieren nimmt zu, da die Betriebe immer mehr Kühl- und Tiefkühlprodukte zusätzlich nutzen oder verkaufen.

Die Gruppe der *Wäschereien* beinhaltet hier das gesamte Textilreinigungsgewerbe, d. h. Wäschereien, Reinigungen, Textilien-Mietservice, Färbereien, Bügeleien und Heißmangleien. Es handelt sich hier um eine vergleichsweise energieintensive Bran-

che. Dabei wird die Energie vor allem für Wärmeprozesse eingesetzt: Waschen, Trocknen, Mangeln, Reinigen und Bügeln. Der Energiebedarf für Raumheizung ist vernachlässigbar gering. Durch den hohen Prozesswärmebedarf fällt meist genügend Abwärme an, um die Produktionsräume zu beheizen. Raumheizung ist überwiegend für separate Räume, z. B. Verkauf, Büro und Kantine, erforderlich. Der Strombedarf entsteht vor allem durch Elektromotoren für Antriebe, Lüftung und in geringerem Maße auch für Beleuchtung.

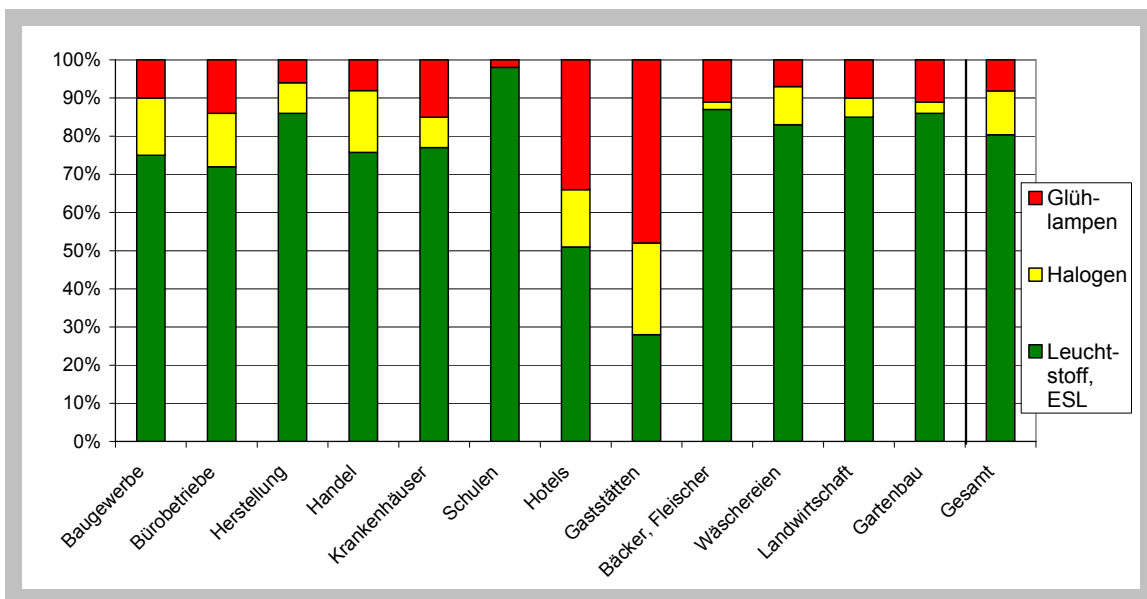
Die *Landwirtschaft* ist, bezogen auf die Mitarbeiterzahlen, eine eher energieintensive Branche, was mit der durchschnittlich geringen Beschäftigtenzahl pro Betrieb zusammenhängt. Die befragten 116 Betriebe haben im Durchschnitt nur 3,4 Mitarbeiter, die Hälfte hat sogar nur ein oder zwei Beschäftigte. Der größte Energiebedarf entsteht bei der Viehzucht. Der Ackerbau ist bis auf wenige Ausnahmen (Getreidetrocknung) nicht energieintensiv, wenn man vom Kraftstoffverbrauch für die landwirtschaftlichen Fahrzeuge absieht. Hauptanwendungszweck des Stroms sind Kraftprozesse, vor allem die Be- und Entlüftung von Ställen der Masttierhaltung, sowie für die Milchkühlung. Prozesswärme wird für Heizstrahler in der Aufzucht von Küken und Ferkeln benötigt. Im *Gartenbau* sind insbesondere Betriebe mit beheizten Unterglasflächen sehr energieintensiv. Für die Beheizung der Gewächshäuser werden Brennstoffe eingesetzt, Strom wird für Beleuchtung, Belüftungen und kleinflächige Pflanzenheizungen sowie für die automatische Belüftungs- und Bewässerungssteuerung benötigt.

Energierrelevante Ausstattungsmerkmale im Branchenvergleich

Im Folgenden werden die Technikbereiche Beleuchtung, Bürogeräte, Lüftung und Klimatisierung sowie Pausenräume und Kantinen im Branchenvergleich betrachtet. Ausgewertet wurden dafür die Ergebnisse der zweiten Breitenerhebung. Im Hinblick auf die Ausstattungsmerkmale bilden diese den Stand zum Zeitpunkt der Befragung – Ende 2007/Anfang 2008 - ab.

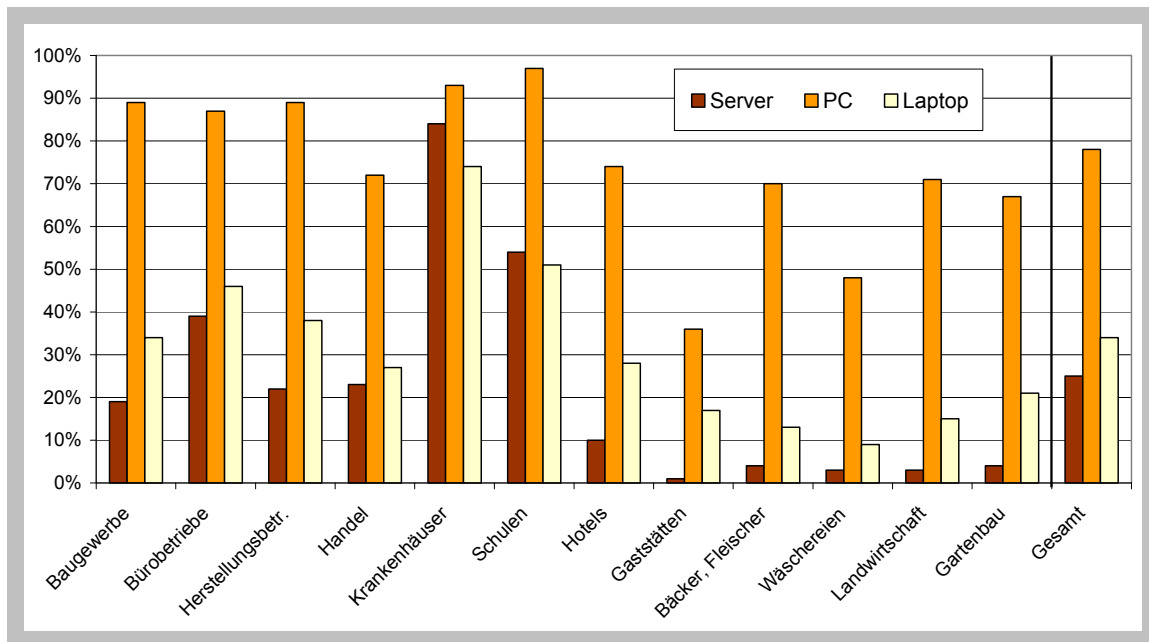
Im Bereich der *Beleuchtung* wurden diejenigen Räume ausgewertet, die für die Branche jeweils am ehesten typisch sind. Für den Handel wurden die Lampen im Verkauf und in Bürobetrieben die Büros, ansonsten diejenigen in der Produktion ausgewählt. Bei Gaststätten sind dies Küchen, bei Hotels und Krankenhäusern Zimmer und in Schulen die Schulräume. Es zeigt sich, dass Leuchtstoff- und Energiesparlampen am häufigsten in Schulen und am wenigsten in Gaststätten und Hotels zu finden sind. Mit Ausnahme dieser beiden letztgenannten Branchen liegt der Anteil dieser Lampen immer über 70 % (Abbildung 4).

Abbildung 4: Lampenarten in der Produktion 2007 (Mittelwerte pro Branche)



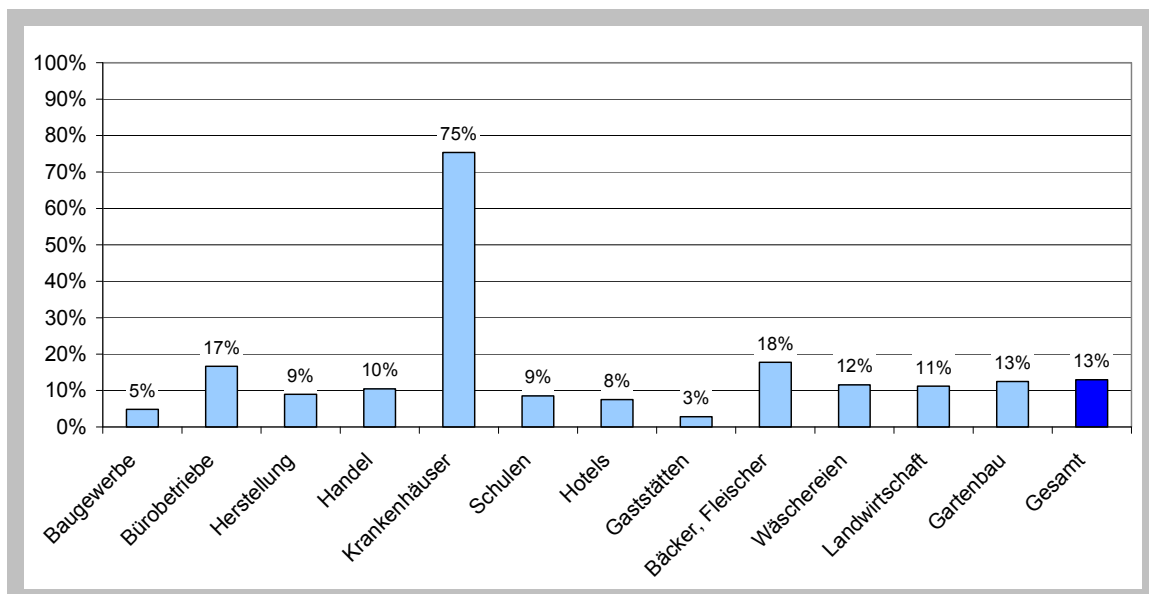
Im Bereich der *Bürogeräte* ist im Branchenvergleich insbesondere die Ausstattung mit Rechnern interessant (Abbildung 5). 25 % der befragten Betriebe haben einen oder mehrere Server oder Großrechner, zu knapp der Hälfte in einem mittleren Leistungsbereich zwischen 300 und 2.000 W, rund 30 % sind kleiner und 20 % größer. Über einen Internet-Anschluss verfügen im Durchschnitt knapp 80 % aller befragten Betriebe, am häufigsten die Krankenhäuser und Schulen, am wenigsten die Gaststätten und Wäschereien. Hinsichtlich einer LAN- und WLAN-Verbindung zeigen sich ähnliche Unterschiede zwischen den Branchen, wobei im Durchschnitt aller Betriebe 14 % eine WLAN-Verbindung haben. Für die Gruppe der büroähnlichen Betriebe ist auch ein Vergleich mit den Ergebnissen der Vorgänger-Erhebung (Fraunhofer ISI et al. 2004) möglich. Danach hat der Ausstattungsgrad der Bürobetriebe mit Bürogeräten in den rund fünf Jahren, die zwischen diesen beiden Erhebungen lagen, zugenommen. Bei den Servern ist eine Verlagerung zu leistungsstärkeren Geräten festzustellen. Bei den Rechnern werden deutlich mehr Laptops eingesetzt. Bei den Druckern nahmen die Laserdrucker überproportional zu. Bei den Kopierern trat eine Verlagerung von großen zu kleineren Geräten auf.

Abbildung 5: Ausstattung mit Servern, PCs und Laptops 2007



Klimatisierung oder *Kühlung* in irgendeiner Form, sei es mit mobilen Kleingeräten, Split-Geräten oder einer zentralen Klimaanlage, betreiben 13 % der Betriebe, jedoch meist nur in einem Teil der Räumlichkeiten. Unter den Branchen ragen vor allem die Krankenhäuser heraus, von denen 75 % über klimatisierte Räume verfügen (Abbildung 6).

Abbildung 6: Anteil der Betriebe mit Klimatisierung



Energiemanagement in den Betrieben

Bei den Tiefeninterviews im Jahr 2007 wurde ein kurzer Fragebogen zum Energiemanagement in den Betrieben getestet, der dann mit kleinen Verbesserungen in die zweite Breitenerhebung integriert wurde. Es wurden Fragen zu durchgeführten Energieeffizienz-Maßnahmen, zur Energieverbrauchskontrolle und zum Informationsverhalten gestellt:

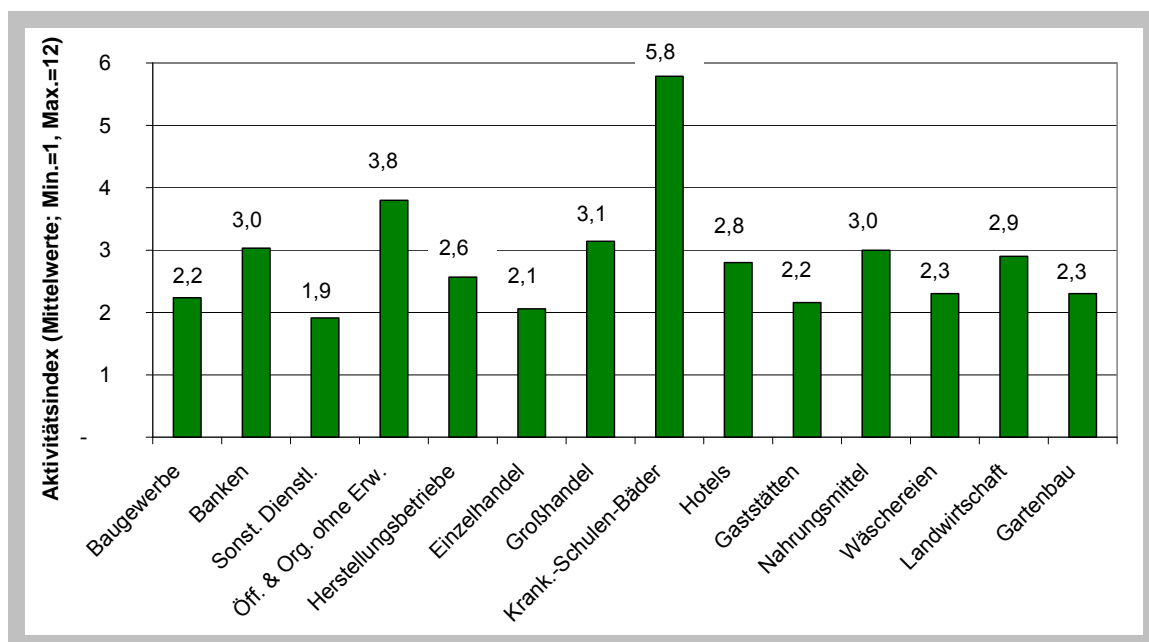
- Energie- oder Umweltverantwortliche gibt es in 23 % der befragten Betriebe. Die Erstellung eines Energie- oder Umweltberichtes ist hingegen selten (8 %). Es zeigt sich ein starker Zusammenhang mit der Betriebsgröße: Je größer die Betriebe sind, desto eher wurden diese beiden Fragen bejaht.
- Energiesparen als Gesichtspunkt bei Investitionen: 59 % der Befragten geben an, dass Energieeinsparung bei Neuanschaffungen immer ein Thema ist, 25 % berücksichtigen dies manchmal, 11 % selten und 5 % nie. Die Antworten hängen auch mit den Einflussmöglichkeiten der Betriebe zusammen: Wenn es sich um Filialen handelt oder die Betriebsräume gemietet oder gepachtet sind, ist Energieeinsparung weniger häufig ein Thema.
- Ein Viertel der Betriebe verwendet Energieeinsparung oder Umweltfreundlichkeit auch für seine Image-Darstellung.
- Auf die Frage, ob energiesparende Maßnahmen in den letzten 5 bis 7 Jahren durchgeführt wurden, ob solche gerade laufen oder in Kürze geplant sind und ob Handlungsbedarf gesehen wird, zeigt sich für die Gesamtheit der Betriebe folgendes Bild: 57 % haben Maßnahmen durchgeführt, bei 18 % laufen Maßnahmen und 29 % sehen Handlungsbedarf.
- Bei den schon durchgeführten Maßnahmen betrafen die weitaus häufigsten Nennungen die Beleuchtung: 64 % nannten das Ausschalten nicht benötigter Lampen oder weitestmögliche Tageslichtnutzung, 53 % effizientere Lampen oder Beleuchtungssysteme. Eine verhaltensorientierte Maßnahme ist auch das Abschalten energieverbrauchender Anlagen (52 %).
- Ein weiterer wichtiger Aspekt des Energiemanagements sind die Energieverbrauchskontrolle und das Informationsverhalten. In rund der Hälfte der Betriebe wird der Energieverbrauch einmal jährlich erfasst und ausgewertet. Mit Abstand am häufigsten erfolgt eine Energieverbrauchskontrolle in Bädern und Krankenhäusern, unterdurchschnittlich häufig dagegen in sonstigen Dienstleistungsbetrieben, in Bäckereien, im Baugewerbe und im Einzelhandel. 17 % der Befragten gaben an, dass sie sich „kontinuierlich“ über Maßnahmen zur Energieeffizienz informieren, 44 % informieren sich „gelegentlich“ und 39 % „selten oder nie“. Die meistgenannte Informationsquelle sind dabei öffentliche Stellen, z. B. Energieagenturen.
- Eine Möglichkeit, betriebsinternen Kenntnismängeln abzuhelpfen, besteht darin, einen Energieberater heranzuziehen. 44 % der Befragten haben schon einmal eine Energieberatung in Anspruch genommen. Bei knapp der Hälfte davon war dies je-

doch lediglich eine Tarifberatung, bei 31 % wurde eine grundlegende Analyse des Betriebs durchgeführt und 20 % hatten eine Beratung für einen speziellen Bereich oder eine spezielle Anlage.

- Eine abschließende Frage galt der Einbeziehung von Mitarbeitern und Kunden in die Energieeffizienz-Bemühungen. Demnach haben die Mitarbeiter für immerhin 27 % der Befragten einen hohen und für 29 % einen mäßig hohen Einfluss.

Bildet man aus allen erfragten Merkmalen des Energiemanagements einen „Aktivitätsindikator“, so zeigt sich bei fast allen Branchen ein Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und diesem Indikator: Je größer der Betrieb ist, desto aktiver ist er. Den weitaus höchsten Wert erreicht dieser Indikator für die Gruppe Krankenhäuser, Schulen und Bäder (Abbildung 7).

Abbildung 7: Aktivitätsindikator zum Energiemanagement nach Branchen



5 Nutzung erneuerbarer Energien im GHD-Sektor

Aus der telefonischen Kurzbefragung in über 20.000 Arbeitsstätten des GHD-Sektors in Verbindung mit der Nachbefragung in knapp 1.700 Betrieben, die zu einer Korrektur der ursprünglichen Ergebnisse führte, konnte aus der gezogenen Stichprobe zunächst eine aktuelle Bestandsübersicht an regenerativen Anlagen im GHD-Sektor nach 10 Technologien und 12 Gruppen erstellt werden. Diese dient als wesentliche Datengrundlage für die Hochrechnung des Verbrauchs erneuerbarer Energien. Ergänzend wurden weitere technische Details zu den Anlagen aus den 300 Tiefeninterviews herangezogen.

Tabelle 8: Aus der Befragung abgeleiteter Bestand an regenerativen Anlagen im GHD-Sektor

Gruppe	Alle Betriebe	Anzahl Fragebögen mit Antwort "JA"									
		Photovoltaik	Solar Kollektoren	Windkraft	Kleinwasserkraft	Wärmepumpe	feste Biomasse	flüssige Biomasse	Biogas	Bio-Kraftstoffe	davon Biodiesel
1 Baugewerbe	1.875	286	288	0	21	131	138	0	4	101	77
2 Bürobetriebe	5.149	212	312	15	0	123	181	15	13	130	83
3 Herstellungsbetriebe	1.683	40	94	5	8	1	92	1	0	62	42
4 Handel	4.280	45	87	3	32	67	109	0	10	205	173
5 Krankenhäuser / Schulen / Bäder	1.905	127	143	6	9	104	22	4	3	10	0
6 Heime und Gaststätten	2.527	66	196	18	18	49	145	0	7	88	51
7 Backgewerbe, Fleischereien/Metzgereien u. restl. Nmg.	1.269	22	65	0	0	0	55	0	2	50	32
8 Wäschereien u. (chem) Reinigungen	605	13	30	3	10	0	8	5	4	18	16
9 Landwirtschaft	954	74	130	6	4	0	86	13	63	141	75
10 Gartenbau	200	12	13	0	0	6	20	0	0	15	10
11 Flughäfen	31	0	4	1	0	1	3	0	0	2	2
12 Diverse Sonstige	116	1	4	1	1	9	5	2	0	18	15
Gesamt	20.594	898	1.365	59	101	492	863	40	106	839	577

Eine Übersicht zu den Hochrechnungsergebnissen der Energiegewinnung aus dem Einsatz der regenerativen Technologien im GHD-Sektor bietet Tabelle 9, in der zusätzlich nach den 12 Gruppen der GHD-Branchenstruktur unterschieden wird. Aufgrund der auch in den Tiefeninterviews aufgetretenen Kenntnismängel der Befragten sind diese Ergebnisse jedoch kritisch zu hinterfragen, mit weiteren Angaben der amtlichen Statistik, belastbaren Veröffentlichungen und Studienergebnissen zu vergleichen und zu kommentieren.

Tabelle 9: Aus der Befragung abgeleitete Hochrechnungsergebnisse zum Einsatz erneuerbarer Energieträger im GHD-Sektor für das Jahr 2006

Regenerative Technologie		Alle	Gruppe											
			Baugewerbe	Bürobetriebe	Herstellungsbetriebe	Handel	Krankenhäuser/Schulen/Bäder	Gastgewerbe	Bäckereien/Fleischereien	Wäschereien	Landwirtschaft	Gartenbau	Flughäfen	div. Sonstige
Photovoltaik:														
regene. Stromerzeugung	[TWh/a]	1,6	0,7	0,4	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Solkollektoren:														
regene. Wärmeerzeugung	[TWh/a]	2,5	0,6	0,7	0,1	0,1	0,1	0,7	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Wärmepumpen:														
Wärmeerzeugung	[TWh/a]	5,0	2,6	0,3	0,0	0,9	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
feste Biomasse:														
Einsatz	[TWh/a]	21,0	3,1	8,5	0,1	3,1	1,0	2,9	0,0	0,0	2,0	0,3	0,0	0,1
Biogas:														
Strom	[TWh/a]	5,9	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0
Wärme	[TWh/a]	9,6	0,1	0,3	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0
Biogas-Einsatz	[TWh/a]	18,2	0,1	0,7	0,0	0,3	0,1	0,3	0,0	0,0	16,8	0,0	0,0	0,0
Bio-Treibstoffe:														
Einsatz	[Mrd. Ltr./a]	2,5	0,3	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
davon Biodiesel:														
Einsatz	[Mrd. Ltr./a]	1,7	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

Photovoltaik

Die Hochrechnung liefert die Information, wonach mit 16,2 Mio. m² Modulfläche bei GHD-Betrieben im Jahr 2006 insgesamt 1,6 TWh Strom erzeugt wurden. Der nach EEG von privaten Haushalten, öffentlichen und gewerblichen Arbeitsstätten ins öffentliche Netz eingespeiste Strom betrug im Jahr 2006 nach Angaben von VDN und Bundesverband Solarwirtschaft (2008) rd. 2,25 TWh. Davon dürften nach den Angaben aus der Erhebung zum Energieverbrauch der privaten Haushalte von RWI/forsa (2007) auf private Haushalte ca. 0,6 TWh für das Jahr 2006 entfallen. Der Saldo aus der gesamten Netzeinspeisung (2,25 TWh) und den Beiträgen von GHD (1,6 TWh) und Haushalten (0,6 TWh) liegt bei 0,05 TWh, Dieser Wert entfiel damit auf die Sektoren Industrie und Verkehr und wird als plausibel eingeschätzt, da beide für diese Technologieverwendung kaum intensiv tätig waren.

Die hier für den GHD-Sektor ermittelte photovoltaische Stromerzeugung von 1,6 TWh für das Jahr 2006 ist damit als relativ gut abgesichert einzuschätzen. Gewisse Vorbehalte müssen beim Beitrag des Baugewerbes getätigt werden.

Solarkollektoren (Solarthermie)

Die in dieser Studie durchgeführte Hochrechnung weist eine Bestandsfläche an Kollektoren im GHD-Sektor mit 5,9 Mio. m² und eine solarthermisch gewonnene Wärmemenge von 2,5 TWh aus. Der gesamte Flächenbestand an solarthermischen Anlagen in Deutschland umfasste Ende 2006 rund 8,6 Mio. m² und führte zu einer solarthermischen Energiebereitstellung von rd. 3,3 TWh (BMU 2007). Nach Berechnungen von RWI/forsa (2007) lag die solarthermische Wärmeerzeugung der privaten Haushalte bei 5,8 PJ bzw. 1,6 TWh. Da in Industrie und Verkehr nicht mit nennenswerten Bestandsflächen zu rechnen ist, lässt sich der Saldo von 1,7 TWh weitgehend dem GHD-Sektor zurechnen. Da der hier hochgerechnete Wert für den GHD-Sektor, der mit etwa 2,5 TWh relativ deutlich darüber liegt, dennoch als relativ plausibel eingeschätzt wird, könnte die gesamte derzeitige solarthermische Wärmeerzeugung mit 3,3 TWh möglicherweise etwas zu gering ausgewiesen sein.

Windkraft

Nach den Ergebnissen dieser Befragung nutzen 0,2 % der Betriebe im GHD-Sektor die Windenergie. Bei rd. 3,5 Mio. Betrieben im GHD-Sektor würden danach – eine Windanlage pro nutzendem Betrieb sei unterstellt – ca. $3,5 \cdot 10^6 \cdot 0,2 \% = 7.000$ Anlagen betrieben werden. Da hier auch kommunale Betriebe, ggf. mit Anlagen der Energieversorgung, erfasst werden, ist eine entsprechende Angabe zu Windanlagen dort nicht auszuschließen. Da der Gesamtbestand an Windkraftanlagen im Jahr 2006 bei knapp 19.000 liegt (BMU 2007), kann dieser grobe Anhaltswert von 7.000 Anlagen daher als durchaus möglich bezeichnet werden.

Kleinwasserkraft

Nach den Ergebnissen dieser Befragung nutzen 0,3 % der Betriebe im GHD-Sektor die Wasserkraft mit Kleinanlagen. Bei rund 3,5 Mio. Betrieben im GHD-Sektor würden danach rd. $3,5 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \% = 10.500$ Anlagen betrieben werden.

Da der Gesamtbestand an Kleinwasserkraftanlagen in Deutschland bei ca. 6.000 liegt, ergäbe sich eine Abweichung um den Faktor 1,75, sofern man eine Wasserkraftanlage pro nutzenden Betrieb unterstellt. Zutreffend ist, dass mitunter eine Kleinwasserkraftanlage von mehr als einem Betrieb genutzt wird. Entsprechend mindert sich dann der sich ergebende Fehler zur Bestandsaussage.

Wärmepumpen

Nach dieser Befragung nutzen 2,1 % aller Betriebe im GHD-Sektor eine Wärmepumpe. Bei $3,5 \cdot 10^6$ Betrieben ergäbe sich danach ein Anlagenbestand im GHD-Sektor von rund $3,5 \cdot 10^6 * 2,1 \% = 73.500$ Wärmepumpen.

Nach Angaben des Bundesverbandes Wärmepumpen (2008) waren Ende 2006 insgesamt rund 300.000 Wärmepumpenheizungen in Haushalt und Gewerbe installiert. Hinzu kommen 60.000 Anlagen zur Warmwasserbereitung. Insgesamt ergibt sich also ein Bestand von 360.000 Wärmepumpen-Anlagen in Haushalt und Gewerbe. Nach Angaben der HEA (2008) waren 2006 im Bereich Wärmetechnik 150.000 Heizungswärmepumpen in Haushalten installiert; mit den 60.000 Anlagen zur Warmwasserbereitung wären dies 210.000 Wärmepumpen-Anlagen in den privaten Haushalten. Zusammen mit den 73.500 Wärmepumpen aus dieser Befragung ergäbe dies einen gesicherten Minimalbestand von 283.500 Wärmepumpen. Aufgrund der Verbandsangaben dürfte der Ist-Bestand aber sowohl im Haushalts- als auch im GHD-Sektor höher liegen, so dass die hier in Tabelle 9 für Wärmepumpen ausgewiesene Wärmeenergieerzeugung mit 5,0 TWh danach deutlich unterzeichnet sein dürfte.

Feste Biomasse

Leider gibt es keine statistisch gesicherten Angaben zum Umfang der energetischen Nutzung von fester Biomasse – also Holz in fast jeder Form und Konsistenz – von Brennholz über Restholz und Abfallholz bis Sägemehl. Greift man auf Angaben mehrerer Autoren zurück, ergibt sich folgendes Bild: nach Staiß (2007) wurden im Jahr 2004 in Haushalten und im GHD-Sektor insgesamt rund 66,9 TWh an fester Biomasse für Zwecke der Wärmeerzeugung eingesetzt. Die RWI/forsa-Studie (2007) beziffert den Energieverbrauch privater Haushalte an fester Biomasse für das Jahr 2006 auf 47,7 TWh. Die Differenz aus beiden Quellen liefert damit mit rund 19,2 TWh einen Anhalt für die Untergrenze des tatsächlichen Verbrauchs an fester Biomasse im GHD-Sektor, da im Jahr 2006 der Gesamtabsatz an fester Biomasse sicherlich über jenem des Jahres 2004 lag. Der in Tabelle 9 hochgerechnete Energieeinsatz an fester Biomasse mit 21,0 TWh kann damit sekundärstatistisch als voll belastbar bezeichnet werden.

Flüssige Biomasse

Nach dieser Befragung setzten 0,2 % aller GHD-Betriebe flüssige Biomasse ein, hauptsächlich im Bereich der Landwirtschaft und der Gruppe 12. Dort liegt der diese Technologie nutzende Anteil bei 1,4 % bis 1,7 %. Auf der Grundlage von 3,5 Mio. Betrieben ergäbe sich eine Anzahl von „flüssige Biomasse“ nutzender Betriebe von rund 70.000 Betriebe. Da eine scharfe Abgrenzung zu Biokraftstoffen (Einsatz von Pflan-

zenöl) oder zu Biogas (Einsatz von Gülle) nicht geführt werden kann, verbietet sich hier eine weitere wertende Aussage.

Biogas

Aufgrund der Breiterehebung und der Tiefenbefragung würden rund 0,6 % der Betriebe Anlagen zur Biogasnutzung einsetzen – weitestgehend zur Stromerzeugung, ggf. gekoppelt mit einer Wärmeerzeugung. Bei rund 3,5 Mio. Betrieben entspräche dies einem Bestand von rund 21.000 Anlagen. Die mittlere Anlagenleistung ist mit 46 kW/Anlage relativ gering. Der Fachverband Biogas e.V. (2008) gibt zur Biogasnutzung für das Jahr 2006 demgegenüber einen Anlagenbestand von 3.500 an, allerdings mit einer deutlich höheren mittleren Anlagengröße von 314 kW_{el} pro Anlage. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Anlagen unter 20 kW vom Fachverband nicht erfasst werden, die in dieser Befragung jedoch eine relativ große Bedeutung haben. Ein direkter Vergleich der Befragungsergebnisse mit der Verbandsstatistik ist daher nicht möglich.

Bio-Kraftstoffe

Nach Tabelle 9 werden im Jahr 2006 im GHD-Sektor insgesamt 2,5 Mrd. Liter Biokraftstoff verbraucht, davon 1,7 Mrd. Liter als Biodiesel. Als Differenz ergeben sich damit 0,8 Mrd. Liter an Pflanzenölen. Zur Einschätzung dieses Ergebnisses liegen aus mehreren Quellen amtliche Daten zum Verbrauch an Biokraftstoffen vor, u. a. vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2008), aus dem Biokraftstoffbericht des Bundesministeriums für Finanzen (2007), dem Bundesamt für Güterverkehr und der AG Energiebilanzen (2008). Ein umfassender Abgleich mit diesen Daten ergab, dass die hier hochgerechneten Bio-Kraftstoffmengen für den GHD-Sektor als ausreichend und plausibel gesichert und hoch belastbar anzusehen sind.

Regenerativer Energieeinsatz und Primärenergieeinsparung

Die in Tabelle 9 dargestellten Beiträge des regenerativen Energieeinsatzes im GHD-Sektor bedürfen einer weiteren Analyse und Wertung, zumal hier teilweise Endenergie (Photovoltaik, feste Biomasse, Bio-Kraftstoffe) und teilweise Nutzenergie (Solarkollektoren, Wärmepumpen, Biogas) ausgewiesen wurden. Hinzu kommen bei Solarkollektoren und Wärmepumpen technologietypische Hilfsenergien (Strom), die zum Anlagenbetrieb unabdingbar sind, aber die Effizienz der regenerativen Quelle reduzieren.

Die Folgewirkung regenerativen Energieeinsatzes im GHD-Sektor im Hinblick auf eine realistische Primärenergieeinsparung kann mit Tabelle 10 demonstriert werden.

Tabelle 10: Regenerativer Energieeinsatz im GHD-Sektor und Primärenergieeinsparung im Jahr 2006

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Regenerative Technologie	Energieeinsatz / -absatz			Erz. Energie		Referenztechnologie			Primärenergieeinsparung [TWh]
	reg. Quelle [TWh]	Hilfsenergie		Strom [TWh]	Wärme [TWh]	Art	Nutzungsgrad [1]	Energieeinsatz [TWh]	
		Strom [TWh]	PE-Äquivalent [TWh]						
Photovoltaik	¹⁾	-	-	1,65	-	Kraftwerk	0,36	4,58	4,58
Solarkollektoren	¹⁾	0,10	0,28	-	2,47	Heizkessel	0,70	3,52	3,24 ²⁾
Wärmepumpe	¹⁾	1,62 ³⁾	4,50	-	4,99	Heizkessel	0,85	5,87	1,37 ⁴⁾
feste Biomasse	20,99	-	-	-	16,37 ⁵⁾	Heizkessel	0,85	19,26	19,26
Biogas	18,20 ⁶⁾	-	-	5,92	9,55	BHKW	0,90	17,19	17,19
Bio-Kraftstoffe	24,50	-	-	-	-	Raffinerie	0,95	25,79	25,79
Summe				7,57	33,38				71,43

1) Sonne, Umgebungswärme

3) Arbeitszahl $\epsilon = 3,08$ 5) Nutzungsgrad $g = 0,78$ 2) $2,47 / 0,7 = 3,52$ $1,62 * 3,08 = 4,99$ $20,99 * 0,78 = 16,37$ $3,52 - 0,28 = 3,24$ $1,62 / 0,36 = 4,50$ $16,37 / 0,85 = 19,26$ $4,99 / 0,85 = 5,87$ 6) Nutzungsgrad $g = 0,85$ 4) $5,87 - 4,50 = 1,37$ $18,20 * 0,85 = 15,47 = 5,92 + 9,55$ $15,47 / 0,90 = 17,19$

Dort sind zunächst die Hochrechnungsergebnisse der einzelnen Technologien enthalten. Der zugehörige Energieeinsatz wurde über typische Jahresnutzungsgrade, die benötigte Hilfsenergie über Anhaltswerte bestimmt. Für jede in Tabelle 10 enthaltene regenerative Technologie ist die zugehörige Referenztechnologie mit dem zugrunde gelegten Nutzungsgrad und der damit vermiedene Energieeinsatz angegeben. Auf dieser Grundlage ist es nun möglich, in der letzten Spalte die tatsächliche Primärenergieeinsparung auszuweisen, die rund 71 TWh (257 PJ) beträgt. Die in den Spalten 5 und 6 ausgewiesenen Strom- und Wärmemengen von insgesamt 41 TWh vermitteln demgegenüber ein ungenügendes Bild tatsächlicher Einsparung.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Mit den vorgelegten Verbrauchsanalysen für den GHD-Sektor wurden nach Verbrauchergruppen differenzierbare und nach Energieträgern unterscheidbare Angaben zum Energieverbrauch erarbeitet, die als Grundlage für eine weitere Verfeinerung und rationelle Untersuchung künftiger Verbrauchsstrukturen im GHD-Bereich anzusehen sind. Die Ergebnisse zum Energieverbrauch im GHD-Bereich können als reales Verbrauchsabbild sicherlich nicht die durch eine Reihe von Vereinbarungen festgelegte Gesamtschärfe der Energiebilanzen erreichen. Sie liefern aber dort differenzierte Ergebnisse, wo die Energiebilanz nur aggregierte und keine strukturellen Informationen enthalten kann, und sie liefern wiederum Erkenntnisse, wo die konventionellen Datenquellen versiegen, so im Bereich der Biomassenutzung bzw. der nur bedingt gehandelten Energieträger. Durch die nun schon zum wiederholten Male durchgeführte Befragung war es außerdem erstmals möglich, auch für einen längeren Zeitraum – 2001 bis 2006 – zumindest eingeschränkt vergleichbare Zeitreihen zum Energieverbrauch im GHD-Sektor nach Branchen und Energieträgern für Deutschland zu erstellen. Damit wird eine weitere Informationsquelle zum Energieverbrauch im GHD-Sektor vorgelegt, die auch für internationale Vergleichszwecke interessant sein dürfte. Hinzu kommt eine gegenüber den Vorgängererhebungen differenziertere Ermittlung des Energieverbrauchs nach Anwendungszwecken auf Branchenebene für das Jahr 2006. Dies gilt insbesondere für den Bereich „Klimatisierung“, der in den kommenden Jahren weiter an Bedeutung zunehmen dürfte.

Die erstmals durchgeführte mehrstufige telefonische Befragung zum Einsatz erneuerbarer Energien im GHD-Sektor erwies sich zunächst als schwierig, da bei den Befragten – vorwiegend kleinere und mittlere Betriebe aus unterschiedlichsten Wirtschaftsbereichen – offensichtlich deutliche Kenntnismängel bezüglich des Themas „Erneuerbare Energien“ vorlagen. Durch eine intensive Nachbefragung und weitere technische Ergänzungen und Korrekturen war es jedoch möglich, auch für eine Reihe von Technologien zur regenerativen Energienutzung eine nach Branchen differenzierte Hochrechnung des Energieeinsatzes im GHD-Sektor für das Jahr 2006 durchzuführen. Bei einigen erneuerbaren Energieträgern konnten jedoch nicht alle Datenlücken geschlossen und nicht alle unplausiblen Ergebnisse erklärt werden. Trotz der hier durchgeführten Plausibilitätsprüfungen blieben außerdem eine Reihe von Abweichungen zu Daten aus anderen Untersuchungen zum Einsatz regenerativer Energien im GHD-Sektor bestehen, deren Ursachen sich mit dieser Erhebung nicht abschließend klären ließen. Aufgrund des teilweise geringen Wissenstandes zum Einsatz erneuerbarer Energien in den Betrieben wird daher empfohlen, bei möglichen zukünftigen Erhebungen auch die Nutzer erneuerbarer Energien nicht wie bisher nur telefonisch, sondern – wie auch in

der Breitenerhebung – gegebenenfalls persönlich zu befragen, um die Qualität der Befragungsergebnisse zu verbessern.

Über die reine Energiestatistik hinaus lassen sich die in der Befragung gewonnenen umfassenden branchenspezifischen Kenntnisse zu Energieverbrauchsstrukturen, energetisch relevanten Ausstattungsmerkmalen, wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und dem Energiemanagement der Betriebe auch für vielfältige weitere Zwecke nutzen, beispielsweise für die Konzeption energiepolitischer Maßnahmen oder die Beratung durch Energieagenturen, Energieverbraucherverbände und Energieversorgungsunternehmen.

7 Literatur

- ADV (Arbeitsgemeinschaft deutscher Verkehrsflughäfen) (2005-2008): Angaben zu Beschäftigten der Flughafenunternehmen und zu Verkehrseinheiten von internationalen Verkehrsflughäfen, Regionalflughäfen und Verkehrslandeplätzen. (<http://www.adv.aero>).
- AG Energiebilanzen (2008): Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland 1990-2006 und Auswertungstabellen 1990-2007. Stand September 2008. DIW Berlin, EEFA, Köln (<http://www.ag-energiebilanzen.de>).
- ages GmbH (2008): Verbrauchskennwerte 2005. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland. 2. Aufl., Münster (<http://ages-gmbh.de>).
- Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V.: pers. Mitteilung. Stand 9.4.2008.
- BMF - Bundesministerium für Finanzen (2007): Bericht an den Deutschen Bundestag zur Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizstoffe – Biokraftstoffbericht 2007. Berlin.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung. Stand Juni 2007. Berlin.
- BMVEL (2002-2008): Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, versch. Jgg.
- Bundesamt für Güterverkehr: Marktbeobachtung Güterverkehr (2008): Nutzung von Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff durch deutsche Transportunternehmen.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2008): Mineralöl Daten für die Bundesrepublik Deutschland (Januar bis Dezember 2006).
- Bundesverband Wärmepumpen (2008): Mitteilungen.
- DIW Berlin/BMVBW (2006): Verkehr in Zahlen 2006/2007. Hamburg.
- DIW, Fraunhofer ISI, TUM-IfE (2000): Erarbeitung kostengünstiger Erhebungsformen zur Erfassung des effektiven Energieverbrauchs im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (Projekt Nummer 27/99). Berlin, Karlsruhe, München. Oktober 2000.
- EWI/prognos AG (2005): Energiereport IV. Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030. Energiewirtschaftliche Referenzprognose. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Köln/Basel, April 2005.
- Fachverband Biogas e.V. (2008): Erhebung bei Ministerien und angegliederten Behörden der Länder durch den Fachverband Biogas e.V.

- Fraunhofer ISI, DIW, GfK, IE, TUM-IfE [auch zitiert als Studie /2/] (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.
- Geiger, B., Gruber, E., Megele, W. [auch zitiert als Studie /1/] (1999): Energieverbrauch und Einsparung in Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Heidelberg: Physica-Verlag.
- HEA - Hauptberatungsstelle für Energieanwendung (2008): Mitteilungen.
- Mühlbacher, H., Arndt, U., Schwärzer, M., Geiger, B. (2002): Wärmerezeuger für die Raumheizung und Warmwasserbereitung. Verbundprojekt ISOTEG. Bayerische Forschungsförderung, ZAE Bayern e. V.
- RWI/forsa: Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2005 (2007). Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Essen, Berlin.
- Staiß, F. (2007): Jahrbuch Erneuerbare Energien. Berlin
- Statistisches Bundesamt (2004-2007): Statistisches Jahrbuch 2004, 2005, 2006, 2007. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008a): Auswertungen aus dem Unternehmensregister für die Berichtsjahre 2003-2005. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008b): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Fachserie 18, Reihe 1.4, Stand Februar 2008 sowie Mikrozensus zum Arbeitsmarkt für das Jahr 2004. Wiesbaden.
- Tzscheuschler, P., Nickel, M., Wernicke, I., Buttermann, H. G.: (2008): Energieverbrauch in Deutschland. Stand 2006: Daten, Fakten, Kommentare. in: BWK Bd. 60 (2008), Nr. 3, S. 46-51.
- VDN e.V. und Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (2008): Entwicklung des deutschen Photovoltaikmarkts. Vorlesungsunterlagen IfE.

Hinweis: Das Literaturverzeichnis enthält die gesamte für das Forschungsprojekt verwendete Literatur.