

# **Analysen zur Umsetzung rationeller Energieanwendung in kleinen und mittleren Unternehmen des Kleinverbrauchersektors**

Von der Fakultät Energietechnik der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines  
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von  
Hans Dieter Hermes  
geboren in Flörsheim am Main

Hauptberichter:	Prof. Dr.-Ing. A. Voß
Mitberichter:	Prof. Dr. rer. pol. O. Renn
Tag der Einreichung:	18. Mai 1999
Tag der mündlichen Prüfung:	22. Mai 2000

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart  
Prof. Dr.-Ing. A. Voß  
Abteilung Rationelle Energieanwendung (REA)  
Dipl.-Ing. E. Thöne

**ISSN 0938-1228**

*Wenn es nur eine einzige Wahrheit gäbe, könnte man nicht hundert Bilder über dasselbe Thema malen.*

*Pablo Picasso*

## Vorwort

Energie so effizient wie möglich einzusetzen und damit die Wirtschaftlichkeit zu verbessern ist eine Grundaufgabe unternehmerischen Handelns. Den Energieverbrauch zu senken und damit Emissionen und den Ausstoß klimarelevanter Gase ist ein gesellschaftlich vereinbartes Ziel. Daraus ergibt sich eine Übereinstimmung, bestehende Potenziale für eine rationellere Energieverwendung in Unternehmen auszuschöpfen. In dem durch eine Vielzahl unterschiedlicher Unternehmen geprägten heterogenen Wirtschaftssektor "Kleinverbrauch" gelingt es in der Regel nicht, die Umsetzung rationeller Energieverwendung und somit die Ausschöpfung der Potenziale wirkungsvoll und flächendeckend zu unterstützen. Die vorliegende Arbeit entstand aus dem Anliegen, eine Methode zu finden, mit dem grundsätzlich Lösungen für eine verbesserte Umsetzung von Maßnahmen rationeller Energieverwendung in kleinen und mittleren Unternehmen ermittelt werden können.

Die Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart. Für die Hilfestellungen des Instituts sei an dieser Stelle gedankt. Herrn Prof. Dr.-Ing. A. Voß und Herrn Prof. Dr. rer. pol. O. Renn danke ich für die Übernahme des Haupt- und des Mitberichts; bei Herrn Dipl.-Ing. E. Thöne bedanke ich mich für die Übernahme des Lektorats, die zahlreichen Anregungen und für allzeit gewährte Unterstützung.

Für wertvolle inhaltliche Diskussionen und Anregungen und die angenehme Zusammenarbeit möchte ich mich an dieser Stelle bei Hubert Despretz (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Valbonne, Frankreich), Geert Weimann (Forschungszentrum Seibersdorf, Österreich) und Carles Ureta (Institut Català d'Energia, Barcelona, Spanien) herzlich bedanken.

Mein besonderer Dank gilt den Kolleginnen und Kollegen vom Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, insbesondere Dieter Herrmann, Martin Kayser und Jörg Haug, die durch ihre konstruktive Kritik wesentlich zur Erstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

Meinen Eltern danke ich für die Ermöglichung des Studiums als Voraussetzung für diese Arbeit.

Sonja, der wichtigste Dank gilt dir: Danke für deinen beständigen und uneingeschränkten Rückhalt, dein Vertrauen und deinen Optimismus.

---

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	V
Tabellenverzeichnis .....	IX
Verzeichnis der Formelzeichen und Abkürzungen.....	XI
Kurzfassung.....	XIII
Abstract .....	XIV
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung .....	2
1.2 Inhalt und Aufbau der Arbeit .....	2
2 Energieverbrauchsstrukturen in ausgewählten Branchen des Kleinverbrauchersektors.....	5
2.1 Branchenstruktur im Kleinverbrauchersektor .....	6
2.2 Aufteilung des Energieverbrauchs im Kleinverbrauch .....	8
2.3 Energiekennzahlen zur Darstellung von Energieverbrauchsstrukturen .....	9
2.4 Branchenauswahl und Vorgehen bei der Energieanalyse.....	11
2.5 Hotelbranche .....	14
2.6 Textilreinigung.....	20
2.7 Bäckereien.....	26
2.8 Lebensmitteleinzelhandel.....	33
2.9 Vergleich der Energieverbrauchsstrukturen der vier Branchen .....	38
3 Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Unternehmen.....	41
3.1 Branchenübergreifende Maßnahmen .....	43
3.1.1 Bereich Beleuchtung .....	43
3.1.2 Bereich Gebäudehülle .....	45
3.1.3 Bereich Heizungsanlage .....	46
3.2 Branchenspezifische Maßnahmen.....	47
3.2.1 Maßnahmen in Hotels .....	47
3.2.2 Maßnahmen in Bäckereien.....	49
3.2.3 Maßnahmen in Wäschereien .....	51
3.2.4 Maßnahmen im Lebensmitteleinzelhandel.....	53

---

3.3	Potenziale der Energieverbrauchsminderung in den untersuchten Branchen des Kleinverbrauchersektors .....	55
3.4	Geschätzte Potenziale der Energieverbrauchsminderung in befragten Betrieben .....	57
4	Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Unternehmen .....	61
4.1	Vorgehen bei der Analyse von Hemmnissen in Branchen .....	62
4.2	Einbindung von Branchenvertretern in die Hemmnisanalyse .....	63
4.3	Umfrage zu Hemmnissen in der Hotelbranche und im Lebensmitteleinzelhandel .....	64
4.3.1	Hemmnisliste und Pre-Test .....	65
4.3.2	Befragung mit einer angepassten Delphi-Methode.....	67
4.3.3	Auswertung der Umfrageergebnisse zur Hemmniserhebung .....	69
4.3.4	Antwortquoten und Stichproben.....	72
4.4	Hemmnisse in der Hotelbranche.....	76
4.5	Hemmnisse im Lebensmitteleinzelhandel .....	78
4.6	Branchenübergreifende Ergebnisse .....	82
5	Instrumente zur Überwindung von Hemmnissen bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Unternehmen .....	85
5.1	Instrumente zur Überwindung von Hemmnissen in der Hotelbranche.....	87
5.2	Instrumente zur Überwindung von Hemmnissen im Lebensmitteleinzelhandel .....	89
5.3	Auswahlmethode für geeignete Instrumente zur Hemmnisüberwindung.....	90
5.4	Energie-Benchmarkingsoftware für Hotels .....	93
5.4.1	Struktur des EDV-Programms.....	94
5.4.2	Implementierung des EDV-Programms für den Branchentest .....	98
5.5	Seminar Rationelle Beleuchtung im Lebensmitteleinzelhandel.....	99
5.5.1	Struktur des Seminars.....	100
5.5.2	Implementierung des Seminars für den Branchentest .....	101
6	Bewertung der Instrumente zur Hemmnisüberwindung.....	103
6.1	Existierende Evaluierungsprojekte .....	103
6.2	Methode zur Bewertung der Eignung von Instrumenten zur Hemmnisüberwindung.....	105
6.3	Evaluierung der Energie-Benchmarkingsoftware.....	106
6.3.1	Bewertung von Inhalt und Darstellungsform der Energie-Benchmarkingsoftware .....	106
6.3.2	Bewertung der Energie-Benchmarkingsoftware im Hinblick auf die Ziele des Instruments .....	108

---

6.4 Evaluierung des Seminars .....	110
6.4.1 Bewertung von Inhalt und Darstellungsform des Seminars .....	111
6.4.2 Bewertung des Seminars im Hinblick auf die Ziele des Instruments.....	112
6.5 Kosten für Entwicklung und Bereitstellung der beiden Instrumente zur Hemmnisüberwindung .....	115
6.5.1 Entwicklungs- und Bereitstellungskosten der Energie- Benchmarkingsoftware .....	116
6.5.2 Entwicklungs- und Bereitstellungskosten des Seminars .....	118
6.5.3 Analyse der Kosten bezogen auf die Teilnehmerzahlen .....	119
7 Schlussbetrachtung .....	123
Literaturverzeichnis .....	127
Anhang A: Fragebogen zur Energiedatenerhebung (am Beispiel Textilreinigung) .....	A-1
Anhang B: Fragebogen zu Hemmnissen in der Hotelbranche .....	B-1
Anhang C: Instrumenten-Kriterien-Matrizen für die Auswahl geeigneter Instrumente für die Hotelbranche und für den Lebensmitteleinzelhandel .....	C-1
Anhang D: Evaluierungs-Fragebogen am Beispiel des EDV-Programms "Energie- Benchmarking für Hotels" .....	D-1



## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Struktur des Endenergieverbrauchs in Deutschland 1995, nach /AG EnBil 1997, Tab. 5.1/.....	5
Abb. 2-2:	Beschäftigte in den Wirtschaftszweigen des Kleinverbrauchersektors in Deutschland /StatBuA 1998/.....	8
Abb. 2-3:	Energieverbrauch der Kleinverbraucher nach Verbrauchergruppen 1992 /PROGNOS 1995/.....	8
Abb. 2-4:	Verteilung der Endenergie auf die Verwendungszwecke für die Gesamtheit des Kleinverbrauchersektors 1995 nach /VDI-GET 1997, S. 436/ .....	9
Abb. 2-5:	Verteilung des Energieverbrauchs von Betrieben in einer Branche nach Klassen.....	10
Abb. 2-6:	Modellierung eines Gewerbebetriebes am Beispiel des Energieträgers Erdgas in der Textilreinigung .....	13
Abb. 2-7:	Aufteilung von Energieverbrauch und -kosten auf die Energieträger in der Hotelbranche 1995.....	15
Abb. 2-8:	Stromverbrauch pro Fläche in der Hotelbranche nach Größenklassen 1995 .....	16
Abb. 2-9:	Stromverbrauch pro Übernachtung in der Hotelbranche nach Größenklassen 1995.....	17
Abb. 2-10:	Aufteilung des Energieverbrauchs auf Verwendungszwecke in der Hotelbranche 1995.....	19
Abb. 2-11:	Wasserverbrauch von Hotelbetrieben nach Größenklassen 1995.....	19
Abb. 2-12:	Aufteilung von Energieverbrauch und -kosten auf die Energieträger in der Textilreinigungsbranche 1995 .....	21
Abb. 2-13:	Gesamtenergieverbrauch in Textilreinigungsbetrieben nach Größenklassen 1995.....	22
Abb. 2-14:	Brennstoffverbrauch für Wäschereibetriebe nach Größenklassen 1995 .....	23
Abb. 2-15:	Brennstoffverbrauch für Reinigungsbetriebe nach Größenklassen 1995.....	23
Abb. 2-16:	Aufteilung des Energieverbrauchs der Textilreinigungsbranche auf die Verwendungszwecke 1995 .....	25
Abb. 2-17:	Wasserverbrauch in Wäschereien je kg Trockenwäsche nach Größenklassen 1995.....	26
Abb. 2-18:	Aufteilung von Energieverbrauch und -kosten auf die Energieträger in Bäckereien 1995.....	27



Abb. 2-19:	Gesamtenergieverbrauch bezogen auf die Betriebsfläche in der Bäckereibranche nach Größenklassen 1995 .....	28
Abb. 2-20:	Gesamtenergieverbrauch bezogen auf verarbeitete Mehlmenge und Teiglinge nach Größenklassen 1995 .....	29
Abb. 2-21:	Gesamtenergiekosten in Bäckereien bezogen auf die Betriebsfläche nach Größenklassen 1995 .....	30
Abb. 2-22:	Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs in Bäckereien auf die Verwendungszwecke 1995 .....	31
Abb. 2-23:	Wasserverbrauch bezogen auf die verarbeitete Rohstoffmenge im Bäckereihandwerk nach Größenklassen 1995 .....	32
Abb. 2-24:	Aufteilung von Energieverbrauch und -kosten auf die Energieträger im Lebensmitteleinzelhandel 1995 .....	34
Abb. 2-25:	Verteilung des Stromverbrauchs bezogen auf die Verkaufsfläche in Lebensmittelmärkten nach Größenklassen 1995 .....	35
Abb. 2-26:	Verteilung der Stromkosten bezogen auf die Verkaufsfläche in Lebensmittelmärkten nach Größenklassen 1995 .....	36
Abb. 2-27:	Aufteilung von Energieverbrauch und Energiekosten auf die Verwendungszwecke in Supermärkten unter 1000 m <sup>2</sup> Verkaufsfläche 1995 /KEA 1996, S. 2/ .....	37
Abb. 2-28:	Prozentuale Zusammensetzung des Stromverbrauchs in verschiedenen Supermarkttypen nach /BEWAG 1996, S. 2/ .....	38
Abb. 3-1:	Strombedarf und Lichtbedarf für den Verwendungszweck "beleuchteter Raum" .....	41
Abb. 3-2:	Energieverbrauch von Backöfen in Abhängigkeit von der Backflächenbelegung; Messung an 43 Backöfen, Meßzeitraum drei Wochen /ZVDB 1995, S. 6/ .....	50
Abb. 3-3:	Schaltbild zur Darstellung der Wärmebilanz einer Wäscherei /Sigl 1994, S. 6/ .....	52
Abb. 3-4:	Energieflußdiagramm Kühlmöbel und Kälteanlage /Kaufmann u.a. 1994, S. 12/ .....	54
Abb. 3-5:	Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Hotels, Textilreinigung und Bäckereien .....	56
Abb. 3-6:	Potenziale der Energieverbrauchsminderung in den vier Branchen nach Meinung befragter Betriebe .....	58
Abb. 4-1:	Einteilung der Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung nach Arten .....	61
Abb. 4-2:	Einordnung der im Bereich rationelle Energieanwendung einer Branche agierenden Personen .....	63

---

Abb. 4-3:	Vorgehensweise bei der Umfrage zur Hemmnisanalyse und Einbindung des Ausschusses .....	65
Abb. 4-4:	Hemmnisse bei Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in kleinen und mittleren Unternehmen aus Gewerbe und Handel gemäß Gewerbeberatern von Energieversorgern.....	66
Abb. 4-5:	Gliederung der Stichprobe Hotelbranche nach Unternehmensart.....	73
Abb. 4-6:	Gliederung der Stichprobe Hotelbranche nach Tätigkeitsbereich .....	74
Abb. 4-7:	Gliederung der Stichprobe Lebensmitteleinzelhandel nach Unternehmensart .....	75
Abb. 4-8:	Gliederung der Stichprobe den Lebensmitteleinzelhandel nach Tätigkeitsbereich.....	75
Abb. 4-9:	Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gemäß befragten Experten aus Unternehmen der Hotelbranche .....	77
Abb. 4-10:	Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gemäß befragten externen Experten zu Hotels .....	78
Abb. 4-11:	Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gemäß befragten Experten aus Lebensmitteleinzelhandelsketten .....	80
Abb. 4-12:	Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gemäß befragten selbständigen Lebensmitteleinzelhändlern .....	81
Abb. 4-13:	Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gemäß befragten externen Experten zum Lebensmitteleinzelhandel .....	82
Abb. 5-1:	Einteilung der Möglichkeiten für eine verbesserte Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung.....	85
Abb. 5-2:	Rangfolge geeigneter Instrumente zur Hemmnisüberwindung in Hotels und im Lebensmitteleinzelhandel .....	92
Abb. 5-3:	Verteilung von Computern in verschiedenen Hotelgrößenklassen 1995 .....	92
Abb. 5-4:	Programmstruktur des Programms "EnBenO" ( <u>E</u> nergie- <u>B</u> enchmarking für <u>H</u> otels) .....	94
Abb. 5-5:	Dateneingabefenster für Energiedaten der Energie-Benchmarking Software für Hotels .....	96
Abb. 5-6:	Graphische Ausgabe des Benchmarking-Ergebnisses .....	97
Abb. 5-7:	An verschiedenen Untersuchungsschritten teilnehmende Hotels nach Bettengrößenklassen .....	99

Abb. 6-8:	Anteile der nach Betten-Größenklassen geordneten Hotels in der Stichprobe.....	106
Abb. 6-9:	Bewertung der fachlichen Inhalte des Energie-Benchmarkingprogramms ....	107
Abb. 6-10:	Bewertung der Darstellungsform des Energie-Benchmarkingprogramms .....	108
Abb. 6-11:	Bewertung der Motivation zur inhaltlichen Umsetzung des Energie-Benchmarkingprogramms durch die Benutzer, erste Befragung.....	109
Abb. 6-12:	Bewertung der Motivation zur inhaltlichen Umsetzung des Energie-Benchmarkingprogramms durch die Benutzer, zweite Befragung.....	109
Abb. 6-13:	Anteile der nach Größenklassen geordneten Supermärkte in der Stichprobe gemäß der Verkaufsflächen.....	111
Abb. 6-14:	Bewertung des fachlichen Inhalts des Seminars.....	111
Abb. 6-15:	Bewertung der Darstellungsform des Seminars .....	112
Abb. 6-16:	Bewertung der Motivation zur inhaltlichen Umsetzung des Seminars durch die Teilnehmer, erste Befragung .....	113
Abb. 6-17:	Bewertung der Motivation zur inhaltlichen Umsetzung des Seminars durch die Teilnehmer, zweite Befragung .....	114
Abb. 6-18:	Verteilung der Antworten auf die Frage "Bis zu welchem Preis würden Sie das Programm einem Kollegen oder Bekannten empfehlen?" nach Größenklassen .....	117
Abb. 6-19:	Verteilung der Antworten auf die Frage "Bis zu welchem Preis würden Sie das Seminar einem Kollegen oder Bekannten empfehlen?" nach Größenklassen .....	119
Abb. 6-20:	Absolute Entwicklungs- und Bereitstellungskosten in Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl für beide Instrumente zur Hemmnisüberwindung.....	120
Abb. 6-21:	Entwicklungs- und Bereitstellungskosten pro Teilnehmer in Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl für beide Instrumente zur Hemmnisüberwindung .....	121

## Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Auswahl aus den im Kleinverbrauch vertretenen Branchen gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige /StatBuA 1990/ .....	7
Tab. 2-2:	Typische Energieverbraucher in Hotels .....	14
Tab. 2-3:	Energiekennwerte für die Hotelbranche 1995.....	18
Tab. 2-4:	Typische Energieverbraucher in Wäschereien/Reinigungen .....	20
Tab. 2-5:	Energiekennwerte für die Textilreinigungsbranche 1995 .....	24
Tab. 2-6:	Typische Energieverbraucher in Bäckereien/Konditoreien .....	27
Tab. 2-7:	Energiekennwerte für das Bäckereihandwerk 1995.....	31
Tab. 2-8:	Typische Energieverbraucher in Supermärkten .....	33
Tab. 2-9:	Energiekennwerte für Lebensmitteleinzelhandelsmärkte bis zu 1000 m <sup>2</sup> Verkaufsfläche 1995 .....	36
Tab. 2-10:	Energiekennwerte von vier Branchen des Kleinverbrauchersektors und für verschiedene Gebäude.....	39
Tab. 3-1:	Normenergieverbrauch von Kompressions- und Absorptionskühlschränken /Beer; Krebs 1992, S. 16/ .....	48
Tab. 3-2:	Potenziale der Energieverbrauchsminderung in vier Branchen /ANALYSIS 1997/, /ESV 1996/.....	57
Tab. 4-1:	Struktur des Ausschusses mit Branchenvertretern.....	64
Tab. 4-2:	Liste möglicher Hemmnisse als Basis für die Untersuchung.....	66
Tab. 4-3:	Anzahlen verteilter Fragebögen und Rücklauf bei der Umfrage zu Hemmnissen für die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung.....	72
Tab. 4-4:	Durchschnittswerte der Umfrageergebnisse in den befragten Gruppen der Hotelbranche .....	76
Tab. 4-5:	Durchschnittswerte der Umfrageergebnisse in den befragten Gruppen des Lebensmitteleinzelhandel .....	79
Tab. 5-1:	Auswahl bestehender und möglicher Instrumente zur Hemmnisüberwindung in der Hotelbranche .....	87
Tab. 5-2:	Auswahl bestehender und möglicher Instrumente zur Hemmnisüberwindung im Lebensmitteleinzelhandel.....	89
Tab. 5-3:	Zulässige Preisunter- und Preisobergrenzen für die Plausibilitätskontrolle der Energieverbrauchs- und Energiekostendaten von Hotels im Programm EnBenO .....	96
Tab. 5-4:	An den verschiedenen Untersuchungsschritten teilnehmende Hotels .....	98

Tab. 5-5:	Struktur des Seminars zu rationeller Beleuchtung im Lebensmitteleinzelhandel.....	100
Tab. 5-6:	An verschiedenen Untersuchungsschritten teilnehmende Lebensmitteleinzelhandelsunternehmen.....	102
Tab. 6-1:	Auswertung einer Broschüre zur rationellen Energieanwendung für den Lebensmitteleinzelhandel in Baden-Württemberg.....	104
Tab. 6-2:	Gesamtbewertung des Softwareprogramms.....	110
Tab. 6-3:	Gesamtbewertung des Seminars für Lebensmitteleinzelhändler.....	115
Tab. 6-4:	Entwicklungs- und Bereitstellungskosten des Instruments zur Hemmnisüberwindung in der Hotelbranche.....	116
Tab. 6-5:	Entwicklungs- und Bereitstellungskosten des Instruments zur Hemmnisüberwindung im Lebensmitteleinzelhandel.....	118

---

## Verzeichnis der Formelzeichen und Abkürzungen

### Formelzeichen

A	Antwort
F	Fachkenntnis
k	teilnehmerbezogene Kosten
K	Kosten
Q	Wärme-, Kältebedarf
Q*	Quantil
T	Amortisationszeit
TN	Teilnehmer
w	gewichtete ermittelte Bedeutung je Antwort je Hemmnis
W	gewichtete ermittelte Bedeutung je Hemmnis
U	Unsicherheit der ermittelten Bedeutung

### Indizes

fix	fix
Instr	Instrument
max	Maximum
min	Minimum
Mehl	Mehlverbrauch
q	Laufvariable für Hemmnisse
RS	Rohstoffverbrauch
Tex	Textil
TN	Teilnehmer
TW	Trockenwäsche
var	variabel
VF	Verkaufsfläche
x	Laufvariable für Antworten

**Abkürzungen**

EAW	Energieanwendung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EnBenO	Energie-Benchmarking für Hotels
EUW	Energieumwandlung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
PC	Personal Computer
VF	Verkaufsfläche
VDEW	Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke - VDEW - e. V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.

## Kurzfassung

Im Wirtschaftssektor Kleinverbrauch sind erhebliche ungenutzte Potenziale zur Senkung von Energieverbrauch und Energiekosten vorhanden. Da Firmen und Institutionen aus diesem Sektor bezüglich einer effizienteren Verwendung von Endenergie häufig externe Hilfe benötigen, eröffnet sich ein breites Arbeitsfeld für Dienstleistungen wie z. B. die Energieberatung. Die durch eine Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen geprägten Branchen des Kleinverbrauchersektors sind bezüglich der Möglichkeiten und Probleme bei der Umsetzung von Maßnahmen für eine effizientere Energieverwendung bisher wenig untersucht worden, so dass die notwendigen Grundlageninformationen häufig fehlen.

Gegenstand der Arbeit ist die Ermittlung der Energiebedarfsstrukturen und denkbarer Möglichkeiten der rationellen Energieanwendung zur Senkung des Energieverbrauchs in ausgewählten Branchen des Kleinverbrauchersektors, die Analyse der Hemmnisse, die eine Umsetzung von Maßnahmen in Unternehmen verhindern, sowie die Konzeption und Überprüfung geeigneter Instrumente zur Hemmnisüberwindung.

In den Energiebedarfsstrukturen der untersuchten Branchen Hotels, Textilreinigung, Bäckereien und Lebensmitteleinzelhandel zeigen sich wesentliche Unterschiede mit branchentypischen Schwerpunkten bei Raumwärme, bei Prozesswärme für Dampferzeugung und Backen sowie bei Kühlung und Beleuchtung.

Für zwei Branchen wurde beispielhaft eine Hemmnisanalyse in Bezug auf die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung zur Senkung des Energieverbrauchs durchgeführt: Für die Hotelbranche ergaben sich fehlende Energiekennzahlen und Hilfsmittel zur Ermittlung und Bewertung solcher Kennwerte als wichtiges Hemmnis. Im Lebensmitteleinzelhandel wurden fehlende spezifische Informationen über mögliche Energieeffizienzmaßnahmen und fehlende Ansprechpartner als wichtigste Hemmnisse identifiziert.

Ausgehend von diesen Anforderungen wurde für Hotels ein EDV-Programm zur betrieblichen Energiekennzahlenbildung mit Branchenvergleichsmöglichkeit entwickelt und getestet. Als Instrument für den Hemmnisabbau im Lebensmitteleinzelhandel wurde ein Seminar mit praktischem Trainingsteil konzipiert und durchgeführt.

Beide Instrumente wurden im Feldversuch eingesetzt und durch Befragung der Nutzer beziehungsweise Teilnehmer auf ihre Eignung zur Lösung der Problemstellung untersucht und bewertet.



**Abstract**

Considerable unused energy (cost) saving potentials exist in the commercial and tertiary sector with its small and medium sized enterprises. Small enterprises mostly need external assistance to improve their energy efficiency, which presents options for services like energy consulting. However those industrial sectors consisting of small and medium sized enterprises have as yet rarely been investigated in regard to opportunities and problems in realizing energy saving measures so that necessary fundamental information is often missing.

The objective of the presented thesis is an analysis of energy consumption patterns and measures for reducing energy demand in selected industrial tertiary sectors. Moreover, the objective is an analysis of existing barriers for the realization of energy saving measures in enterprises and a development and examination of tools to overcome identified barriers.

Results for the examined sectors Hotels, Laundries, Bakeries and Food Retail show considerable differences in the typical energy usage patterns with industry-specific focus ranging from room heating to process heat for steam- and baking processes to cooling and lighting.

The analysis of barriers for the realization of energy saving measures was conducted for two exemplary sectors. Hence, in Hotels exists an important demand for indicators for specific energy consumption and for tools to ascertain and evaluate such energy ratios. The main barriers in the Food Retail sector are the lack of specific information about energy saving options as well as lacking contacts to get assistance.

Based on these requirements, for the Hotel sector, a computer program performing energy ratios and carrying out an individual Benchmarking in regard to the sector's average was designed and tested. A seminar including practical training was developed and organized as a tool to overcome barriers in Food Retail enterprises.

Both tools, being developed to overcome identified barriers, were implemented in enterprises on a test basis and were examined and evaluated in regard to their qualification concerning the problem by interviewing the users and participants.

## 1 Einleitung

Drei Viertel des globalen Energieverbrauchs ist den Industrieländern zuzuordnen, in denen nur ein Viertel der Weltbevölkerung lebt. Die für die Klimaerwärmung verantwortlich gemachten Emissionen sind zum großen Teil bedingt durch Energieumwandlung in den verschiedenen Wirtschaftssektoren dieser Länder. Aus dieser Situation ergibt sich für die Industrieländer eine besondere Verantwortung für eine rasche und wirksame Umsetzung von Möglichkeiten zur Verringerung energiebedingter Emissionen. Auf der Klimakonferenz in Kyoto 1997 hat die Europäische Union im Rahmen der durchsetzbaren Forderungen eine Verringerung der Emissionen auf ihrem Gebiet um 8 % bis zum Jahr 2010 zugesichert /Lamprecht 1998, S. 8/. Innerhalb der Europäischen Union ist im Rahmen des "Burden Sharing" als vertraglich festgelegte Verteilung der als "Lasten" angesehenen Emissionsminderungen für die Bundesrepublik Deutschland in diesem Zusammenhang eine Reduktion deutscher Emissionen in den Jahren 2008 bis 2012 um 21 % bezogen auf 1990 als bindend vereinbart worden.

Um dies zu erreichen, müssen unter anderem vorhandene Potenziale zur Senkung des Energieverbrauchs ausgeschöpft werden. Ein geeignetes Mittel hierfür ist die rationelle Energieanwendung, insbesondere Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs, in den verschiedenen Wirtschaftssektoren.

Im Bereich der privaten Haushalte haben sich bereits Programme zur Energieberatung und Motivation zum sorgfältigen Umgang mit Energie etabliert. Diese werden durch Kommunen, Behörden und Energieagenturen getragen. Im Industriesektor sind Anstrengungen im Rahmen der Selbstverpflichtung der Industrie, getragen von den Verbänden, organisiert und eingeleitet worden.

Potenziale zur Senkung des Energieverbrauchs durch rationelle Energieanwendung sind auch im Rahmen des für Energiebilanzen definierten Wirtschaftssektors "Kleinverbraucher" vorhanden. Die Definition des Sektors ist, anders als für die Sektoren Verkehr, Industrie und Haushalte, die statistisch positiv definiert und eindeutig gegeneinander abgegrenzt sind, residual. Im Sektor Kleinverbrauch sind diejenigen Endverbraucher und -verbrauchergruppen zusammengefasst, deren wirtschaftliches Tätigkeitsprofil weder eine Zuordnung zum Industrie-, zum Verkehrs- oder zum privaten Haushaltssektor erlaubt. Im Rahmen der europäischen Harmonisierung der Wirtschaftsstatistik existiert seit 1993 eine neue Klassifikation der Wirtschaftszweige, bei der Branchen zum Teil zu neuen Wirtschaftszweigen zusammengefasst werden /StatBuA 1996/. Für die Energiebilanz der Bundesrepublik bleibt die sektorale Abgrenzung der Wirtschaftssektoren und damit auch des Kleinverbrauchersektors gleich. Änderungen bezüglich des Kleinverbrauchersektors betreffen seit 1995 lediglich den Zuschlag der statistischen Differenz bei der nationalen Strombilanz zu

den Kleinverbrauchern und die Einbeziehung militärischer Dienststellen. /Görgen; Ziesing 1996/, /Ziesing 1999/

Da Firmen und Institutionen aus dem Sektor Kleinverbrauch bezüglich einer effizienten Verwendung von Endenergie häufig externe Hilfe benötigen, eröffnet sich hier ein breites Arbeitsfeld für Energieberater (selbständige, sowie Berater von Energieversorgungsunternehmen und Berufsverbänden), Energieagenturen, Wärmelieferer und Finanziere. Um die Dienstleistungen Energieberatung, Projektplanung und Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen erbringen zu können, werden Informationen über Energieverbrauchsstrukturen, Potenziale zur Energieverbrauchsminderung, bestehende Hemmnisse für die Umsetzung rationeller Energieanwendung und Instrumente zur Überwindung dieser Hemmnisse in den Branchen des Kleinverbrauchersektors benötigt.

### **1.1 Problemstellung**

Die Strukturen des Energiebedarfs einzelner Branchen des Kleinverbrauchersektors sind bisher wenig untersucht worden. Das bedeutet, dass weder bekannt ist, wie hoch der durchschnittliche Energieeinsatz in den meist kleinen und mittleren Unternehmen einer Branche ist, noch welche Anteile und welche Energieträger für welche Verwendungszwecke eingesetzt werden.

Es existiert eine Reihe von technischen und organisatorischen Möglichkeiten, um den Energieeinsatz in Unternehmen des Kleinverbrauchersektors zu senken. Der ökonomischen Theorie folgend müsste die Ausschöpfung bestehender wirtschaftlicher Potenziale der Energieverbrauchsminderung durch die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung selbsttätig erfolgen. Dass sich dies in der Praxis anders verhält, lässt sich vielfach belegen /Enquete 1990, S. 1185-1191/, /IEA 1987/. Die Ausschöpfung bestehender Potenziale zur Energieverbrauchsminderung in den Branchen des Kleinverbrauchersektors entwickelt sich somit nicht von selbst. Es existieren Hemmnisse, die das Erreichen eines optimalen Zustandes behindern. Welche Hemmnisse in Branchen des Kleinverbrauchersektors eine Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung tatsächlich verhindern und welche weniger zum Tragen kommen, ist im einzelnen nicht bekannt. Daher fehlt es auch an Möglichkeiten, gezielt geeignete Instrumente zum Hemmnisabbau bereitzustellen und zu nutzen.

### **1.2 Inhalt und Aufbau der Arbeit**

Ziel der Arbeit ist die Analyse der Energieverbrauchsstrukturen und bestehender Möglichkeiten der Energieverbrauchsminderung in ausgewählten Branchen des Kleinverbraucher-

sektors sowie die Analyse bestehender Hemmnisse und die Entwicklung geeigneter Instrumente zur Hemmnisüberwindung.

In Kapitel 2 wird die Höhe und die Aufteilung des Energieverbrauchs in vier ausgewählten Branchen des Kleinverbrauchersektors ermittelt und detailliert dargestellt. Dazu werden geeignete Energiekennzahlen abgeleitet und ihre Bedeutung diskutiert.

Geeignete Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung werden in Kapitel 3 zusammengestellt, beschrieben, und die Potenziale zur Energieverbrauchsminderung dargestellt, die sich aus der Anwendung der Maßnahmen in den Branchen theoretisch ergeben.

Die Hemmnisse, die einer Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung entgegenstehen, werden in Kapitel 4 untersucht. Da ein wesentlicher Teil der Hemmnisse branchentypisch ist, werden Hemmnisse beispielhaft für zwei Branchen des Kleinverbrauchersektors, Hotels (Dienstleistung) und Lebensmitteleinzelhandel (Handel), durch Befragung ermittelt und ausgewertet.

Kapitel 5 gibt eine Übersicht über Möglichkeiten zur Hemmnisüberwindung in den untersuchten Branchen und beschreibt zwei im Rahmen der Arbeit entwickelte Instrumente zum Abbau der in den Branchen Hotels und Lebensmitteleinzelhandel identifizierten Hemmnisse.

Die Wirksamkeit der beiden ausgewählten und angewendeten Instrumente wird in Kapitel 6 untersucht. Ziel des Kapitels ist es, die beiden Instrumente zur Überwindung von Hemmnissen für die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung zu bewerten. Dazu werden Kriterien festgelegt, die zur Auswertung der Wirksamkeit der Instrumente herangezogen werden. Zuletzt wird ein Ausblick auf die Kosten solcher Instrumente bei breiterer Anwendung in den Branchen gegeben.

In Bezug auf Definitionen wird für den Einsatz von Energie in kleinen und mittleren Unternehmen im Rahmen der Arbeit der Begriff Energieverbrauch verwendet. Der Begriff *Energieverbrauch* ist physikalisch nicht korrekt, da Energie nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik nicht verbraucht werden kann. So können nur *Energieträger* wie z. B. Heizöl, Erdgas oder Strom verbraucht werden, indem sie in andere Energieformen (Wärme, mechanische Energie etc.) überführt werden. Daher sind allein die Bezeichnungen Stromverbrauch, Heizölverbrauch, Erdgasverbrauch oder Dampfverbrauch thermodynamisch korrekt. Der Begriff Energieverbrauch hat sich aber in der energiewirtschaftlichen Literatur durchgesetzt, so dass er hier durchgehend verwendet wird. Weiterhin befasst sich die Arbeit mit dem Einsatz an *Bezugsenergie* in Unternehmen, also dem Energieinhalt der Energieträger, die Unternehmen als Endverbraucher von einem Energieversorger kaufen /Voß 1996, Band 1, S. 2-63/. Somit bezeichnet der Begriff Energieverbrauch immer die Bezugsenergie eines oder mehrerer Unternehmen. Innerbetriebliche Eigenerzeugung von Strom und Gas spielt in den untersuchten Branchen fast keine Rolle, so dass keine Unter-

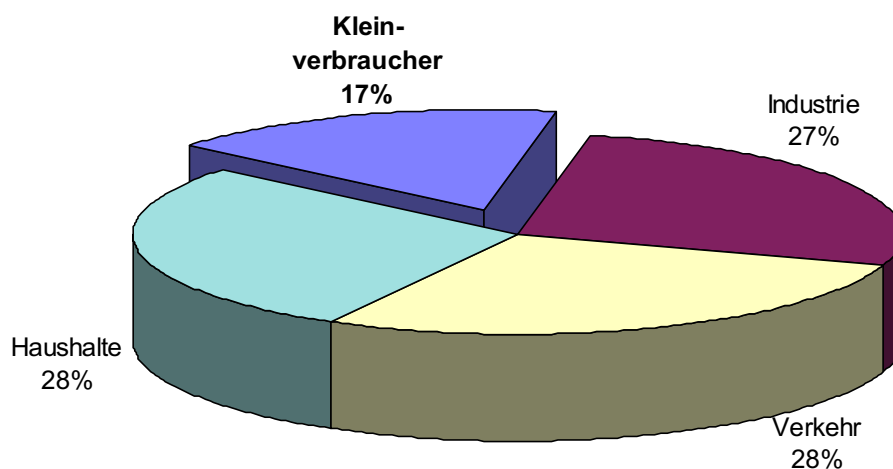
scheidung zwischen Bezugsenergie (Energieeinkauf) und Endenergie gemacht wird. Innerbetriebliche Energieumwandlungen in Gebrauchsenergie (z. B. Dampf) und Nutzenergie (Kraft, Licht, Nutzwärme etc.) werden entsprechend bezeichnet.

Bezüglich der Definition "rationelle Energieanwendung" sind Maßnahmen der rationellen Energieanwendung grundsätzlich "Maßnahmen, die im Sinne des ökonomischen Prinzips den Energieeinsatz auf den Umfang zurückführen, der einem optimalen Faktoreinsatz der genutzten volkswirtschaftlichen Ressourcen entspricht. Hierbei ist neben den Ressourcen Kapital, Arbeit, Boden und Rohstoffe auch die Ressource Umwelt mit einzubeziehen. Nach dieser Definition kann rationelle Energieanwendung auch ein Mehrverbrauch an Energie bedeuten und zwar dann, wenn andere Ressourcen in wertmäßig größerem Ausmaß dadurch eingespart werden. Energieeinsparung ist nur dann gleichbedeutend mit rationeller Energieanwendung, wenn der Nutzen der Energieeinsparung den Aufwand aufwiegt." /Voß 1996, Band 2, S. 3-3 ff/ In der vorliegenden Arbeit sind Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Unternehmen, Maßnahmen technischer oder organisatorischer Art, die eine rationelle Reduzierung des Energieverbrauchs bewirken. Dabei bedeutet rationell, dass die Einsparung an Energiekosten durch die Reduzierung des Energieverbrauchs als Nutzen der Maßnahme die für die Maßnahme anfallenden Kosten auf- oder überwiegt.

## 2 Energieverbrauchsstrukturen in ausgewählten Branchen des Kleinverbrauchersektors

Ziel dieses Kapitels ist die Darstellung von Energieverbrauchs- und Energiekostenstrukturen in ausgewählten Kleinverbraucherbranchen als Voraussetzung für die Identifikation von Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Energiekosten und der daran anschließenden Fragestellung, welche Hemmnisse die Umsetzung behindern und wie die Umsetzung solcher Maßnahmen gefördert werden kann.

Der Endenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland kann nach wirtschaftlichen Verbrauchssektoren untergliedert werden. Dabei wird unterschieden zwischen dem Energieverbrauch des Verkehrs, der Industrie, der Haushalte und der sogenannten Kleinverbraucher. Ausgewiesen wird der Endenergieverbrauch der Sektoren durch Tabellen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen /AG EnBil 1997/. Abb. 2-1 stellt die Verteilung des Endenergieverbrauches auf die Wirtschaftssektoren dar. Während Industrie, Verkehr und Haushalte annähernd gleiche Anteile aufweisen, hat der Kleinverbrauchersektor einen Anteil von 17 % am Gesamtenergieverbrauch.



**Abb. 2-1:** Struktur des Endenergieverbrauchs in Deutschland 1995, nach /AG EnBil 1997, Tab. 5.1/

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Wirtschaftssektoren lehnt sich an die statistische Einteilung an, wobei die größten Bereiche als Wirtschaftssektoren (z. B. Kleinverbrauch), die darin enthaltenen Bereiche als Wirtschaftszweige (z. B. gesamter Handel) und die kleinste Einheit als Branche (z. B. Lebensmitteleinzelhandel) bezeichnet werden. Der Kleinverbrauchersektor beinhaltet somit eine Vielzahl an Branchen unterschiedlicher Größe.

Da im Kleinverbrauchersektor alle Endverbraucher und -verbrauchergruppen zusammengefasst sind, die keine Zuordnung zum Industrie-, zum Verkehrs- oder zum privaten Haushaltssektor erlauben, sind die Strukturen der im Kleinverbrauchersektor enthaltenen

Branchen, bedingt durch die unterschiedlichen Arten der wirtschaftlichen Tätigkeiten, sehr heterogen. Diese Heterogenität führt zu der Schwierigkeit, in diesem Bereich übertragbare Energieanalysen durchzuführen und damit für den gesamten Sektor gültige Ergebnisse zu erzielen. Das bedeutet, dass eine Energieanalyse für eine einzelne Branche des Kleinverbrauchersektors eine eigenständige Energiedatenerhebung voraussetzt.

Aufgrund der starken Heterogenität und des daraus resultierenden Aufwandes sind in der Vergangenheit nur wenige Untersuchungen zu Energieverbrauchsstrukturen und zur rationellen Energieanwendung in Kleinverbraucherbranchen durchgeführt worden. Der Kleinverbrauchersektor ist aber ein Wirtschaftsbereich mit einer Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen, die sich flexibel wechselnden Marktgegebenheiten und Technologien fortlaufend anpassen müssen. Aus dieser Flexibilität ergeben sich Chancen für die Verbesserung der Energieeffizienz in den Unternehmen, die zu einer rationellen Energieanwendung und damit zu einer Emissionsminderung führt.

Während die Industrie vielfach über fachlich geschultes Personal verfügt, das Maßnahmen im Hinblick auf eine rationelle Energieanwendung ergreifen kann, sind kleine und mittlere Unternehmen des Kleinverbrauchersektors dagegen in der Regel von externer Hilfe abhängig. Dies lässt den Schluss zu, dass Chancen zur Verbesserung der Energieeffizienz in Unternehmen des Kleinverbrauchersektors bisher eher seltener genutzt werden als in der Industrie.

## **2.1 Branchenstruktur im Kleinverbrauchersektor**

Die Branchen, die zu Wirtschaftszweigen und dann zum Sektor Kleinverbrauch zusammengefasst werden, enthalten das Handwerk, in dem Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit weniger als 20 Beschäftigten zusammengefasst sind, das Baugewerbe, den Handel, Gebäude von Verkehrsunternehmen und Nachrichtenübermittlung, das Kredit- und das Versicherungsgewerbe, unterschiedliche Arten von Dienstleistungsbetrieben, öffentliche Liegenschaften sowie gemeinnützige Verbände und Vereine. Tab. 2-1 verdeutlicht, wie verschiedenartig die hier zusammengefassten Firmen, Betriebe, Institutionen und öffentlichen Körperschaften sind.

Bereits ohne exakte Kenntnis der Anteile der Nutzenergien in den Branchen lässt sich aus den Arten der Geschäftstätigkeit ableiten, dass die Energieverbrauchsstrukturen sehr unterschiedlich sein müssen. So sind Gebietskörperschaften, Banken und Versicherungen in der Regel in großen Gebäudekomplexen mit entsprechendem Energiebedarf für die haustechnischen Anlagen untergebracht. Ein Teil der Dienstleistungsunternehmen hat eine den privaten Haushalten ähnliche Energieverbrauchsstruktur, während der Energieverbrauch des Baugewerbes durch Stromverbrauch für elektrische Antriebe geprägt ist.

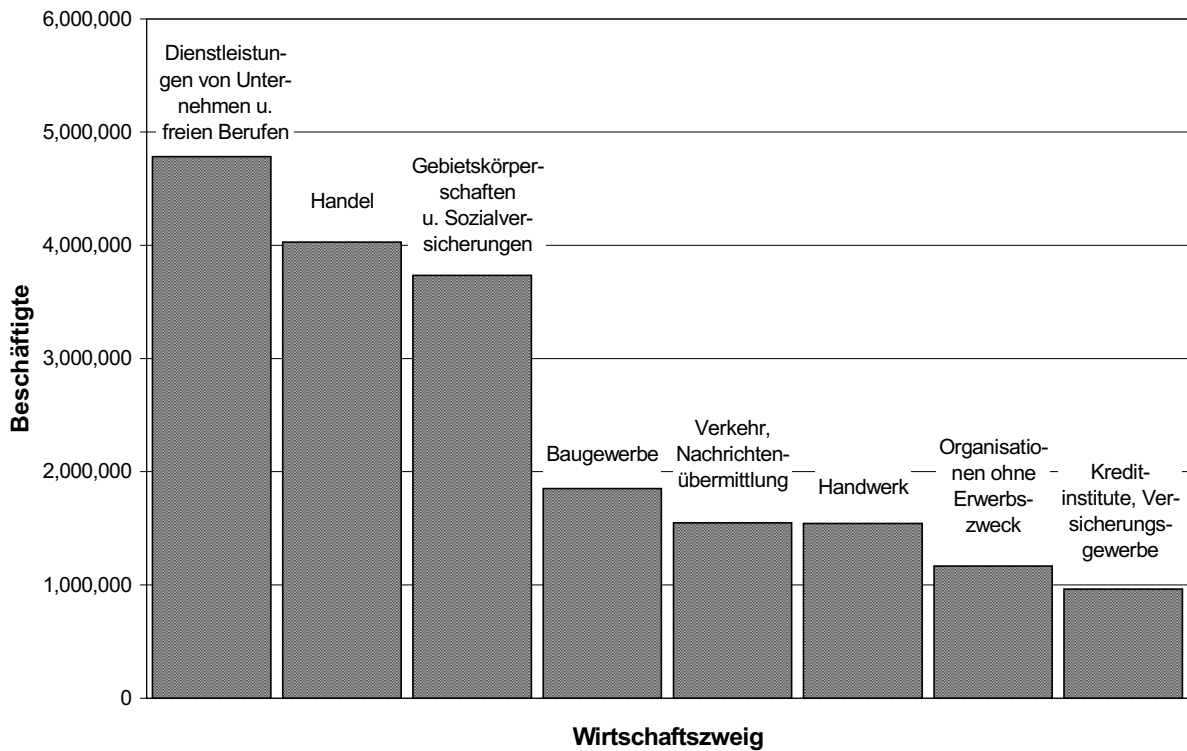
**Tab. 2-1:** Auswahl aus den im Kleinverbrauch vertretenen Branchen gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige /StatBuA 1990/

Übergeordneter Wirtschaftszweig	Auswahl aus den vertretenen Branchen
HANDWERK (verarbeitendes Gewerbe mit weniger als 20 Beschäftigten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metallerzeugung und Bearbeitung</li> <li>• Holz-, Papier- und Druckgewerbe</li> <li>• Leder-, Textil- und Bekleidungsgewerbe</li> <li>• Herstellung von Backwaren</li> <li>• Milchverwertung</li> </ul>
BAUGEWERBE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauhauptgewerbe</li> <li>• Ausbaugewerbe</li> </ul>
HANDEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großhandel</li> <li>• Einzelhandel</li> </ul>
VERKEHR UND NACHRICHTENÜBERMITTLUNG (davon nur der für Gebäude und ortsfeste Anlagen verwendete Endenergieverbrauch)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eisenbahnen</li> <li>• Straßenverkehr, Parkplätze und -häuser</li> <li>• Schifffahrt, -wasserstraßen und -häfen</li> <li>• Luftfahrt und Flugplätze</li> <li>• Deutsche Post</li> <li>• Spedition, Lagerei</li> </ul>
KREDITINSTITUTE, VERSICHERUNGSGEWERBE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banken</li> <li>• Versicherungen</li> </ul>
DIENSTLEISTUNGEN VON UNTERNEHMEN UND FREIEN BERUFEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherbergungsgewerbe</li> <li>• Gaststättengewerbe</li> <li>• Wäschereien, Friseurgewerbe</li> <li>• Private Bildungseinrichtungen</li> <li>• Privates Gesundheitswesen</li> </ul>
ORGANISATIONEN OHNE ERWERBSZWECK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vereine, Verbände, Gewerkschaften</li> <li>• Religiöse Gemeinschaften</li> </ul>
GEBIETSKÖRPERSCHAFTEN UND SOZIALVERSICHERUNGEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kantinen</li> <li>• Kommunale Einrichtungen</li> <li>• Krankenhäuser</li> <li>• Schlachthöfe</li> <li>• Schulen, Hochschulen</li> <li>• Schwimmbäder</li> </ul>

Die Energieverbrauchsstruktur von Handwerksbetrieben lässt sich keiner Kategorie zuordnen. Aus diesen Unterschieden ergibt sich, dass es notwendig ist, Möglichkeiten für eine rationelle Energieanwendung branchenspezifisch zu behandeln.

Nicht nur die Struktur von Betrieben, sondern auch die Anzahl der Erwerbstätigen variiert stark über die Wirtschaftszweige. Abb. 2-2 stellt die Verteilung der Erwerbstätigen im Kleinverbrauchersektor dar. Die "Dienstleistungen von Unternehmen und freien Berufen" nehmen mit fast fünf Millionen Beschäftigten in Deutschland, bzw. 24 % der Beschäftigten im Kleinverbrauchersektor, den größten Bereich ein. Der Handel bildet, gemessen an den Beschäftigten, den zweitwichtigsten Wirtschaftszweig mit vier Millionen Beschäftigten in Deutschland, bzw. 20 % der Beschäftigten im Kleinverbrauchersektor. Im Wirtschaftszweig Handwerk sind 8 % der Erwerbstätigen im Kleinverbrauch vertreten (zirka 1,5 Mio.), diese sind aber in 12 % der Arbeitsstätten im Kleinverbrauchersektor beschäftigt. /StatBuA 1998/ Demnach beinhaltet dieser Wirtschaftszweig vorwiegend Betriebe mit wenigen Mitarbeitern.

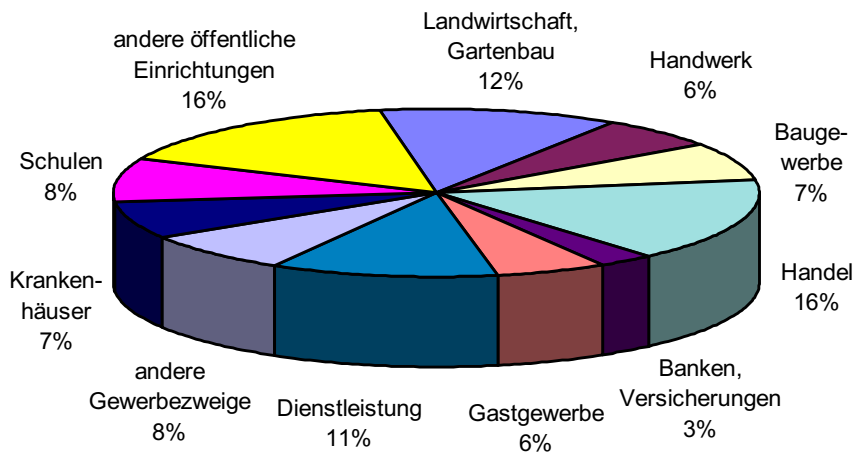




**Abb. 2-2:** Beschäftigte in den Wirtschaftszweigen des Kleinverbrauchersektors in Deutschland /StatBuA 1998/

**2.2 Aufteilung des Energieverbrauchs im Kleinverbrauch**

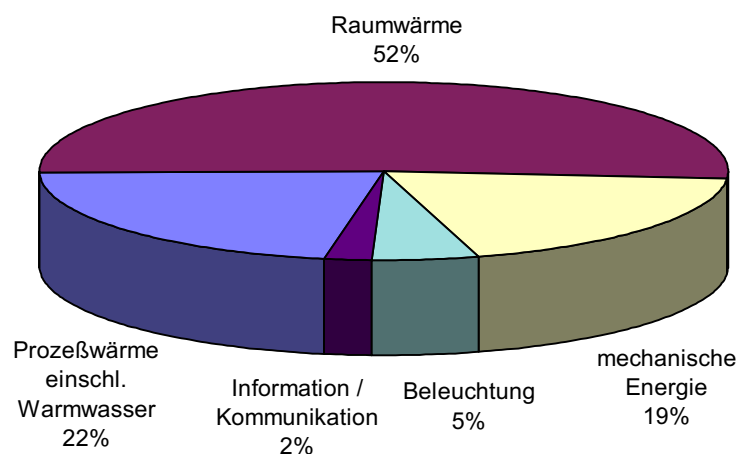
Eine Übersicht über die Verteilung des Energieverbrauchs auf die Branchen und Verbrauchergruppen innerhalb des Kleinverbrauchersektors zeigt Abb. 2-3. Dabei haben öffentliche Gebäude, (ohne Schulen und Krankenhäuser) und der Handel jeweils mit 16 % einen erheblichen Anteil am Endenergieverbrauch.



**Abb. 2-3:** Energieverbrauch der Kleinverbraucher nach Verbrauchergruppen 1992 /PROGNOS 1995/

Die Bereiche Gastgewerbe und Dienstleistung verbrauchen zusammen 17 % der Energie. Weitere Branchen sind wegen der starken Verzweigung der Branchen im Kleinverbrauchersektor als "andere Gewerbebezüge" zusammengefasst.

Die Aufteilung des Energieverbrauchs im Kleinverbrauchersektor auf die Verwendungszwecke ist durch einen hohen Raumwärmeanteil gekennzeichnet. Die durchschnittliche Energieverbrauchsstruktur im Kleinverbrauchersektor ist in Abb. 2-4 dargestellt. Danach werden insgesamt 74 % der Endenergie für Wärmeanwendungen verwendet und 24 % für Kraft und Licht. Hierbei ist allerdings die Heterogenität des Kleinverbrauchersektors zu beachten. Das bedeutet, dass einzelne Branchen deutlich andere Verbrauchsschwerpunkte aufweisen können und daher einzeln untersucht werden müssen.



**Abb. 2-4:** Verteilung der Endenergie auf die Verwendungszwecke für die Gesamtheit des Kleinverbrauchersektors 1995 nach /VDI-GET 1997, S. 436/

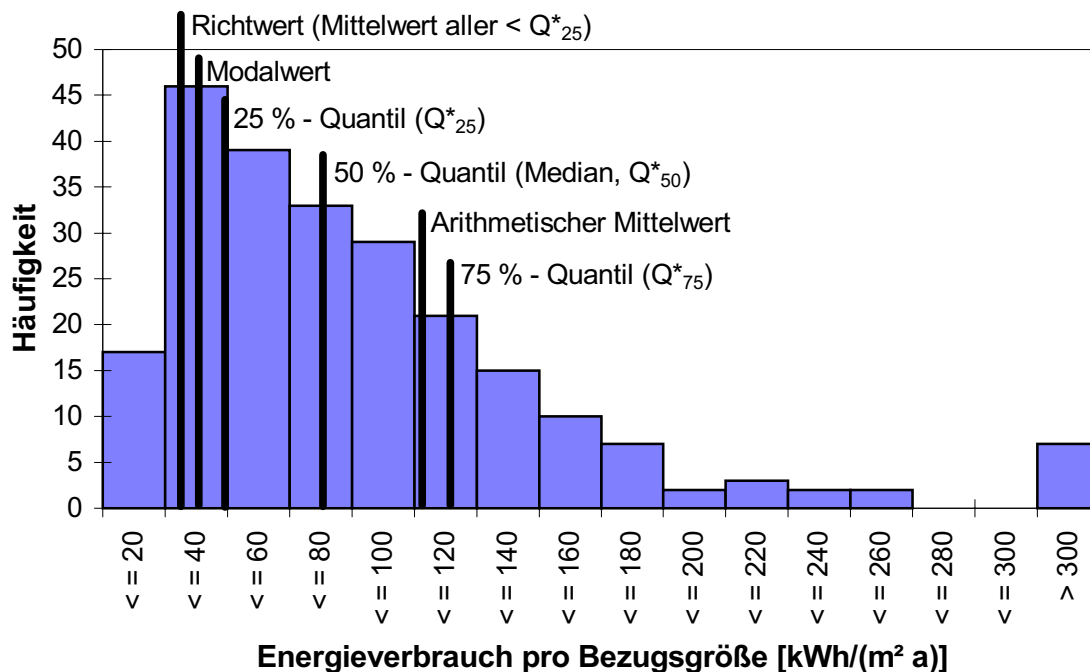
### 2.3 Energiekennzahlen zur Darstellung von Energieverbrauchsstrukturen

Bestehende Strukturen des Energieverbrauchs sowie Energiekostenstrukturen einzelner Branchen lassen sich zweckmäßig anhand von Energiekennzahlen verdeutlichen. Energiekennzahlen werden im Rahmen der Arbeit verwendet, um Ergebnisse von Energieanalysen ausgewählter Branchen darzustellen und so die Strukturen von Energieverbrauch und Energiekosten zu veranschaulichen. Weiterhin sind Energiekennzahlen bei der Energieanalyse von Betrieben ein Hilfsmittel, mit dem Vergleiche mit anderen Unternehmen und mit dem Branchendurchschnitt sowie die Ermittlung von Zielwerten möglich sind.

Energiekosten in den Branchen bezeichnen im Rahmen der Arbeit grundsätzlich die laufenden Kosten für die Energieträger Strom, Brennstoffe und Fernwärme. Die Energiekosten (Energieträgerkosten) beinhalten somit nicht Instandhaltungs- und Kapitalkosten von Energieumwandlungsanlagen für die Bereitstellung von Nutzenergie.

Zur Ermittlung einer Energiekennzahl wird der Energieverbrauch durch eine Bezugsgröße dividiert, um, je nach Bezugsgröße, eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Unternehmen einer Branche beziehungsweise zwischen Gebäuden zu ermöglichen. Die Fläche eines Gebäudes ist die klassische Bezugsgröße für Energiekennzahlen /VDI 3807/, /ages 1998/, /Kubessa 1998/. Da es sich bei kleinen und mittleren Unternehmen des Kleinverbrauchersektors nicht um Wohngebäude sondern um Flächen von Betriebsgebäuden handelt, wird diese hier als Betriebsfläche bezeichnet. Die Bezugsgröße "Betriebsfläche" bezeichnet dabei die Fläche aller Betriebsräume zuzüglich der Fläche für Büroräume, für Technik- und Lagerräume, für Küchen und sonstige Diensträume. Außenflächen (z. B. Parkplatz) werden nicht berücksichtigt. Die Betriebsfläche entspricht somit der als Gebäudefläche üblicherweise verwendeten "Bruttogrundfläche" gemäß /VDI 3807, Blatt 1, S. 6/. Darüber hinaus werden Kennzahlen mit Bezugsgrößen gebildet, die mit dem Umsatz im Zusammenhang stehen, da sie Vergleiche des Energieverbrauchs zwischen Unternehmen unabhängig von der betrieblichen Auslastung zulassen.

Wenn eine ausreichende Anzahl an Kennzahlen vorliegt, lassen sich durchschnittliche Energieverbräuche für typische Betriebe einer Branche (z. B. pro  $\text{m}^2$  Betriebsfläche) sowie durchschnittliche Energiekosten darstellen. Zur Bestimmung des durchschnittlichen Energieverbrauchs einer Branche ist die Verwendung des arithmetischen Mittelwertes ungünstig, da dieser von einigen wenigen Betrieben mit sehr hohem Verbrauch bestimmt sein kann. Die statistische Verteilung, die sich aus solchen Daten ergibt, wird als linksschief bezeichnet. Abb. 2-5 stellt solch eine linksschiefe Verteilung graphisch dar.



**Abb. 2-5:** Verteilung des Energieverbrauchs von Betrieben in einer Branche nach Klassen

Aufgetragen ist die Häufigkeit von Betrieben über Größenklassen von betrieblichen flächenbezogenen Energieverbräuchen. Zusätzlich zur im Histogramm nach rechts hin deutlich ausgedehnten Verteilung der bezogenen Energieverbräuche sind statistische Kennwerte aufgeführt: Das 75 %-Quantil ist der Wert, bei dem 75 % der Daten (Betriebe) kleiner als dieser Wert sind. Der Median (50 %-Quantil) teilt die Daten in zwei gleich große Mengen. Das 25 %-Quantil (bzw. untere Quartil) gibt den Wert an, bei dem 25 % der Daten kleiner als dieser Wert sind. Der Modalwert ist der Mittelwert der Klasse mit der größten Häufigkeit; in Abb. 2-5 liegt der Modalwert bei 30. Für Energiekennzahlen, die als Referenzwerte zur Einschätzung der Energieeffizienz dienen, wird als Anreiz zur rationellen Energieanwendung ein Zielwert bzw. Richtwert vorgeschlagen /Mügge 1996, S. 8/. Dies ist häufig das arithmetische Mittel der 25 % der Betriebe mit dem geringsten Energieverbrauch, also der untere Quartilmittelwert.

Anhand des Histogramms in Abb. 2-5 wird deutlich, dass die Verwendung des arithmetischen Mittelwerts als typischem Branchenkenwert in diesem Fall bedeuten würde, dass fast 75 % der Betriebe einen niedrigeren Energieverbrauch als den des Branchenkenwerts haben würden. Es bieten sich daher eher der Median oder der Modalwert zur Bestimmung des Branchenkenwerts an. In der Vorbereitung zur neuen VDI-Richtlinie 3807 wird der Modalwert als mittlerer Wert verwendet /Mügge 1996, S. 8/. Im Zusammenhang mit eigenen Berechnungen hat sich gezeigt, dass bei den zum Teil extrem linksschief vorkommenden Häufigkeitsverteilungen die Differenz zwischen dem Modalwert und dem arithmetischen Mittel der 25 % der Betriebe mit dem geringsten Energieverbrauch als Richtwert sehr gering ist (vgl. Abb. 2-5). Damit geben Modal- und Richtwert keine sinnvolle Bandbreite der Energiekennzahlen wieder. Bei der Verwendung des Median als Branchenmittel und dem arithmetischen Mittel der 25 % der Betriebe mit dem geringsten Energieverbrauch als Richtwert sind diese Nachteile definitionsgemäß nicht gegeben. Daher ist es sinnvoll, erstens grundsätzlich den Median als Aussage über den durchschnittlichen Energieverbrauch je Bezugsgröße anzugeben und zweitens zusätzlich den Richtwert als Vorgabe für haushälterischen Verbrauch bzw. effiziente Verwendung von Energie. Dieses Wertepaar wird im folgenden bei der Analyse von Branchen jeweils ermittelt.

#### **2.4 Branchenauswahl und Vorgehen bei der Energieanalyse**

Wegen der Heterogenität des Kleinverbrauchersektors und der damit fehlenden Übertragbarkeit der Energieverbrauchsstrukturen von Branchen werden einzelne ausgewählte Branchen des Sektors Kleinverbrauch analysiert. Die im folgenden vorgestellten Branchenanalysen basieren auf einer im Rahmen der Arbeit durchgeführten Energiedatenerhebung. In der Auswahl der Branchen zur Analyse wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Energieintensität der Branche,
- zu erwartende Potenziale zur Minderung des Energieverbrauchs,
- Berücksichtigung von Branchen mit verschiedenen Unternehmenstypen wie Dienstleistungsbetriebe, Handwerk, Handel etc.,
- Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit Berufsverbänden oder ähnlichen Interessenvertretungen einer Branche.

Eine Auswertung der Kriterien anhand vorliegender statistischer Wirtschaftsdaten und Informationen von Berufsverbänden für alle Branchen des Kleinverbrauchersektors ergab die Auswahl von vier Branchen mit folgenden Schwerpunkten:

- Hotels als raumwärmeintensive Dienstleistungsbranche,
- Textilreinigungsbetriebe als prozesswärmeintensive Dienstleistungsbranche,
- Bäckereien als produzierende Handwerksbetriebe sowie
- Lebensmitteleinzelhandel als Branche aus dem Handelssektor.

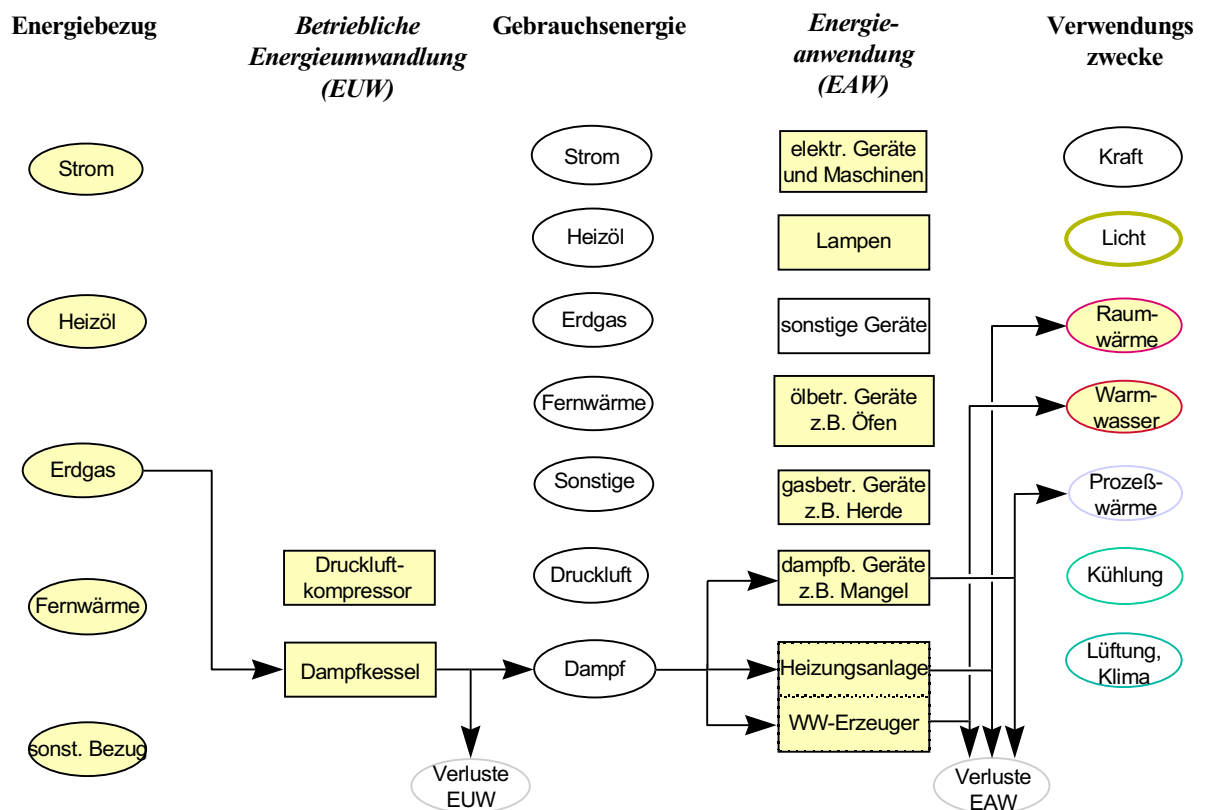
In diesen Branchen wurden Betriebsumfragen durchgeführt mit dem Ziel, Daten über Energieverbrauch und Energiekosten sowie über vorhandene Geräte und Maschinen in den Betrieben zu erhalten. Die dazu entwickelten Fragebögen sind in die Rubriken "Betriebsdaten", "Energieverbrauchsdaten", "Geräteliste", "Daten zu Heizung-Lüftung-Klima", "Gebäudehülle", "Beleuchtung" sowie "Allgemeines" unterteilt. Die Fragebögen für die einzelnen Branchen unterscheiden sich innerhalb der Rubriken, da sie in Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Berufsverband auf die Besonderheiten in den Unternehmen und auf dort verfügbare Daten abgestimmt wurden. Als Beispiel ist der Fragebogen für Textilreinigungsbetriebe als Anhang A beigefügt.

Bei der Umfrage wurden insgesamt über 5.000 Fragebögen an Unternehmen versandt. Die Auswahl der Stichproben orientierte sich dabei an vorhandenen Statistiken über die Größenverteilung der Betriebe in einer Branche. Da die Struktur der ausgewählten Stichprobe jedoch von zwei Komponenten abhängig ist, nämlich sowohl von vorhandenem Adressenmaterial bei Verbänden, als auch von dem Rücklauf der Antworten durch die Unternehmen, ist das Ergebnis immer nur eine Annäherung an die Größenverteilung der Betriebe innerhalb der gesamten Branche.

Die Daten aus dem Rücklauf der Fragebögen mussten im Rahmen einer Nachbearbeitung auf Vollständigkeit und Plausibilität überprüft werden. Dies bedeutet, dass bei unvollständigen oder widersprüchlichen Angaben telefonisch Daten ergänzt oder korrigiert wurden. Im Rahmen der Plausibilitätstests wurde zum Beispiel eine Überprüfung der resultierenden Energiepreise aus den Angaben des Verbrauches und der Kosten eines

Energieträgers durchgeführt. Die Vollständigkeit der Angaben zu Anlagen und Geräten wurden überprüft und unvollständige Angaben mit Hilfe von Angaben der Gerätehersteller ergänzt.

Zum einen können so die durchschnittlichen Energieverbräuche und -kosten in den Unternehmen, bezogen auf eine sinnvolle Einheit (z. B. auf die Betriebsfläche), ermittelt werden. Hieraus ergeben sich Branchenenergiekennzahlen, die einen Anhaltswert für die Einschätzung einzelner Betriebe geben können. Das Vorgehen zur Bestimmung solcher Kennwerte wurde in Kapitel 2.3 erläutert. Zum anderen können, aufbauend auf den vorhandenen Verbrauchs- und Gerätedaten, Berechnungen über die Verteilung des Energieverbrauchs auf die Verwendungszwecke durchgeführt werden. Dazu wurden Energiebilanzen für die verwendeten Energieträger nach dem Schema in Abb. 2-6 aufgestellt.



**Abb. 2-6:** Modellierung eines Gewerbebetriebes am Beispiel des Energieträgers Erdgas in der Textilreinigung

Die errechneten Jahresenergieverbräuche für die Energieanwendungstechniken wurden summiert und mit den angegebenen Energieverbräuchen abgeglichen. Die Modellierung und die Verarbeitung der Daten ist detailliert in /ANALYSIS 1997, S. 56 ff./ beschrieben. Daraus wurden Verbrauchsschwerpunkte identifiziert, die als Basis für branchenspezifische und branchenübergreifende Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in den untersuchten Branchen dienen.

## 2.5 Hotelbranche

Die Struktur der Hotelbranche in Deutschland (mit 294.000 Beschäftigten /DEHOGA 1998/) ist heterogen, da die Branche sowohl große Luxushotels als auch kleine Landgasthöfe und Pensionen, Hotels mit ausgedehntem Restaurantangebot und ausgesprochene Frühstückshotels, sogenannte "Hotel garni" umfasst. Die Betriebe unterscheiden sich in ihrer Geräte- und Anlagenausstattung, so dass sich unterschiedliche Energieverbrauchsstrukturen ergeben, die bei einer Auswertung zu berücksichtigen sind. Tab. 2-2 verdeutlicht dies mit einer Übersicht über Energieverbraucher, die in verschiedenen Bereichen von Hotels vorkommen.

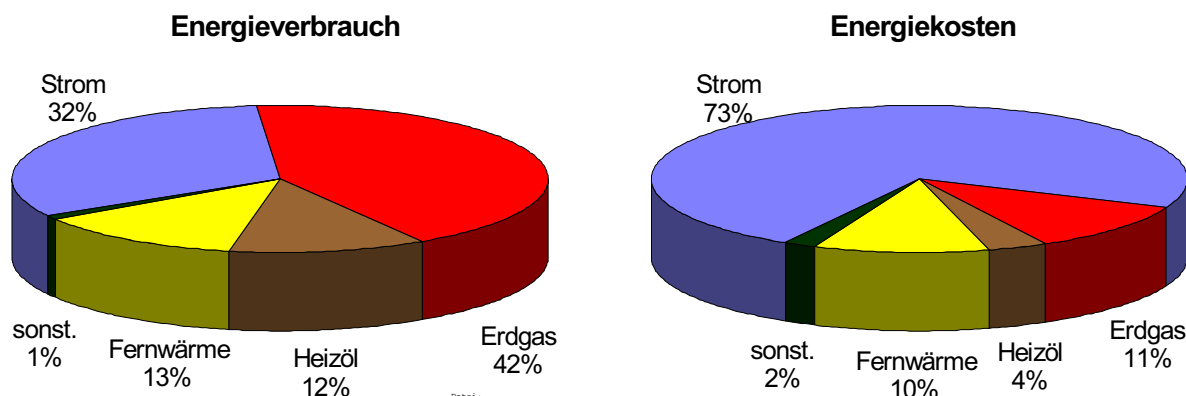
**Tab. 2-2:** Typische Energieverbraucher in Hotels

Bereich	Geräte
Gästezimmer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtung</li> <li>• evtl. dezentrale Warmwassererhitzer</li> <li>• Minibar</li> <li>• Fernseher</li> </ul>
Foyer / Gänge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Aufzüge</li> </ul>
Küche / Restaurant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Kessel</li> <li>• Friteuse</li> <li>• Mikrowelle</li> <li>• Kühlschrank</li> <li>• Kühlraum</li> <li>• Herd</li> <li>• Kippbratpfanne</li> <li>• Heißluftdämpfer</li> <li>• Spülmaschine</li> <li>• Tiefkühltruhe</li> <li>• Brat-/Backofen</li> <li>• Grillplatte</li> <li>• Bain maries (Wasserbad)</li> <li>• Rechauds</li> <li>• Dunstabzugshauben</li> </ul>
Haustechnik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heizkessel</li> <li>• Abluftventilatoren</li> <li>• Kältemaschinen (Klimaanlagen)</li> </ul>
Schwimmbad etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pumpen</li> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Heizanlagen</li> <li>• Saunaofen</li> </ul>
Büro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopierer</li> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Computer</li> <li>• Faxgerät, Telefonanlage</li> </ul>

Aus der Umfrage sind Antworten von über 300 Hotels vorhanden, was einer Rücklaufquote von ca. 11 % entspricht. Von diesen Antworten sind 285 umfassend ausgefüllt und plausibel, so dass sie für weitere Berechnungen verwendet werden können. Eine Einteilung in möglichst viele verschiedene Betriebsgruppen gemäß Art und Komfort wäre sinnvoll. Dem steht die begrenzte Anzahl an Betriebsdaten gegenüber, so dass ein Optimum gefunden werden muss zwischen der Gültigkeit der Ergebnisse für einen einzelnen Betrieb oder für eine Betriebsgruppe einerseits und andererseits für die Branche mit einer entsprechenden Streuung. Im Hinblick auf die verfügbaren Daten aus der Umfrage wird eine Einteilung der Hotelbranche in "Hotels" (mit Restaurant) und "Hotel garni", entsprechend der Unterteilung der Branche in der Wirtschaftszweigeordnung /StatBuA 1990/, gewählt. Vorteil dieser Einteilung ist die Eindeutigkeit der Zuordnung der Hotels zu einer Gruppe, da Unternehmenstypen wie Pensionen und Gasthöfe bei den erhobenen Betrieben nicht vertreten sind.

Abb. 2-7 zeigt die durchschnittliche Aufteilung des Energieverbrauchs und der Energiekosten, die sich aus den Daten der Umfrage in der Hotelbranche ergeben. Die

Schwerpunkte des Energieverbrauchs und die Schwerpunkte der Energiekosten liegen in der Branche bei unterschiedlichen Energieträgern. Während der Anteil des Stromverbrauchs nur zirka ein Drittel des Energieverbrauchs ausmacht, verursacht der Stromverbrauch 73 % der Energiekosten. Der Verbrauch an Erdgas liegt bei 42 %, verursacht aber nur 11 % der Kosten.



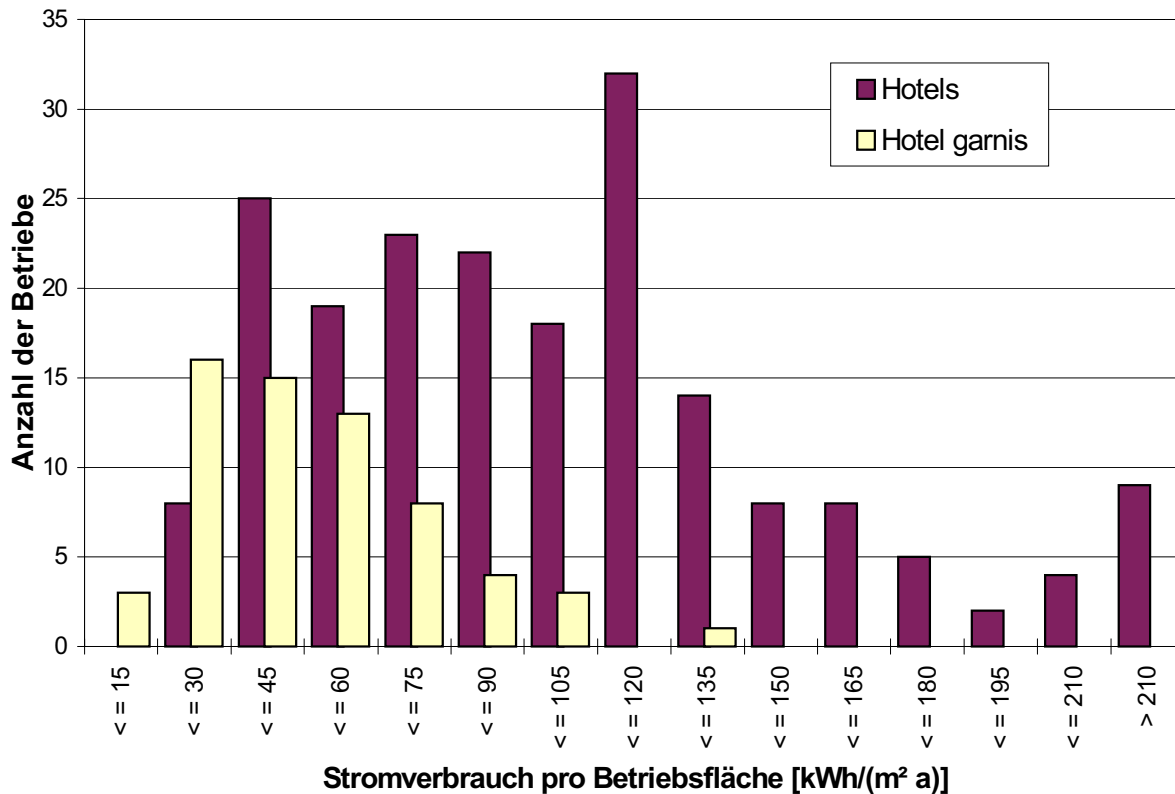
**Abb. 2-7:** Aufteilung von Energieverbrauch und -kosten auf die Energieträger in der Hotelbranche 1995

Der Anteil der Heizölkosten liegt bei nur 4 % während der Verbrauchsanteil des Heizöls 12 % des Endenergieverbrauchs einnimmt. Der Grund hierfür sind die unterschiedlichen Preise der einzelnen Energieträger, bezogen auf den Verbrauch in Kilowattstunden. Der durchschnittliche Strompreis liegt in der Hotelbranche bei 0,29 DM/kWh, während Erdgas und Heizöl durchschnittlich 0,04 DM/kWh kosten.

Es wird deutlich, dass bei elektrischen Anwendungen kostenseitig attraktive Möglichkeiten zur Minderung des Energieverbrauchs bestehen. Maßnahmen zur rationellen Verwendung von Energie, die die Brennstoffe Erdgas und Heizöl betreffen, werden trotz zum Teil beachtlicher Verminderung des Energieverbrauchs bei der Umsetzung in den Unternehmen wegen zu langer Amortisationszeiten eine niedrige Priorität erhalten. (Vergleiche hierzu Kapitel 3.1.2, 3.1.3 und Kapitel 4.4.) Bezüglich der Fernwärme ist zu beachten, dass der durchschnittliche Anteil der Fernwärme von 12 % am Energieverbrauch der Branche durch 13 % der Unternehmen bedingt ist, die jeweils einen hohen Anteil dieses Energieträgers aufweisen. Der durchschnittlichen Preis für Fernwärme liegt in der Branche bei 0,12 DM/kWh.

Der auf die Betriebsfläche bezogene Stromverbrauch ist als Verteilung über verschiedene Größenklassen im Häufigkeitsdiagramm in Abb. 2-8 dargestellt.



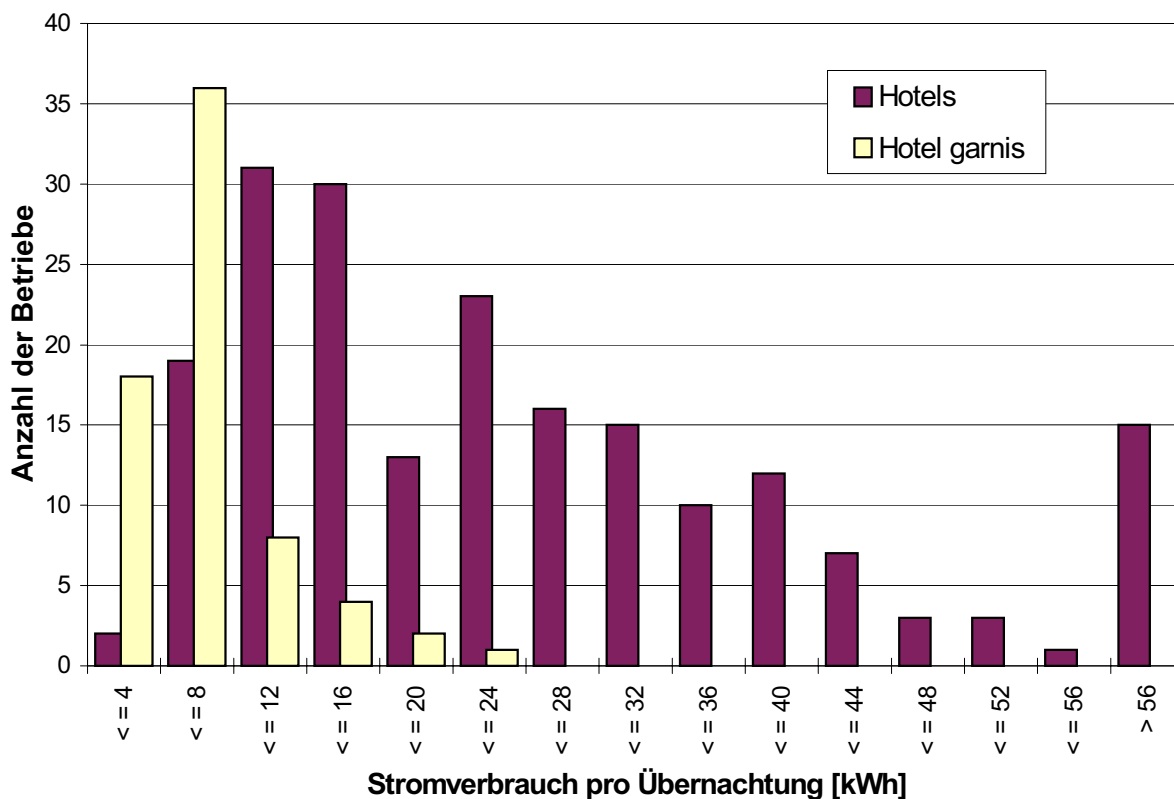


**Abb. 2-8:** Stromverbrauch pro Fläche in der Hotelbranche nach Größenklassen 1995

Die Gruppe der Hotels (mit Restaurant) zeigt eine breite Streuung der Ergebnisse von unter 30 kWh/(m² a) bis über 210 kWh/(m² a). Bei der Gruppe der "Hotel garni" ist die Streuung geringer als bei Hotels mit Restaurant und der jährliche flächenbezogene Stromverbrauch liegt grundsätzlich niedriger als bei Hotels. Die bei Hotel garni fehlenden umfassenden Küchen- und Restaurantbetriebe machen sich hier bemerkbar. Bei Hotels, die einen hohen Stromverbrauchs aufweisen, ist entweder eine Vielzahl von elektrischen Geräten vorhanden, die den insgesamt hohen Verbrauch verursachen, oder es existieren Schwachstellen, wie zum Beispiel alte Geräte, die mit einem schlechten Wirkungsgrad arbeiten und deshalb hohe Verluste aufweisen.

Wird der Stromverbrauch je Betriebsfläche zum Vergleich zwischen Hotels herangezogen, bleibt die Auslastung der Kapazitäten unberücksichtigt. So hat z. B. ein Hotel, das im Bezugsjahr der Erhebung eine geringe Auslastung der Bettenkapazität aufweist, durch den niedrigeren Energieverbrauch eine Kennzahl, die auf eine effiziente Energieverwendung schließen ließe. Bei normaler Auslastung kann aber die Kennzahl dieses Betriebes im Bereich hohen Verbrauchs liegen. Um diese Unsicherheit zu berücksichtigen, wird der Stromverbrauch auf die Anzahl der Übernachtungen bezogen. Damit wird ein Bezug hergestellt zwischen dem Energieaufwand und der Dienstleistung "Übernachtung". Bei Übernachtungen werden Einzel- und Doppelzimmer nicht unterschieden, da angenommen wird, dass der Energieverbrauch von Geräten, die sich außerhalb der Gästezimmer befinden, einen

erheblichen Anteil am Energieverbrauch je Übernachtung haben (vgl. Tab. 2-2). Die Verteilung des Stromverbrauchs in Größenklassen bezogen auf die Anzahl der Übernachtungen zeigt Abb. 2-9.



**Abb. 2-9:** Stromverbrauch pro Übernachtung in der Hotelbranche nach Größenklassen 1995

Beim Vergleich der Verteilung des Stromverbrauchs in Hotel garni bezogen auf die Fläche (Abb. 2-8) mit dem Stromverbrauch bezogen auf die Übernachtung (Abb. 2-9) zeigt sich eine geringere Streuung. Es wird deutlich, dass sich die Betriebe in ihrem spezifischen Stromverbrauch weniger unterscheiden, wenn dieser um die Auslastung bereinigt ist. Für Hotels (mit Restaurant) ist die Streuung auch dann groß, wenn der Stromverbrauch auf die Übernachtung bezogen wird (Abb. 2-9). Bei den Betrieben, die mehr als 56 kWh je Übernachtung aufweisen, handelt es sich um kleine Hotels mit extrem niedriger Bettenauslastung (weniger als 5 %) und um Hotels, die ausschließlich Strom als Endenergie nutzen, also auch Raumwärme elektrisch bereitstellen.

Für die Bildung der Energiekennzahlen für jeden Unternehmenstyp (Hotel, Hotel garni) wird die in Kapitel 2.2 erläuterte Methode angewendet, so dass ein Richtwert und ein durchschnittlicher Wert (Median) als Kennwerte ausgewiesen werden. Tab. 2-3 zeigt die ermittelten Kennwerte auf Basis der vorliegenden Betriebsdaten. Die Energiekennzahlen sind dabei auf die Betriebsfläche und auf die Anzahl der jährlichen Übernachtungen (für den auslastungsunabhängigen Vergleich zwischen Hotels) bezogen. Bei den Gesamtenergiekosten

liegt der Richtwert bei 3,80 DM pro Übernachtung für Hotels, während im Branchenmittel 7,80 DM je Übernachtung an Energiekosten aufgewendet werden.

**Tab. 2-3:** Energiekennwerte für die Hotelbranche 1995

Energiekennwert	Einheit	Bezugsgruppe	gut (Richtwert)	mittel (Median)
Gesamtenergieverbrauch je Betriebsfläche	$\frac{kWh}{m^2 a}$	Hotel	174,0	289,0
		Hotel garni	141,0	265,0
Gesamtenergiekosten je Betriebsfläche	$\frac{DM}{m^2 a}$	Hotel	17,3	32,1
		Hotel garni	13,5	25,3
Gesamtenergieverbrauch je Übernachtung	$kWh$	Hotel	35,0	81,0
		Hotel garni	22,0	36,0
Gesamtenergiekosten je Übernachtung	$DM$	Hotel	3,8	7,8
		Hotel garni	2,0	3,3
Stromverbrauch je Betriebsfläche	$\frac{kWh}{m^2 a}$	Hotel	36,0	83,0
		Hotel garni	21,0	40,0
Stromverbrauch je Übernachtung	$kWh$	Hotel	8,3	20,7
		Hotel garni	3,1	5,7
Stromkosten je Übernachtung	$DM$	Hotel	2,4	4,6
		Hotel garni	1,0	1,9

Aus der Analyse der Daten ergibt sich, dass nicht nur einfach ausgestattete Hotels mit geringen Energiekosten auskommen, sondern auch Hotels mit hohem Komfort, so dass sich die Unterschiede nicht nur auf unterschiedlichen Umfang und Qualität der Dienstleistung "Beherbergung" zurückführen lassen. Das bedeutet, dass für viele Unternehmen Potenziale zur Energiekostensenkung vorliegen müssen.

Um Kosteneinsparpotenziale im gesamtbetrieblichen Zusammenhang bewerten zu können, muss der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten der Hotelunternehmen betrachtet werden. Der Mittelwert aller Energiekostenanteile liegt für Hotels bei 9,1 % und für Hotel garni bei ca. 13 %. Der erhobene Energiekostenanteil ist, verglichen mit anderen Dienstleistungsbranchen, als hoch anzusehen /StatBuA 1992/. In nicht-produzierenden Branchen des Kleinverbrauchersektors sind gemäß der vorliegenden Statistik Energiekostenanteile unter 10 % üblich.

Abb. 2-10 stellt die Verteilung des Energieverbrauchs auf die Verwendungszwecke in der Hotelbranche dar. Die Verwendungszwecke Raumwärme und Warmwasser nehmen mit zusammen 63,2 % den größten Anteil ein. Den zweitgrößten Anteil hat der Bereich Kochen. Hier wird die Bedeutung des Restaurantbetriebes für den Energieverbrauch sichtbar. Der Verbrauchsanteil von Wärmeanwendungen entspricht ungefähr dem Durchschnitt der Verteilung im Kleinverbrauchersektor, dargestellt in Abb. 2-4. Ungefähr 11 % des Verbrauchs lassen sich nicht bestimmten Geräten und Verwendungen zuordnen. Beim Stromverbrauch nehmen die Minibars mit 10 % den größten Einzelposten ein.

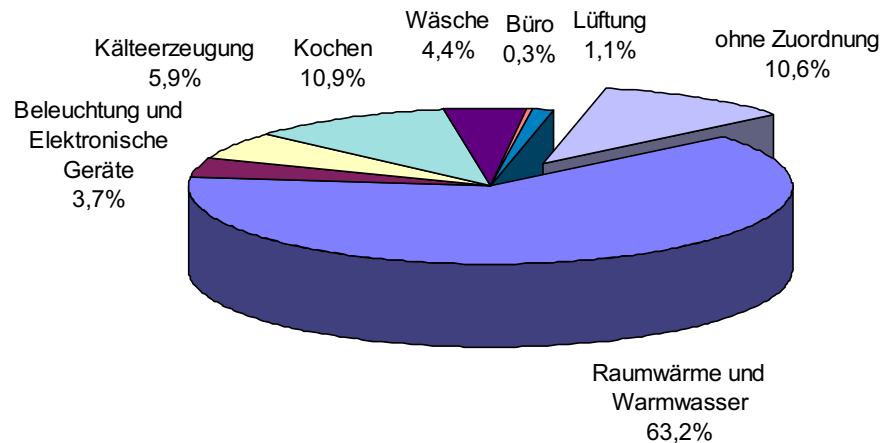


Abb. 2-10: Aufteilung des Energieverbrauchs auf Verwendungszwecke in der Hotelbranche 1995

Der Verbrauch an Trinkwasser in Hotelbetrieben wird ermittelt, da er über das Brauchwarmwasser den Energieverbrauch beeinflusst. Der Wasserverbrauch lässt sich auf die Anzahl der Übernachtungen beziehen und wird entsprechend in Litern pro Übernachtung ausgewiesen. Abb. 2-11 stellt die Verteilung des erhobenen Trinkwasserverbrauchs in der Hotelbranche dar. Auffällig ist das hohe Niveau des Wasserverbrauchs je Übernachtung, wobei bei Hotels mit Restaurant eine sehr breite Streuung vorhanden ist. Der Wasserverbrauch in Hotels reicht von unter 75 Litern je Übernachtung bis über 750 Litern und unterscheidet sich damit um mehr als das Zehnfache.

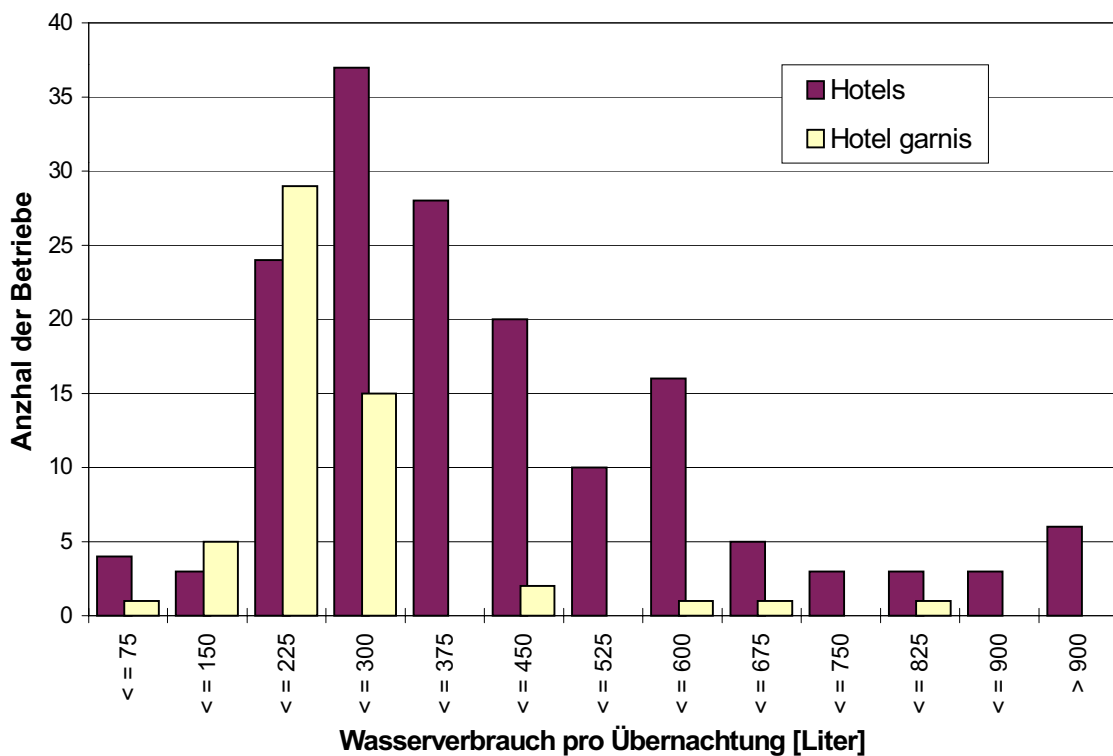


Abb. 2-11: Wasserverbrauch von Hotelbetrieben nach Größenklassen 1995

Analog zu den Energiekennzahlen lassen sich basierend auf dieser Verteilung Wasserverbrauchskennzahlen bilden, die für Hotelbetriebe einen Vergleich mit dem Durchschnittswert ermöglichen. Die Berechnungen ergeben, dass Hotels (mit Restaurant) einen durchschnittlichen Wasserverbrauch von 337 Litern je Übernachtung (Median) aufweisen. Der Richtwert für haushälterischen Verbrauch gemäß der Definition in Kapitel 2.2 liegt bei 186 Litern. Für Hotel garni ergibt sich ein Median von 201 Liter/Übernachtung und ein Richtwert von 180 Liter/Übernachtung. Die geringe Differenz zwischen Median und Richtwert bei Hotel garni liegt an der geringen Streuung in dieser Teilgruppe.

## 2.6 Textilreinigung

Das Textilreinigungsgewerbe ist in dem Wirtschaftszweig "Wäscherei, Reinigung" zusammengefasst und mit zirka 70.000 Beschäftigten in Deutschland /DTV 1998/, verglichen z. B. mit dem Lebensmitteleinzelhandel, mit zirka 852.000 Beschäftigten /StatBuA 1998, S. 252/, eine kleine Branche. Für Untersuchungen bezüglich der Energieverbrauchsstruktur und der Minderung des Energiebedarfs ist dieser Wirtschaftsbereich wegen der hohen Energieintensität der erbrachten Dienstleistung interessant.

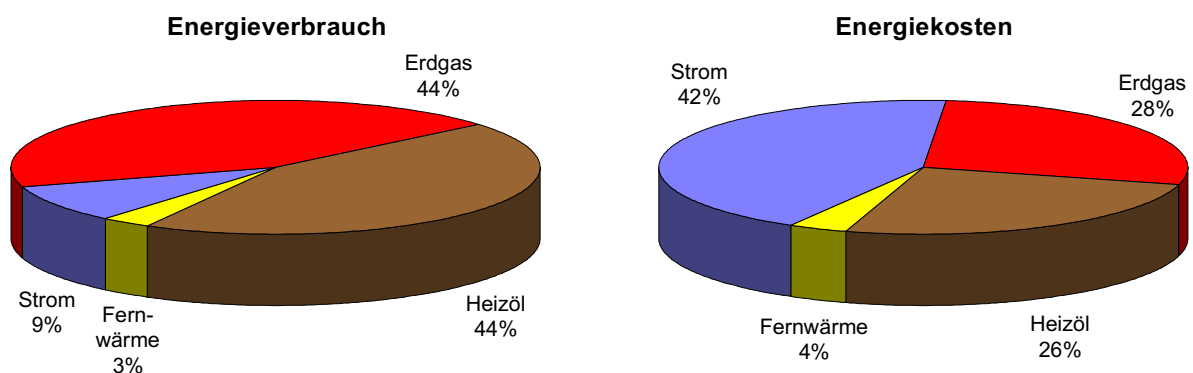
Die in der Branche vertretenen Betriebe "Wäschereien", "Reinigungen" und Mischbetriebe mit Anteilen beider Betriebsarten besitzen bedingt durch ihr Dienstleistungsangebot verschiedenartige Geräte- und Anlagenausstattung. In Tab. 2-4 sind die Energieverbraucher zusammengestellt, die in den Betriebsbereichen vorkommen.

**Tab. 2-4:** Typische Energieverbraucher in Wäschereien/Reinigungen

Bereich	Geräte
Waschen und Reinigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waschschleudermaschinen</li> <li>• Waschstraßen</li> <li>• Reinigungsmaschinen KWL</li> <li>• Waschschleuderstraßen</li> <li>• Reinigungsmaschinen PER</li> <li>• Detachiergeräte</li> </ul>
Trocknen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrifugen</li> <li>• Transfertaktrockner</li> <li>• Trockenschränke für Textilien</li> <li>• Trockner allgemein</li> </ul>
Bügeln und Formen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bügeleisen</li> <li>• Bügelmaschinen</li> <li>• Dämpfschränke</li> <li>• Dämpfpuppen</li> <li>• Topper</li> <li>• Mangel, 3 Walzen</li> <li>• Bügelgeräte</li> <li>• Bügelpressen</li> <li>• Dämpftunnel</li> <li>• Pressen</li> <li>• Mangel, 2 Walzen</li> </ul>
Hilfsgeräte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wäschetransportsysteme</li> </ul>
Haustechnik, zentrale Energieumwandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dampferzeuger</li> <li>• Kältemaschinen (Klimaanlagen)</li> <li>• Heizkessel</li> <li>• Abluftventilatoren</li> </ul>
Büro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopierer</li> <li>• elektrische Kassen</li> <li>• Computer</li> <li>• Ventilatoren</li> </ul>
Alle Bereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtung</li> </ul>

In der Regel werden die Maschinen für das Waschen, Bügeln, Dämpfen und Mangeln mit Hilfe eines zentralen Dampferzeugers zur innerbetrieblichen Energieversorgung betrieben. Im Rahmen der Datenerhebung sind 131 Unternehmen aus der Branche untersucht worden.

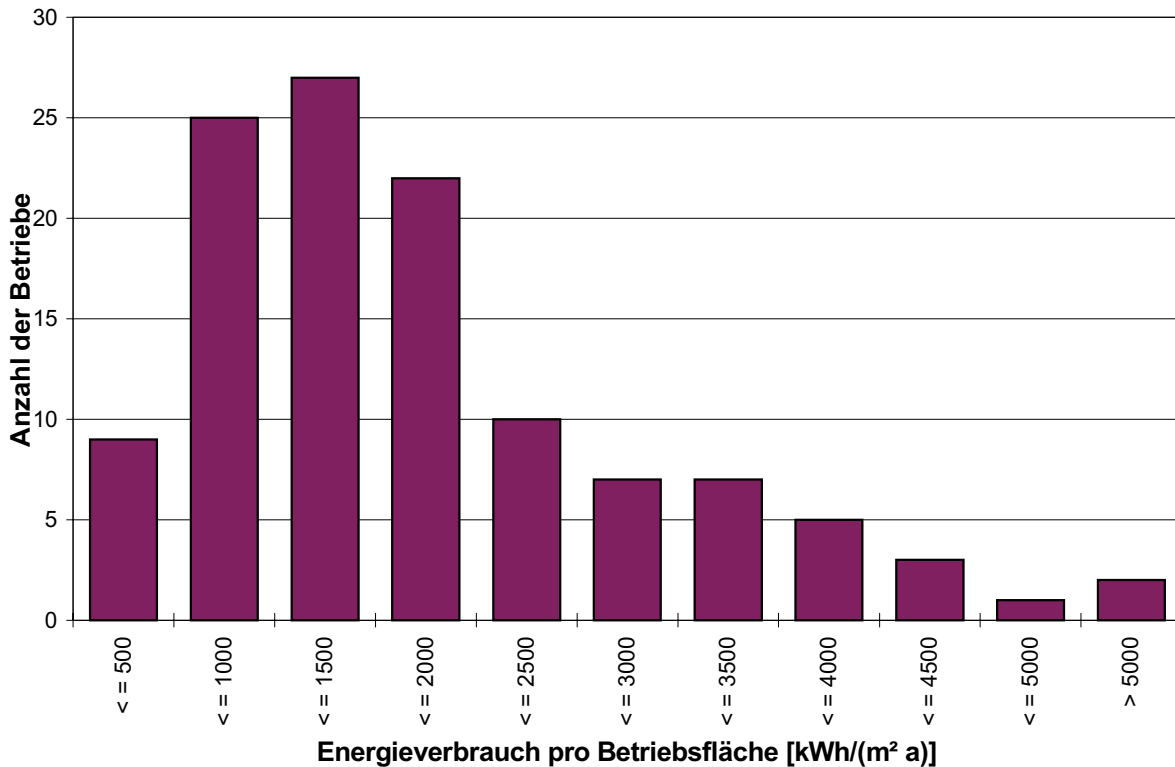
Abb. 2-12 stellt die sich ergebende durchschnittliche Verteilung von Energieverbrauch und Energiekosten auf die Energieträger dar. Erdgas und Heizöl bestimmen im wesentlichen den Energieverbrauch, während Strom nur 9 % des Verbrauchs ausmacht. Fernwärme und sonstige Energieträger sind in dieser Branche unbedeutend. Der Anteil der Energieträger Erdgas und Heizöl am Verbrauch schlägt sich nicht bei den Energiekosten nieder, während der Strom, trotz des geringen Verbrauchsanteils, 42 % der Energiekosten ausmacht.



**Abb. 2-12:** Aufteilung von Energieverbrauch und -kosten auf die Energieträger in der Textilreinigungsbranche 1995

Die Höhe des jährlichen Energieverbrauchs je Betriebsfläche für die untersuchten Betriebe der Textilreinigungsbranche ist in Abb. 2-13 dargestellt. Die entsprechenden Energiekennzahlen auf Basis dieser Betriebsdaten ergeben einen Durchschnittswert für Textilreinigungsbetriebe von  $1.443 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$  und einen Richtwert von  $572 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ . Die Bandbreite des Energieverbrauchs reicht von weniger als  $500 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$  bis über  $5.000 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ . Diese Streuung ist auch bedingt durch unterschiedliche Betriebsstrukturen in der Branche. Beispielsweise gibt es Betriebe in Innenstadtbereichen, die auf sehr kleiner Fläche einen großen Durchsatz an Wäsche aufweisen und damit einen entsprechend hohen flächenbezogenen Energieverbrauch haben. Aus diesem Grunde wird der Verbrauch auch auf die verarbeitete Textilmenge bezogen.

Eine Aufteilung der Branche in Wäschereien und Reinigungen ist wegen der unterschiedlichen Energieanwendungen sinnvoll, da sich der typische Wäschereibetrieb durch hohen Wärme- und Wasserbedarf für Waschmaschinen und Waschstraßen auszeichnet, während im Reinigungsbetrieb (elektrische) Reinigungsmaschinen und Detachiergeräte (Fleckenfernungsgeräte) zum Einsatz kommen (vgl. Tab. 2-4).



**Abb. 2-13:** Gesamtenergieverbrauch in Textilreinigungsbetrieben nach Größenklassen 1995

Eine Aufteilung der Unternehmen in zwei Gruppen bedeutet allerdings eine Reduzierung der Daten durch Mischbetriebe. So sind zirka 55 Unternehmen in der Stichprobe Wäschereien, 40 Unternehmen sind Reinigungen ohne Wäschereiateil und 28 sind Mischbetriebe. Die Betriebsarten in der Branche reichen von Wäscherei über Wäscherei/Reinigung, Chemischreinigung, Teppichreinigung, Leder- und Pelzreinigung bis zu Wäscheleasingfirmen. Wäscheleasing ist die Bereitstellung der kompletten Arbeitsbekleidung für einen Betrieb (meist Produktionsbetrieb) durch den Textilreinigungsbetrieb.

Die Aufteilung der Betriebsdaten in Untergruppen wird im folgenden immer dann vorgenommen, wenn Energieverbräuche auf verarbeitete Textilmengen im Wäschereibetrieb bzw. im Reinigungsbetrieb und nicht auf die Betriebsfläche bezogen werden. Dies ist möglich, da Angaben verarbeiteter Textilien getrennt für den Wäscherei- und Reinigungsbereich erhoben wurden. Mischbetriebe, die in beiden Bereichen Textilmengen verarbeiten, werden zu solchen Auswertungen nicht herangezogen. Acht Betriebe haben keine Angabe zur Betriebsart gemacht und können bei der Berechnung textilmengenbezogener Energieverbräuche nicht berücksichtigt werden.

Abb. 2-14 stellt den Verbrauch der Energieträger Erdgas und Heizöl für die Gruppe der Wäschereibetriebe dar. Der aus den erhobenen Verbräuchen berechnete Energiekennwert ergibt einen durchschnittlichen Brennstoffverbrauch für Wäschereien von 1,44 kWh/kg<sub>TW</sub>.

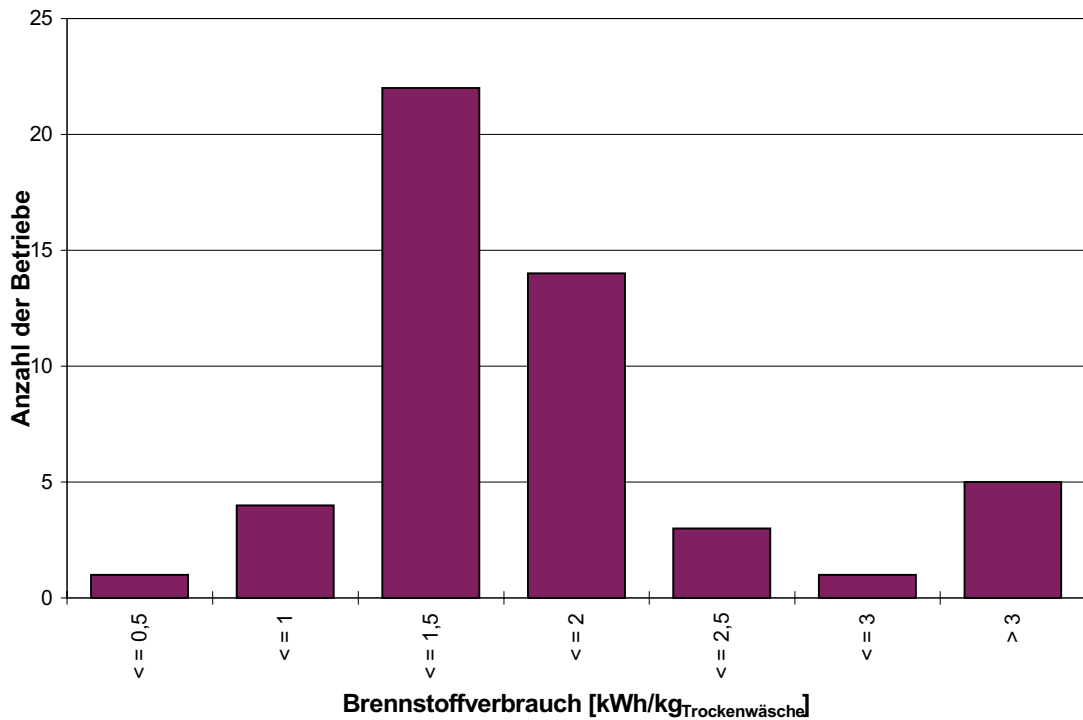


Abb. 2-14: Brennstoffverbrauch für Wäschereibetriebe nach Größenklassen 1995

Der Richtwert als Anhaltswert für häuslicheren Brennstoffverbrauch liegt bei 0,97 kWh/kg<sub>TW</sub>. Der Verbrauch an Erdgas und Heizöl für die Gruppe der Reinigungsbetriebe ist in Abb. 2-15 dargestellt.

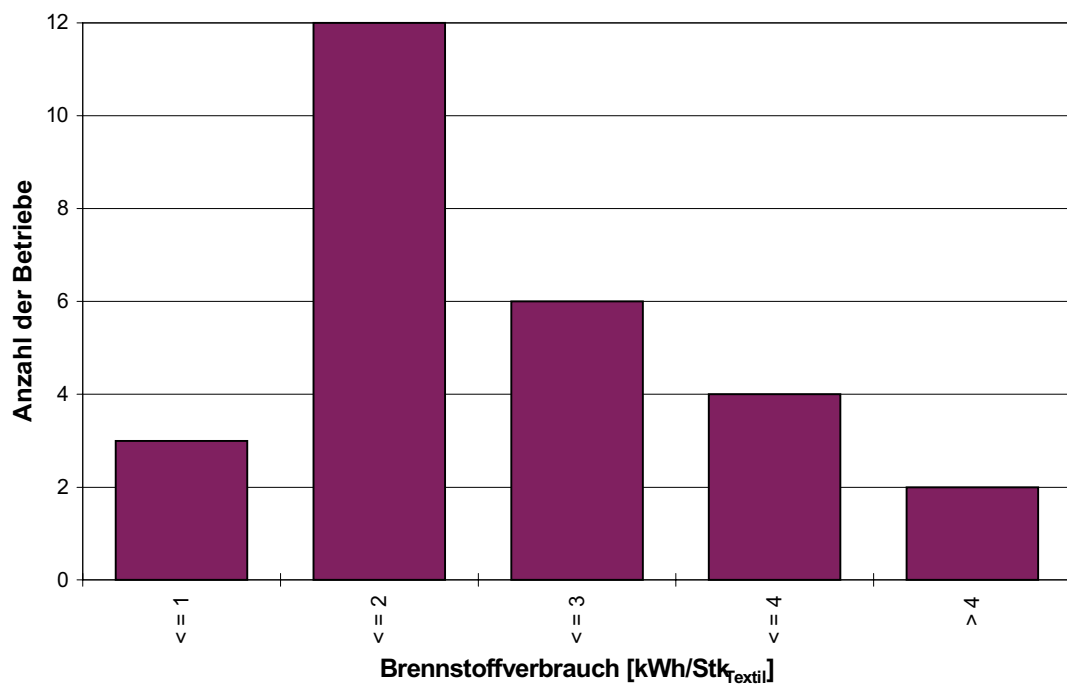


Abb. 2-15: Brennstoffverbrauch für Reinigungsbetriebe nach Größenklassen 1995



Ein Vergleich des Brennstoffverbrauchs mit dem Wäschereibetrieb ist, bedingt durch die unterschiedlichen in der Branche üblichen Bezugsgrößen "Anzahl Textilstücke" für Reinigungen und "kg Trockenwäsche" für Wäschereien, nicht möglich.

Der Energiekennwert für Reinigungen liegt für durchschnittlichen Brennstoffverbrauch bei 1,90 kWh/Stk<sub>Tex</sub>. Der Richtwert für haushälterischen Brennstoffverbrauch liegt bei 1,14 kWh/Stk<sub>Tex</sub>. Die Verteilungen in Abb. 2-14 und Abb. 2-15 zeigen, dass sich der Energieeinsatz bezüglich der bearbeiteten Wäsche jeweils um das Drei- bis Vierfache unterscheidet. Es ist daher zu erwarten, dass für Betriebe im oberen Verbrauchsbereich Potenziale zur Energieverbrauchssenkung bestehen.

In Tab. 2-5 sind die Energiekennwerte für Textilreinigungsbetriebe zusammengestellt. Die Gesamtenergiekosten von 122 DM pro m<sup>2</sup> Betriebsfläche und Jahr stellen gemäß Umfragedaten durchschnittlich 9,4 % der gesamtbetrieblichen Kosten dar. Beim Stromverbrauch je Wäschemenge ergeben sich für Wäschereibetriebe als Durchschnittswert 0,12 kWh/kg<sub>TW</sub> und 0,08 kWh/kg<sub>TW</sub> für den Richtwert.

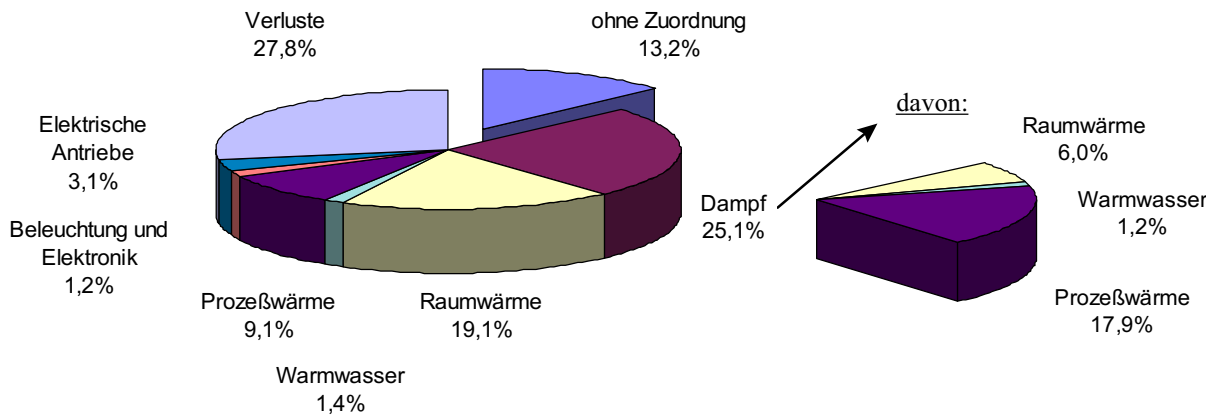
**Tab. 2-5:** Energiekennwerte für die Textilreinigungsbranche 1995

Energiekennwert	Einheit	Bezugs- gruppe	gut (Richtwert)	mittel (Median)
Gesamtenergieverbrauch je Betriebsfläche	$\frac{kWh}{m^2 a}$	alle	572,0	1443,0
Gesamtenergiekosten je Betriebsfläche	$\frac{DM}{m^2 a}$	alle	60,0	122,0
Brennstoffverbrauch je Trockenwäsche	$\frac{kWh}{kg_{TW}}$	Wäscherei	0,97	1,44
Stromverbrauch je Trockenwäsche	$\frac{kWh}{kg_{TW}}$	Wäscherei	0,08	0,12
Brennstoffverbrauch je Textilstück	$\frac{kWh}{Stk_{Tex}}$	Reinigung	1,14	1,90
Stromverbrauch je Textilstück	$\frac{kWh}{Stk_{Tex}}$	Reinigung	0,26	0,43
Stromverbrauch je Betriebsfläche	$\frac{kWh}{m^2 a}$	Wäscherei Reinigung	65,0 111,0	169,0 293,0

Für Reinigungen liegt der Durchschnittswert bei 0,43 kWh/Stk<sub>Tex</sub>. Der Richtwert beträgt 0,26 kWh/Stk<sub>Tex</sub>. Einen Quervergleich beider Betriebstypen ermöglicht der flächenbezogene Stromverbrauch. Wäschereien weisen einen durchschnittlichen Stromverbrauch von 169 kWh/(m<sup>2</sup> a) auf, während Reinigungen bei 293 kWh/(m<sup>2</sup> a) liegen. Die in Reinigungen bestehende Vielfalt an elektrisch betriebenen Geräten zur Fleckentfernung und für das Finishing der Textilien kann ebenso wie Lüftungsanlagen dafür verantwortlich sein.

Die Aufteilung des Energieverbrauchs auf Verwendungszwecke ist (für alle Betriebstypen) in Abb. 2-16 dargestellt. Da 92 % aller Textilreinigungsbetriebe einen zentralen Dampferzeuger

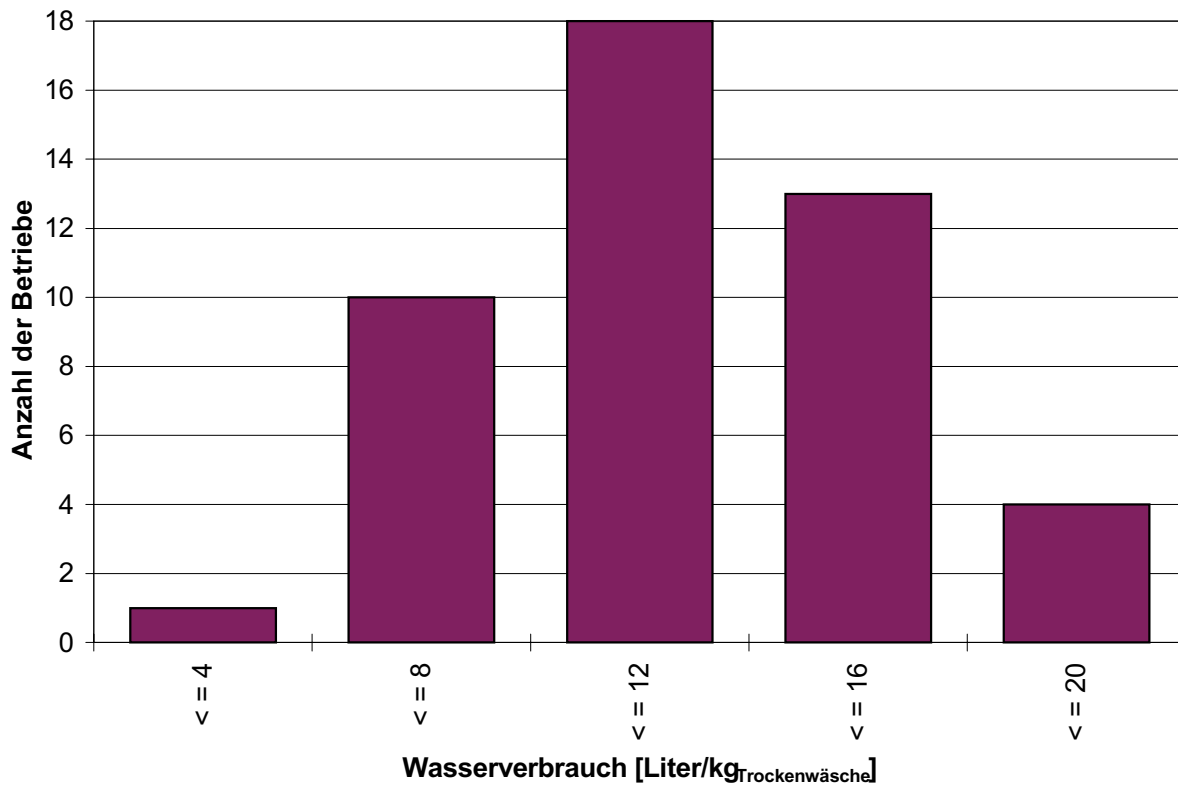
besitzen und Dampf als internen Energieträger verwenden, wird dieser Anteil separat ausgewiesen.



**Abb. 2-16:** Aufteilung des Energieverbrauchs der Textilreinigungsbranche auf die Verwendungszwecke 1995

Der Energieverbrauch wird stark durch den Wärmebedarf bestimmt. So werden insgesamt 27 % der Energie direkt oder mittels Dampf für Prozesswärme verwendet. Einen annähernd gleich großen Anteil hat die Raumwärme mit insgesamt 25,1 % (direkt und mittels Dampf).

Der Wasserverbrauch stellt in Textilreinigungsbetrieben einen wesentlichen Verbrauchs- und Kostenfaktor dar. Der Wasserverbrauch der Wäschereibetriebe bezogen auf die Wäschemenge ist in Abb. 2-17 dargestellt. Für den auf die Betriebsfläche bezogenen Wasserverbrauch in  $\text{m}^3$  ergibt sich ein Branchenmittel für alle Betriebsarten von  $8,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ . Reinigungsbetriebe weisen dabei einen wesentlich niedrigeren durchschnittlichen Wasserverbrauch auf, was auf die Unterschiede in der Dienstleistungsart zurückzuführen ist. Die Wasserkosten liegen, bezogen auf die Betriebsfläche, bei  $54,90 \text{ DM}/(\text{m}^2 \text{ a})$  für Wäschereien und bei  $14,50 \text{ DM}/(\text{m}^2 \text{ a})$  für Reinigungen. Aus der Verteilung ergibt sich ein durchschnittlicher Wasserverbrauch von  $10,7 \text{ Liter}/\text{kg}_{\text{TW}}$ . Der Richtwert liegt bei  $6,9 \text{ Liter}/\text{kg}_{\text{TW}}$ . Bei Reinigungen beträgt der Durchschnittswert  $7,3 \text{ Liter}/\text{Stk}_{\text{Tex}}$  und der Richtwert  $2,7 \text{ Liter}/\text{Stk}_{\text{Tex}}$ .



**Abb. 2-17:** Wasserverbrauch in Wäschereien je kg Trockenwäsche nach Größen klassen 1995

## 2.7 Bäckereien

Nach der Systematik der Wirtschaftszweige in Deutschland /StatBuA 1998/ umfasst das Bäckereihandwerk sowohl Bäckereien als auch Konditoreien. Die Branche zeichnet sich aus energietechnischer Sicht durch einen hohen Wärmebedarf (Prozesswärme, Warmwasser und Raumwärme) aus. Strombedarf besteht hauptsächlich für Kühlung und Temperieren der Teigwaren auf definierten Temperaturniveaus während der Herstellung. 19 % der Backöfen werden elektrisch betrieben (42 % mit Heizöl, 39 % mit Erdgas). Tab. 2-6 stellt die Vielzahl der Geräte und Maschinen in Bäckereien zusammen, die in den verschiedenen Betriebsbereichen vorkommen.

Die Stichprobe aus der Datenerhebung umfasst 148 Bäckereien und Mischbetriebe Bäckereien/Konditoreien in Deutschland (Rücklaufquote verschickter Fragebögen von ca. 18 %) mit zwei bis 200 Beschäftigten. Es sind Betriebe enthalten mit einem Mehlverbrauch von weniger als 100 kg täglich bis zu Betrieben mit mehreren Tonnen Mehl pro Tag. Da Bäckereien abgesehen von Mehl als Grundstoff auch Tiefkühlteiglinge verarbeiten bzw. fertigt backen und dies getrennt erhoben wurde, wird die Summe als "Rohstoffmenge" bezeichnet und neben der Betriebsfläche als Bezugsgröße verwendet.

**Tab. 2-6:** Typische Energieverbraucher in Bäckereien/Konditoreien

Bereich	Geräte
Wärmegeräte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etagen-, Stikken-, Wagenbacköfen</li> <li>• Gärautomaten</li> <li>• Gas-Hockerkocher</li> <li>• Spülmaschine</li> <li>• Klimagärraum</li> <li>• Feinbackgerät</li> <li>• Kuvertüre-, Temperiergerät</li> <li>• Korbspülmaschine</li> </ul>
Kühlgeräte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schockzelle / Frosterzelle</li> <li>• Gärverzögerer, -unterbrecher / Lagerzelle</li> <li>• Kühlschrank</li> </ul>
Teigbereitungsmaschinen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehlsilo</li> <li>• Sauerteiganlage</li> <li>• Teigteil- und Wirkmaschine</li> <li>• Brotteigteilmaschine</li> <li>• Ausrollmaschine</li> <li>• Brötchenanlage</li> <li>• Verpackungsmaschine</li> <li>• Hörnchenwickelmaschine</li> <li>• Knetmaschinen</li> <li>• Eiswasserbereiter</li> <li>• Hebekipper</li> <li>• Rund- und Langwirker</li> <li>• Schneidetisch</li> <li>• Brotschneidemaschine</li> <li>• Blechputzmaschine</li> <li>• Rühr- und Anschlagmaschine</li> </ul>
Verkaufsbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Laden-Kühltheke</li> <li>• Ladenbackofen</li> <li>• elektrische Kassen</li> </ul>
Haustechnik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heizkessel</li> <li>• Wärmepumpe</li> <li>• Wärmetauscher (Abwärme Backöfen, Kühlgeräte)</li> <li>• Abluftanlage</li> <li>• Klimaanlage</li> </ul>

Eine Aufteilung der Branche in Untergruppen (Bäckereien und Konditoreien) wurde für die Untersuchung nicht vorgenommen, da keine eindeutige Zuordnungsmöglichkeit der häufig vorkommenden Mischbetriebe zu einer Gruppe besteht. Die Anteile der Energieträger am Energieverbrauch und an den Energiekosten sind in Abb. 2-18 dargestellt. Die Verteilung zeigt, dass in dieser Branche der größte Teil des Energiebedarfs (40 %) mit Erdgas gedeckt wird.

31 % der Energie werden elektrisch bereitgestellt, Heizöl trägt zu 29 % des Energieverbrauchs bei. Fernwärme und Flüssiggas spielen in der Bäckereibranche keine Rolle. Der große Anteil von Strom ist auf die Verbreitung elektrischer Backöfen zurückzuführen. Dadurch bedingt werden die Energiekosten eindeutig von den Stromkosten bestimmt.

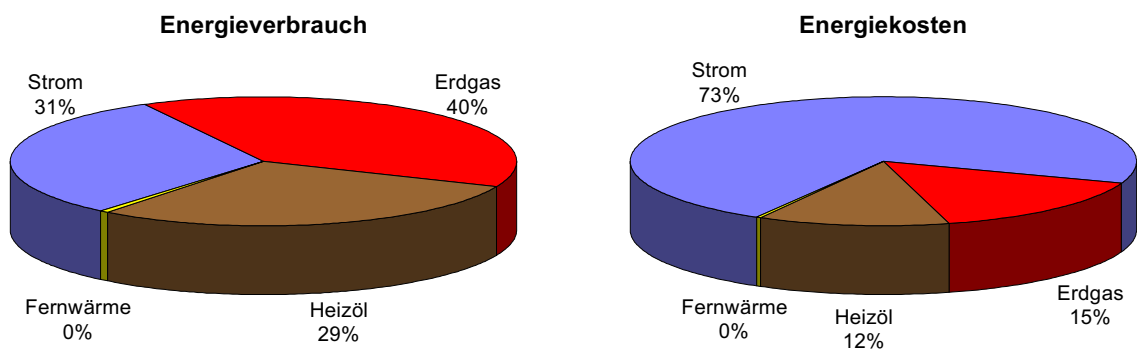
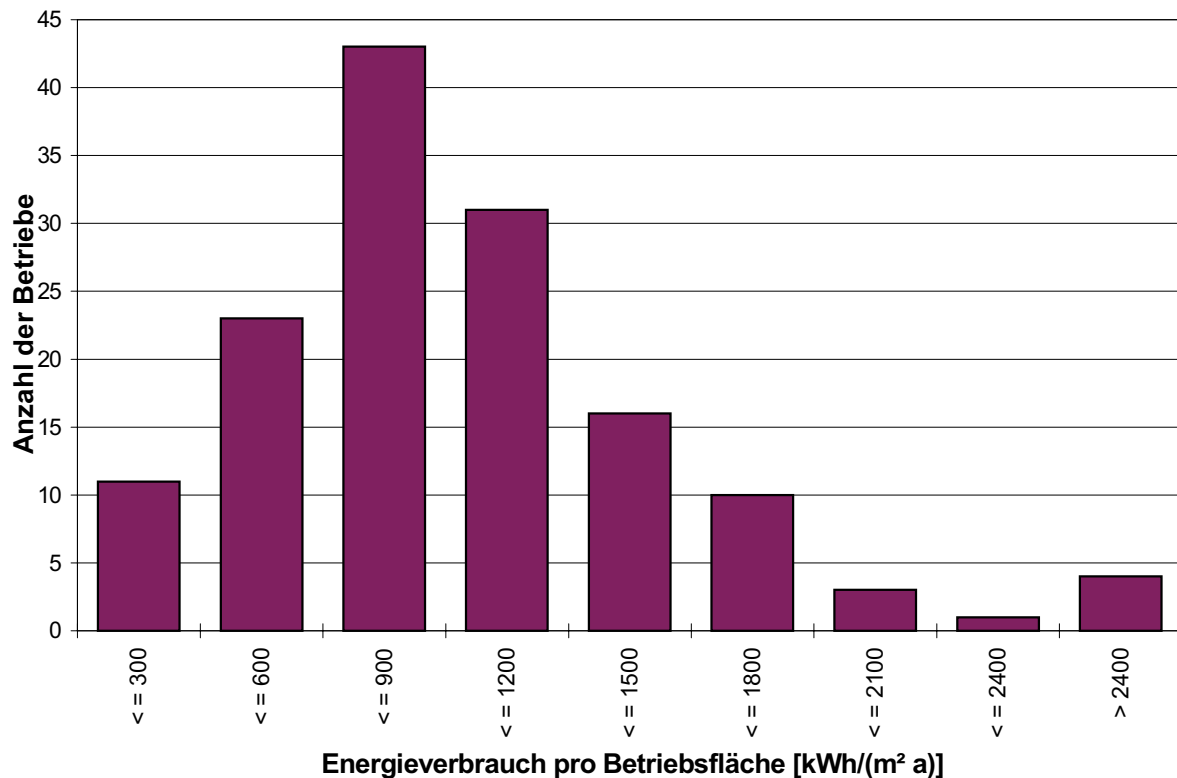
**Abb. 2-18:** Aufteilung von Energieverbrauch und -kosten auf die Energieträger in Bäckereien 1995

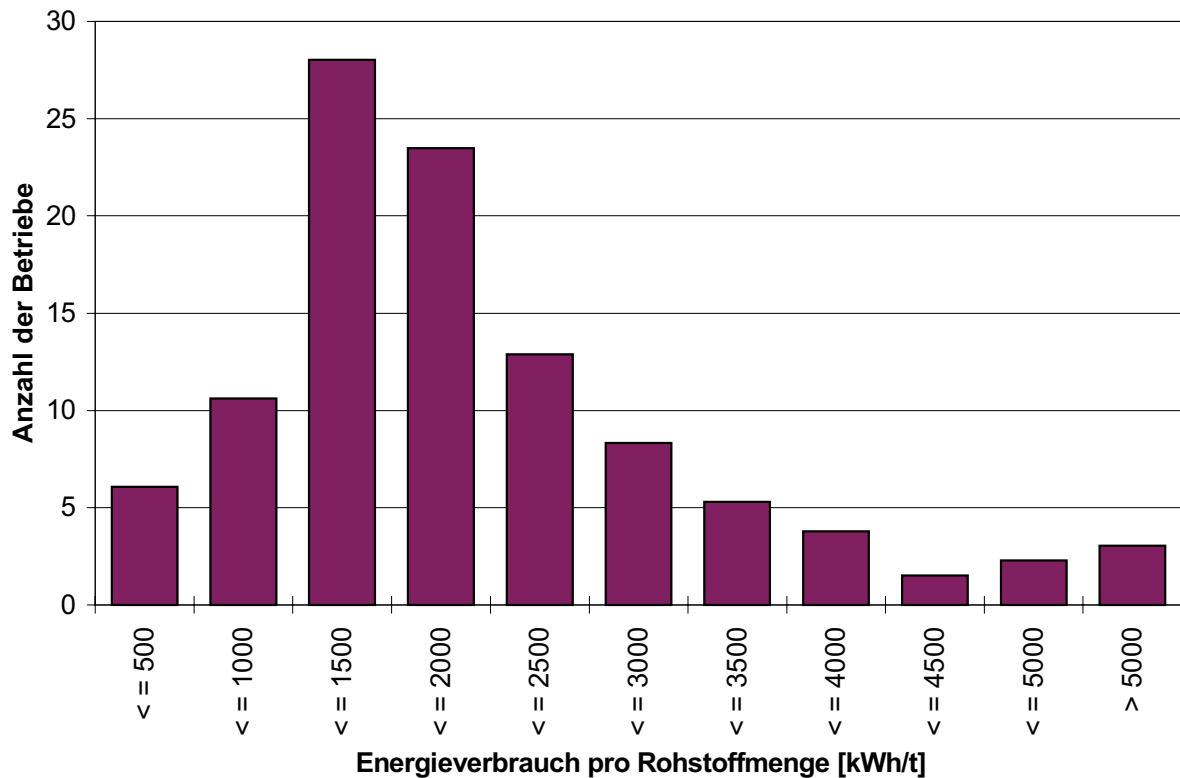
Abb. 2-19 stellt die Höhe des Gesamtenergieverbrauchs bezogen auf die Betriebsfläche der Bäckereibetriebe dar. Die meisten Bäckereien haben einen Verbrauch zwischen 600 und 900 kWh/(m<sup>2</sup> a). Die Bandbreite des Energieverbrauchs reicht von unter 300 kWh/(m<sup>2</sup> a) bis zu Betrieben mit mehr als 2.400 kWh/(m<sup>2</sup> a), was den achtfachen Verbrauch bedeutet. Der Median als Branchendurchschnitt beträgt 847 kWh/(m<sup>2</sup> a). Der Richtwert liegt bei 409 kWh/(m<sup>2</sup> a), also bei weniger als der Hälfte des Durchschnittswerts.



**Abb. 2-19:** Gesamtenergieverbrauch bezogen auf die Betriebsfläche in der Bäckereibranche nach Größenklassen 1995

Der große Abstand zwischen dem Durchschnitt und den Werten der Betriebe im oberen Bereich deutet auf unterschiedliche Flächennutzung in Bäckereien oder auf vorhandene Potenziale zur Energieverbrauchsminderung hin.

Um den Energieverbrauch der Betriebe um die Auslastung bereinigt zu betrachten, ist der Gesamtenergieverbrauch auf die verarbeitete Rohstoffmengen bezogen (Mehl und Fertigteilglinge) in Abb. 2-20 dargestellt. Die Verteilung der Häufigkeiten der Betriebe über die Größenklassen entspricht in der Tendenz der Verteilung bezogen auf die Betriebsfläche (Abb. 2-19). Der Durchschnittswert der Branche für den Energieverbrauch bezogen auf die Rohstoffmenge beträgt 1.678 kWh/t<sub>RS</sub>. Der entsprechende Richtwert als Zielwert für effiziente Energienutzung beträgt 790 kWh/t<sub>RS</sub>.



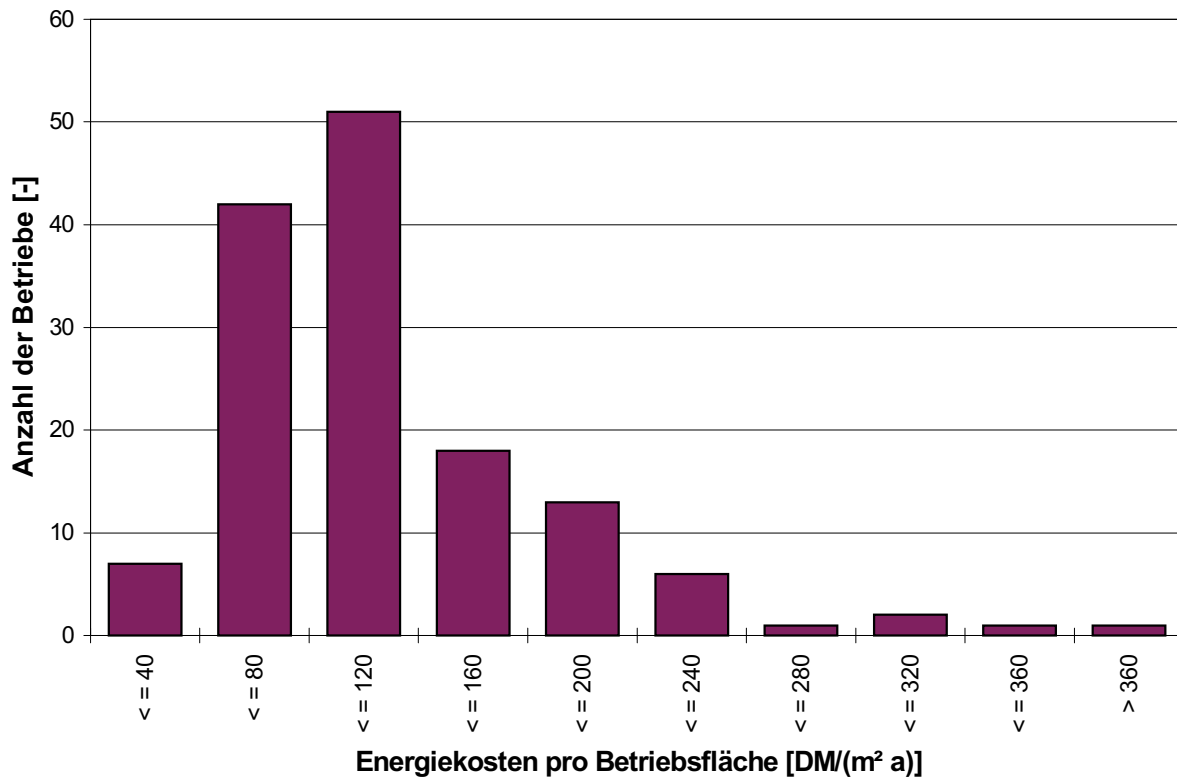
**Abb. 2-20:** Gesamtenergieverbrauch bezogen auf verarbeitete Mehlmenge und Teiglinge nach Größenklassen 1995

Durch den Vergleich des Durchschnittswerts der Branche für den Gesamtenergieverbrauch mit Angaben aus Messungen von 43 Backöfen bei typischer Beladung /ZVDB 1995, S. 6/ wird der große Anteil der Backöfen am Energieverbrauch deutlich. In /ZVDB 1995/ ergeben sich Werte zwischen 1.410 kWh/t für heizölbetriebene, 1.210 kWh/t für erdgasbetriebene und 770 kWh/t für elektrisch betriebene Backöfen.

Eine kostenseitige Betrachtung des betrieblichen Energiebezugs im Branchenvergleich zusammen mit der Kennzahl für den Energieverbrauch ermöglicht es, für einen individuellen Bäckereibetrieb eine Aussage über den Bezugspreis der Endenergie zu machen. Abb. 2-21 zeigt dazu die Verteilung der jährlichen Gesamtenergiekosten bezogen auf die Betriebsfläche. Danach fallen bei zwei Drittel der Bäckereibetriebe (66 %) jährliche Energiekosten zwischen 40 und 120 DM/(m<sup>2</sup> a) an. Der Durchschnittswert liegt bei 94 DM/(m<sup>2</sup> a), der Richtwert für kostengünstigen Verbrauch beträgt 51 DM/(m<sup>2</sup> a).

Wenn ein individueller Betrieb beispielsweise einen im Vergleich mit dem Branchendurchschnitt von 94 DM/(m<sup>2</sup> a) hohen Energiekostenkennwert von 240 DM/(m<sup>2</sup> a) aufweist und gleichzeitig einen im Vergleich mit dem Branchendurchschnitt von 847 kWh/(m<sup>2</sup> a) günstigen Energieverbrauchskennwert von 500 kWh/(m<sup>2</sup> a), so lässt sich für dieses Beispiel ableiten, dass bei dem betrachteten Betrieb Kosteneinsparungen zuerst bei den Stromtarifen und bei den Bezugspreisen von Brennstoffen zu suchen sind und erst danach

Kosteneinsparungen durch Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs untersucht werden sollten.



**Abb. 2-21:** Gesamtenergiekosten in Bäckereien bezogen auf die Betriebsfläche nach Größenklassen 1995

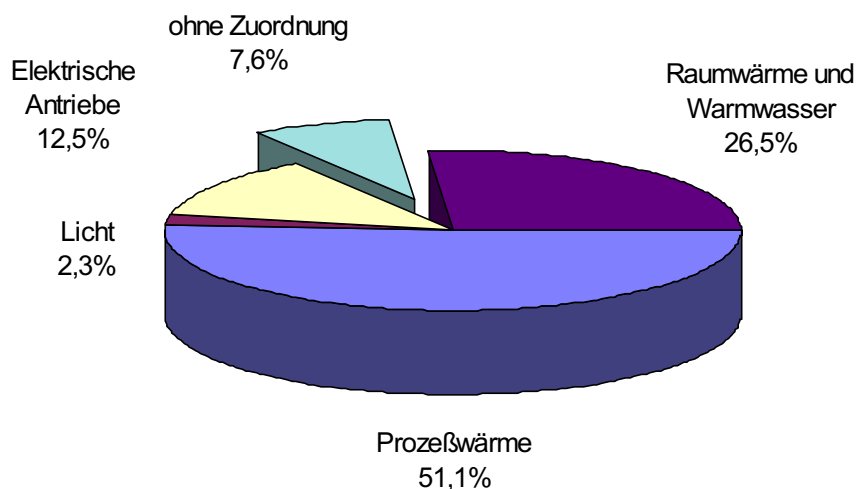
Eine Zusammenfassung der Kennwerte für Energieverbrauch und Energiekosten ist in der Tab. 2-7 gegeben. Bei Kennzahlen des Stromverbrauchs und des Brennstoffverbrauchs ist zu beachten, dass die Energiearten nicht isoliert betrachtet werden können, da die Art des Energieträgers, mit dem der Backofen betrieben wird, beide Kennzahlen wesentlich beeinflusst.

So ergibt sich für einen Bäckereibetrieb eine günstige Kennzahl für den Brennstoffverbrauch pro verarbeitete Rohstoffmenge, wenn in diesem Betrieb der Backofen elektrisch betrieben wird. Demzufolge ist der Stromverbrauchskennwert hoch und der Brennstoffkennwert entsprechend günstiger. Daher ist der Gesamtenergieverbrauch zu betrachten, um die Gesamteffizienz abschätzen zu können. Im betrieblichen Zusammenhang liegt der Energiekostenanteil in Bäckereien, d. h. die Energiekosten bezogen auf die Gesamtkosten, durchschnittlich bei 7,4 %. Nach den Ergebnissen für die Stichprobe haben ca. 80 % der Betriebe einen Energiekostenanteil zwischen 3 und 10 %. Der Mittelwert der Strompreise liegt bei 0,30 DM/kWh.

**Tab. 2-7:** Energiekennwerte für das Bäckereihandwerk 1995

Energiekennwert	Einheit	gut (Richtwert)	mittel (Median)
Gesamtenergieverbrauch je Betriebsfläche	$\frac{kWh}{m^2 a}$	409,0	847,0
Stromverbrauch je Betriebsfläche	$\frac{kWh}{m^2 a}$	109,0	231,0
Brennstoffverbrauch je Betriebsfläche	$\frac{kWh}{m^2 a}$	229,0	648,0
Gesamtenergiekosten je Betriebsfläche	$\frac{DM}{m^2 a}$	51,0	94,0
Stromkosten je Betriebsfläche	$\frac{DM}{m^2 a}$	33,0	67,0
Brennstoffkosten je Betriebsfläche	$\frac{DM}{m^2 a}$	11,0	28,0
Gesamtenergieverbrauch je verarb. Rohstoff	$\frac{kWh}{t_{RS}}$	790,0	1678,0
Brennstoffverbrauch je verarb. Rohstoff	$\frac{kWh}{t_{RS}}$	467,0	1256,0
Stromverbrauch je verarb. Rohstoff	$\frac{kWh}{t_{RS}}$	194,0	454,0
Gesamtenergiekosten je verarb. Rohstoff	$\frac{DM}{t_{RS}}$	85,0	193,0

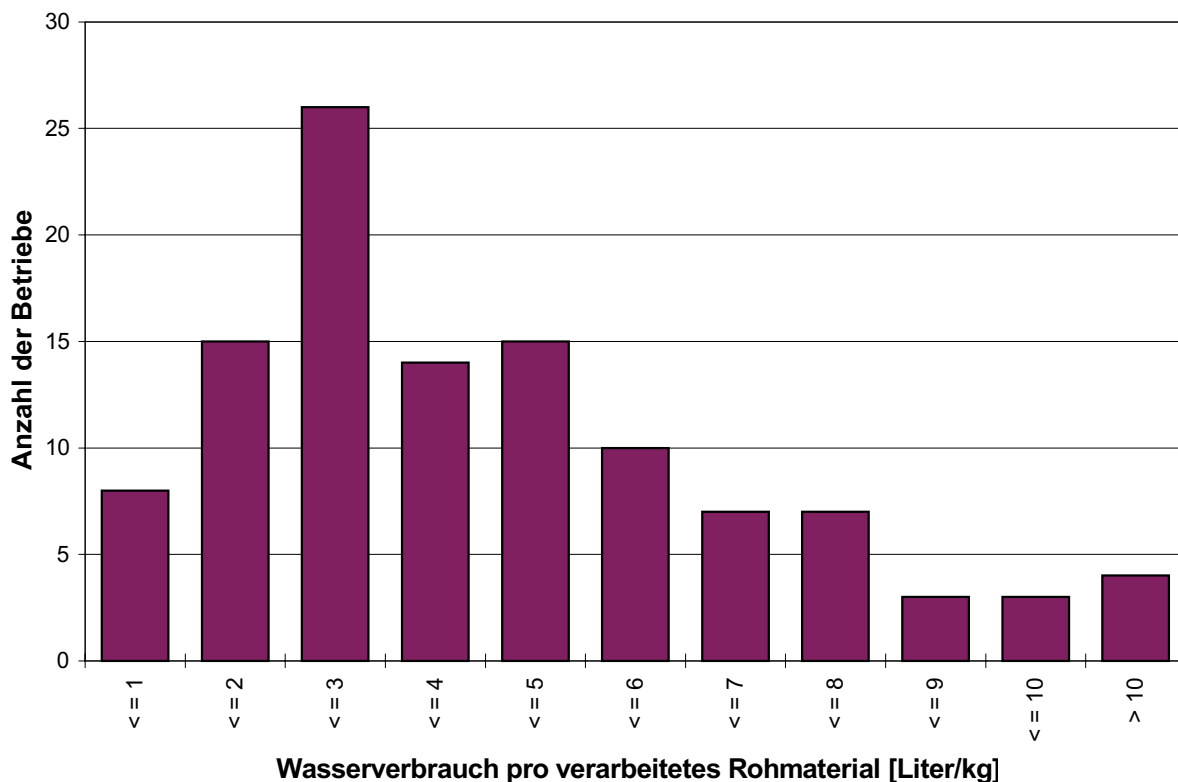
Abb. 2-22 verdeutlicht, wie sich der Energieverbrauch in Bäckereien durchschnittlich auf die Verwendungszwecke aufteilt. 77,6 % des Energieverbrauchs ist Wärmeanwendungen zuzuordnen, davon allein 51,1 % der Prozesswärme. 12,5 % werden für elektrische Antriebe aufgewendet. Es zeigt sich, dass die Energieverbrauchsstruktur in der Bäckereibranche sehr stark vom Wärmeverbrauch dominiert wird.

**Abb. 2-22:** Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs in Bäckereien auf die Verwendungszwecke 1995



Aus den Erhebungen ergibt sich, dass 1,4 % der Bäckereien den Raumwärmebedarf ausschließlich mittels Abwärme von Backöfen decken. Der Raumwärme- und Warmwasserbedarf wird bei 95 % der Betriebe mit Brennstoffen und bei 3,6 % mit Strom und Fernwärme gedeckt.

Der Wasserverbrauch in Bäckereien beeinflusst die allgemeinen Betriebskosten über die Beschaffungskosten und die Energiekosten über den Warmwasserverbrauch. 27 % der Bäckereien nutzen Abwärme von Backöfen oder Kühlgeräten zur Deckung des Wärmebedarfs für das Brauchwarmwasser, in 58 % der Betriebe wird dieser Wärmebedarf durch Kombikessel zusammen mit dem Raumwärmebedarf gedeckt. Die restlichen Betriebe besitzen separate Geräte zur Aufheizung des Brauchwarmwassers, die dann überwiegend elektrisch betrieben werden (80 %). In Abb. 2-23 sind die Häufigkeiten der Größenklassen des gesamten Wasserverbrauchs der Betriebe dargestellt, wobei der Verbrauch auf die verarbeitete Rohstoffmenge bezogen ist. Auffallend ist die Streuung der Werte in den verschiedenen Betrieben. Der durchschnittliche Wasserverbrauch liegt bei 3,4 Litern je kg und der Richtwert bei 1,4 Litern je kg Mehl und Teiglingen.



**Abb. 2-23:** Wasserverbrauch bezogen auf die verarbeitete Rohstoffmenge im Bäckereihandwerk nach Größenklassen 1995

## 2.8 Lebensmitteleinzelhandel

Der Lebensmitteleinzelhandel wurde aufgrund seiner weiten Verbreitung mit über 145.000 Supermärkten und insgesamt 852.000 Beschäftigten in Deutschland /StatBuA 1998/ und wegen seiner Energieintensität für eine eingehende Untersuchung ausgewählt. Betriebe der Branche (Supermärkte) nutzen eine Vielzahl an Geräten zur Kühlung und zur Aufbereitung (z. B. Wurstschneiden, Kaffeemahlen) der angebotenen Lebensmittel. Tab. 2-8 stellt die wesentlichen Energieverbraucher in Supermärkten zusammen.

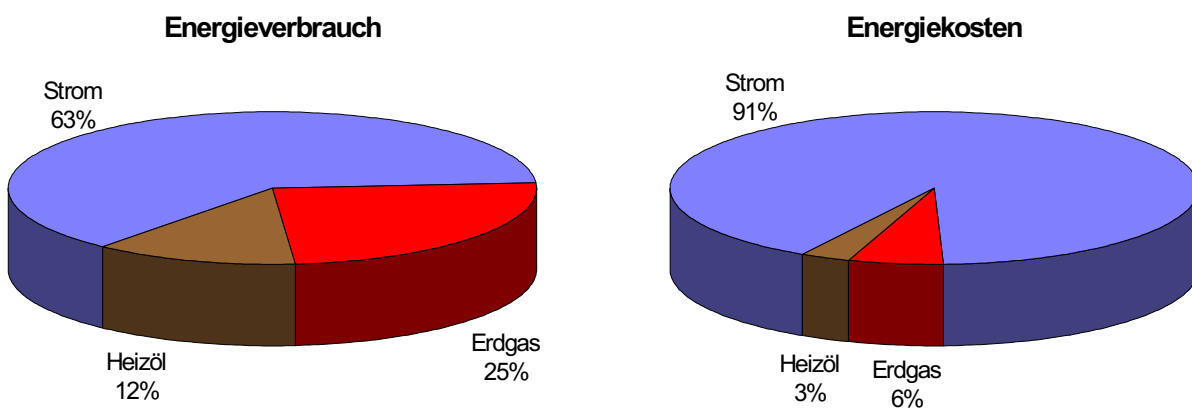
Aus der Energiedatenerhebung für den Lebensmitteleinzelhandel sind nur Umfragedaten von 21 Betrieben verfügbar. Diese enthalten die Energiedaten zur Bestimmung von Kennzahlen, wie den jährlichen Energieverbrauch, die Energiekosten und die Verkaufsflächen. Gerätedaten sind so unvollständig vorhanden, dass damit keine Aufteilung des Energieverbrauchs auf die Verwendungszwecke bestimmt werden kann. Deshalb müssen die Daten mit Daten aus anderen Untersuchungen ergänzt werden, um die Energieanalyse, die in Kapitel 2.5 bis 2.7 für die anderen Branchen angewendet wurde, auch für den Lebensmitteleinzelhandel durchführen zu können. Für die Branche liegt eine Untersuchung vor, die sich auf eine regionale Auswahl von Lebensmitteleinzelhandelsmärkten bezieht und aus der die Aufteilung des Energieverbrauchs auf die Verwendungszwecke abgeleitet werden kann. So sind sieben Franchising-Märkte in Baden-Württemberg ausführlich besichtigt und analysiert worden /Winkler 1995/, /KEA 1996/.

**Tab. 2-8:** Typische Energieverbraucher in Supermärkten

Bereich	Geräte
Alle Bereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtung</li> </ul>
Arbeitsgeräte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akkuladestation</li> <li>• Bandsäge</li> <li>• Fleischwolf</li> <li>• Elektrische Kassen mit Förderband</li> <li>• Rolltor</li> <li>• Schnetzler</li> <li>• Vakuum-Verpacker</li> <li>• Aufzug</li> <li>• Cutter</li> <li>• Kaffeemühle</li> <li>• Kopiergerät</li> <li>• Schneidemaschine</li> <li>• Steaker</li> </ul>
Kälte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedientheke Fleisch/Wurst</li> <li>• Bedientheke Käse</li> <li>• Getränkekülschrank</li> <li>• Kühlregal</li> <li>• Kühlvitrine</li> <li>• Speiseeis-Truhe</li> <li>• Tiefkühltruhe</li> <li>• Bedientheke Fisch</li> <li>• Eisbereiter</li> <li>• Kühlraum</li> <li>• Kühltruhe</li> <li>• Salatbuffet</li> <li>• Tiefkühlinsel</li> <li>• Tortenkühlvitrine</li> </ul>
Wärme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Backofen, Ladenbackofen</li> <li>• Grill</li> <li>• Herd</li> <li>• Combi-Dämpfer</li> <li>• Heizbodenmatten an Kassen</li> <li>• Mikrowelle</li> </ul>
Haustechnik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heizkessel, Warmwassererzeugung</li> <li>• Lüftungs-, Klimaanlage</li> </ul>

Im Gegensatz zu den bei Handelsketten betriebswirtschaftlich vollständig abhängigen Verkaufsfilialen sind Franchising-Märkte selbständige Unternehmen, die Teil einer Einkaufsgenossenschaft, wie z. B. "Edeka" oder "Spar", sind.

Die Daten der sieben Märkte aus Baden-Württemberg /KEA 1996/ zusammen mit den Antworten der Umfrage ergeben eine Datenbasis mit 28 Betrieben, die eine Verkaufsfläche bis 1.000 m<sup>2</sup> aufweisen, und als Grundlage zur Ermittlung der Aufteilung von Energieverbrauch und Energiekosten auf die Energieträger sowie für Energiekennzahlen der Branche in diesem Kapitel dienen. Die Anteile der Energieträger im Lebensmitteleinzelhandel am Energieverbrauch und an den Energiekosten, wie sie sich aus diesen Daten ergeben, sind in Abb. 2-24 dargestellt.

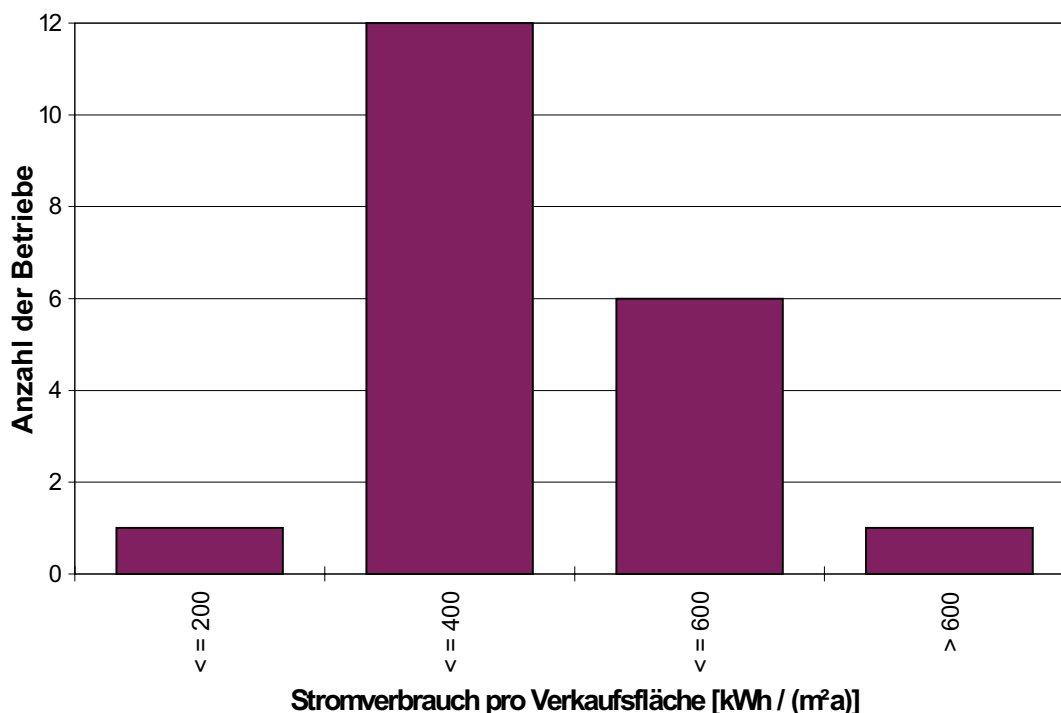


**Abb. 2-24:** Aufteilung von Energieverbrauch und -kosten auf die Energieträger im Lebensmittel-einzelhandel 1995

Die Aufteilung verdeutlicht die dominante Rolle des Energieträgers Strom im Lebensmitteleinzelhandel. So sind 63 % des Energieverbrauchs elektrischer Energie zuzuordnen. Bei den Energiekosten hat der Strom sogar einen Anteil von 91 %.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Betrieben zu ermöglichen, wird der Stromverbrauch auf die Verkaufsfläche (VF) als gängige Größe in der Branche bezogen. Der Verbrauch liegt hier zwischen 170 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a) und 720 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a). Eine Analyse monatlicher Abrechnungen zeigt, dass der Stromverbrauch im Gegensatz zum Brennstoffverbrauch keiner deutlichen jahreszeitlichen Schwankung unterliegt /Schymonski 1995, S. 60/.

Abb. 2-25 zeigt die Verteilung des jährlichen Stromverbrauchs bezogen auf die Verkaufsfläche. Die überwiegende Anzahl der Märkte weist einen jährlichen Stromverbrauch zwischen 200 und 400 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a) auf. Der Durchschnittswert als mittlere Stromkennzahl, für Supermärkte mit weniger als 1.000 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche, liegt bei 332 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a), der Richtwert als Kennzahl für haushälterischen Stromverbrauch bei 227 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a).

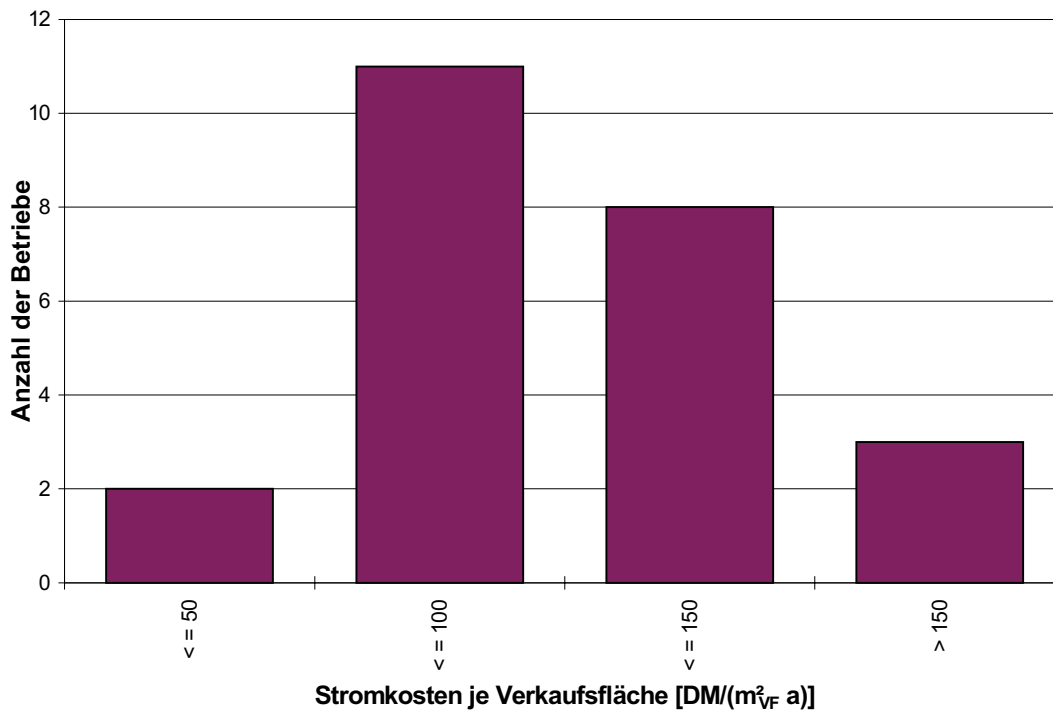


**Abb. 2-25:** Verteilung des Stromverbrauchs bezogen auf die Verkaufsfläche in Lebensmittelmärkten nach Größenklassen 1995

In einer österreichischen Untersuchung, in der 105 Märkte verschiedener Größe in Oberösterreich und in der Steiermark untersucht wurden /ESV 1996/, ist ein Mittelwert für den Stromverbrauch von Märkten bis 1.000 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche von 238 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a) ausgewiesen. Dieser Wert liegt nahe an dem ermittelten Richtwert für Lebensmitteleinzelhandelsmärkte in Deutschland von 227 kWh/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a). In Abb. 2-26 ist die Verteilung der Stromkosten je Verkaufsfläche in der Stichprobe der 28 untersuchten Märkte dargestellt. Bezogen auf die Verkaufsfläche ergeben sich Stromkosten von 43 DM/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a) bis über 400 DM/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a).

Die durchschnittlichen Stromkosten liegen bei 96 DM/(m<sup>2</sup><sub>VF</sub> a). Aus den Angaben der Märkte ergibt sich ein durchschnittlicher Strompreis von 0,28 DM/kWh.

Die Energiekennwerte für den Strom- und den Gesamtenergieverbrauch dieser Branche sind in Tab. 2-9 zusammengestellt. Die Energiekennwerte sind bezogen auf die Betriebsfläche und bezogen auf die Verkaufsfläche dargestellt.



**Abb. 2-26:** Verteilung der Stromkosten bezogen auf die Verkaufsfläche in Lebensmittelmärkten nach Größenklassen 1995

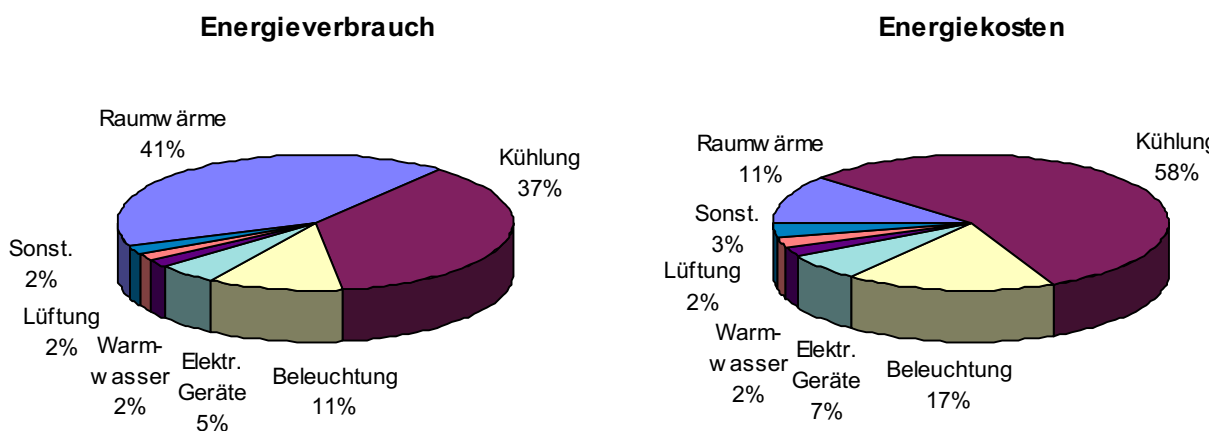
Ein Vergleich der Kennwerte für Strom und der Werte des Gesamtenergieverbrauchs verdeutlicht die Bedeutung und den großen Anteil der elektrischen Energie. So unterscheidet sich der Wert für die jährlichen Gesamtenergiekosten je Verkaufsfläche kaum von dem der jährlichen Stromkosten je Verkaufsfläche. Der hohe Stromanteil in Supermärkten resultiert aus dem Bedarf für die Bereiche Kälteversorgung, Raumwärme, Belüftung, Beleuchtung, Warmwasserbereitung und Elektrogeräte.

**Tab. 2-9:** Energiekennwerte für Lebensmitteleinzelhandelsmärkte bis zu 1000 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche 1995

Energiekennwert	Einheit	gut (Richtwert)	mittel (Median)
Gesamtenergieverbrauch je Betriebsfläche	$\frac{kWh}{m^2 a}$	231,0	262,0
Stromverbrauch je Betriebsfläche	$\frac{kWh}{m^2 a}$	153,0	190,0
Gesamtenergieverbrauch je Verkaufsfläche	$\frac{kWh}{m^2_{VF} a}$	310,0	465,0
Stromverbrauch je Verkaufsfläche	$\frac{kWh}{m^2_{VF} a}$	227,0	332,0
Gesamtenergiekosten je Verkaufsfläche	$\frac{DM}{m^2_{VF} a}$	59,0	97,0
Stromkosten je Verkaufsfläche	$\frac{DM}{m^2_{VF} a}$	53,0	96,0

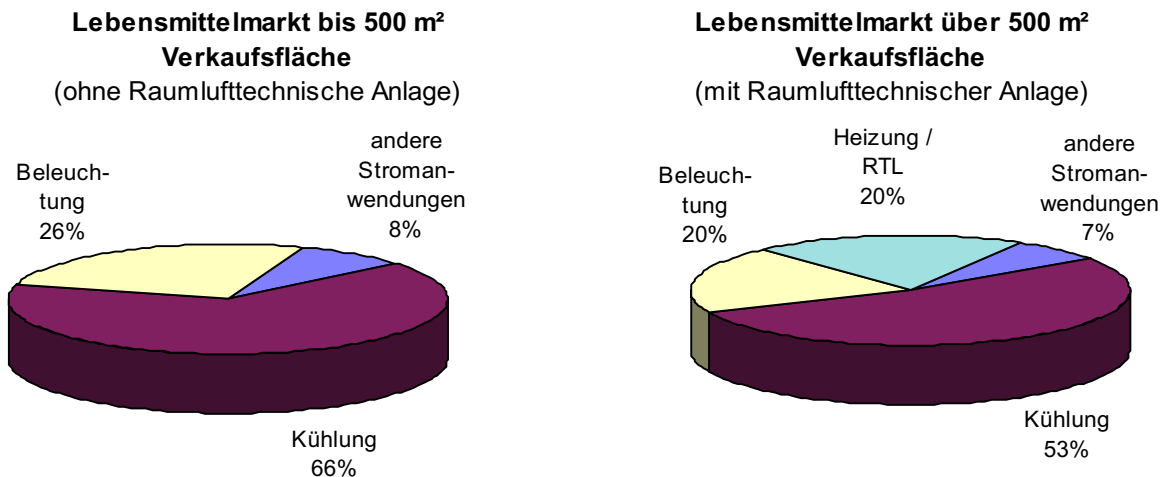
In Abb. 2-27 ist die Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs als Durchschnitt der sieben untersuchten Märkte in Baden-Württemberg unterteilt nach den Verwendungsbereichen dargestellt /KEA 1996, S. 2/. Zwar hat die Raumwärme mit 41 % am Energieverbrauch den größten Anteil (in Abb. 2-27 links); da aber zur Raumheizung die Brennstoffe Erdgas und Heizöl eingesetzt werden, hat die Raumwärme aufgrund der niedrigen Brennstoffpreise bei den Energiekosten nur einen Anteil von 11 % (in Abb. 2-27 rechts).

Geräte zur Kühlung von Lebensmitteln benötigen 37 % des Energieverbrauchs. Kühlmöbel werden ausschließlich elektrisch betrieben und verursachen mit 58 % den größten Teil der Energiekosten in Supermärkten.



**Abb. 2-27:** Aufteilung von Energieverbrauch und Energiekosten auf die Verwendungszwecke in Supermärkten unter 1000 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche 1995 /KEA 1996, S. 2/

Der kostenseitig zweitwichtigste Verwendungsbereich ist die Beleuchtung mit 17 % der Energiekosten. Kühlung und Beleuchtung nehmen wegen des höheren Preises des Energieträgers Strom - aus den Betriebsdaten ergibt sich ein durchschnittlicher Preis von 0,05 DM/kWh für beide Brennstoffe im Gegensatz zu 0,28 DM/kWh für Strom - jeweils einen wesentlich größeren Anteil an den Kosten als am Verbrauch ein. Aus der Verteilung der Energiekosten ergibt sich damit, dass Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs in den Bereichen der Lebensmittelkühlung und der Beleuchtung zu größeren Kosteneinsparungen führen als vergleichbare Reduzierungen des Energieverbrauchs z. B. bei der Raumwärme. Noch deutlicher wird dies anhand von Ergebnissen einer Untersuchung an Supermärkten in Berlin, bei der nur der Stromverbrauch und nicht der Gesamtenergieverbrauch betrachtet wird /BEWAG 1996/, wie in Abb. 2-28 dargestellt.



**Abb. 2-28:** Prozentuale Zusammensetzung des Stromverbrauchs in verschiedenen Supermarkttypen nach /BEWAG 1996, S. 2/

Die Abbildung zeigt die Aufteilung des Stromverbrauchs (und damit der Stromkosten) für Märkte mit und ohne Klimaanlage. In beiden Fällen bilden Kühlung und Beleuchtung die eindeutigen Schwerpunkte mit zusammen 92 % bzw. 73 % Anteil am Stromverbrauch.

## 2.9 Vergleich der Energieverbrauchsstrukturen der vier Branchen

Beim Vergleich der vier analysierten Branchen untereinander zeigt sich, wie unterschiedlich diese bezüglich der Energieverbrauchsstruktur und der Energieintensität sind. Während die Hotelbranche mit dem hohen Raumwärmeanteil der durchschnittlichen Aufteilung des Energieverbrauchs des Sektors am nächsten kommt, liegen die Schwerpunkte des Energieverbrauchs in der Textilreinigung bei der Dampferzeugung und bei Prozeß- und Raumwärme. In Bäckereien dominiert die Prozesswärme zum Backen den Energieverbrauch sowie im Lebensmitteleinzelhandel die Verwendungszwecke Raumwärme, Kühlung und Beleuchtung. Die Unterschiede der Energieintensität werden durch den Vergleich der Energiekennzahlen der Branchen deutlich. In Tab. 2-10 sind die Kennzahlen der vier untersuchten Branchen und Energiekennzahlen von Verwaltungs- und Wohngebäuden dargestellt. Alle vier Branchen liegen beim Gesamtenergieverbrauch erwartungsgemäß aufgrund des Einsatzes von Maschinen und Geräten über den Kennwerten für Wohn- und Verwaltungsgebäude (Büros). Der Stromverbrauch in den Branchen Lebensmitteleinzelhandel, Bäckereihandwerk und Textilreinigung liegt erheblich über dem Stromverbrauch von Wohn- und Verwaltungsgebäuden. Den höchsten flächenbezogenen Energieverbrauch haben Wäschereien.

**Tab. 2-10:** Energiekennwerte von vier Branchen des Kleinverbrauchersektors und für verschiedene Gebäude

<b>Energiekennwert</b> (alle Angaben beziehen sich auf den Median als Durchschnittswert)	<u>Energieverbrauch</u> Betriebsfläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	<u>Stromverbrauch</u> Betriebsfläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
<b>Branche</b>		
Verwaltungsgebäude /VDI 3807, Blatt 2, S. 9/	127	17
Mehrfamilienhäuser /VDI 3807, Blatt 2, S. 9/	175	24-35
Ein-/Zweifamilienhäuser /VDI 3807, Blatt 2, S. 9/	195	24-35
Lebensmitteleinzelhandel	262	190
Hotels garni	265	40
Hotels (ohne garnis)	289	83
Bäckereien	847	231
Reinigungen	1.096	293
Wäschereien	2.126	169



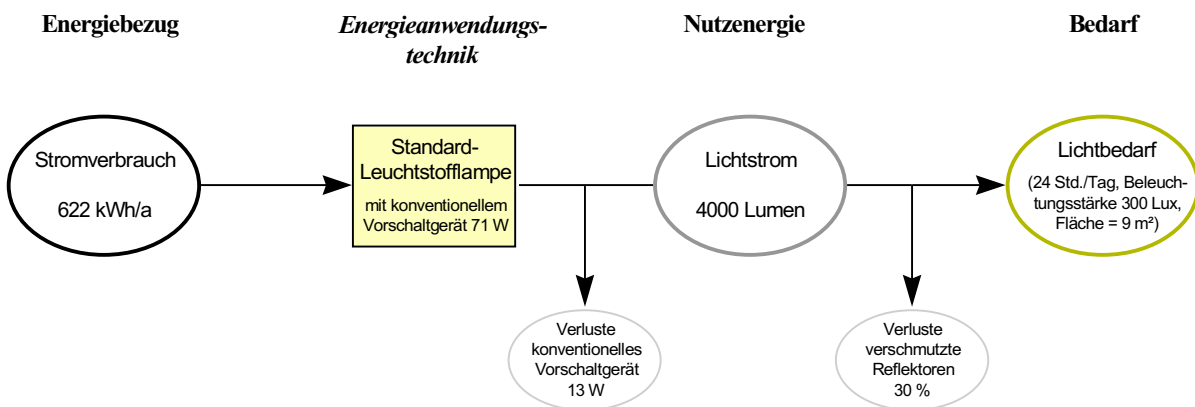


### 3 Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Unternehmen

Ziel dieses Kapitels ist es, zu zeigen, wie Energieverbräuche in den untersuchten Branchen rationell reduziert werden können. Es werden dazu Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung zusammengestellt, die den betrieblichen Energieverbrauch und die Energiekosten senken (vgl. Kapitel 1.2) und die von den Unternehmen der Branchen durchgeführt werden können. Diese Maßnahmen lassen in vier verschiedene Arten einteilen:

1. Vermeiden unnötigen Verbrauchs (z. B. Leerlauf von Maschinen und Anlagen),
2. Verringerung der benötigten Nutzenergie (z. B. Wärmedämmung),
3. Verbesserung der Wirkungs- und Nutzungsgrade (Effizienzverbesserung, z. B. durch Vermeidung von Verteilungsverlusten, Wahl energetisch günstiger Techniken),
4. Nutzung anfallender Energieströme (z. B. Wärmerückgewinnung, energetische Nutzung von Reststoffen).

Ob alle Möglichkeiten, Energie rationell anzuwenden, ausgeschöpft werden, kann anhand der einzelnen Stufen der Energienutzungskette wie Energiebezug, Gebrauchs- und Nutzenergie (vgl. Abb. 2-6) untersucht werden. Abb. 3-1 stellt dies beispielhaft anhand des Energiebedarfs für einen beleuchteten Raum dar.



**Abb. 3-1:** Strombedarf und Lichtbedarf für den Verwendungszweck "beleuchteter Raum"

Um festzustellen, ob der hier ermittelte Strombedarf gesenkt werden kann, ist es notwendig, zuerst den Lichtbedarf zu überprüfen. Im Beispiel wäre demnach zunächst zu prüfen, ob der Raum 24 Stunden täglich beleuchtet sein muss. Weiterhin ist zu kontrollieren, ob die Beleuchtungsstärke richtig angesetzt ist, was anhand der entsprechenden Richtlinien /ASR 1979/, /DIN 5035/ erfolgt. Anschließend ist zu überprüfen, ob der Verlust, bedingt durch verschmutzte Reflektoren, gesenkt werden kann. Schließlich kann der Stromverbrauch durch eine effizientere Energieanwendungstechnik mit geringerer Stromaufnahme bei

gleichem Lichtstrom reduziert werden. Im entsprechenden Beispiel kann durch Verwendung eines elektronischen Vorschaltgerätes der Verlust des Vorschaltgerätes von 13 Watt auf 5 Watt begrenzt und damit die Leistungsaufnahme der Lampe um 11 % gesenkt werden.

Für die Beurteilung von Maßnahmen ist immer eine ökonomische Bewertung in Form einer Investitionsrechnung anzustreben. Für die ökonomische Bewertung werden die mit der Maßnahme verbundenen Investitionskosten (z. B. als Kapitalinput in effiziente Energietechnik) als Aufwand den Energieträgerkosteneinsparungen durch verminderten Energieverbrauch als Nutzen gegenübergestellt. Zur ökonomischen Bewertung gibt es verschiedene Verfahren. Diese Verfahren lassen sich unter dem Aspekt der Berücksichtigung des zeitlichen Faktors in statische und dynamische Verfahren gliedern /Voß 1996, Band 1, S. 5-5/. Die dynamischen Methoden unterziehen die Investition einer Totalbetrachtung, d. h. es finden die Ein- und Auszahlungen in allen zukünftigen Perioden bis zum Ende der Planungs- bzw. Nutzungsdauer Eingang in die Rechnung, wohingegen die statischen Modelle sich auf eine einzige (die erste oder eine Durchschnitts-) Periode beziehen /Woll 1993, S. 357/. Bei statischen Methoden, wie z. B. der statischen Amortisationsrechnung werden alle Einzahlungen (Kosten für Beschaffung und Installation eines Gerätes) und Auszahlungen ("Rückflüsse" aus verminderten Energiekosten) aus einer Investition als konstant über die Zeit angesehen.

Wird eine Investition in Erwägung gezogen, so bestimmt die Amortisationszeit den Zeitraum, in dem die Investitionskosten über verminderte Brennstoff- oder Stromkosten zurückfließen. Dieser Zeitraum wird verglichen mit einem als zulässig definierten Zeitraum. (Dabei gilt, dass die Amortisationszeit immer kleiner als die Nutzungsdauer des anzuschaffenden Gerätes bzw. der anzuschaffenden Maschine oder Anlage sein muss.) Ist die Amortisationszeit länger als der zulässige Zeitraum, wird die Investitionsidee verworfen. Die Amortisation von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung wird für überschlägige Betrachtungen am effizientesten statisch berechnet, da die statische Amortisation besonders einfach und gebräuchlich ist. Für eine Investition berechnet sich die Amortisationszeit  $T$  in Jahren zu:

$$T [a] = \frac{\text{Investition [DM]}}{\text{eingesparte Energiekosten } \left[ \frac{\text{DM}}{a} \right]} \quad (3-1)$$

Erbringt der Vergleich des Zeitraum  $T$  mit dem als zulässig definierten Zeitraum, dass sich die Maßnahme schneller als mindestens gefordert amortisiert, so wird die Idee der Durchführung der Maßnahme nicht verworfen und als sinnvoll im vorgegebenen Zeitraum angesehen.

Die Amortisation ist für die Beurteilung einer Maßnahme aber noch nicht ausreichend. Neben der ökonomischen Bewertung lassen sich bei Betrieben nicht-monetäre Aspekte, wie z. B. die personelle Zuständigkeit zur Durchführung einer Maßnahme oder Bedenken bei der Gewährleistung der Kundenfreundlichkeit in Dienstleistungsbranchen beobachten. Das kann bedeuten, dass beispielsweise eine Verbesserung des Kundenservice einer Kosteneinsparung bei gleichem Service vorgezogen wird. Entscheidungen werden in der Praxis trotz rechnerisch nachgewiesener Rentabilität nicht immer zugunsten von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung getroffen (vgl. Kapitel 4).

Es existiert eine Vielzahl von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung für verschiedene Anwendungen in einem Unternehmen (Raumwärme, Prozesswärme, Beleuchtung, Klimatisierung, Bürogeräte, EDV-Geräte, Backöfen etc.), mit denen sich die Energiekosten mittels Energieverbrauchssenkung mindern lassen. Diese Maßnahmen können branchenspezifisch sein, wie z. B. Maßnahmen bezüglich von Backöfen in Bäckereien, oder branchenübergreifend, wenn sie sich auf Gebäudehülle, Beleuchtung oder Bürogeräte beziehen. In den Kapiteln 3.1 und 3.2 sind typische Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung zusammengestellt.

### **3.1 Branchenübergreifende Maßnahmen**

Für die Bereiche Gebäudehülle, Heizung und Beleuchtung existieren typische Maßnahmen der rationellen Energieanwendung, die den Energieverbrauch reduzieren und in allen Branchen anwendbar sind. Solche Maßnahmen werden in Kapitel 3.1 beschrieben. Maßnahmen, die in nur einer Branche oder in einzelnen Branchen Anwendung finden, wie beispielsweise die Wärmerückgewinnung in Wäschereien, sind in Kapitel 3.2 dargestellt.

#### **3.1.1 Bereich Beleuchtung**

##### **Bedarfsanpassung von Einschaltzeiten**

Eine Maßnahme der Bedarfsanpassung ist die Reduzierung von Einschaltzeiten der Beleuchtung. Dies lässt sich durch organisatorische Maßnahmen, Bewegungsmelder oder Zeitschaltuhren realisieren. So gilt beispielsweise für Stadthotels, dass die Gäste sich fast ausschließlich morgens und am frühen Vormittag sowie am späten Nachmittag und abends im Hotel aufhalten. In einem zehngeschossigen Hotel ist daher die Beleuchtung der fensterlosen Flure in den Mittagszeiten und nachts mittels Zeitschaltuhren auf 50 % reduziert worden /Lehwald 1997/. Die Investitionskosten für diese Maßnahme betragen mit 10 Schaltuhren und deren Einbau 4.250 DM. Die jährliche Energiekosteneinsparung beträgt 4.846 DM, so dass

sich eine statische Amortisationszeit von 10,5 Monaten ergibt. In allen Branchen eignen sich besonders Abstell-, Lager- und Sozialräume für zeitweilig reduzierte Beleuchtung.

### **Ersatz von Glühlampen durch Kompaktleuchtstofflampen**

Glühlampen sind Temperaturstrahler, bei denen ein dünner Wolframdraht durch Stromfluss zum Glühen gebracht wird. Neben der Strahlung im sichtbaren Bereich des Spektrums entstehen dabei hohe Wärmeverluste. Bei Glühlampen werden nur etwa 5 % des Stroms in Licht umgewandelt. Allerdings ist der Preis für eine Glühlampe niedrig, weshalb dieser Lampentyp weit verbreitet ist. Eine Kompaktleuchtstofflampe ("Energiesparlampe") liegt in der Anschaffung zwischen 10 und 30 DM und führt damit zu zehnmal höheren Investitionskosten als eine Standard-Glühlampe. Mit Kompaktleuchtstofflampen kann jedoch mit einem Fünftel der elektrischen Leistung der gleiche Lichtstrom wie mit Glühlampen erzielt werden.

Insbesondere lohnt sich der Einsatz von Kompaktleuchtstofflampen dort, wo lange Einschaltzeiten notwendig sind, wie beispielsweise bei Notbeleuchtungen, da bei diesem Lampentyp die Lebensdauer durch häufiges Ein- und Ausschalten verkürzt wird. Kompaktleuchtstofflampen haben eine durchschnittliche Lebensdauer von 8.000 Stunden, wogegen Glühlampen eine Lebensdauer von nur 1.000 Stunden aufweisen. /KEA 1996/

### **Ersatz von Standardleuchtstofflampen durch Dreibandleuchtstofflampen**

Im Vergleich zu den weit verbreiteten Standardleuchtstofflampen verbrauchen Dreibandleuchtstofflampen 38 % weniger Strom bei gleicher Leuchtkraft. Der Effekt des verminderten Stromverbrauchs beruht auf einer besseren Lichtausbeute. Die Dreibandleuchtstofflampe besitzt einen kleineren Durchmesser als die Standardlampe und passt in die üblichen Halterungen. Während für Standardleuchtstofflampen mit Anschaffungskosten zwischen sechs und sieben DM zu rechnen ist, müssen für die Dreibandlampe zwischen 12 und 20 DM pro Stück veranschlagt werden. Für eine 58 Watt-Lampe kann, bei einer täglichen Einschaltdauer von zwölf Stunden, von einer Amortisation der Anschaffung innerhalb eines halben bis ganzen Jahres ausgegangen werden. /KEA 1996/

### **Ersatz konventioneller durch elektronische Vorschaltgeräte**

Für den Betrieb von Leuchtstofflampen sind grundsätzlich Vorschaltgeräte notwendig, um die Lampe mit der korrekten Spannung zu versorgen. Vielfach sind konventionelle Vorschaltgeräte mit relativ hohen Verlusten im Einsatz. Als Alternative können elektronische Vorschaltgeräte in Betracht gezogen werden, die den Stromverbrauch reduzieren. Bei einer 58 Watt-Leuchtstofflampe verringert sich die Systemleistung von Vorschaltgerät und Lampe

gegenüber dem Betrieb mit einem konventionellen Vorschaltgerät um 23 % /LGA 1992/. Darüber hinaus wird die Lebensdauer der Lampe von durchschnittlich 8.000 Stunden auf etwa 12.000 Stunden erhöht. Die Anschaffungskosten für elektronische Vorschaltgeräte liegen bei etwa 150 bis 175 DM. Für eine 58 Watt-Leuchtstofflampe beträgt die Amortisationszeit bei zwölf Stunden täglicher Einschaltdauer fünf bis sechs Jahre. Wenn der Einsatz elektronischer Vorschaltgeräte zusammen mit einer Beleuchtungssanierung erfolgt, lässt sich eine Amortisation innerhalb von drei bis fünf Jahren erreichen /BMWI 1994, S. 51 f./, da dann keine Arbeitszeitkosten zur Installation der Vorschaltgeräte berücksichtigt werden müssen.

### **3.1.2 Bereich Gebäudehülle**

#### **Anbringen von Wärmedämmung**

Eine Verbesserung der Wärmedämmung bedeutet eine Reduktion des Wärmebedarfs eines Gebäudes, so dass der Energieverbrauch der Heizung sinkt und sich verringerte Heizkosten ergeben. Die Wärmedämmung betrifft die Außenwände und das Dach. Über die Reduktion des Wärmebedarfs hinaus gibt es günstige Nebeneffekte bei einer besseren Isolierung der Außenflächen von Gebäuden:

- Bei einem anstehenden Austausch der Heizungsanlage kann in der Regel eine kleinere und somit billigere Anlage installiert werden.
- Durch die Wärmedämmung steigt die Wandinnentemperatur, wodurch eine größere Behaglichkeit in den Räumen entsteht.
- Durch die insgesamt höhere Wandtemperatur trägt die Wand mit ihrer Speicherfähigkeit zur thermischen Trägheit des Gebäudes bei und verhindert zu große Temperaturschwankungen in den Räumen.

Für die Dämmung von einem Quadratmeter Wandfläche mit Polystyrolplatten von 8 cm Dicke ist mit Investitionskosten in Höhe von 100 bis 120 DM zu rechnen. Dabei betragen die Materialkosten nur etwa 18 % der Gesamtkosten, der restliche Betrag ist für Gerüstbau und Montage zu veranschlagen /Höher 1996/. Deshalb ist diese Maßnahme besonders dann zu empfehlen, wenn ohnehin Renovierungsarbeiten an der Fassade anstehen.

Mit der Verbesserung der Wärmedämmung lässt sich der jährliche Heizenergiebedarf je nach Ausgangslage und Dämmstärke reduzieren. Die Amortisation ist stark vom eingesetzten Energieträger bei der Heizung abhängig. Für Gebäude mit erdgas- und heizölbetriebenen Heizungen ergeben sich durchschnittliche Amortisationszeiten von über 20 Jahren. /KEA 1996/

### **Einsatz von Wärmeschutzverglasung**

Der Einsatz von Wärmeschutzverglasung bei Fenstern verringert die Transmissionswärmeverluste durch die Fensterflächen. Im Vergleich zur konventionellen Verglasung trägt eine zusätzliche Glasbeschichtung dazu bei, dass Wärmestrahlung in geringerem Umfang abgegeben wird bei gleichzeitiger Nutzung der solaren Einstrahlung. Für einen Quadratmeter Fensterfläche liegen die Investitionskosten bei 455 DM /HMWT 1992/. Bei Ersatz bestehender Fenster durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung ergeben sich Amortisationszeiten von über 70 Jahren /ANALYSIS 1997/, so dass bei dieser Maßnahme nur im Zusammenhang mit einem ohnehin anstehenden Austausch von Fenstern eine Amortisation innerhalb der Lebensdauer der Fenster eventuell erreichbar ist.

### **3.1.3 Bereich Heizungsanlage**

#### **Optimierung der Warmwasserzirkulation**

Ist die Zirkulationspumpe für die Warmwasserversorgung weder zeit- noch temperaturgesteuert, können hohe Wärmeverluste in der Zirkulationsleitung entstehen. Eine Verbesserung bietet die Steuerung der Zirkulationspumpe über eine Zeitschaltuhr. Die Warmwasserzirkulation findet dann nur noch während der vordefinierten Nutzungszeiten statt /MWBW 1994, S. 56 ff./, /BMWI 1995, S. 44/, so dass der Wärmeverlust in den Leitungen und der Stromverbrauch der Zirkulationspumpe verringert wird. Zusätzlich verlängert sich durch die Verringerung der Betriebsstunden die Lebensdauer der Pumpe.

#### **Nachtabsenkung der Raumtemperatur**

Diese Maßnahme beinhaltet die Reduzierung der Raumtemperatur während der Nachtstunden. Die Nachtabsenkung ist besonders effizient bei schlecht gedämmten Gebäuden oder Gebäuden mit geringer Wärmekapazität /BMWI 1995, S. 49/. Mit Hilfe einer Zeitschaltuhr bei Anschaffungskosten von zirka 200 DM und einem Außentemperaturfühler für zirka 500 DM inklusive Montage kann die Heizungsanlage automatisch geregelt werden. Für Heizungsanlagen mit Heizleistungen zwischen 25 und 45 kW ergeben sich für diese Maßnahme Amortisationszeiten von etwa einem Jahr. /KEA 1996/

### **Ersatz von Standardheizkesseln durch Brennwertkessel**

Wenn die benötigte Raumwärme durch Standardheizkessel bereitgestellt wird, lassen sich Energieverbrauchsminderungen durch den Einsatz von Brennwert-Heizkesseln erzielen. Hierbei wird die Verdampfungswärme des Wassers, das bei Standardheizkessel in den Verbrennungsgasen als überhitzter Wasserdampf enthalten ist, durch Kondensation genutzt. Damit steigt die nutzbare Verbrennungswärme von 90 % bei Niedertemperatur-Gasheizkesseln auf zirka 104 % bei Brennwertkesseln, bezogen auf den unteren Heizwert des Brennstoffs, sofern das Rücklaufwasser aus der Anlage kalt genug ist /ASUE 1989, S. 11 ff./. Die Amortisationszeit bei solchen Umrüstungen liegt bei zehn bis 15 Jahren. Umrüstungen von Standardkesseln auf Niedertemperaturkessel haben eine Amortisationszeit von neun bis zehn Jahren /ANALYSIS 1997/.

## **3.2 Branchenspezifische Maßnahmen**

Neben den branchenübergreifenden Maßnahmen existieren Maßnahmen, die sich auf die Maschinen, Geräte und Organisationsstrukturen der einzelnen Branchen beziehen. Nachfolgend sind für die vier Branchen Hotels, Textilreinigung, Bäckereihandwerk und Lebensmitteleinzelhandel typische Maßnahmen dargestellt.

### **3.2.1 Maßnahmen in Hotels**

#### **Warmwasseranschluss für Geschirrspülmaschinen**

Bei dieser Maßnahme werden Spülmaschinen an eine zentrale Warmwasserversorgung angeschlossen. Bei einer angenommenen Wasserzulauftemperatur von 40 °C anstelle der 12 °C bei Kaltwasseranschluss reduziert sich der Stromverbrauch zur Erwärmung des Wassers für einen Spülgang in der Maschine auf 60 % des ursprünglichen Wertes /ANALYSIS 1997/. Neben den für die Neuanschaffung erforderlichen Investitionskosten sind die zusätzlichen Kosten für die Installation der Warmwasserversorgung der Spülmaschinen zu berücksichtigen. Bei einer Wassererwärmung auf Basis fossiler Energieträger, in einem Kombiheizkessel beziehungsweise in einem separaten Wärmeerzeuger, oder mit Fernwärme liegt die Amortisationszeit nicht unter sieben Jahren. /ANALYSIS 1997/

#### **Einsatz von energieeffizienten Kühlschränken und Gefriertruhen**

Der Energieverbrauch für Kälteanwendungen, der in Hotels ungefähr einen Anteil von 6 % am Gesamtenergieverbrauch einnimmt, lässt sich durch den Einsatz von energieeffizienten



Kühlschränke und Gefriertruhen senken. Durch eine verbesserte Isolierung und eine bessere Regelungstechnik kann die Betriebszeit der Kältemittelverdichter für Kühlräume unter Beibehaltung der Temperatur bis zu 10 % verringert werden. Bedingt durch die geringeren Kompressorbetriebszeiten erhöht sich auch die Lebensdauer der Geräte. Energieeffiziente Kühlschränke und Gefriertruhen sind in der Regel in der Anschaffung teurer als Standardgeräte /Liebherr 1995/. Bei einem Ersatz bestehender noch nicht abgeschriebener Geräte liegen die Amortisationszeiten bei über 20 Jahren /ANALYSIS 1997/, so dass diese Maßnahme betrachtet werden sollte, wenn aus anderen Gründen sowieso neue Geräte beschafft werden.

### Ersatz von Minibars

Minibars dienen der Bereitstellung gekühlter Getränke in Gästezimmern von Hotels. Um den Geräuschpegel niedrig zu halten, sind diese Kühlgeräte nicht wie herkömmliche Haushaltskühlschränke als Kompressions- sondern als Absorptionskältemaschinen ausgelegt. Sie besitzen im Kältekreislauf keinen mechanischen Verdichter (Kompressor) sondern einen zweiten Kreislauf, den thermischen Antriebsprozess. Kühlschränke, die als Absorptionskälteanlagen ausgeführt sind, haben verglichen mit Kompressionsanlagen einen höheren Energieverbrauch /Beer; Krebs 1992/. Tab. 3-1 stellt einen Vergleich des Energieverbrauchs vergleichbarer Kompressions- und Absorptionskühlschränke dar. Es wird deutlich, dass Absorberkühlschränke für den gleichen Nutzen einen wesentlich höheren Endenergieverbrauch haben.

**Tab. 3-1:** Normenergieverbrauch von Kompressions- und Absorptionskühlschränken  
/Beer; Krebs 1992, S. 16/

	<b>kleinster Absorber (23 Liter Nutzinhalt)</b>	<b>kleinster Kompressor (92 Liter Nutzinhalt)</b>
Normenergieverbrauch	0,96 kWh/24h	0,60 kWh/24h
bezogen auf 100 Liter Nutzinhalt	4,17 kWh/(24h 100L)	0,65 kWh/(24h 100L)

Aus Gründen der Handhabung und der Sicherheit wird bei den Absorptionskältemaschinen in Hotel-Minibars die dem thermischen Verdichtungskreislauf zugeführte Wärmeenergie nicht mit einem erdgas- oder ölbetriebenen Brenner, sondern elektrisch bereitgestellt, was zu höheren Energiekosten je kWh Normenergieverbrauch führt.

Ein Einsatz von Kompressionskühlschränken anstelle von Absorptionskühlschränken in Gästezimmern wird in einer Untersuchung von /Beer; Krebs 1992, S. 22/ wegen der möglichen Geräuschbelästigung der Gäste als nicht geeignet angesehen. Eine Maßnahme, die

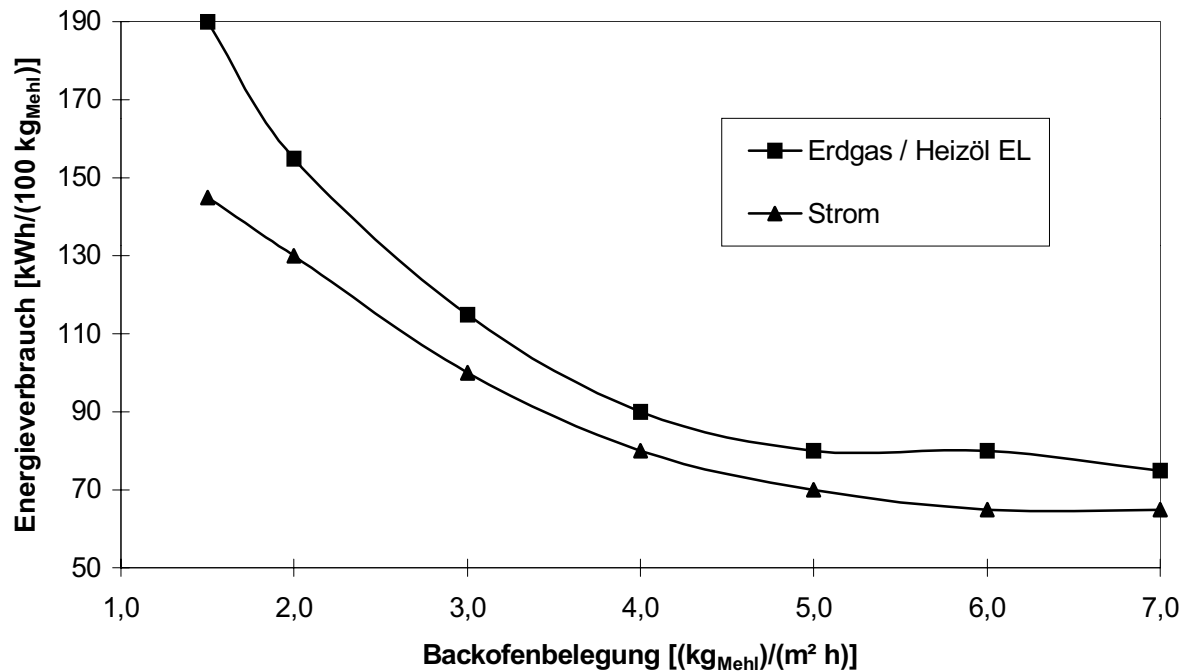
eine Bereitstellung kalter Getränke ermöglicht bei gleichzeitigem geringeren Energieverbrauch, ist der Einsatz von Kompressionskühlschränken auf den Gängen vor den Gästezimmern /Beer; Krebs 1992/, wenn diese als Verkaufsvitrinen gestaltet sind. Eine Beispielrechnung für den Ersatz bestehender Absorptions-Minibars durch Etagenkühlschränke mit Kompressor in einem Hotel zeigt, dass sich die Energiekosten beim Ersatz bestehender Minibars durch Etagenkühlschränke erheblich senken lassen. Unter der Annahme, dass bestehende Minibars nicht sowieso ersetzt werden müssten, ergeben sich bei einem Hotel, mit 250 Zimmern mit Minibars, 10 Etagen und Arbeitskosten von 75 DM/Std, Investitionskosten von ca. 69.000 DM. Bei einem mittleren Strompreis von 0,29 DM/kWh liegt die Stromkostensenkung bei 23.500 DM/a und die Amortisationszeit unter drei Jahren. Es bleibt zu prüfen, ob die Bereitstellung gekühlter Getränke außerhalb des Gästezimmers seitens der Hotelgäste als gleichwertige Dienstleistung angesehen wird.

### **3.2.2 Maßnahmen in Bäckereien**

#### **Optimierte Backofenauslastung**

Backöfen verursachen in Bäckereien den größten Anteil am Energieverbrauch. Der Energieverbrauch von Backöfen ist abhängig von der technischen Ausführung und dem verwendeten Energieträger sowie von der Auslastung des aufgeheizten Ofens. Abb. 3-2 stellt den Zusammenhang zwischen der Auslastung von Backöfen mit verschiedenen Energieträgern und dem Energieverbrauch je Rohstoffmenge dar.

Der Energieverbrauch lässt sich erheblich senken, wenn die zur Verfügung stehende und durchgängig beheizte Backfläche optimal ausgelastet ist und Zeiten ohne oder mit geringer Auslastung vermieden werden. Elektrisch betriebene Öfen haben konstruktiv bedingt und aufgrund besserer Regelbarkeit des Heizsystems grundsätzlich einen niedrigeren Endenergieverbrauch als Erdgas- oder Heizölbacköfen. Zwischen bestehenden Erdgas- und Heizölbacköfen lassen sich keine konstruktiv oder thermodynamisch bedingten Unterschiede beim Energieverbrauch feststellen /Ruhrgas 1999/, weshalb diese in Abb. 3-2 durch eine Kurve repräsentiert sind.



**Abb. 3-2:** Energieverbrauch von Backöfen in Abhängigkeit von der Backflächenbelegung; Messung an 43 Backöfen, Messzeitraum drei Wochen /ZVDB 1995, S. 6/

Ebenso lässt sich die Spreizung des spezifischen Energieverbrauchs zwischen Strom- und Heizöl- / Erdgasbacköfen bei 6,0 kg<sub>Mehl</sub>/(m<sup>2</sup> h) nur durch die Stichprobe bei den Messungen und nicht mit der Technik der verschiedenen Backofentypen erklären. /ZVDB 1995/, /Ruhrgas 1999/

Unter der Annahme, dass in einer Bäckerei mit einem Elektrobackofen durch Organisation der Arbeitsabläufe die Backofenbelegung von 3,0 auf 5,0 (kg<sub>Mehl</sub>)/(m<sup>2</sup> h) verbessert werden kann, ergibt sich eine Senkung des Energieverbrauchs des Backofens um zirka 30 kWh/(100 kg<sub>Mehl</sub>). Bei einer Mehlmenge von 500 (kg<sub>Mehl</sub>)/d und einem durchschnittlichen Strompreis von 0,30 DM/kWh in der Bäckereibranche (vgl. S. 30) ergibt sich daraus eine Stromkosteneinsparung von 16.425 DM/a. Diese Einsparung ist eventuellen Kosten für die Neu-Organisation der Arbeitsabläufe (externe Beratung, Arbeitszeit zur Einweisung der Mitarbeiter etc.) gegenüberzustellen. Setzt man als einmalige Beratungskosten 1.000 DM an sowie eine zusätzliche Arbeitszeit zur Einweisung zwischen acht und 40 Stunden bei Arbeitskosten von 75 DM/Std., so ergeben sich Kosten für die Maßnahme zwischen 1.600 DM und 4.000 DM, was zu Amortisationszeiten zwischen einem und drei Monaten führt.

### Abwärmenutzung

Bei dieser Maßnahme werden anfallende Wärmeströme von Backöfen in Bäckereien betriebsintern zur Erwärmung von Wasser genutzt, da ein großer Warmwasserbedarf bei der Teigherstellung und zum Reinigen besteht. Durch die Maßnahme verringert sich der Energie-

einsatz zur Warmwassererwärmung. Aus der Energiedatenerhebung geht hervor, dass 27 % der Bäckereien die Abwärme des Backofens zur Erzeugung von Warmwasser verwenden. Investitionskosten entstehen für einen Wärmetauscher, für Verrohrung und für die Installation. Berechnungen ergeben für diese Maßnahme bei der Installation neuer Wärmetauscher und Verrohrung zur Nutzung von Abwärme der Backöfen in ein bestehendes System aus Öfen und Warmwasserbereitung allerdings Amortisationszeiten von über 35 Jahren /ANALYSIS 1997/. Bei einer Nutzung der Abwärme für die Raumwärme lassen sich Amortisationszeiten von 14 Jahren erreichen. /ANALYSIS 1997/

### 3.2.3 Maßnahmen in Wäschereien

Wie aus dem hohen Brennstoffanteil in Textilreinigungsbetrieben (Abb. 2-12, S. 21) und aus der Aufteilung des Energieverbrauchs (Abb. 2-16, S. 25) hervorgeht, hat die Prozesswärme den größten Anteil am Energieverbrauch. Prozesswärme wird meist mittels eines zentralen Dampferzeugers bereitgestellt und an die Wärmeverbraucher, wie Waschstraßen, Mangeln, Trockner und Pressen, verteilt. Maßnahmen zur Optimierung der Waschprozesse und des Energieverbrauchs sind in verschiedenen Arbeiten untersucht worden /Hloch 1980/, /Sigl 1994/. Die Auswahl möglicher Maßnahmen, die speziell in der Textilreinigungsbranche Anwendung finden und in diesem Kapitel zusammengestellt sind, bezieht sich auf Maßnahmen zur Verringerung des Prozesswärmebedarfs.

Abb. 3-3 stellt das Wärmeschaltbild einer typischen Großwäscherei mit den Größenverhältnissen des Energieverbrauchs in den verschiedenen Textilreinigungsmaschinen dar.

Der Einsatz einer Absorptionswärmepumpe zur Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser von Waschstraßen kann zu einer Verringerung des Prozesswärmebedarfs und damit zur Verringerung des Energieverbrauchs des zentralen Dampfkessels einer Wäscherei um 10 % führen /Sigl 1994/. In Abb. 3-3 verringert sich dadurch der Anteil des Energiebedarfs der Waschstraßen, der direkt vom Kessel gedeckt wird (745 MWh/a in Abb. 3-3 rechts oben) auf 199 MWh/a. Die Wärme des Abwassers (1.473 MWh/a in Abb. 3-3 rechts unten) dient dabei als Wärmequelle für die Wärmepumpe, die mit Hilfe des verbleibenden Dampfes (199 MWh/a) angetrieben wird.

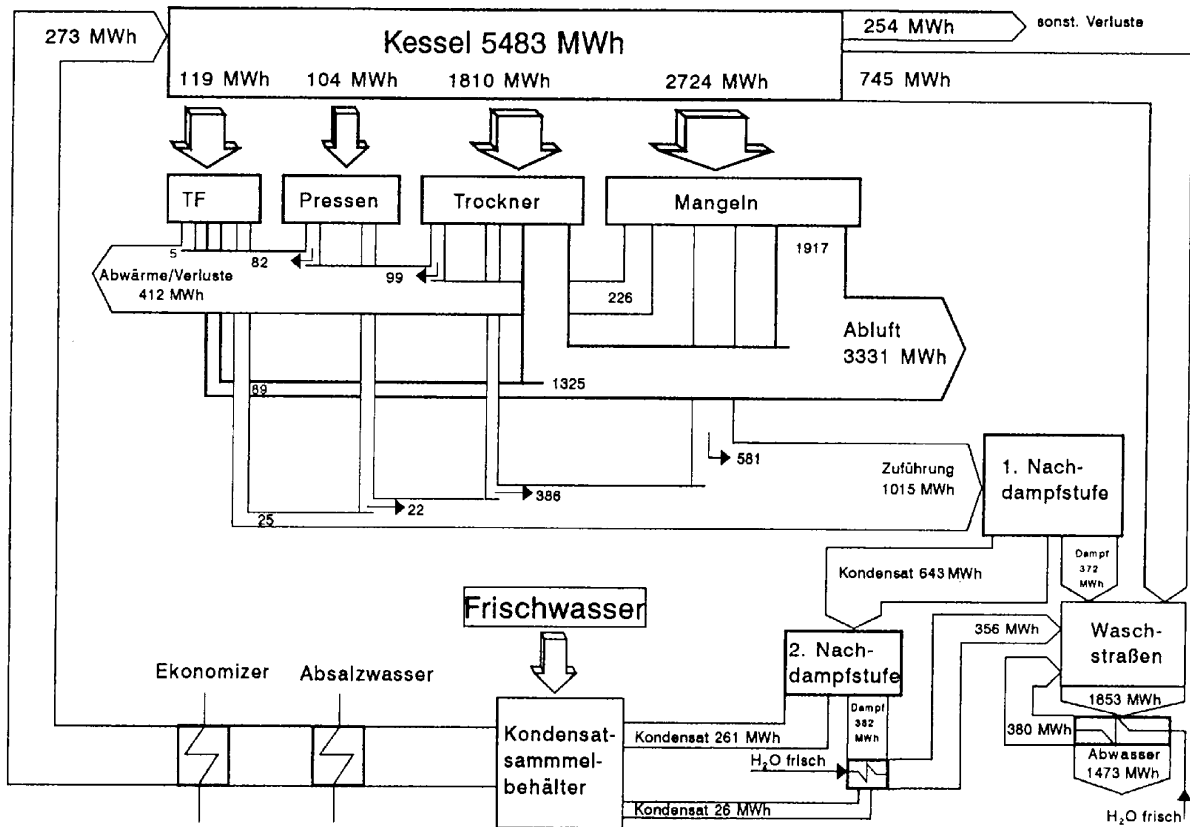


Abb. 3-3: Schaltbild zur Darstellung der Wärmebilanz einer Wäscherei /Sigl 1994, S. 6/

### Wärmerückgewinnung aus Abwasser mit Absorptionswärmepumpe

Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ergibt für das Beispiel eine Energiekosteneinsparung von 23.000 DM/a. Trotz dieser hohen Einsparungen liegt die Amortisationszeit bei über vier Jahren, bedingt durch den hohen Investitionsaufwand von 96.400 DM.

### Abwärmenutzung der Mangelabluft für Trockner

Durch den Betrieb von Wäschemangeln fällt warme Abluft auf einem Temperaturniveau von etwa 100 °C an. In Abb. 3-3 beträgt der Anteil des Energieinhalts der Abluft aus den Mangeln an der gesamten Abluft 1.917 MWh/a. Eine Abwärmenutzung der Mangelabluft kann für die Trockner erfolgen, indem der Abluftstrom durch einen Wärmetauscher geführt und damit die Zuluft für die Wäschetrockner vorgewärmt wird. Damit wird eine Erhöhung der Zulufttemperatur und schließlich ein Dampfminderverbrauch der Trockner erreicht. Für die Anlage nach Abb. 3-3 reduziert sich durch diese Maßnahme der Dampfverbrauch der Trockner um insgesamt 240 MWh/a, beziehungsweise um 13 % /Sigl 1994, S. 10/, was zu einer Verringerung des gesamten Prozesswärmebedarfs führt. Die Amortisationsdauer der

Maßnahme liegt bei drei Jahren, bei geschätzten Investitionskosten von 25.000 DM und einer Energiekostensenkung um 8.400 DM/a /Sigl 1994, S. 10/.

### **Waschen von Kochwäsche bei reduzierter Temperatur**

Bei der Behandlung leicht verschmutzter Kochwäsche lässt sich der Energiebedarf zum Aufheizen des Waschwassers der Waschstraßen reduzieren, wenn die Kochwäsche teilweise bei 60 °C statt bei 90 °C gewaschen wird. Dies führt zu einer Reduzierung des Dampfbedarfs der Waschstraßen und somit zu einer Verringerung des Prozesswärmebedarfs. In einer Untersuchung wurde festgestellt, dass sich der Energieeinsatz für die Wassererwärmung um 30 % reduziert, wenn die Klarwäsche bei einem Kochwaschgang statt mit einer Temperatur von 90 °C mit 60 °C durchgeführt wird. /Henkel 1980/ Für die Maßnahme müssen keine technischen Veränderungen an den Waschmaschinen vorgenommen werden, so dass dadurch keine Investitionskosten entstehen. Unter der Annahme, dass keine höheren Kosten für Waschmittel entstehen, amortisiert sich die Maßnahme dann sofort. /ANALYSIS 1997/

### **Wärmedämmung von Waschmaschinen**

Beim Betrieb von Waschmaschinen wird durch Wärmeabstrahlung der aufgeheizten Gehäuseoberfläche Wärme an die Umgebung abgegeben. Diese Abstrahlverluste betragen zirka 10 % der Gesamtverluste. /Henkel 1980/ Durch das Anbringen einer Wärmedämmung am Waschmaschinengehäuse lässt sich die Temperatur der Gehäuseoberfläche und damit der Wärmeverlust reduzieren, was zu einem geringeren Prozesswärmebedarf führt. Der nachträgliche Einbau ist technisch und finanziell aufwendig, weshalb diese Maßnahme nur im Zusammenhang mit einer Neuanschaffung in Frage kommt. Für diesen Fall sind für die Maßnahme Amortisationszeiten von zirka fünf Jahren berechnet worden. /ANALYSIS 1997/

## **3.2.4 Maßnahmen im Lebensmitteleinzelhandel**

Im Lebensmitteleinzelhandel verursacht die Kühlung von Lebensmitteln einen wesentlichen Anteil des Stromverbrauchs und damit einen wesentlichen Anteil der Energiekosten insgesamt (vgl. Abb. 2-27, Abb. 2-28). Der Stromverbrauch von Kühlmöbeln, die im Lebensmitteleinzelhandel zum Einsatz kommen, lässt sich unterteilen in den Verbrauch zur direkten Kälteerzeugung inklusive der dazu benötigten Hilfsaggregate und in den Stromverbrauch der Möbel für Abtauung, Ventilatoren, Rahmenheizungen und Beleuchtung. Der Stromverbrauch zur Kälteerzeugung ist in erster Linie abhängig vom Kältebedarf und wird neben externen Einflüssen durch den direkten Stromverbrauch des Möbels beeinflusst. Abb. 3-4 stellt die Zusammenhänge zwischen Kältebedarf und möbel-internen und -externen Faktoren dar.

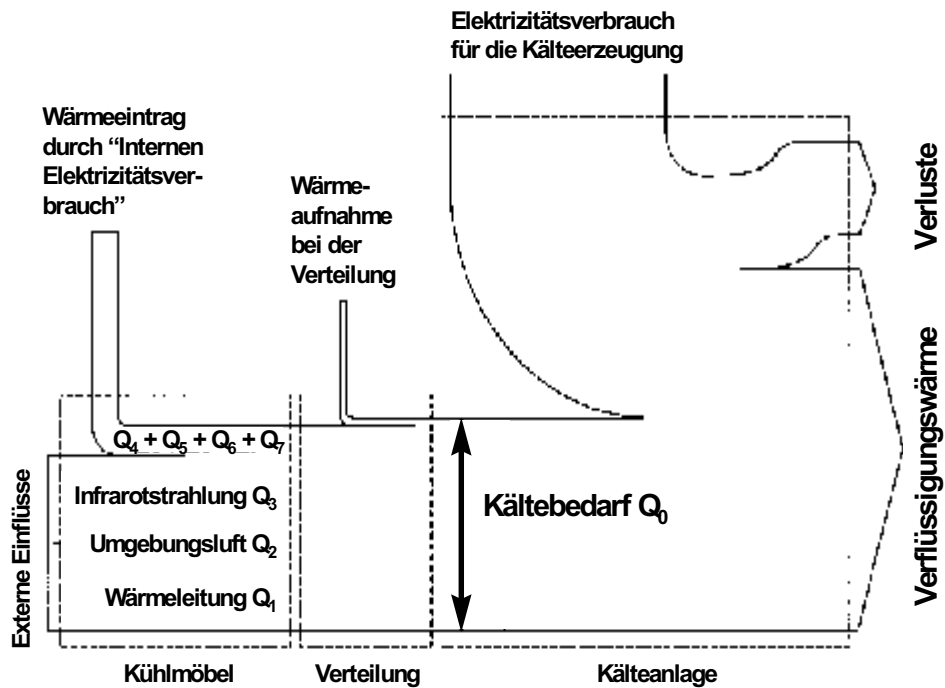


Abb. 3-4: Energieflussdiagramm Kühlmöbel und Kälteanlage /Kaufmann u.a. 1994, S. 12/

Der Kältebedarf  $Q_0$  eines Kühlmöbels kann demnach in die sieben Anteile Wärmeleitung durch das Kühlmöbel  $Q_1$ , Wärmeeintrag aus der Umgebungsluft  $Q_2$ , Wärmestrahlung durch Öffnungen und transparente Flächen (Infrarotstrahlung)  $Q_3$ , Beleuchtungsabwärme  $Q_4$ , Ventilatorabwärme  $Q_5$ , Wärmeeintrag von Rahmenheizungen  $Q_6$  und Wärmeeintrag durch die Abtauwärme  $Q_7$  unterteilt werden.

Das Energieflussdiagramm in Abb. 3-4 bezieht sich auf Kälteverbundanlagen mit zentraler Kälteerzeugung (zentralem Kältekompressor) und Verteilungsleitungen zu den Kühlmöbeln, sogenannten Verbundanlagen. Bei steckerfertigen Kühlmöbeln mit integriertem Kompressor und Verdampfer entfällt die Wärmeaufnahme durch Verteilung. Dafür sind bei steckerfertigen Kühlmöbeln die Verluste der Kälteerzeugung und der Wärmeeintrag  $Q_2$  durch die Kompressorabwärme wesentlich größer. Steckerfertige Kühlmöbel besitzen insgesamt einen schlechteren Wirkungsgrad als Verbundanlagen, werden aber häufig von Warenanbietern als Werbeträger (z. B. für Eiskrem) den Supermärkten kostenlos zur Verfügung gestellt.

### Taupunktgeregelte Rahmenheizung in Kühlmöbeln

Rahmenheizungen in Kühlmöbeln haben die Aufgabe, ein Beschlagen der Scheiben durch Kondensation aus der Umgebungsluft zu verhindern. Wie in Abb. 3-4 dargestellt, wirken Rahmenheizungen als innere Wärmequelle ( $Q_6$ ) und erhöhen den Kältebedarf durch den

Wärmeeintrag in den Kühlraum. Meistens sind Rahmenheizungen unregelt und beheizen kontinuierlich die Scheiben unabhängig von Kühlraum- und Umgebungstemperaturen.

Da Scheiben von Kühlmöbeln nur dann beheizt werden müssen, wenn die Oberfläche die Taupunkttemperatur der umgebenden Luft unterschreitet, lässt sich mit Hilfe von taupunktgesteuerten Regelungen der Rahmenheizungen der Kältebedarf und damit der Stromverbrauch der Kälteanlage senken. Der Einbau solcher Regelungen amortisiert sich ab einer Heizleistung von 1.000 Watt bei Investitionskosten von zirka 1.500 DM inklusive Montage in zwei Jahren; bei kleineren Heizleistungen liegt die Amortisationszeit zwischen sechs und zehn Jahren /KEA 1996/.

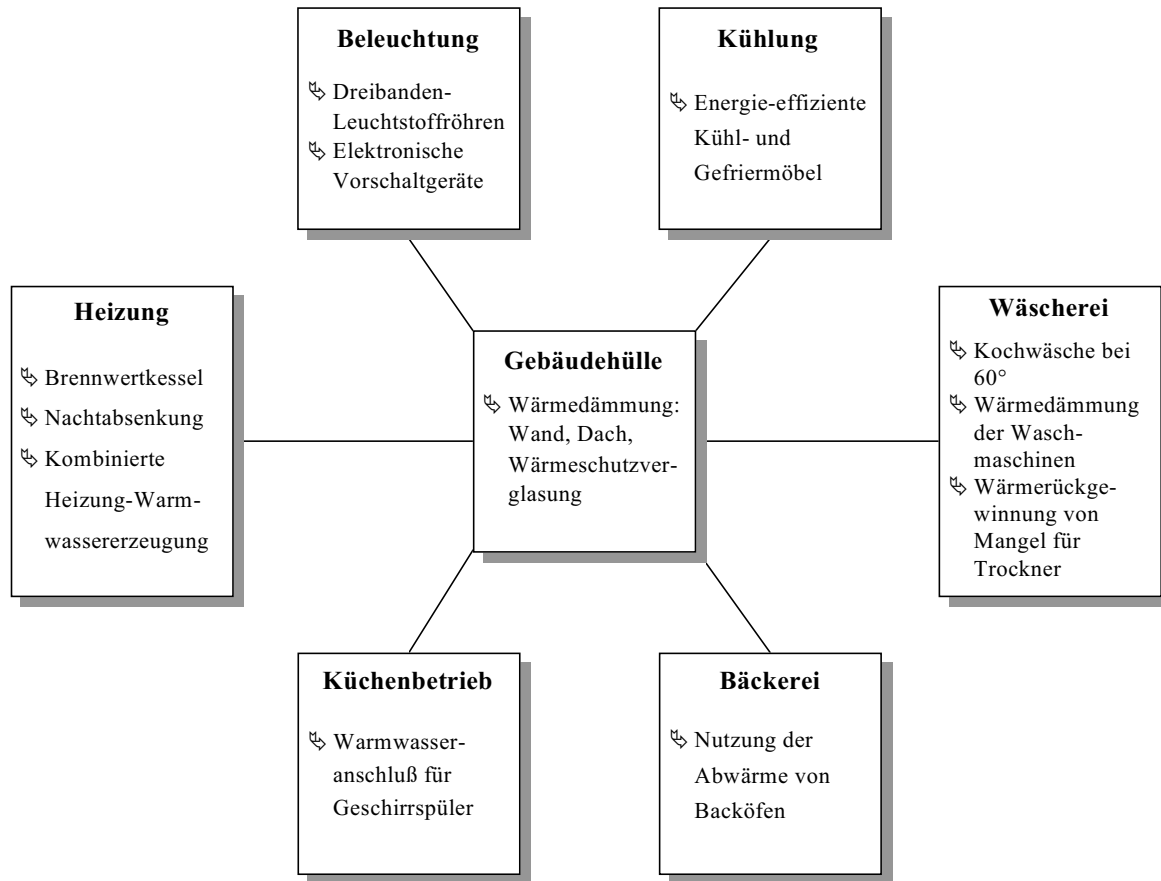
### **Nachtabdeckung von Gefriertruhen**

Verkaufsgefriertruhen müssen während der Öffnungszeiten für die Warenentnahme durch die Kunden oder die Beschickung durch das Personal offen gehalten werden. In der restlichen Zeit können sogenannte Nachtabdeckungen verwendet werden, um Kälteverluste zu reduzieren. Die Abdeckungen bestehen aus beschichteten Schaumstoffplatten, die auf die Kühlmöbelöffnungen gelegt werden. Durch die Nachtabdeckung lässt sich der Stromverbrauch der Kühlmöbel um etwa 30 % senken /Kaufmann u.a. 1994/. Bei Investitionskosten für die Abdeckung von zirka 50 DM, einer durchschnittlichen Geräteleistung von 1.000 W, einer Einschaltdauer von 8.500 h/a und einem Strompreis von 0,28 DM/kWh amortisiert sich die Maßnahme in weniger als einem Monat, sofern der Zeitaufwand zum Abdecken nicht als Personalaufwand gesondert berücksichtigt werden muss.

### **3.3 Potenziale der Energieverbrauchsminderung in den untersuchten Branchen des Kleinverbrauchersektors**

Basierend auf der Berechnung einer Liste von Maßnahmen zu den Bereichen Gebäudehülle, Heizung, Wärmerückgewinnung, Beleuchtung, Kühlung, Wäscherei, Bäckerei und Küchenbetrieb sind Potenziale der Energieverbrauchsminderung für die Branchen Hotels, Textilreinigungsbetriebe und Bäckereien ermittelt worden /ANALYSIS 1997/. In Abb. 3-5 sind die untersuchten Maßnahmen für die verschiedenen Bereiche zusammengestellt.





**Abb. 3-5:** Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Hotels, Textilreinigung und Bäckereien

Für die Maßnahmen wurden, bezogen auf die Branche, die absolute und die relative Reduzierung von Energieverbrauch und Energiekosten, Investitionskosten sowie die Amortisationszeit berechnet. Organisatorische Maßnahmen, wie die optimale Beladung von Kühltruhen, die bessere Auslastung von aufgeheizten Backöfen oder nutzerabhängige Beleuchtung wurden nicht berücksichtigt.

Potenziale der Energieverbrauchsminderung für die Branche Lebensmitteleinzelhandel wurden im Rahmen eines Branchenenergiekonzepts ermittelt /ESV 1996/. In Tab. 3-2 sind die Potenziale für alle vier Branchen dargestellt. Die Berechnungen berücksichtigen zur Bestimmung des Einsparpotenzials für eine Branche alle untersuchten Maßnahmen ohne Begrenzung der Amortisationszeit und in der zweiten Zeile nur Maßnahmen, die sich innerhalb von zehn Jahren amortisieren. Die Minderungspotenziale der untersuchten Maßnahmen liegen bei Annahme unbegrenzter Amortisationszeiten für die Hotelbranche und für die Branche Textilreinigung bei zirka einem Drittel des Energieverbrauchs. Für Maßnahmen mit einer Amortisationszeit von weniger als zehn Jahren ergeben sich für beide Branchen Minderungspotenziale von zirka 13 %.

**Tab. 3-2:** Potenziale der Energieverbrauchsminderung in vier Branchen /ANALYSIS 1997/, /ESV 1996/

	<b>Hotels</b>	<b>Textil- reinigung</b>	<b>Bäckereien</b>	<b>Lebensmittel- einzelhandel</b>
Amortisationszeit beliebig	32,5 %	27,6 %	19,5 %	18,6 %
Amortisationszeit < 10 Jahre	12,7 %	13,0 %	4,8 %	6,0 %

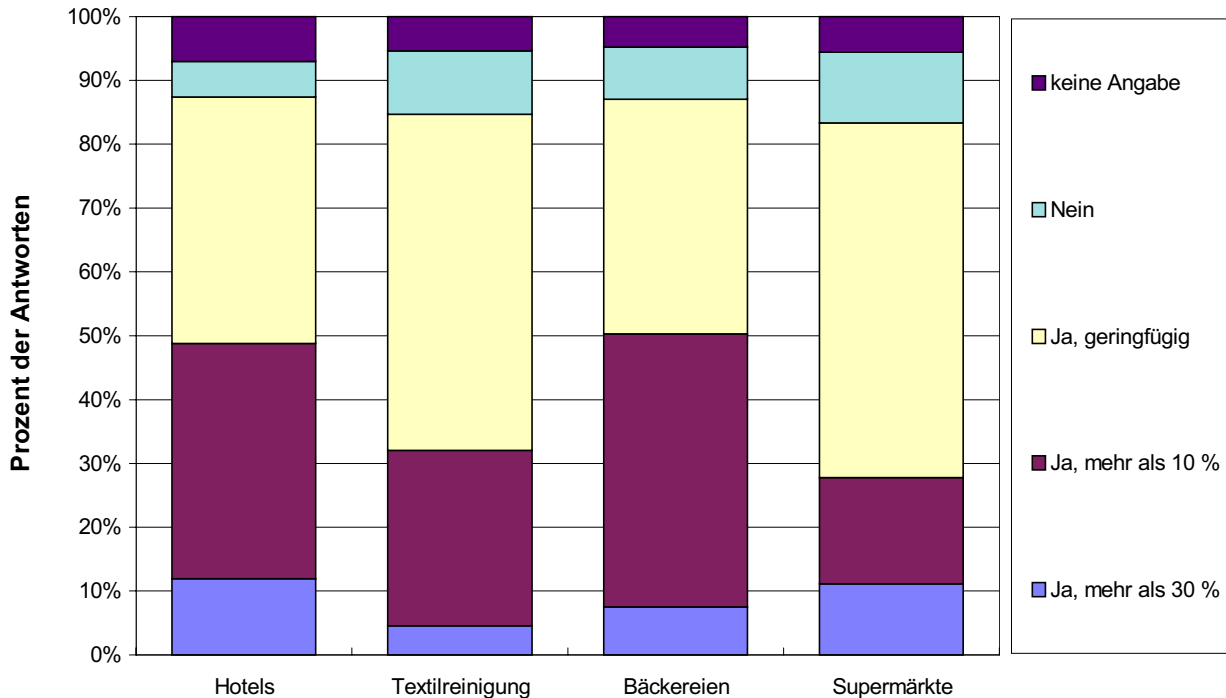
Für die Branchen Bäckereihandwerk und Lebensmitteleinzelhandel beträgt das berechnete Minderungspotenzial ohne Begrenzung der Amortisationszeit zirka ein Fünftel des Energieverbrauchs. Das Minderungspotenzial auf Basis technischer Maßnahmen mit einer Amortisationszeit von weniger als zehn Jahren liegt bei zirka 6 %. Dabei ist für den Lebensmitteleinzelhandel, abweichend von den drei ersten Branchen, der Wert von 18,6 % für das Potenzial zur Energieverbrauchsminderung ohne Begrenzung der Amortisationszeit nur auf Kühlstromkosteneinsparungen bezogen und stellt eine untere Grenze dar, da nur Maßnahmen zur Kühlung berücksichtigt sind /ESV 1996/. Der Wert ist mit Hilfe der durchschnittlichen Aufteilung der Energieverbrauchsstruktur auf den Gesamtenergieverbrauch umgerechnet worden. Der Wert von 6 % für das Minderungspotenzial im Lebensmitteleinzelhandel, das mit Maßnahmen mit einer Amortisationsdauer von weniger als zehn Jahren erreichbar ist, ist auf die Stromkosteneinsparungen bezogen und stellt eine untere Grenze dar, da nur Maßnahmen ohne oder mit sehr geringen Investitionskosten berücksichtigt sind /ESV 1996/. Auch dieser Wert ist mit Hilfe der durchschnittlichen Aufteilung der Energieverbrauchsstruktur auf den Gesamtenergieverbrauch umgerechnet worden.

### 3.4 Geschätzte Potenziale der Energieverbrauchsminderung in befragten Betrieben

In Kapitel 3.3 sind Potenziale der Energieverbrauchsreduktion für Branchen des Kleinverbrauchersektors, die sich aus vorliegenden Betriebsdaten und aus dem Ersatz von alten Geräten und Investition in effizientere Technologien ergeben, dargestellt worden. Wie zu Beginn dieses Kapitels diskutiert, ist die ökonomische Bewertung von Maßnahmen, z. B. mittels der Amortisationszeit, nur eine notwendige Voraussetzung in Bezug auf eine mögliche Umsetzung der Maßnahmen zur Ausschöpfung der Potenziale. Im folgenden wird zusammengestellt, welche Potenziale der Energieverbrauchsminderung von den Betrieben in den Branchen für realistisch gehalten werden. Es werden dazu subjektiv geschätzte Energieeinsparpotenziale dargestellt, die im Rahmen der Energiedatenerhebung mit erfasst wurden. Auf die Frage im Fragebogen "Sehen Sie in Ihrem Betrieb Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu reduzieren?" waren vier Antworten möglich: "Nein", "Ja, geringfügig", "Ja, mehr als 10 %", "Ja, mehr als 30 %". Abb. 3-6 zeigt das Umfrageergebnis als Meinungsbild

befragter Unternehmen der vier Branchen Hotels, Textilreinigung, Bäckereien und Lebensmitteleinzelhandel bezüglich bestehender Potenziale der Energieverbrauchsminderung in ihrem Betrieb.

Frage: "Sehen Sie in Ihrem Betrieb Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu reduzieren?"



**Abb. 3-6:** Potenziale der Energieverbrauchsminderung in den vier Branchen nach Meinung befragter Betriebe

Demzufolge sehen nur zirka 6 % der in der Hotelbranche Befragten grundsätzlich keine Möglichkeit, eine Reduktion des Energieverbrauchs zu erreichen; 7 % machten hierzu keine Angabe. In 87 % der Hotels werden Reduktionspotenziale verschiedener Größenordnung erwartet. Daraus lässt sich ableiten, dass bezüglich der Möglichkeiten von Energiekostensenkung und rationeller Energieanwendung im Hotelgewerbe eine große Erwartungshaltung besteht. In der Branche Textilreinigung werden im Gegensatz zu Hotels in den meisten Betrieben eher geringfügige Möglichkeiten zur Energieverbrauchssenkung erwartet (53 %). Insgesamt wird in 85 % der Betriebe eine Reduktion des Energieverbrauchs für möglich gehalten. Bei Bäckereien weisen die Antworten der Betriebe bezüglich der geschätzten Reduktionspotenziale im Hinblick auf Möglichkeiten der Minderungen des Energieverbrauchs einen ähnlichen Umfang wie für die Hotelbranche auf. Aufgrund der vielfältigen Wärmeanwendungen und angesichts einer großen Zahl unterschiedlicher Verbrauchsgüter sind die technischen und organisatorischen Möglichkeiten zur rationellen Energieanwendung auch in Bäckereibetrieben offensichtlich. Im Lebensmitteleinzelhandel werden in Unternehmen nach Abb. 3-6 die geringsten Potenziale zur Minderung des Energieverbrauchs

---

erwartet. Auch hier werden aber bei der großen Mehrheit, in zusammen 83 % der Lebensmitteleinzelhandelsunternehmen, Energieverbrauchssenkungen für grundsätzlich möglich gehalten. In allen vier Branchen liegt die Summe der Betriebe, in denen Energieverbrauchssenkungen für grundsätzlich möglich gehalten werden, zwischen 83 % und 87 %.

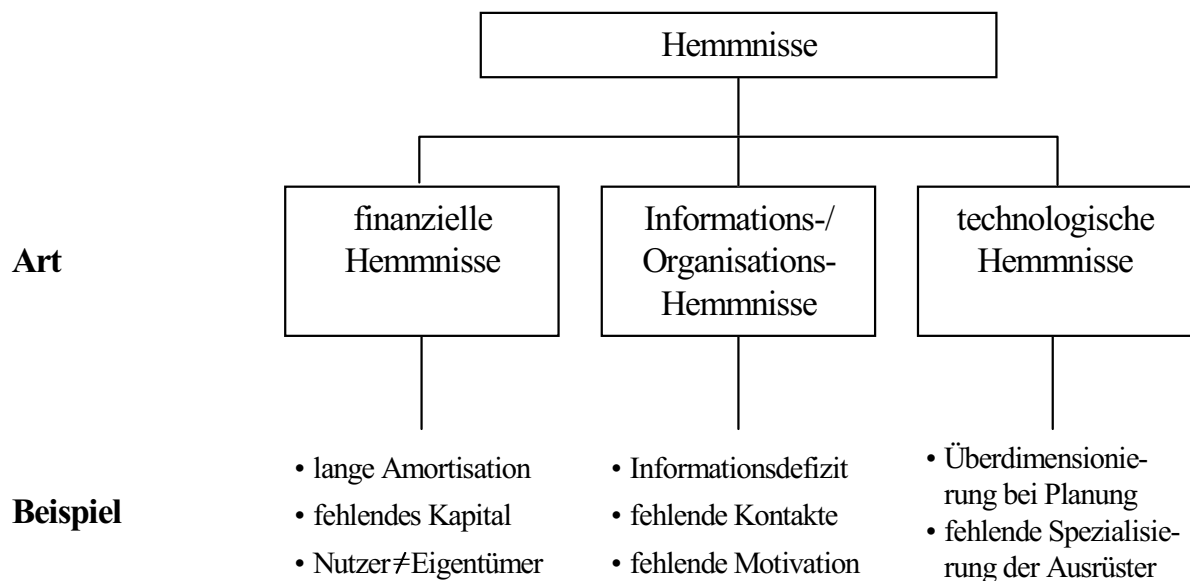
Aus den berechneten Potenzialen zur Minderung des Energieverbrauchs sowie aus den von der Mehrheit der Betriebe aller Branchen für sinnvoll erachteten und bisher ungenutzten Möglichkeiten zur Energieverbrauchssenkung ergibt sich, dass Hemmnisse für die Umsetzung von entsprechenden Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung bestehen. Um den Unternehmen in den Branchen eine adäquate Unterstützung zur Umsetzung von Maßnahmen zu ermöglichen, z. B. in Form von spezifischer Information, müssen zunächst die Hemmnisse ermittelt werden, die die Realisierung verhindern. Diese Arbeitsschritte sind in Kapitel 4 für die zwei Branchen Hotels und Lebensmitteleinzelhandel erläutert.



## 4 Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Unternehmen

Die in Kapitel 3.3 dargestellten Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung sowie die dargestellten Potenziale der Energieverbrauchsreduzierung in Unternehmen des Kleinverbrauchersektors stellen keine hinreichende Bedingung für die Ausschöpfung der Potenziale und für eine Verbesserung der Energieeffizienz in den Unternehmen dar, wie in Kapitel 3.4 diskutiert. Es bestehen verschiedene Hemmnisse, die der Realisierung solcher Maßnahmen entgegenstehen und die je nach Branche einen unterschiedlich großen Einfluss haben. Ziel dieses Kapitels ist die Identifikation, Einordnung und Beurteilung der Hemmnisse, die einer Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Unternehmen entgegenstehen. Dazu werden zwei Branchen untersucht, die Hotelbranche als Beispiel für den Dienstleistungssektor und die Branche Lebensmitteleinzelhandel als Beispiel für den Handelssektor.

Für eine Analyse der Ursachen fehlender Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung ist zunächst zu unterscheiden zwischen den verschiedenen Arten von Hemmnissen, die bei der rationellen Energieanwendung bestehen. Hemmnisse lassen sich nach finanziellen, organisatorisch-informativen und technologischen Hemmnissen unterscheiden /Hofer 1993, S. 94 ff./, wie in Abb. 4-1 dargestellt. In diese Kategorien fallen Hemmnisse wie Informationsdefizite, fehlende Motivation, fehlendes Kapital, eine fehlende Spezialisierung von Geräteausrüstern bezüglich Energieeffizienz etc.



**Abb. 4-1:** Einteilung der Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung nach Arten

Abgesehen von dieser Kategorisierung bestehen individuelle (betriebsspezifische) Hemmnisse und branchenspezifische Hemmnisse. Um übertragbare branchentypische Lösungsmöglichkeiten zu ermitteln, werden die Hemmnisse branchenweise untersucht. Rahmenbedingungen der Umsetzung rationeller Energieanwendung in Unternehmen der zu untersuchenden Branchen wie die wirtschaftliche Situation der Branche, die gesellschaftlichen Wertevorstellungen der Entscheidungsträger in den Unternehmen und deren Einfluss auf die Realisierung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung sowie legislative bzw. ordnungsrechtliche Gegebenheiten werden nicht als Hemmnisse bezeichnet, da sie das gesellschaftlich-wirtschaftlich-rechtliche Umfeld vorgeben, in dem Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung möglich sind und Potenziale der Energieverbrauchs-minderung genutzt werden können.

#### **4.1 Vorgehen bei der Analyse von Hemmnissen in Branchen**

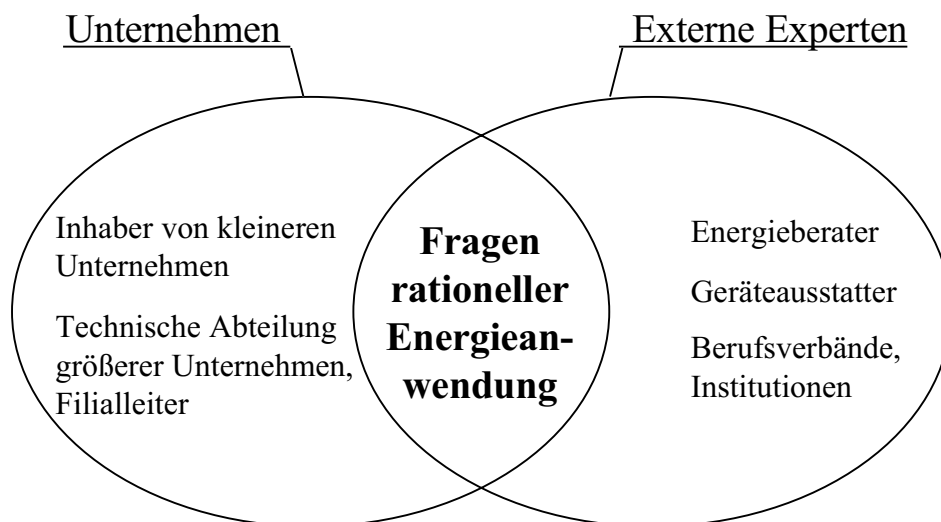
In der Literatur finden sich Erfahrungsberichte von Projekten, bei denen Hemmnisse nicht zentraler Untersuchungsgegenstand sind, sondern als zusätzliche Erkenntnis beschrieben werden. /Perincioli 1994/, /ESV 1994/ Dabei wird die Meinung von Planern, Energieberatern, Geräteausstattern usw. wiedergegeben und nur vereinzelt die der Zuständigen aus den betroffenen Unternehmen. Die alleinige Auswertung solcher Berichte eignet sich nicht zur Ermittlung branchentypischer Hemmnisse, da auch Sichtweise und Aktivitäten der Personen in den Unternehmen berücksichtigt werden müssen. Weiterhin existieren Fallstudien über Hindernisse bei der Implementierung energieeffizienter Technologien /Krug u. a. 1994/. Dabei werden Hemmnisse technologiebezogen ermittelt. Diese Ergebnisse erlauben Rückschlüsse auf die Möglichkeiten der Markteinführung von energieeffizienten Geräten und Anlagen. Eine Aussage über die generellen Hemmnisse in einer Branche und über Möglichkeiten und Instrumente zur Abhilfe lassen sich davon nur bezüglich einzelner mehrmals auftretender Hemmnisse ableiten. Auch der Bereich organisatorischer nicht-investiver Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung kann mit dieser Methode nur schwer erfasst werden. Eine Analyse von Hemmnissen, die sich ausschließlich auf die bestehenden Fallstudien aus Einzelbetrieben einer Branche stützt, ist grundsätzlich problematisch, da die Angaben und Daten vorliegender Fallstudien unterschiedliche Genauigkeiten und Aggregationen aufweisen.

Zur Bearbeitung der Fragestellung wurde daher neben einer umfassenden Literaturauswertung eine Umfrage zur Analyse der Hemmnisse für die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung durchgeführt. Zweck der Umfrage ist die Datenerhebung zur Identifikation branchenspezifischer Hemmnisse, um daraus branchenweit anwendbare Instrumente zur Überwindung der Hemmnisse ableiten zu können. Deshalb wurde die Umfrage in den beiden Beispielbranchen für Dienstleistung und Handel, Hotels und Lebens-

mitteleinzelhandel, mit jeweils einer Stichprobe durchgeführt und die Ergebnisse branchenweise ausgewertet. Zur Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten der jeweiligen Branche bei Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Umfrage wurde ein die Untersuchung begleitender Ausschuss aus Unternehmensvertretern, Energieberatern und Berufsverbänden gebildet, dessen Funktion und Arbeitsweise in Kapitel 4.2 dargestellt wird.

#### 4.2 Einbindung von Branchenvertretern in die Hemmnisanalyse

Zur effizienten Durchführung der Umfrage und um in der weiteren Analyse alle Eigenschaften des komplexen Systems "Unternehmen" und die individuellen Sichtweisen verschiedener Personengruppen erfassen und untersuchen zu können, wurde ein Ausschuss aus Personen aus Lebensmitteleinzelhandels- und Hotelunternehmen, die für Energiefragen im Unternehmen zuständig sind, und Personen, die nicht den Unternehmen der Branche angehören, aber Funktionen bezüglich der Energienutzung für die Unternehmen der Branchen wahrnehmen, gebildet. Diese Funktionen umfassen z. B. Beratung bei Installation von haustechnischen Anlagen, bei Kühl- und Beleuchtungsanlagen, Energieberatungen nach /VDI 3922/ oder Tarifberatungen. Nach Abb. 4-2 wird dieser Personenkreis als "externe Experten" bezeichnet.



**Abb. 4-2:** Einordnung der im Bereich rationelle Energieanwendung einer Branche agierenden Personen

Zuständige Personen bei den Unternehmen sind bei kleinen Unternehmen die Inhaber und bei mittleren bis größeren Unternehmen Mitarbeiter der zentralen Technikabteilungen. Dies resultiert aus der Struktur der Handels- und Dienstleistungsbranchen des Kleinverbrauchersektors, die sich aus den zwei Gruppen (kleine) selbständige Einzelunternehmen und größere Filialbetriebe bzw. Ketten zusammensetzen. Obwohl sich die untersuchten Branchen in der



Art der Energieanwendungen unterscheiden, wurde nur ein Ausschuss mit zirka 20 Mitgliedern für beide Branchen organisiert, um Synergieeffekte aus den unterschiedlichen branchenbedingten Erfahrungen der Unternehmen und den übergreifenden Erfahrungen der externen Experten zu nutzen. Die Struktur des Ausschusses ist in Tab. 4-1 wiedergegeben.

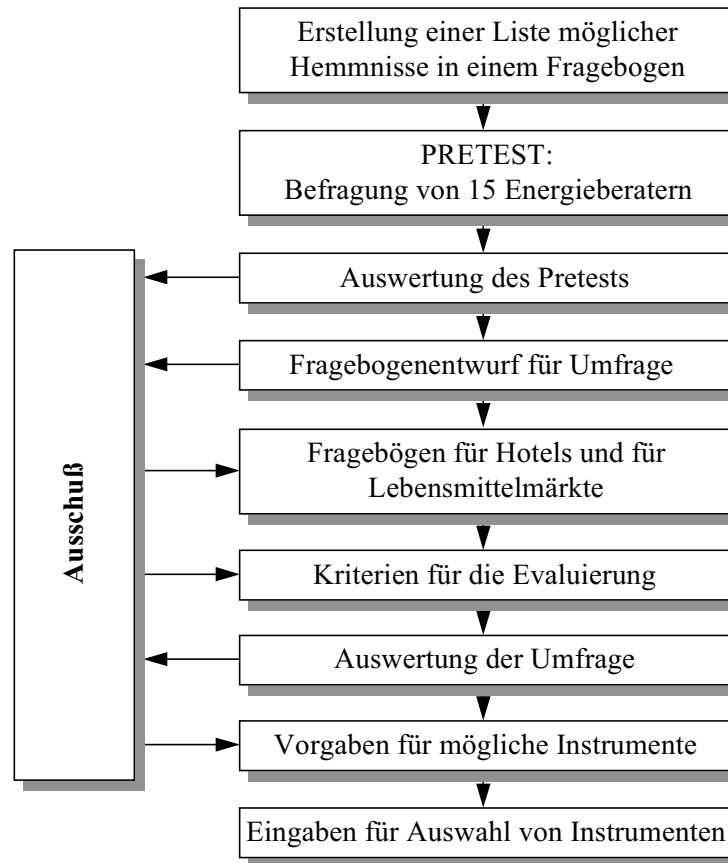
**Tab. 4-1:** Struktur des Ausschusses mit Branchenvertretern

Teilnehmerart	in beiden Branchen tätig	nur Hotelbranche	nur Lebensmittel-einzelhandel	Gesamt
Geräteausrüster		1		1
Energieberater	3	3	3	9
Institution	2	1		3
Unternehmen		2	2	4
Verband	2	1	1	4
<b>Gesamt</b>	7	8	6	21

Die Arbeit des Ausschusses wurde mit Hilfe von Rundbriefen mit Rückantworten und Ausschusstreffen in regelmäßigen Abständen organisiert. So wurde die Arbeitsform des Rundbriefs zur Anpassung des Fragebogenentwurfs für die Hemmnisumfrage an die Anforderungen der Befragten genutzt (vgl. Kap. 4.3). Entscheidungen und Empfehlungen bezüglich der Auswahl sinnvoller Instrumente zur Unterstützung der rationellen Energieanwendung wurden in gemeinsamen Besprechungen diskutiert und abgestimmt (vgl. Kap. 5.1 und 5.2).

### 4.3 Umfrage zu Hemmnissen in der Hotelbranche und im Lebensmitteleinzelhandel

Um eine möglichst vollständige Liste aller denkbaren Hemmnisse zu erhalten, wurde ein mehrstufiges Vorgehen für die Umfrage gewählt, wie in Abb. 4-3 dargestellt. Zunächst wurden mögliche Hemmnisse mit Hilfe von Literaturrecherchen und dem Abgleich von Erfahrungen aus durchgeführten Projekten in einem ersten Fragebogen zusammengestellt. Mit diesem Fragebogen wurde ein Pre-Test bei Energieberatern durchgeführt. Daraus ergab sich ein modifizierter Entwurf für den Fragebogen der branchenweiten Hemmnisbefragung in Hotels und Lebensmitteleinzelhandelsmärkten. Dieser Entwurf wurde anschließend im Ausschuss diskutiert und so abgeglichen, dass Inhalt, Struktur, Wortwahl und Umfang des Fragebogens einerseits das Untersuchungsziel erfüllen und andererseits eine möglichst hohe Akzeptanz bei den zu Befragenden erreichen.



**Abb. 4-3:** Vorgehensweise bei der Umfrage zur Hemmnisanalyse und Einbindung des Ausschusses

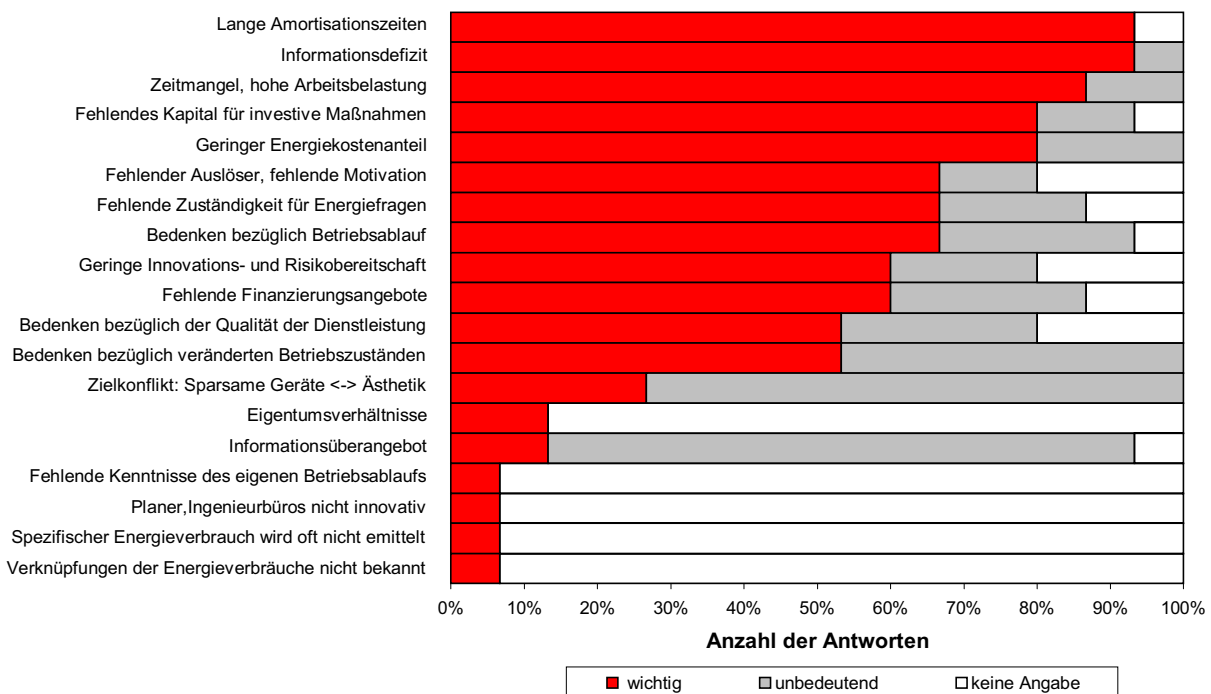
#### 4.3.1 Hemmnisliste und Pre-Test

Die Liste der mit Hilfe der Auswertung vorhandener Literatur und Berichten aus durchgeführten Projekten (/Enquete 1990/, /Hofer; Schnitzer 1993/, /Haug u. a. 1997b/, /FORUM 1997/, /VDEW 1997a/, /Weber 1997/, /Krug u. a. 1994/, /Gruber; Brand 1990/, /Beer; Krebs 1992/, /Perincioli 1994/, /Heintz 1997/) zusammengestellten möglichen Hemmnisse ist in Tab. 4-2 unterteilt nach den Hemmnisarten dargestellt. Der Fragebogen für den Pre-Test basiert auf dieser Hemmnisliste. Im Pre-Test wurde eine Gruppe von 15 Energieberatern, die sich zur Verfügung gestellt hatten, zu organisatorischen, technologischen, finanziellen und weiteren Hemmnissen befragt, wobei nur angegeben werden sollte, ob die in der Liste vorgegebenen Hemmnisse jeweils wichtig oder unwichtig sind. Eine feinere Einteilung bezüglich des Grades der Wichtigkeit eines Hemmnisses war im Pre-Test nicht sinnvoll, da die Fragen hier nicht auf eine Branche festgelegt waren.

**Tab. 4-2:** Liste möglicher Hemmnisse als Basis für die Untersuchung

<i>Organisatorische Hemmnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsdefizit</li> <li>• Informationsüberangebot</li> <li>• Zeitmangel, hohe Arbeitsbelastung</li> <li>• Fehlender Auslöser, fehlende Motivation</li> <li>• Zielkonflikt: Sparsame Geräte &lt;-&gt; Ästhetik, Komfort der Geräte</li> <li>• Fehlende Zuständigkeit für Energiefragen</li> <li>• Bedenken bezüglich Betriebsablauf</li> </ul>
<i>Technologische Hemmnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedenken bezüglich der Qualität des Produktes bzw. der Dienstleistung</li> <li>• Bedenken bezüglich veränderten Betriebszuständen von Geräten</li> </ul>
<i>Finanzielle Hemmnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringer Energiekostenanteil</li> <li>• Fehlendes Kapital für investive Maßnahmen</li> <li>• Lange Amortisationszeiten bei investiven Maßnahmen</li> <li>• Fehlende Finanzierungsangebote für investive Maßnahmen</li> </ul>
<i>Weitere Hemmnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Innovations- und Risikobereitschaft</li> <li>• sonst: .....</li> </ul>

Ein wichtiger Teil der Befragung war die Überprüfung der vorgegebenen Hemmnisliste auf Vollständigkeit. Abb. 4-4 zeigt das Ergebnis, bei dem 14 der 15 Befragten zu lange Amortisationszeiten als wichtiges Hemmnis nennen, ebenso wie das Informationsdefizit bezüglich der Möglichkeiten der rationellen Energieanwendung in den Betrieben. Als bedeutend wird seitens der befragten Energieberater ebenfalls häufig der Zeitmangel der zuständigen Personen in den Unternehmen eingeschätzt.



**Abb. 4-4:** Hemmnisse bei Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in kleinen und mittleren Unternehmen aus Gewerbe und Handel gemäß Gewerbeberatern von Energieversorgern

Als meist unbedeutendes Hemmnis wird ein Zielkonflikt zwischen der Ästhetik von Geräten und deren Energieeffizienz angesehen, wie es beispielsweise bei Kompaktleuchtstofflampen und Glühlampen zum Teil der Fall ist. Als unbedeutend wird ein mögliches Informationsüberangebot bewertet. Die Frage ist Kontrollfrage zur Abfrage nach dem Informationsdefizit und bestätigt eindeutig, dass Zuständige in den Betrieben mehr Information zu Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung benötigen und keine Informationsübersättigung festzustellen ist. Die vier letzten Hemmnisse in der Liste der Abb. 4-4 und das Hemmnis "Eigentumsverhältnisse" sind von den befragten Energieberatern ergänzt worden. Das Hemmnis "Eigentumsverhältnisse" umschreibt die unterschiedliche Zuordnung der bei einer Maßnahme zur rationellen Energieanwendung anfallenden Investitionskosten zum Besitzer einer Energieumwandlungsanlage und die laufenden beziehungsweise dann verminderten Energiekosten zum Nutzer der Anlage.

#### **4.3.2 Befragung mit einer angepassten Delphi-Methode**

Erhebungen von Energiedaten anhand von Fragebögen für die Bereiche Energieanwendung und Energieverbrauch in Unternehmen wurden in Zusammenarbeit mit Berufsverbänden bereits durchgeführt (vgl. Kap. 2). Die Besonderheit der vorliegenden Erhebung ist, dass die Daten nicht physikalischer Natur sind, sondern die individuelle Einschätzung der Befragten hinsichtlich der Möglichkeiten rationeller Energieanwendung, wie bereits im Pre-Test, wiedergeben. Diese Meinungen werden neben vielen Umständen von zwei Faktoren systematisch beeinflusst: Zum einen von der Funktion des Befragten, das heißt, ob die Person z. B. verantwortlich für die Energieversorgung oder den Energieträgereinkauf in einem Unternehmen ist oder ob sie die Position eines externen Beraters hat. Zum anderen hängt die Meinung, welche Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung bestehen, auch davon ab, inwieweit der- oder diejenige von Fragestellungen der rationellen Energieanwendung im beruflichen Alltag betroffen ist. Diese Berücksichtigung der Funktion von Befragten in einer Branche lässt sich über eine Einteilung in Personal in Unternehmen und externe Experten erreichen, analog der Einteilung für den Personenkreis des Ausschusses, wie in Abb. 4-2 dargestellt. Die Berücksichtigung, wie stark ein Befragter von den konkreten Fragestellungen der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung im beruflichen Alltag innerhalb seiner Funktion tangiert ist, wird durch die Abfrage der Einschätzung der eigenen Fachkenntnis bezüglich des jeweiligen Hemmnisses erreicht.

Eine Befragungsmethode, die die Fachkenntnis als Messgröße für die Qualität einer Antwort verwendet, ist die Delphi-Methode /Häder 1996/. Mit der Delphi-Methode werden die "Einsichten und Zukunftseinschätzungen ausgewählter Fachleute" zu Themen wie die Entwicklung von bestimmten Forschungsbereichen oder zu gesellschaftlichen Situationen

und Entwicklungen systematisch erhoben und ausgewertet /Grupp 1992/. Wesentliche Merkmale einer klassischen Delphi-Befragung sind erstens die Befragung einer als Fachleute zu einem Thema exakt definierten Gruppe von Personen, zweitens die Erhebung und Berücksichtigung der "Fachkenntnis" jedes Befragten zu jedem Fragekomplex sowie drittens in der Regel ein mehrmaliges Befragen derselben Personen zu den gleichen Fragen und das Zulassen von Änderungen der Antworten durch den Befragten nach Zugang neuer Informationen. Eingesetzt wird die Delphi-Methode z. B. für die Abschätzung zukünftiger Entwicklungen in Wissenschaft und Technik /BMFT 1993/, für die Technikfolgenabschätzung /Grupp 1992/, zur Ermittlung erfolgreicher beruflicher Aus- und Weiterbildungsprogramme /Dagenais 1978/ oder zur Bestimmung von Entwicklungstendenzen touristischer Nachfrage /Müller u. a. 1991/.

In der vorliegenden Arbeit wurde eine an die Delphi-Methode angelehnte Befragungsmethode für die Hemmnisanalyse entwickelt, die an die Anforderungen und Besonderheiten in den untersuchten Branchen angepasst wurde. Die Zielgruppe für die Befragung bestand aus Personen aus Technikabteilungen von Lebensmitteleinzelhandelsketten, Inhabern selbständiger ("Franchising-") Märkte, Personen aus Technikabteilungen von Hotelketten, Inhabern selbständiger Hotels sowie aus "externen Experten" beider Branchen. Die Fachkenntnis jedes Befragten wurde zu jedem Hemmnis erhoben und bei der Auswertung berücksichtigt. Dabei war die Fachkenntnis vom Befragten selbst einzuschätzen.

Auf ein mehrmaliges Befragen derselben Personen zu den gleichen Fragen, wie bei der klassischen Delphi-Methode üblich, wurde in der vorliegenden Arbeit aus zwei Gründen verzichtet: Zunächst kann bei den Personen besonders in den Hotel- und Lebensmitteleinzelhandelsunternehmen, die für diese aus ihrer Sicht sehr theoretische Fragestellung möglichst wenig Zeit aufwenden, keine Akzeptanz für eine zweimalige Befragung vorausgesetzt werden. Weiterhin dient das mehrmalige Befragen bei der klassischen Delphi-Methode der kognitiven Meinungsbildung unter Fachleuten, wobei offen bleibt, ob die Realität durch eine weitere Befragungsrunde wirklich besser abgebildet werden kann. "Da die Methode konvergenzbildend ist, favorisiert sie die Mehrheitsmeinung und bewegt abweichende Auffassungen zur Anpassung" /Grupp 1992/.

Bei der Erstellung von Fragebögen für die Hemmnisumfrage stellt sich das Problem, dass einerseits neben der Einschätzung der Bedeutung verschiedener Hemmnisse für Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung auch eine Einschätzung der eigenen Fachkenntnis zu diesem Thema vom Befragten vorzunehmen ist. In der Regel sind besonders Wissenschaftler Zielgruppe einer Delphi-Befragung, die Wissens einschätzungen und -überprüfungen theoretisch gewohnt sind. Im vorliegenden Fall musste ein Fragebogen für Experten in Technikabteilungen von Unternehmen entworfen werden, der an Denkweise und Arbeitsalltag dieser Gruppe angepasst ist. Nach Erfahrungen mit Berufsverbänden und befragten Betrieben bei Datenerhebungen ist keine Motivation zur Mitarbeit vorhanden, wenn

Absicht und Nutzen der Umfrage für den Befragten nicht unmittelbar ersichtlich ist /Einzelhandelsverband 1996/. Folglich musste ein Fragebogen entwickelt werden, der die Anforderungen der "Delphi-Fragen" und die Anforderungen an einen Fragebogen, der leicht verständlich und schnell zu bearbeiten ist, vereinigt.

Als Beispiel für die entwickelten branchenspezifischen Hemmnisfragebögen ist der Fragebogen für die Hotelbranche als Anhang B beigefügt. Sowohl die befragten Experten aus den Unternehmen als auch die externen Experten erhielten den gleichen Fragebogen. Damit sind die Ergebnisse der einzelnen Gruppen direkt vergleichbar. Der Fragebogen besteht aus vier Teilen. Nach einem Anschreibenteil mit der Erläuterung des Umfrageziels wird für ein Hemmnis ein Beispiel gegeben. Dabei wird erläutert, wie Bedeutung und Fachkenntnis abzuschätzen sind. Die Bedeutung eines Hemmnisses kann in vier Stufen von groß (vier Punkte) bis unbedeutend (ein Punkt) angegeben werden und die individuelle Fachkenntnis in vier Stufen von groß (vier Punkte) bis fachfremd (ein Punkt). In einem weiteren Teil werden Angaben zur Struktur des Unternehmens und zum Tätigkeitsbereich erhoben, so dass die Zuordnung des Befragten zu einer Gruppe vorgenommen werden kann. Im letzten Teil sind mögliche Hemmnisse aufgelistet, wobei zu jedem Hemmnis eine Erläuterung oder ein praktisches Beispiel gegeben wird. Schließlich ist noch die Möglichkeit für Ergänzungen und Anmerkungen gegeben, um nicht abgefragte Besonderheiten erfassen zu können und zusätzliche Anregungen zu erhalten.

### 4.3.3 Auswertung der Umfrageergebnisse zur Hemmniserhebung

Die Methode zur Auswertung der Antworten besteht in der Bewertung der Antworten zu den Hemmnissen sowie in der Berücksichtigung der von den Befragten angegebenen Fachkenntnis (1-4 Punkte) zu jedem Hemmnis. Dies wird im Rahmen einer Gewichtung durchgeführt, wobei die Gewichtung ein Indikator für die Qualität jeder Antwort darstellt. Um die Bedeutung jedes Hemmnisses bestimmen und mit anderen Hemmnissen vergleichen zu können, wird folgende Vorgehensweise gewählt: Für jedes Hemmnis "q" im Fragebogen und jede Antwort "x" (Befragter bzw. Datensatz) gilt, dass die Antwort A für die Bedeutung des Hemmnisses Werte zwischen eins und vier annehmen kann, also

$$A_{qx} = [1,4].$$

Die geschätzte eigene Fachkenntnis F für ein Hemmnis q kann im Fragebogen ebenfalls Werte zwischen eins und vier annehmen:

$$F_{qx} = [1,4]$$

Zusätzlich wird der Wert für A bzw. für  $F = 0$  gesetzt, wenn keine Angabe für das Feld vorhanden ist. Eine einfache Multiplikation beider Werte würde Antworten mit hoher Fachkenntnis und niedriger Bedeutung einerseits und Antworten mit niedriger Fachkenntnis und hoher Bedeutung andererseits gleichsetzen. Dies würde zu falschen Ergebnissen führen, da beide Antworten eine grundsätzlich andere Bewertung erfordern. Deshalb wird der Wert A für die Bedeutung für alle Antworten so verschoben, dass der Wertebereich negative und positive Werte annimmt ( $A_{qx}-2,5$ ). Hierdurch werden Ergebnisse von Antworten mit hoher Fachkenntnis verstärkt. Das Produkt aus beiden Daten führt zu einer gewichteten Antwort  $w$  jedes Befragten  $x$  für jedes Hemmnis  $q$ . Für die Berechnung von  $w$  gilt:

$$\begin{aligned} A = 0 \vee F = 0 &\Rightarrow \text{keine Angabe für } w \\ \text{sonst} &\Rightarrow w_{qx} = (A_{qx} - 2,5) \cdot F_{qx} \end{aligned} \quad (4-1)$$

Die gewichteten Antworten  $w_{qx}$  können damit Werte im Intervall  $[-6, 6]$  annehmen. Die Mittelwerte  $w_q$  über alle Antworten  $x$  ergeben sich zu:

$$w_q = \frac{\sum_x^n w_{qx}}{n} \quad (4-2)$$

wobei:  $n$  = Anzahl der Antworten mit  $A_{qx} \neq 0$  und  $F_{qx} \neq 0$ .

Um das Befragungsergebnis anschaulich darzustellen, wird der Mittelwert skaliert und verschoben, und zwar entsprechend:

$$W_q = \left[ w_q \cdot \frac{50}{6} \right] + 50 \quad (4-3)$$

Mit Hilfe von Gleichung 4-3 wird  $W_q$  als gewichtete Bedeutung des Hemmnis  $q$  normiert in einem Intervall  $[0, 100]$  angegeben.

Die Fachkenntnis ist bei der Ermittlung jeder Angabe  $A_{qx}$  als Gewichtung berücksichtigt, allerdings ist nicht erkennbar, wie groß die Fachkenntnis im Durchschnitt bei einem Hemmnis ist. Es wird angenommen, dass, je höher die Fachkenntnis  $F_q$  im Durchschnitt ist, um so sicherer die Aussage über die Bedeutung des Hemmnis ist. Es existiert demnach eine Unsicherheit für jede Bedeutung  $W_q$ , denn je mehr Befragte für ihre

Fachkenntnis " $F_{qx} = 1$ " angeben, um so unsicherer ist das Ergebnis für die Bedeutung des Hemmnis  $q$ . Diese Unsicherheit wird als Toleranz  $U$  für den Wert  $W_q$  ausgewiesen:

$$W_q \pm U_q \quad (4-4)$$

Um den Wert  $U_q$  zu bestimmen, wird angenommen, dass

$$\forall x: F_{qx} = 4 \Rightarrow U_q = 0 \quad (4-5)$$

$$\forall x: F_{qx} = 1 \Rightarrow U_q = U_{q,max} \quad (4-6)$$

Der Wert für  $U_{q,max}$  lässt sich wie folgt bestimmen: Es wird angenommen, dass alle Befragten für das Hemmnis  $q$  maximale Bedeutung angeben,  $A_{qx} = 4$ . Gleichzeitig geben alle die Fachkenntnis mit  $F_{qx} = 1$  an, also maximale Unsicherheit. Nach Gleichung 4-3 ergibt sich  $W_q = 62,5$  für dieses Hemmnis auf der Skala von Null bis 100. Da sich aus diesen Antworten maximale Unsicherheit ergibt, könnte die Bedeutung des Hemmnisses auch  $W_q = 100$  betragen. Die Differenz entspricht dem Wert für die maximale Unsicherheit, also

$$U_{q,max} = 37,5 \quad (4-7)$$

Für den Fall, dass alle Antworten minimale Bedeutung ( $A_{qx} = 1$ ) und minimale Fachkenntnis (maximale Unsicherheit,  $F_{qx} = 1$ ) aufweisen, ergibt sich  $W_q = 37,5$ . Da sich aus diesen Antworten ebenfalls maximale Unsicherheit ergibt, könnte die Bedeutung des Hemmnisses auch  $W_q = 0$  betragen. Die Differenz entspricht auch hier dem Wert für die maximale Unsicherheit,  $U_{q,max} = 37,5$ .

Für die Berechnung von  $U_q$  für jedes Hemmnis wird ein linearer Zusammenhang mit  $0 \leq U_q \leq 37,5$  für  $4 \geq F_q \geq 1$  angenommen, so dass der Wert für  $U_q$  sich berechnet zu:

$$U_q(F_q) = \frac{37,5}{3} \cdot (4 - F_q) \quad (4-8)$$

wobei  $F_q$  = Mittelwert ( $F_{qx}$ ),  
 $F_q = [1;4]$

Mit Hilfe der Gleichungen 4-1 bis 4-8 kann nun für jedes Hemmnis in jeder Branche die Bedeutung bestimmt werden, sowie die Unsicherheit, mit der die Aussage behaftet ist.



#### 4.3.4 Antwortquoten und Stichproben

Für die beiden Branchen Hotels und Lebensmitteleinzelhandel wurden nach Abb. 4-2 zwei Gruppen von Befragten unterschieden: Personen aus den Unternehmen der Branchen und "externe Experten", so dass für vier Gruppen eine repräsentative Anzahl von Befragungen durchzuführen war. In früheren Umfragen gab es bei Antworten von Supermärkten einen sehr schwachen Rücklauf (vgl. Kapitel 2.8), so dass in diesem Bereich mehr Fragebögen aufgewendet wurden, um die erforderliche Anzahl an Datensätzen zu erreichen.

Die Adressen von zu befragenden Unternehmen wurden aus den Listen von Unternehmen aus der Umfrage zur Erhebung von Energiedaten zusammengestellt. Daneben wurden Fragebögen über die Ausschussmitglieder verteilt. Da so zwei Vertriebswege für Fragebögen parallel genutzt wurden, wurde eine Kontrolle der Struktur der Stichprobe durchgeführt, um sicherzustellen, dass sowohl sehr kleine als auch größere Unternehmen in der Befragung berücksichtigt werden. Tab. 4-3 gibt einen Überblick über die Anzahl verteilter Fragebögen und die Antwortquoten der Umfrage in beiden Branchen.

**Tab. 4-3:** Anzahlen verteilter Fragebögen und Rücklauf bei der Umfrage zu Hemmnissen für die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung

<b>HOTELS:</b>	verteilt	Rücklauf	in %
Hotel-Unternehmen	508	82	16%
Externe Experten	56	17	30%
<b>Summe Hotelbranche</b>	<b>564</b>	<b>99</b>	<b>18%</b>
<b>LEBENSMITTELEINZELHANDEL:</b>	verteilt	Rücklauf	in %
Einzelhandels-Unternehmen	950	168	18%
Externe Experten	51	17	33%
<b>Summe Lebensmitteleinzelhandel</b>	<b>1001</b>	<b>185</b>	<b>18%</b>

Von den über 500 angesprochenen Hotels haben 285 den Fragebogen direkt erhalten, während die restlichen Hotels über den Ausschuss erreicht werden konnten. Im Lebensmitteleinzelhandel wurden 730 Fragebögen über den regionalen Berufsverband an Supermärkte geschickt. Die meisten der so angesprochenen Unternehmen sind unabhängige Märkte. Fast 200 Fragebögen wurden direkt an die Filialen zweier großer Lebensmitteleinzelhandelsketten verteilt. Die verbleibenden zirka 20 Märkte und 51 Experten wurden über den Ausschuss kontaktiert.

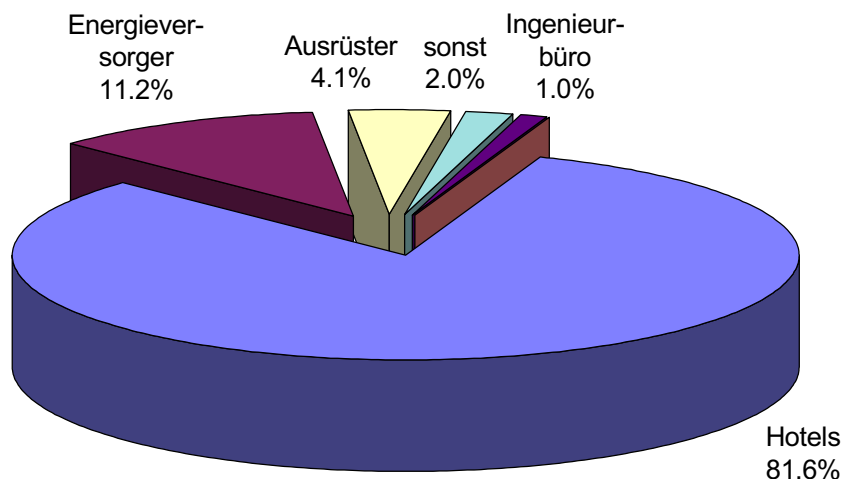
Mit dem in Tab. 4-3 dargestellten Rücklauf stehen 99 Datensätze aus der Hotelbranche und 185 Datensätze aus dem Lebensmitteleinzelhandel für die Auswertung zur Verfügung. Die erzielten hohen Antwortquoten (vgl. Kapitel 2.8) resultieren aus dem Vorteil, bestehende Kontakte zwischen Unternehmen und externen Experten mit Hilfe des

Ausschusses zu nutzen gegenüber einem ausschließlich postalischen anonymen Vertrieb von Fragebögen. Dafür wurde an die Überwachung der Stichprobenstruktur ein höherer Aufwand gestellt. Die Antwortquote für Unternehmen des Lebensmitteleinzelhandels setzt sich zusammen aus einer sehr hohen Rücklaufquote der 200 Filialen von Ausschussmitgliedern und einem sehr niedrigen Rücklauf der 730 Verbandsmitglieder, die angeschrieben wurden.

Die Antworten zu Bedeutung und Fachkenntnis zu jedem Hemmnis sind vollständiger als bei solch einer komplexen Fragestellung erwartet werden könnte. So liegt die höchste Antwortquote bei der Bedeutung eines Hemmnisses bei 95 %. Die niedrigste Antwortquote liegt bei 85 %. Auch die Einträge zur Fachkenntnis, die als schwierigste Angaben im Fragebogen anzusehen sind, liegen für kein Hemmnis unter 75 %.

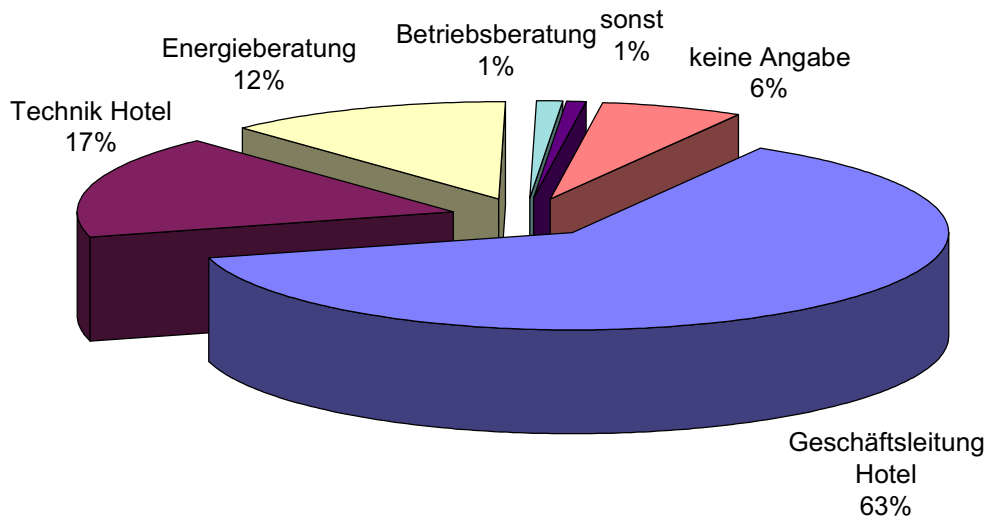
### Struktur der Daten aus der Hotelbranche

Aus den Fragebögen kann zur Gruppierung der Daten zunächst die Art des Unternehmens bzw. der Institution ermittelt werden. Die Antworten von Unternehmen werden getrennt von den Antworten externer Experten behandelt, da bezüglich einzelner Hemmnisse aufgrund der unterschiedlichen Sichtweise durch die beruflichen Funktionen Unterschiede zu erwarten sind. Wie Abb. 4-5 zeigt, sind bei der Stichprobe für die Hotelbranche zirka 82 % der Aussagen Mitarbeitern von Hotelunternehmen zuzuordnen und insgesamt zirka 18 % den externen Experten.



**Abb. 4-5:** Gliederung der Stichprobe Hotelbranche nach Unternehmensart

Da die Gesamtstichprobe zirka 100 Datensätze enthält, ist eine Einteilung der Daten unter Berücksichtigung einer Mindestanzahl von 15 Antworten je Gruppe in zwei Gruppen möglich. Die Struktur der Stichprobe, bezogen auf die Tätigkeit der Befragten, ist in Abb. 4-6 dargestellt.



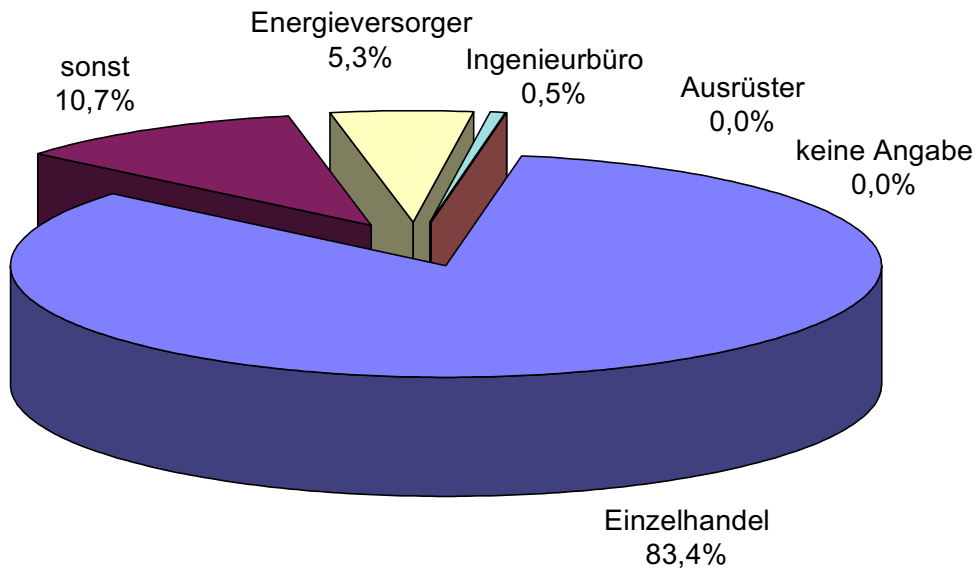
**Abb. 4-6:** Gliederung der Stichprobe Hotelbranche nach Tätigkeitsbereich

Die Mehrzahl der Antworten stammt von Geschäftsleitern und technischen Leitern in Hotels. 18 % der Antworten weisen Mehrfachnennungen bei der Tätigkeit auf. Mehrfachnennungen kommen dort vor, wo mehrere Arbeitsbereiche von einer Person abgedeckt werden. Aus diesem Grunde wird nicht der Tätigkeitsbereich als Indikator für die Einteilung in Gruppen verwendet, sondern die Einteilung nach Abb. 4-5.

### Struktur der Daten aus dem Lebensmitteleinzelhandel

Im Lebensmitteleinzelhandel sind 83,4 % der Antworten Personen aus den Unternehmen der Branche zuzuordnen. Die Struktur der Stichprobe bezüglich der Unternehmensart ist in Abb. 4-7 dargestellt.

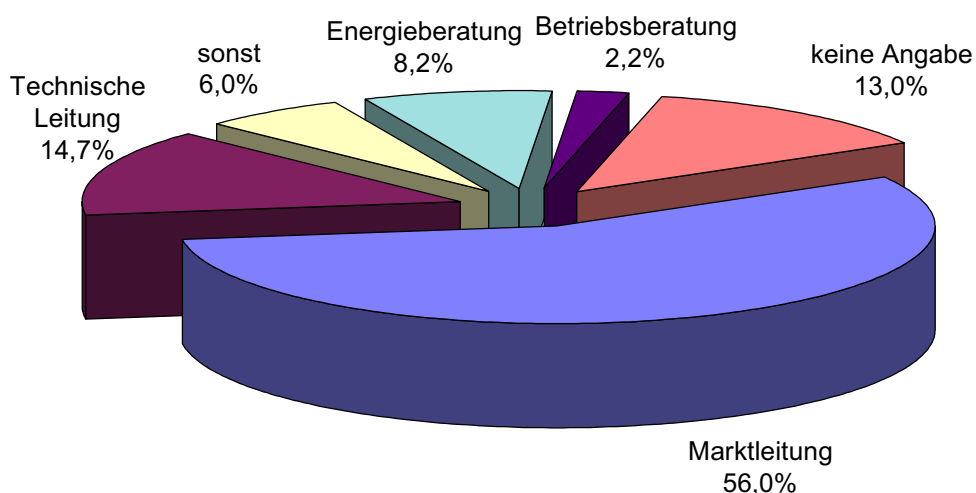
In der Datenbasis sind auch Antworten von Non-Food-Märkten und Großhandelsmärkten vorhanden; diese sind in Abb. 4-7 als "sonst" zusammengefasst. Die Daten der Lebensmitteleinzelhandel-Stichprobe sollten analog der Hotelbranche in die zwei Gruppen "Unternehmen" und "externe Experten" eingeteilt werden.



**Abb. 4-7:** Gliederung der Stichprobe Lebensmitteleinzelhandel nach Unternehmensart

Um der unterschiedlichen Unternehmensstruktur der selbständigen Märkte gegenüber der Handelsketten gerecht zu werden, wird eine weitere Unterteilung der in Abb. 4-7 dargestellten Gruppe "Einzelhandel" in (133) Lebensmitteleinzelhandelsketten und (23) selbständige Märkte vorgenommen.

Insgesamt können vier Gruppen identifiziert werden: Die Handelsketten, selbständige Lebensmittelmärkte, die externen Experten und Sonstige. Da die sonstigen Märkte in der Arbeit nicht weiter betrachtet werden, verringert sich die verwertbare Datenanzahl um zirka 10 %. Abb. 4-8 stellt die Struktur der Stichprobe bezüglich der Tätigkeiten der Befragten dar.



**Abb. 4-8:** Gliederung der Stichprobe den Lebensmitteleinzelhandel nach Tätigkeitsbereich

Wie in den Daten zur Hotelbranche sind auch hier Doppeleinträge vorhanden, die eine eindeutige Zuordnung jedes Datensatzes zu einer Gruppe erschweren. Deshalb werden auch

für den Lebensmitteleinzelhandel ausschließlich die eindeutigen Angaben zur Unternehmensart für die Gruppierung der Daten verwendet.

#### 4.4 Hemmnisse in der Hotelbranche

Die Auswertung der zwei Teilgruppen aus der Hotelbranche zeigt, dass externe Experten Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung grundsätzlich bedeutender eingestuft haben als die Befragten der Hotelunternehmen. Tab. 4-4 stellt die Angaben aus der Umfrage als Durchschnittswerte über alle Hemmnisse getrennt nach den beiden Gruppen der Befragten dar.

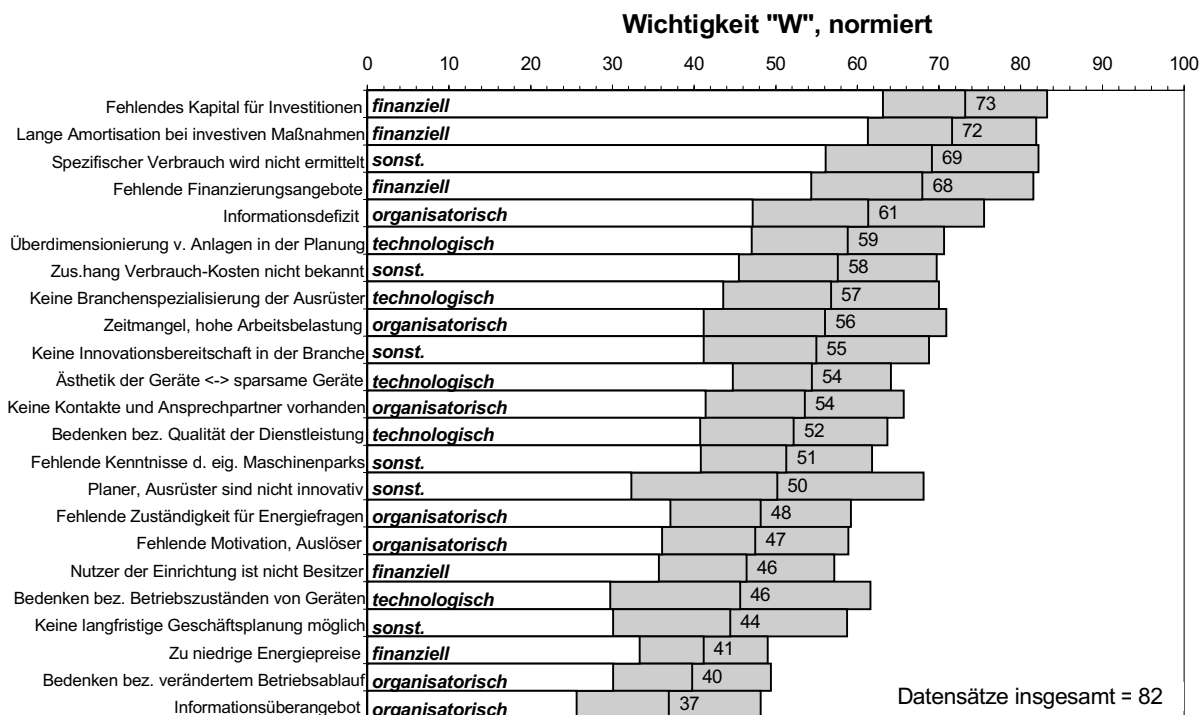
**Tab. 4-4:** Durchschnittswerte der Umfrageergebnisse in den befragten Gruppen der Hotelbranche

	Mittelwert der Bedeutung W über alle Hemmnisse [0; ... ; 100]	Mittelwert der Unsicherheit U über alle Hemmnisse [0; ... ; 37,5]
Hotelunternehmen	53,9	12,2
externe Experten	67,9	8,8

Die externen Experten haben ihre eigene Fachkenntnis im Durchschnitt höher bewertet als die Befragten in den Hotels. Der Durchschnitt der sich daraus ergebenden Unsicherheit für die Aussagen zur Bedeutung der Hemmnisse liegt für die externen Experten bei 8,8 bzw. 23 % der maximale Unsicherheit. Bei den Hotels liegt die Unsicherheit der Aussagen bei durchschnittlich 12,2 bzw. 32,5 % bezogen auf die maximale Unsicherheit. Dies bedeutet, dass sich externe Experten in der Frage der Umsetzungsproblematik rationeller Energieanwendung tendenziell als kompetenter ansehen und die Probleme stärker gewichten als Technische Leiter beziehungsweise Geschäftsleiter von Hotels.

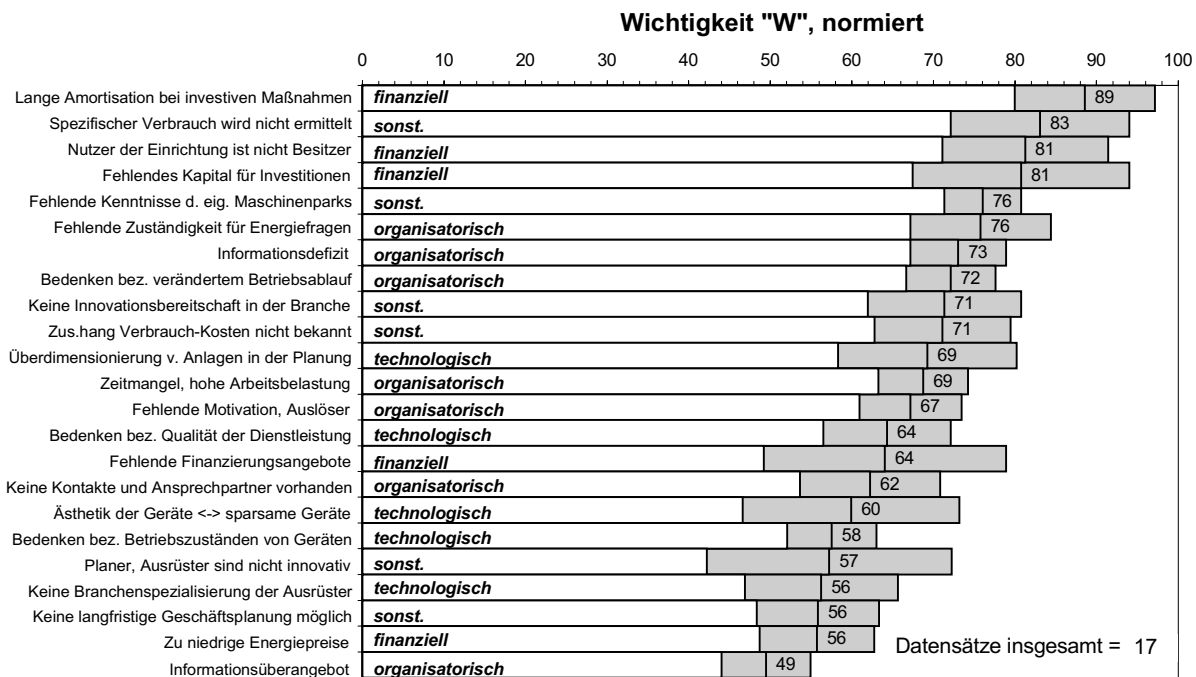
Das Ergebnis der Auswertung der einzelnen Hemmnisse aus Sicht der Befragten aus Hotelunternehmen ist in Abb. 4-9 dargestellt. Aufgetragen ist die ermittelte gewichtete Bedeutung (Wichtigkeit W) für jedes Hemmnis.

Die Unsicherheit jeder Aussage ist als Bandbreite des Wertes der Bedeutung in Form eines schattierten Balken angegeben. Je schmaler die Bandbreite der Unsicherheit um den Wert der Bedeutung ist, um so sicherer ist die Aussage. Die Hemmnisse sind nach der Größe ihrer Bedeutung sortiert dargestellt, wobei bei gleicher Bedeutung zweier Hemmnisse das Hemmnis mit der größeren Unsicherheit nachrangig eingeordnet wird.



**Abb. 4-9:** Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gemäß befragten Experten aus Unternehmen der Hotelbranche

Bei den Antworten der Hotels sind vor allem finanzielle Hemmnisse von Bedeutung. Drei der fünf im Fragebogen aufgelisteten finanziellen Hemmnisse sind unter den vier wichtigsten Hemmnissen. Die Auswertung der finanziellen Hemmnisse unterliegt einer systematischen Verzerrung, da das Anbieten finanzieller Erklärungen im Fragebogen für die fehlende Umsetzung von Maßnahmen in den Hotelunternehmen bei den Verantwortlichen in Hotels eine Erwartungshaltung bezüglich finanzieller Unterstützung hervorrufen kann. Dies betrifft vor allem Hemmnisse wie "Fehlendes Kapital für Investitionen" und "Fehlende Finanzierungsangebote". Das bedeutendste Hemmnis, das nicht in die Kategorie finanzieller Hemmnisse fällt, ist die fehlende Ermittlung des spezifischen Energieverbrauchs. Das bedeutet, dass in Hotels keine Energiekennzahlen ermittelt und ausgewertet werden und dass dies als Hemmnis in Bezug auf die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung angesehen wird. Die Besitzer-Nutzer-Problematik wird von den Befragten aus den Hotelunternehmen als nicht bedeutend eingestuft. Von den meisten externen Experten wird dieses Hemmnis dagegen als sehr wichtig eingestuft ( $W = 81$ ), wie in Abb. 4-10 erkennbar.



**Abb. 4-10:** Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationalen Energieanwendung gemäß befragten externen Experten zu Hotels

Die Abb. 4-10 zeigt, dass finanzielle Hemmnisse tendenziell als wichtig angesehen werden, aber keine der organisatorischen, technologischen oder sonstigen Hemmnisgruppen als dominant angesehen werden kann. Das Hemmnis "spezifischer Verbrauch wird nicht ermittelt" ist sowohl von Mitarbeitern in Hotels als auch von externen Experten als das bedeutendste nicht-finanzielle Hemmnis eingestuft worden. Ausführliche Diskussionen im Rahmen des Ausschusses bestätigen diese Problematik. Es fehlen den Unternehmen Vergleichsmöglichkeiten, um Ziele für eine Minderung des Energieverbrauchs und der Energiekosten effizient und plausibel definieren zu können.

Bei beiden Gruppen übereinstimmend liegen unter den zehn wichtigsten Hemmnissen das Informationsdefizit sowie fehlende Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Energieverbrauch und Energiekosten. Es ist eindeutig für alle Beteiligten, dass kein Informationsüberangebot zu Möglichkeiten der rationalen Energieanwendung besteht. Daraus lässt sich schließen, dass immer noch ein grundsätzliches Bedürfnis zu mehr Information über Möglichkeiten besserer Energieeffizienz und speziell ein Bedürfnis zur Verfügbarkeit von Energiekennzahlen als Vergleichskennzahlen besteht.

#### 4.5 Hemmnisse im Lebensmitteleinzelhandel

Die Ergebnisse der befragten Unternehmen im Lebensmitteleinzelhandel zeigen grundsätzlich eine hohe Unsicherheit der Aussagen bei den Befragten aus den Handelsketten und bei selbständigen Händlern. Tab. 4-5 verdeutlicht dies mit einer Übersicht der durchschnittlichen

Angaben und Unsicherheiten für die verschiedenen Gruppen. Die durchschnittliche Unsicherheit der Einschätzungen zur Bedeutung der Hemmnisse liegt bei 18,8, bzw. 50 % der maximalen Unsicherheit.

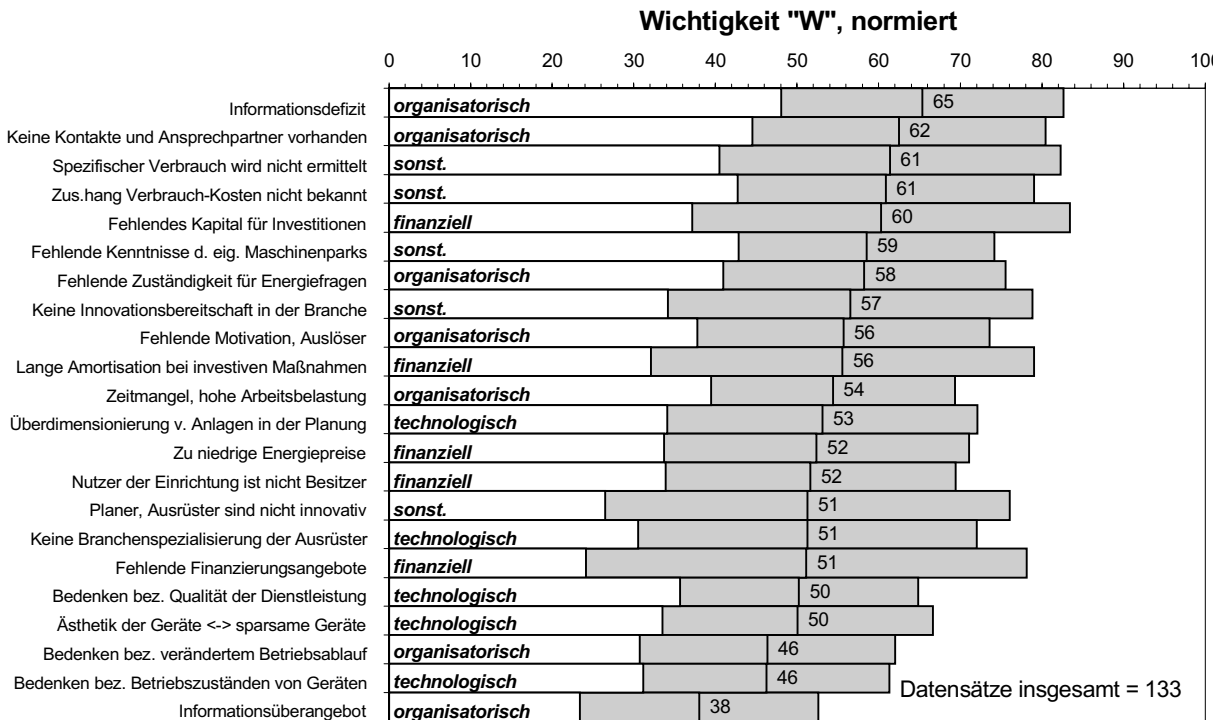
**Tab. 4-5:** Durchschnittswerte der Umfrageergebnisse in den befragten Gruppen des Lebensmitteleinzelhandel

	Mittelwert der Bedeutung W über alle Hemmnisse [0; ... ; 100]	Mittelwert der Unsicherheit U über alle Hemmnisse [0; ... ; 37,5]
Lebensmitteleinzelhandelsketten	54,1	18,8
Selbständige Lebensmitteleinzelhändler	55,5	15,7
externe Experten	60,1	12,0

Bei selbständigen Einzelhändlern liegt dieser Wert bei 15,7, bzw. 42 % der maximalen Unsicherheit. Wie in der Hotelbranche sind auch im Lebensmitteleinzelhandel die Aussagen der Unternehmen mit größeren Unsicherheiten behaftet als die externer Experten, da diese ihre Fachkenntnis höher einschätzen (12,0 bzw. 32 % bezogen auf die maximale Unsicherheit). Die durchschnittlich angegebene Fachkenntnis der externen Experten im Lebensmitteleinzelhandel ist im Vergleich mit denen der Hotelbranche geringer. Der Grund hierfür ist, dass in der Hotelbranche die Gruppe fast ausschließlich aus Energieberatern und Geräteherstellern besteht, während im Lebensmitteleinzelhandel neben Energieberatern allgemeine Betriebsberater als externe Experten geantwortet haben.

Die Ergebnisse der befragten Unternehmen im Lebensmitteleinzelhandel weisen generell eine geringere Bedeutung finanzieller Hemmnisse auf als die der Unternehmen in der Hotelbranche. Abb. 4-11 zeigt dies anhand der Teilbefragung der Personen aus Lebensmitteleinzelhandelsketten. Die vier wichtigsten Hemmnisse zeigen, dass es Marktleitern und Technikern in Einzelhandelsfilialen an Information zu Energieeinsparmöglichkeiten, zu Energieverbrauch und -kosten und zu Energiekennzahlen sowie an Kontakten und Ansprechpartnern zur Hilfe bei Energiefragen fehlt. Die Hauptprobleme werden in den Bereichen Organisation und Information gesehen. Technologische Hemmnisse spielen für diese Gruppe eine untergeordnete Rolle.



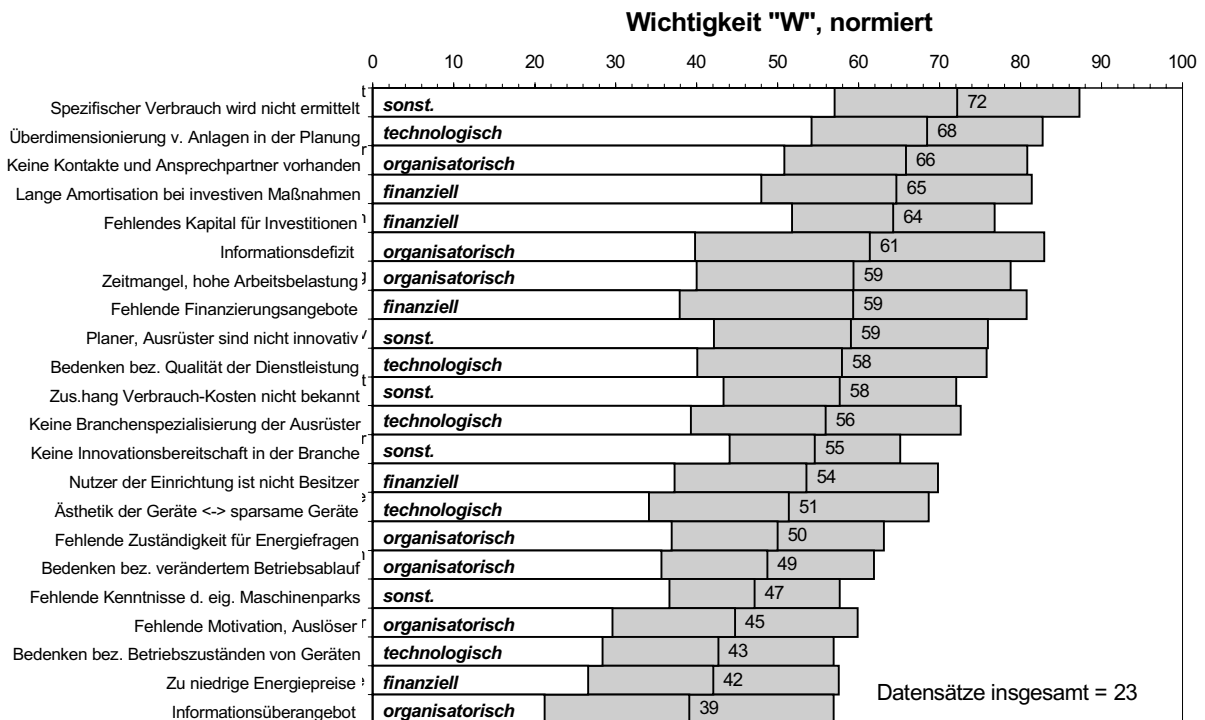


**Abb. 4-11:** Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gemäß befragten Experten aus Lebensmitteleinzelhandelsketten

Eine stärkere Betonung technischer und finanzieller Hemmnisse ergibt sich nach Abb. 4-12 aus den Antworten von Personen aus selbständigen Lebensmitteleinzelhandelsunternehmen. Besonders die Überdimensionierung von Anlagen wird im Bereich der technischen Hemmnisse angeführt. Fehlende Energiekennzahlen werden wie bei der Teilbefragung der Lebensmitteleinzelhandelsketten als wesentlich angesehen ("Spezifischer Verbrauch wird nicht ermittelt"), ein allgemeines Informationsdefizit bezüglich Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung erscheint jedoch erst an sechster Stelle.

Der Quervergleich zwischen den Gruppen zeigt, dass sowohl Filialleiter von Ketten als auch selbständige Einzelhändler das Hemmnis "keine Kontakte und Ansprechpartner vorhanden" als bedeutend einstufen. Daher ist neben der Überwindung der Hemmnisse des Informationsdefizits und der fehlenden Energiekennzahlen wichtig, den für Energiefragen Zuständigen in den Einzelhandelsunternehmen bzw. in den Filialen den Zugang zu Anbietern von energieeffizienten Geräten, Energieberatung, und Energiefachleuten zu erleichtern.

Die Unterschiede in der Reihenfolge der Hemmnisse zwischen Filialbetrieben und selbständigen Märkten spiegeln die Situation in der Branche wider: Fehlende Zuständigkeit spielt in Filialbetrieben eine wesentlich größere Rolle. Fehlende Motivation ist von geringer Bedeutung bei den Selbständigen während es sich als bedeutend für Filialleiter darstellt. Überdimensionierte Anlagen werden vor allem von den Selbständigen als Problem angesehen.

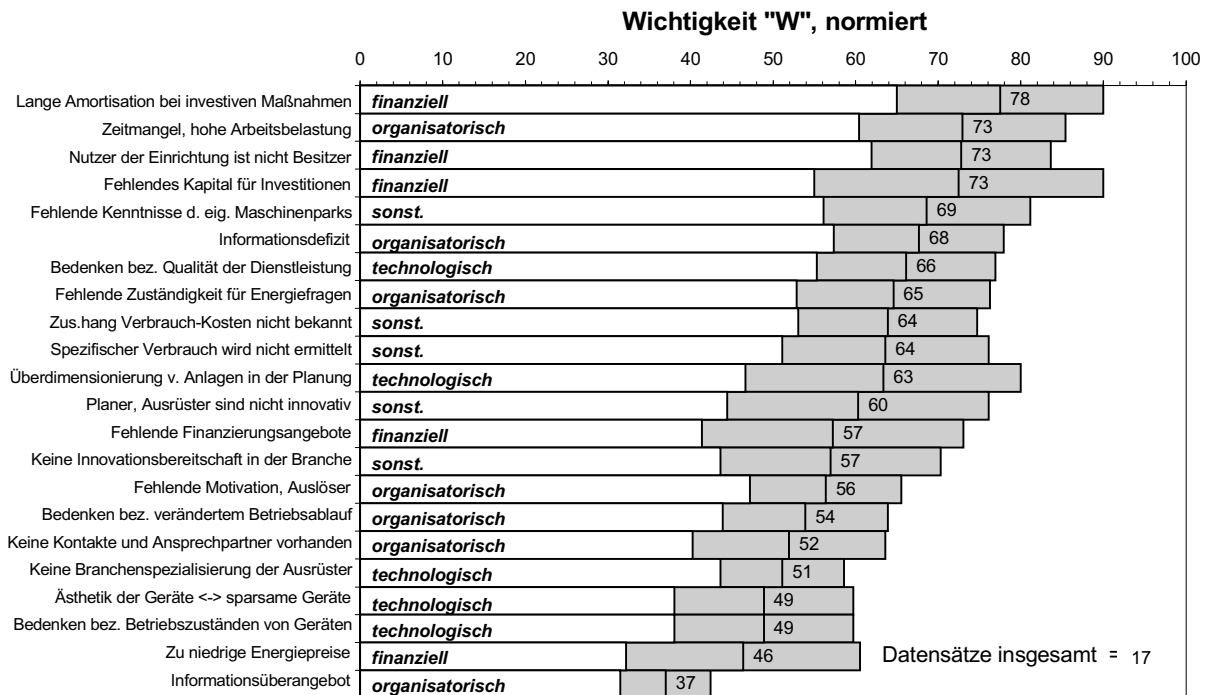


**Abb. 4-12:** Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gemäß befragten selbständigen Lebensmittel Einzelhändlern

In den selbständigen Märkten sind häufig mehrere Funktionen wie Geschäftsleitung, Technische Leitung und Verkauf in einer Person vereint, so dass die Kontrolle der Technischen Planung z. B. bei Neuanschaffung von Kühlmöbeln mit anderen Aufgaben konkurriert. In Einzelhandelsketten hingegen sind dafür die technischen Zentralen mit entsprechendem Personal zuständig. Dies führt dazu, dass technische Hemmnisse in den Filialen von Lebensmitteleinzelhandelsketten niedriger bewertet werden als in selbständigen Märkten.

Von den externen Experten für den Lebensmitteleinzelhandel wird nach Abb. 4-13 der Zeitmangel der betroffenen Personen in den Unternehmen als bedeutendes Hemmnis eingeschätzt und nimmt in der Liste den zweiten Rang ein.

Bei selbständigen Märkten und Ketten liegt die Bedeutung des Zeitmangels nur an siebter beziehungsweise elfter Stelle. Auch die finanziellen Hemmnisse werden von Personen aus Unternehmen des Lebensmitteleinzelhandels nicht so dominant eingestuft wie von externen Experten. Die Hemmnisse, die in allen drei befragten Gruppen übereinstimmend unter den wichtigsten zehn rangieren, sind das Informationsdefizit, eine im Durchschnitt als zu lang angesehene Amortisationszeit sowie die fehlende Bestimmung des spezifischen Energieverbrauchs.



**Abb. 4-13:** Bedeutung der einzelnen Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gemäß befragten externen Experten zum Lebensmittel-einzelhandel

#### 4.6 Branchenübergreifende Ergebnisse

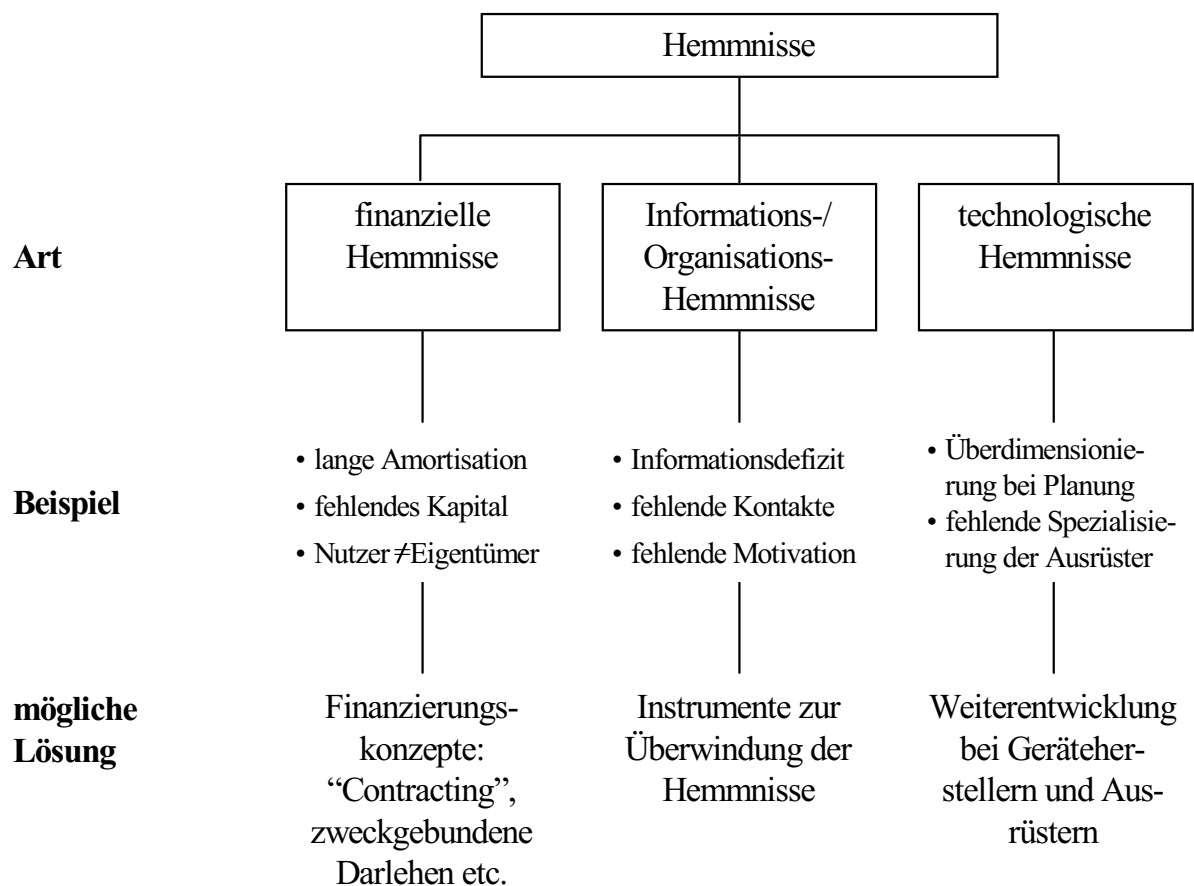
Neben den Hemmnissen, die branchenspezifisch sind, ergeben sich aus dem Vergleich der Ergebnisse branchenübergreifende Hemmnisse für die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung. Für beide untersuchten Branchen gilt, dass Hemmnisse bezüglich Information durchgängig als wichtig eingestuft werden. In beiden Branchen fehlen spezifische Informationen über Maßnahmen der rationellen Energieanwendung zur Energieverbrauchs- und Energiekostenminderung; im Lebensmitteleinzelhandel fehlen besonders technische Informationen. Energiekennzahlen werden in beiden Branchen als wichtig angesehen. In der Hotelbranche ist dies das bedeutendste nicht-finanzielle Hemmnis. Finanzielle Hemmnisse haben eine große Bedeutung, in der Hotelbranche wesentlich stärker als im Lebensmitteleinzelhandel. Technische Hemmnisse spielen nur hinsichtlich der Überdimensionierung von Anlagen im Betrieb eine Rolle. Generell sind technische Hemmnisse aus Sicht der Befragten von untergeordneter Bedeutung. Dies stimmt mit einer Untersuchung überein, die bezüglich Hemmnissen im produzierenden Gewerbe durchgeführt wurde. /Hofer; Schnitzer 1993/ Auch dort haben technische Gründe für die mangelnde Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung nur einen Anteil von 10 %. Hemmnisse im Zusammenhang mit Bedenken von Mitarbeitern in Bezug auf negative Auswirkungen von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung werden von Befragten aus Unternehmen prinzipiell niedrig eingestuft. Es kann angenommen werden, dass diese nicht erst von den

Vorteilen rationeller Energieanwendung (Energieverbrauchs-, Energiekostensenkung, Umwelt) überzeugt werden müssen und Vertrauen in die technischen und organisatorischen Lösungen bereits besteht.



## 5 Instrumente zur Überwindung von Hemmnissen bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Unternehmen

Nach der Ermittlung der wichtigen Hemmnisse für die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in den Branchen Hotels und Lebensmitteleinzelhandel in Kapitel 4 ist zu analysieren, wie diese Hemmnisse überwunden werden können. Abb. 5-1 zeigt hierzu die Einteilung der Lösungsmöglichkeiten für die verschiedenen Hemmnisarten, die in Abb. 4-1 aufgezeigt wurden. Die Lösungsmöglichkeiten werden im Rahmen der Arbeit als Instrumente bezeichnet, mit denen die durch Hemmnisse behinderte Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung gefördert werden kann. Ziel dieses Kapitels ist daher, Instrumente zur Überwindung von Hemmnissen zu identifizieren und Kriterien für die Eignung von Instrumenten zur Hemmnisüberwindung zu definieren, um geeignete Instrumente auszuwählen, zu entwickeln und in einem praktischen Test auf ihre Eignung zu überprüfen.



**Abb. 5-1:** Einteilung der Möglichkeiten für eine verbesserte Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung

Bei der Analyse werden wirtschaftliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen (z. B. die wirtschaftliche Situation der Unternehmen einer Branche, die Wertevorstellungen der Entscheidungsträger in den Unternehmen sowie die legislative und ordnungsrechtliche Sachlage, vgl. Kapitel 4) als gegeben angenommen. Deshalb werden Instrumente zur Überwindung bestehender Hemmnissen untersucht, die unabhängig von diesen Rahmenbedingungen einsetzbar sind.

Bezüglich der Gruppe der finanziellen Hemmnisse existieren eine Reihe von Finanzierungsinstrumenten. Beispielsweise wird beim sogenannten "Contracting" /VDEW 1995/ die Finanzierung von Investitionen in energieeffiziente Geräte und Anlagen durch ein Dienstleistungsunternehmen (z. B. einen Energieversorger oder ein Energieberatungsunternehmen), den sogenannten "Contractor", vorfinanziert und über laufende Zahlungen des energieabnehmenden Betriebes über eine vereinbarte Laufzeit rückfinanziert. Dies geschieht mit dem Ziel, Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung zu realisieren, wenn der energieabnehmende Betrieb eine "kürzere Amortisation als der Contractor fordert", das "Investitionsrisiko als zu hoch einschätzt" oder "nicht über das für die Investition notwendige Kapital verfügt". Der Contractor hat "damit Möglichkeiten, zur Beseitigung dieser Hemmnisse beizutragen" /VDEW 1995, S. 7/. Weitere Finanzierungsinstrumente zur Überwindung finanzieller Hemmnisse existieren in Form direkter Zuschüsse oder zinsvergünstigter Darlehen, die an die Investition in energieeffiziente Technologien zweckgebunden sind, wie z. B. /DtA 1997/. Die verschiedenen Arten von Finanzierungsinstrumenten werden als Möglichkeiten zur Überwindung finanzieller Hemmnisse bereits auf breiter Basis angeboten (vgl. /BINE 1995/, /BMWI 1994/, /VDEW 1997a/), sowie deren Erfolg untersucht und diskutiert (vgl. /Energie Spektrum 1992/, /Haug u. a. 1997b/, /VDEW 1997b/). Instrumente zur Überwindung finanzieller Hemmnisse werden deshalb im Rahmen der Arbeit nicht weiter untersucht.

Die Gruppe der technologischen Hemmnisse ließe sich mit Hilfe einer Weiterentwicklung des technischen Innovationsstands bei den Geräte- und Anlagenherstellern bezüglich der Einbindung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in bestehende Anlagensysteme bzw. bezüglich der Berücksichtigung der Energieeffizienz bereits in der Planung von z. B. Kühlanlagen überwinden. Instrumente zur Hemmnisüberwindung, die auf die Geräte- und Anlagenhersteller angewendet werden und z. B. auf eine Weiterentwicklung des Innovationsstands bei den Herstellern abzielen, werden im folgenden nicht weiter betrachtet, da in der Umfrage technologische Hemmnisse im Durchschnitt als weniger bedeutend bewertet wurden als finanzielle oder Informations-Hemmnisse (vgl. Kap. 4.4, 4.5).

Untersucht werden Instrumente zur Hemmnisüberwindung in den Betrieben der analysierten Branchen zur Überwindung bestehender Hemmnisse bei Information und Organisation. Als Instrumente werden alle Hilfsmittel, Aktionen oder schriftliche Materialien angesehen, welche die zuständigen Personen in den Betrieben bei einer effizienteren Nutzung

von Energie zur Überwindung der Hemmnisse informativ und organisatorisch unterstützen. Es werden Instrumente für die Überwindung von Hemmnissen untersucht, die von verschiedenen Akteuren (von Energieberatern, Energieagenturen, von den Unternehmen selbst) eingesetzt werden können. Bei der späteren Ausgestaltung von Instrumenten zur Überwindung bestehender Hemmnisse bei Information und Organisation werden wichtige finanzielle Hemmnisse soweit möglich berücksichtigt. Als Übersicht über denkbare und aktuell angewandte Instrumente für die beiden untersuchten Branchen Hotels und Lebensmitteleinzelhandel enthalten Kapitel 5.1 und 5.2 eine Zusammenstellung.

### 5.1 Instrumente zur Überwindung von Hemmnissen in der Hotelbranche

Instrumente zur Überwindung bestehender Hemmnisse bei Information und Organisation lassen sich je einer Zielgruppe und einer Art des Instruments zuordnen. Tab. 5-1 zeigt dazu mögliche Instrumente zur Hemmnisüberwindung in der Hotelbranche als Ergebnis einer Umfrage innerhalb des Ausschusses, unterteilt nach Zielgruppe und Art des Instruments. Schattierte Felder zeigen an, dass Instrumente existieren und eingesetzt werden. Nur die sinnvollen Kombinationen und Möglichkeiten sind mit Ziffern versehen und werden anschließend erläutert. Die Erläuterung enthält jeweils eine Beschreibung der Art des Instruments und eine Beschreibung der Wirkungsweise hinsichtlich der Hemmnisüberwindung.

**Tab. 5-1:** Auswahl bestehender und möglicher Instrumente zur Hemmnisüberwindung in der Hotelbranche

Zielgruppe	Broschüren, Faltblätter	Rechen-/ Lehr- Software	Checklisten für Mitarbeiter	Verleih ener- gieeffizienter Geräte	Ausstellung effizienter Geräte	Handbuch, Leitfaden
Geschäfts- führung Hotel	1)	2)		4)	5)	
Hotel- Techniker	1)	2)	3)	4)	5)	
Küchen- personal			3)	4)	5)	
Gesamtes Hotel- Personal			3)			
Energie- berater						6)



1) *Broschüren, Faltblätter zur rationellen Energieanwendung:*

Beschreibung: Es existieren Broschüren der Berufsverbände auf Landes- und Bundesebene /HOGA 1993/, /DEHOGA 1997/, die eine Zusammenstellung von Maßnahmen zur Reduzierung von Energieverbrauch und Energiekosten für Hotels enthalten.

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Mit Hilfe der Broschüren wird ein Informationsdefizit abgebaut und Zusammenhänge zwischen Energieverbrauch und -kosten sowie Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung dargestellt und erläutert.

2) *Software für Hoteltechniker und -inhaber zur Bestimmung von Energiekennzahlen:*

Beschreibung: Ein EDV-Programm sollte eine Energiekurzanalyse mit Energiekennzahlen und Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung enthalten.

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Wenn allgemeine und technische Informationen zu Maßnahmen enthalten sind, kann ein Informationsdefizit abgebaut werden. Kenntnisse über spezifische Energieverbräuche können mit Hilfe von Kennzahlen und einem Branchenvergleich erreicht werden.

3) *Checklisten mit Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung:*

Beschreibung: Checklisten sollten Richtlinien für Techniker und allgemeines Personal bezüglich der Möglichkeiten der rationellen Energieanwendung mit "Energiesparpfaden" enthalten.

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Das Instrument unterstützt die organisatorische Einplanung der rationellen Energieanwendung in den Arbeitsalltag und kann Informationsdefizite reduzieren.

4) *Verleih energieeffizienter Geräte:*

Beschreibung: Geräte, wie z. B. Induktionsherde für gewerbliche Küchen werden im Rahmen der Kundenbetreuung von Energieversorgern über einen Zeitraum von z. B. einer Woche kostenlos zum Testen bereitgestellt /EAM 1997/.

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Das Instrument kann Bedenken bezüglich veränderten Betriebsablauf bzw. bezüglich Qualität der Dienstleistung ("Fertiges Gericht") abbauen.

5) *Ausstellung energieeffizienter Geräte:*

Beschreibung: Es existiert z. B. eine Ausstellung für den Hotelsektor "Küche, Köche, Kilowatt" der Stadtwerke Zürich zur Vorstellung neuer energieeffizienter Geräte und Anlagen für den Gastronomiebereich zusammen mit Geräteherstellern.

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Informationsdefizite können reduziert werden, indem der Zusammenhang zwischen effizienten Geräten und Energieverbrauch

dargestellt wird. Das Instrument kann auch Hemmnisse bezüglich Bedenken der Erhaltung der Qualität der Dienstleistung abbauen.

6) *Leitfaden für Energieberater:*

Beschreibung: Ein Leitfaden für Energieberater sollte eine umfassende Darstellung von investiven und organisatorischen Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Hotels enthalten.

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Das Instrument erhöht Qualität und Effizienz der Energieberatung und senkt die Kosten der Energieberatung.

## 5.2 Instrumente zur Überwindung von Hemmnissen im Lebensmitteleinzelhandel

In Tab. 5-2 ist analog zu Tab. 5-1 als Ergebnis der Umfrage innerhalb des Ausschusses eine Auswahl bestehender und möglicher Instrumente zur Überwindung bestehender Hemmnisse bei Information und Organisation im Lebensmitteleinzelhandel zusammengestellt. Schattierte Felder zeigen an, dass bereits Instrumente existieren. Die Ziffern entsprechen den anschließenden Erläuterungen zur Art des jeweiligen Instruments und zur Wirkungsweise hinsichtlich der Überwindung von Hemmnissen.

**Tab. 5-2:** Auswahl bestehender und möglicher Instrumente zur Hemmnisüberwindung im Lebensmitteleinzelhandel

Zielgruppe	Broschüren, Faltblätter	Checklisten für Mitarbeiter	Seminare, Workshops	Handbücher, Leitfaden
selbständige Märkte, Fialialeiter	1)			
Technische Leitung	1)	2)	3)	
Geschäfts- leitung	1)	2)		
Gesamtes Personal	1)			
Energie- berater				4)

1) *Broschüre für Lebensmitteleinzelhandelsmärkte:*

Beschreibung: Eine Broschüre für Baden-Württemberg /KEA 1996/ enthält Grundlagen der Energieverbrauchsstruktur in Supermärkten, Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung sowie Kontaktadressen.

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Mit dem Instrument erfolgt ein Abbau des Informationsdefizits.

2) *Checklisten für Mitarbeiter mit Ansprechpartnern zur rationellen Energieanwendung:*

Beschreibung: Check- und Adressenlisten sind vom Berufsverband wiederholt als Rundschreiben an die Mitglieder verschickt worden /Einzelhandelsverband 1996/. Die Checklisten enthalten Hinweise, wo zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen fachliche Hilfe zu finden ist sowie Listen von Energieberatern (und Adressen zu Förderprogrammen bei Anschaffung energieeffizienter Technologien).

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Die Checklisten ermöglichen ein leichteres Finden von Ansprechpartnern und Kontakten (vgl. Abb. 4-11, Abb. 4-12).

3) *Seminare, Workshops:*

Beschreibung: Ein bestehendes Seminar /AGU 1996/ enthält die Darstellung von Potenzialen der rationellen Energieanwendung in Supermärkten sowie Energiekennzahlen und Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung mit technischer Information zu Energieanwendungen, besonders organisatorische und gering investive Maßnahmen.

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Es findet ein Abbau des Informationsdefizits statt. Weiterhin werden spezifische Energieverbräuche zur Einschätzung der Gesamteffizienz der Energienutzung verdeutlicht und es wird eine Motivation zur Umsetzung von Maßnahmen erzeugt.

4) *Leitfaden für Energieberater:*

Beschreibung: Ein Leitfaden sollte eine Darstellung der Schwerpunkte der Potenziale zur Reduzierung des Energieverbrauchs in Supermärkten mit investiven und organisatorischen Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung enthalten.

Wirkung bei der Überwindung von Hemmnissen: Das Instrument erhöht die Qualität und die Effizienz der Energieberatung und senkt damit Beratungskosten.

### **5.3 Auswahlmethode für geeignete Instrumente zur Hemmnis überwindung**

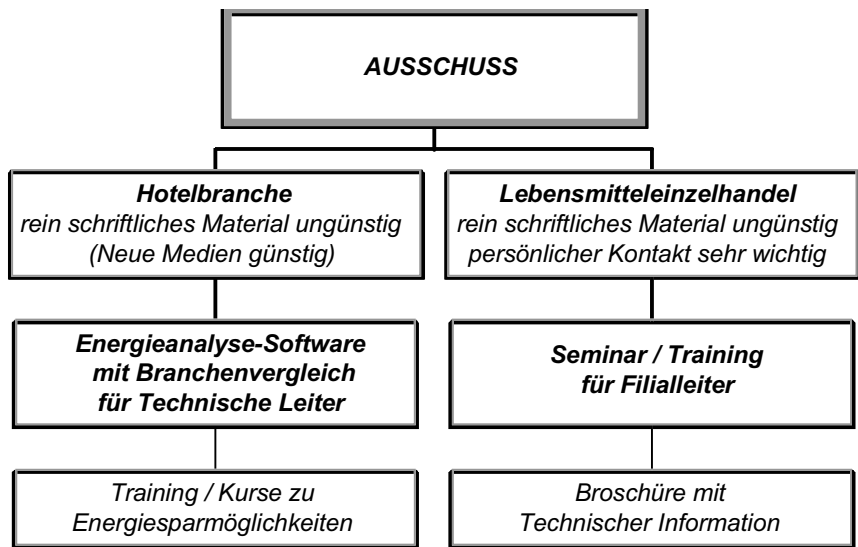
Aus der Menge existierender und möglicher Instrumente für beide Branchen sollen diejenigen identifiziert werden, die geeignet sind, bedeutende Hemmnisse in den Branchen Hotels und Lebensmitteleinzelhandel zu überwinden. Die Auswahl erfolgt anhand verschiedener

Kriterien. Die Instrumente sind zu unterscheiden bezüglich der Nutzer (z. B. Teilnehmer), wie bereits in der Zusammenstellung der Instrumente vorgenommen. Nutzer können verschiedene Personengruppen in und außerhalb der Unternehmen sein (vgl. hierzu Abb. 4-2). Weitere Unterscheidungsmerkmale sind Inhalt, Hauptziel und mögliche Nebeneffekte des Instrumentes, ebenso das benutzte Medium und die Akzeptanz in der Branche. Zur Bewertung dieser Kriterien wurden die Branchenvertreter in den Entscheidungsprozeß eingebunden. Die einzelnen Kriterien sind als Ergebnisse der Diskussionen über verschiedene Möglichkeiten in der Instrumenten-Kriterien-Matrix des Anhangs C festgehalten. Die Merkmale sind teilweise qualitativ, teilweise quantitativ. Bei jedem Instrument werden für jedes quantifizierbare Kriterium Punkte von eins bis zehn vergeben, die angeben, wie weit das Kriterium mit dem Instrument erfüllt ist, wobei "1" der niedrigste und "10" der höchste Erfüllungsgrad ist. Die Punkte der quantifizierbaren Kriterien werden mit einem Faktor zwischen eins und fünf gewichtet. Kriterien, die von den Ausschussteilnehmern als wichtig angesehen wurden und je nach der Bedeutung, die vom Ausschuss gesehen wurde, eine hohe Gewichtung erhielten, sind das Medium beziehungsweise die zu erwartende Akzeptanz in der Branche sowie der Nutzen für teilnehmende Unternehmen. Auch Verbreitungseffekte und Verbreitungsmöglichkeiten in der Branche wurden als wichtig eingestuft. Für die Auswahl eines Instruments je Branche mit Hilfe der Instrumenten-Kriterien-Matrix im Rahmen der Untersuchung wurde folgendes Vorgehen gewählt:

1. Festlegung der Gewichtung für quantitativ bestimmbare Kriterien,
2. Festlegung von Ausschlusskriterien (Machbarkeit),
3. Auswertung qualitativer Merkmale und
4. Auswahl eines Instruments pro Branche.

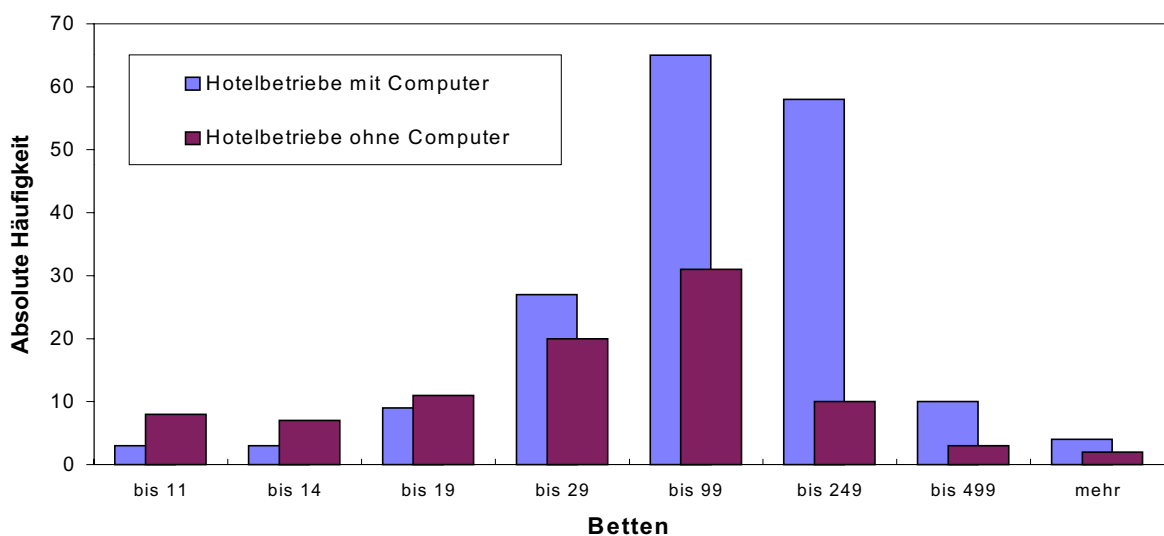
Die Auswertung der Matrizen aus Anhang C ist als Rangfolge von Instrumenten in Abb. 5-2 dargestellt. Für die Hotelbranche ist für die Akzeptanz die Nutzung "neuer Medien" wichtig, während im Lebensmitteleinzelhandel der persönliche Kontakt als unabdingbar angesehen wird.

Beim vorgeschlagenen Instrument Energieanalyse-Software mit Branchenvergleich für technische Leiter in Hotels ist für die Anwendung eine vorhandene Ausstattung mit Computern Voraussetzung.



**Abb. 5-2:** Rangfolge geeigneter Instrumente zur Hemmnis überwindung in Hotels und im Lebensmitteleinzelhandel

Um zu überprüfen, inwieweit die notwendige Hardware vorhanden ist, werden die Umfragedaten ausgewertet, die im Rahmen der Energiedatenerhebung (vgl. Kap. 2.4) gewonnen wurden, und zwar im Hinblick auf das Vorhandensein von Personal Computern in Hotels. So gaben 67 % der befragten Unternehmen dabei an, dass sie mit Computern ausgestattet sind. Daraus lässt sich ableiten, dass *mindestens* zwei Drittel der Hotelbetriebe in der Branche PC besitzen, da unter den 33 % der Hotels, die hierzu keine Angabe machten, weitere mit Computern sein können. Für eine Verbreitung in der Branche ist nicht nur die Anzahl der Betriebe mit der notwendigen Ausstattung entscheidend, sondern auch, in welchen Größenklassen Computer vorkommen. Abb. 5-3 stellt hierzu die Verteilung von Personal Computern in Hotels verschiedener Größe anhand der Bettenzahl der Hotels dar.



**Abb. 5-3:** Verteilung von Computern in verschiedenen Hotelgrößenklassen 1995

Es zeigt sich, dass in allen Größenklassen, auch in kleinen Hotels, Computer vorhanden sind. Für ein Instrument "EDV-Programm" bedeutet dies, dass dadurch Unternehmen aller Größenklassen grundsätzlich erreichbar sind und das Instrument branchenweit einsetzbar ist.

Aus der Auswertung der Instrumenten-Kriterien-Matrix ergibt sich zusammen mit der Analyse vorhandener Hardware somit die nachstehende Auswahl für jeweils ein geeignetes Instrument zur Überwindung der Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung für die Hotelbranche und für den Lebensmitteleinzelhandel, und zwar

- für die Hotelbranche das Instrument Energieanalyse-Software mit Benchmarking und
- für den Lebensmitteleinzelhandel ein Seminar mit Training für Filialleiter und Inhaber.

Diese beiden Instrumente wurden entwickelt, in den Branchen eingesetzt und werden im folgenden ausführlich beschrieben und untersucht.

#### **5.4 Energie-Benchmarkingsoftware für Hotels**

Das ausgewählte Instrument zur Hemmnisüberwindung für die Hotelbranche mit der Anforderung "Energieanalyse-Software mit Benchmarking", wurde mit Hilfe der Programmiersprache Visual Basic /Visual 1995/ realisiert. Zur Beschreibung des EDV-Programms wird anhand einer Einordnung in die verschiedenen Arten existierender EDV-Programme zur Unterstützung des Energiemanagement in Unternehmen vorgegangen. Die fünf verschiedenen Arten sind nach /Lutsch 1995/:

1. Programme für die Prozessdatenerfassung, Korrektur von Messwerten und Visualisierung,
2. Programme zur Generierung von Energiekennzahlen für die Energiediagnose,
3. Datenbankanwendungen / Betriebsführungs-Systeme für Dokumentation, Auswertung, Statistik und Kontrolle,
4. Systeme für die Simulation von Anlagen und
5. Systeme für die Energieeinsatzoptimierung.

Als Ziel des Programms wurde vorgegeben, dass es die Ermittlung und den Vergleich spezifischer Energieverbräuche ermöglicht. Die für die Hotelbranche erzielten Ergebnisse der Hemmnisanalyse zeigen, dass für die Zielgruppe Hoteltechniker und -besitzer neben einem Branchenvergleich spezifischer Energieverbräuche ein Überblick über mögliche Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Hotels möglich sein soll. Mittel- und langfristig sollen sie motiviert werden, die individuellen Energiekennzahlen im Vergleich mit der Branche zu

verfolgen und individuelle Zielwerte für das eigene Hotel zu definieren. Daraus folgt, dass die Software zur zweiten Gruppe, der Programme zur Generierung von Energiekennzahlen für die Energiediagnose, gehört mit Möglichkeiten zur Dokumentation, analog der Gruppe drei.

Um dies zu erreichen, werden Energiekennzahlen des individuellen Hotels mit Hilfe des Programms ermittelt. Die Kennzahlen werden nach dem Konzept des Benchmarking mit Durchschnittswerten der Branche (vgl. Tab. 2-3) verglichen. Kern des Benchmarking ist der "aufgabenorientierte Vergleich mit anderen Unternehmen" /Balzereit 1997/ und die Orientierung an einem als Besten definierten Standard. Wenn spezifische Energieverbräuche bezogen angegeben werden, können so für ein individuelles Hotel Bereiche möglicher Potenziale zur Reduzierung des Energieverbrauchs identifiziert werden. Das entwickelte EDV-Programm heißt "EnBenO", was als Akronym für **Energie-Benchmarkingsoftware für Hotels** steht.

#### 5.4.1 Struktur des EDV-Programms

Die Struktur des entwickelten Programms EnBenO ist zweiteilig. Im ersten Teil des Programms wird die Bildung und der Vergleich von Energiekennzahlen bearbeitet. Im zweiten Teil wird eine Liste von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Hotels zur Verfügung gestellt und abgearbeitet. Die Software ist datenbankorientiert und modular aufgebaut. Die Programmstruktur zeigt Abb. 5-4.

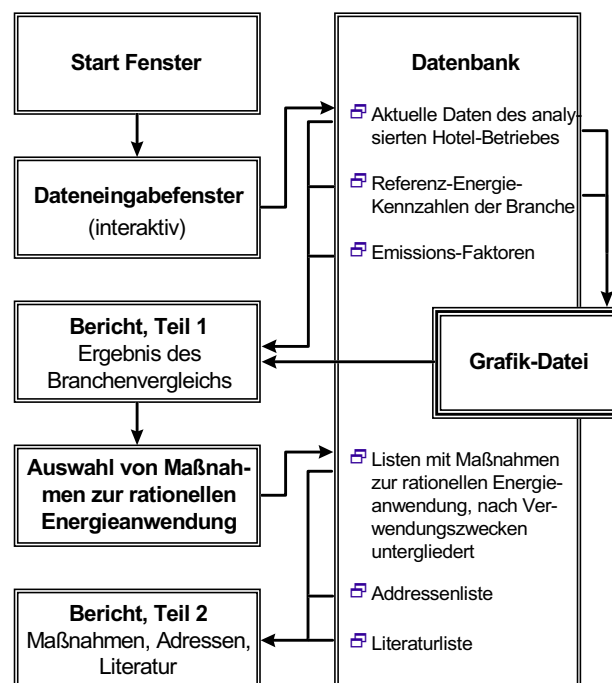


Abb. 5-4: Programmstruktur des Programms "EnBenO" (Energie-Benchmarking für Hotels)

Die Referenz-Energiekennzahlen für die Hotelbranche basieren auf den Daten der Energie-datenerhebung (vgl. Kapitel 2.5). Als Referenzdaten werden, unterteilt nach den Klassen "Hotels" (Vollpension) und "Hotels garni" folgende Kennwerte verwendet:

- der Gesamtenergieverbrauch je Übernachtung,
- die Gesamtenergiekosten je Übernachtung,
- der Stromverbrauch je Übernachtung und
- die Stromkosten je Übernachtung.

Dabei wird je Kennwert der Median als Branchendurchschnittswert und der Richtwert als Zielwert angegeben, um die Bandbreite der Branche darzustellen (vgl. Kapitel 2.3, Tab. 2-3).

Die Programmierung basiert auf dem Betriebssystem Microsoft-Windows<sup>®</sup> für Personal Computer (Version 3.11 oder eine neuere Version), weil an Hand von Stichproben festgestellt wurde, dass die Mehrzahl der Hotels dieses Betriebssystem besitzt. Das Programm arbeitet interaktiv mit Fenstern, in denen der Benutzer Informationen erhält und/oder Daten eingibt. Nach dem Startfenster erscheint ein Informationsfenster über die notwendigen Hardwarevoraussetzungen und den Zweck des Programms. Anschließend erscheint ein zweiteiliges Dateneingabe-Fenster, in das der Benutzer Betriebsdaten und Energiedaten des individuellen Hotels eintragen soll. Betriebsdaten wie Hotelname, Betriebstyp (Hotel garni oder Hotel), Adresse, Bettenanzahl und jährliche Auslastung dienen der Zuordnung des Hotels zu den entsprechenden Gruppen der Referenzdaten in der Datenbank. Als Energiedaten werden die Daten des jährlichen Energieverbrauchs und der Kosten der im Hotel verwendeten Energieträger, wie Strom, Erdgas, Heizöl, Flüssiggas abgefragt. Ergänzend wird der Wasserverbrauch in dieser Rubrik erfasst. Als Beispiel ist das Eingabefenster des Programms für die Energiedaten in Abb. 5-5 dargestellt.

Jede Eingabe wird durch aktive Hilfe-Fenster unterstützt, die bei der Bearbeitung eines Feldes angezeigt werden und erläutern, welche Daten benötigt und aus welchen Unterlagen des Unternehmens sie entnommen werden können. Die eingegebenen Energiedaten werden im Programm auf Plausibilität überprüft.

Realisiert wird dies durch den Vergleich des Quotienten aus eingegebenen Energieverbrauchs- und Energiekostendaten mit in der Datenbank hinterlegten in Tab. 5-3 dargestellten zulässigen Preisober- und Preisuntergrenzen für jeden Energieträger. Werden diese Preisgrenzen über- oder unterschritten, so erhält der Benutzer eine Fehlermeldung und die Möglichkeit, den Wert zu editieren. Mit den zulässigen Preisgrenzen sollen offensichtliche Eingabefehler, wie z. B. Tippfehler und Dezimalstellenfehler, vermieden werden.



**Abb. 5-5:** Dateneingabefenster für Energiedaten der Energie-Benchmarking Software für Hotels

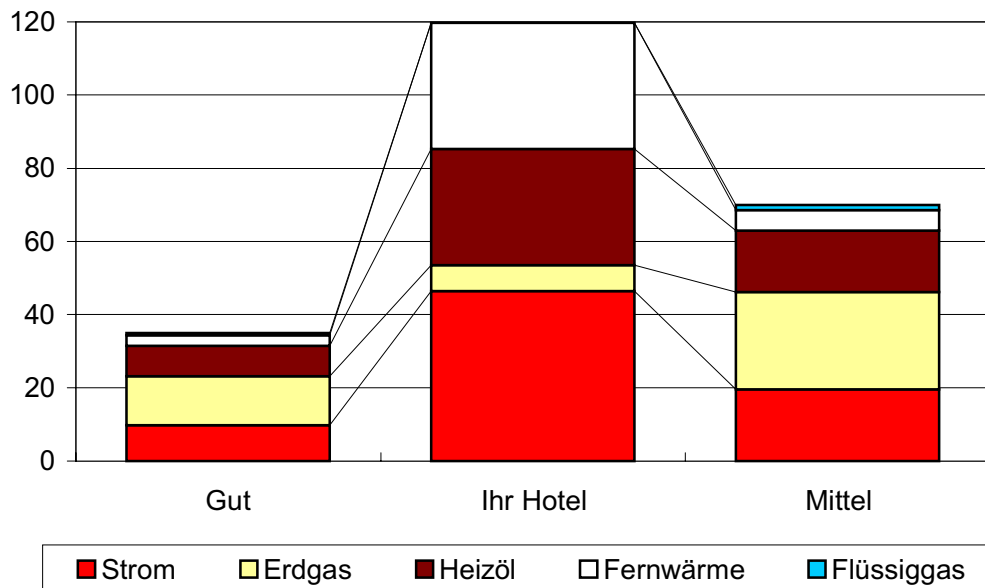
Der erste Teil der Programmausgabe führt zu einem Bericht mit dem Ergebnis des Vergleichs der Energiekennzahlen zwischen dem individuellen Hotel und dem Branchendurchschnitt.

**Tab. 5-3:** Zulässige Preisunter- und Preisobergrenzen für die Plausibilitätskontrolle der Energieverbrauchs- und Energiekostendaten von Hotels im Programm EnBenO

Energieträger	zulässige Preisuntergrenze	Zulässige Preisobergrenze
Strom	0,20 DM/kWh	0,50 DM/kWh
Erdgas	0,20 DM/m <sup>3</sup>	2,00 DM/m <sup>3</sup>
Heizöl	0,20 DM/Liter	1,00 DM/Liter

Das Ergebnis wird im Bericht als Tabelle und graphisch in Form eines Histogramms visualisiert, wie in Abb. 5-6 gezeigt. Der erste Bericht enthält zusätzlich Informationen über die durch die individuellen Energieverbräuche verursachten Emissionen. Durch die Gegenüberstellung von Verbrauch, Kosten und Emissionen bei der Darstellung wird die Beziehung zwischen Energieeffizienz, Kosteneffizienz und Umwelteinfluss deutlich.

### Gesamtenergieverbrauch pro Übernachtung [kWh]



**Abb. 5-6:** Graphische Ausgabe des Benchmarking-Ergebnisses

Die Darstellung der Auswirkung des Energieverbrauchs auf Energiekosten und Emissionen wirkt als zusätzliche Motivation, Überlegungen und Aktionen zur effizienten Verwendung von Endenergie anzustellen.

Nach der Entscheidung, ob der Bericht ausgedruckt werden soll, kann eine individuelle Auswahl aus einer Liste von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung vorgenommen werden. Dazu wird eine Liste geordnet nach verschiedenen Anwendungsbereichen, wie z. B. Kühlung, Beleuchtung, Spülen/Waschen, Heizungs-/Lüftungs-/Klimatechnik oder übergreifende organisatorische Maßnahmen dargestellt. Bei Aktivierung eines Bereichs wird eine zugeordnete Maßnahmenliste aus der Datenbank generiert und als zweiter Teil des Berichts auf dem Bildschirm und wahlweise zusätzlich über einen Drucker erstellt.

Die Liste der im Programm angebotenen Maßnahmen berücksichtigt die finanziellen Hemmnisse, die in der Hotelbranche identifiziert wurden, indem vornehmlich organisatorische Maßnahmen ohne Investitionskosten und Maßnahmen mit geringen Investitionskosten dargestellt werden. Unabhängig von der Wahl der Bereiche werden wichtige Adressen für Energieberatung und Information sowie Literaturhinweise in den zweiten Bericht eingebunden. Der erste Teil des Berichts stellt ein Grobanalyse-Ergebnis über den derzeitigen Stand des Hotels dar, der zweite Berichtsteil ist eine Liste zur Motivation und Anleitung zur Verbesserung der Energieeffizienz des Hotels.

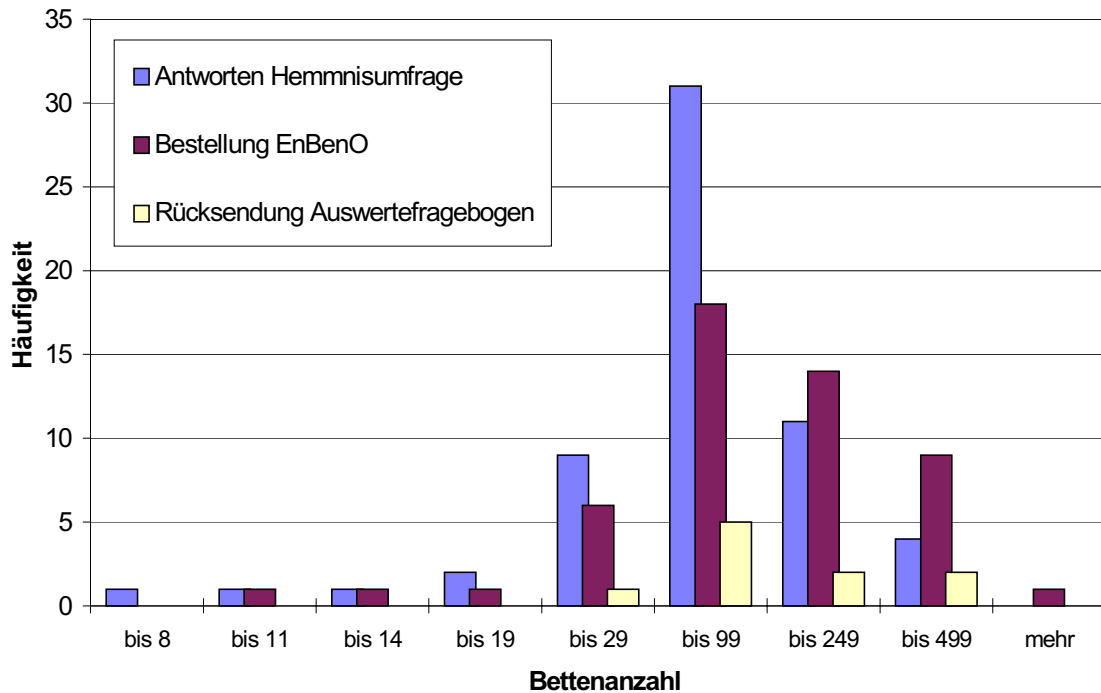
### 5.4.2 Implementierung des EDV-Programms für den Branchentest

Die Zielgruppe für das EDV-Programm EnBenO umfasst grundsätzlich alle Hotels in Deutschland (ca. 36.400 Unternehmen des Wirtschaftszweigs /StatBuA 1998/). Diese Gruppe beinhaltet sowohl kleine Frühstückshotels als auch große Luxushotels und Hotelketten. Eine Beschränkung für den Einsatz des Programms resultiert aus den Gültigkeitsbereichen der hinterlegten Energiekennzahlen aus der Datenbank mit Energie- und Betriebsdaten von Hotels und Hotels garni, in der Pensionen, Ferienhäuser und Apartments nicht repräsentiert sind (vgl. Kap. 2.5). Unter Berücksichtigung dieser Ausschlussgruppe verbleiben in Deutschland noch 23.830 Hotelbetriebe /StatBuA 1998/ als potentielle Nutzer. In Tab. 5-4 ist dieser Gruppe die Anzahl der Hotels in den verschiedenen Untersuchungsschritten gegenübergestellt. Als Testgruppe für den Branchentest wurde die Gruppe der 80 Hotels, die auf die Umfrage zu Hemmnissen geantwortet hatten, angeschrieben. Zirka 50 Hotelbetriebe beteiligten sich daraufhin an Test und Bewertung des Programms EnBenO. Weitere 24 Beherbergungsbetriebe bestellten das Programm als Reaktion auf eine Veröffentlichung in der Branchenfachzeitschrift, die eine Beschreibung von EnBenO enthält /Camphausen 1997/.

**Tab. 5-4:** An den verschiedenen Untersuchungsschritten teilnehmende Hotels

Gruppe	Anzahl
Verschiedete Fragebögen zur Hemmnisumfrage (ohne externe Experten)	645
Antworten in der Hemmnisumfrage	80
Angeschriebene Hotels für "EnBenO"	80
davon Hotels, die EnBenO bestellt haben	51
Hotels, die EnBenO später bestellt haben (durch Zeitschriftenartikel)	24
Hotels, die nach Benutzung von EnBenO den Fragebogen zurückgeschickt haben	20

Für den Test des Programms sollten alle Größenklassen von Betrieben vertreten sein, um ein repräsentatives Evaluierungsergebnis für die Branche zu erhalten. In der Stichprobe der Hemmnisumfrage waren mittlere Hotels mit 30 bis 100 Betten bereits stark vertreten. Es war daher zu prüfen, ob die Bereiche sehr großer Hotelbetriebe (> 250 Betten) und sehr kleiner Betriebe mit unter 20 Betten vertreten waren. Abb. 5-7 stellt die Häufigkeit der Teilnehmer nach Hotel-Größenklassen in den verschiedenen Untersuchungsschritten dar und zeigt, dass für den Test von EnBenO alle Größenklassen einbezogen wurden.



**Abb. 5-7:** An verschiedenen Untersuchungsschritten teilnehmende Hotels nach Betten größenklassen

Das EDV-Programm wurde den Hotelbetrieben in Form von Disketten kostenlos zur Verfügung gestellt. Mit den Disketten wurde eine kurze Anleitung zur Installation, zur Vorbereitung und zur Benutzung verschickt, in der auch erläutert wird, welche Unterlagen (Energierrechnungen, Übernachtungszahlen) bei Start des Programms vorliegen sollen.

### 5.5 Seminar Rationelle Beleuchtung im Lebensmitteleinzelhandel

Für die Zielgruppe Filialleiter von größeren Einzelhandelsketten und selbständige Lebensmitteleinzelhändler wurde ein Seminar entwickelt und eingesetzt. Zur Vereinfachung der Organisation fand eine Einbindung in die bestehende Seminarreihe einer Weiterbildungseinrichtung des Einzelhandels statt. Aufgrund der betrieblichen Aufgaben während der Öffnungszeiten der Supermärkte ist die zeitliche Verfügbarkeit der Teilnehmer grundsätzlich auf wenige Stunden an einzelnen Abenden beschränkt. Aus diesem Grunde wurde das Seminar als dreistündige Abendveranstaltung geplant, um eine Teilnahme auch für Filialleiter zu ermöglichen, die keinen ganzen oder gar mehrere Tage anwesend sein können. Um innerhalb der Zeitdauer des Seminars die Möglichkeiten der rationellen Energieanwendung in befriedigender Genauigkeit behandeln zu können, wurde ein Themengebiet aus den Energieanwendungen im Lebensmitteleinzelhandel behandelt. Aus den beiden Nutzenergien mit dem größten Anteil an den Energiekosten in Supermärkten, Kühlung und Beleuchtung, wurde für das Seminar der Themenbereich rationelle Beleuchtung ausgewählt, da hierfür viele anschauliche Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung existieren. Der inhaltliche

Schwerpunkt des Seminars lag auf der Darstellung von gering- bzw. nicht-investiven Maßnahmen zur rationellen Beleuchtung, um auch finanzielle Hemmnisse in der Branche zu berücksichtigen. Damit die im Seminar bereitgestellten Informationen bezüglich der Möglichkeiten der rationellen Energieanwendung möglichst vollständig aufgenommen und verstanden werden, ist es wichtig, die Teilnehmer so einzubeziehen, dass die Abgrenzung, die normalerweise zwischen Vortragenden und Zuhörern besteht, aufgelöst wird. Um ein effektives Lernen und Umsetzen zu ermöglichen, müssen sich die Zuhörer persönlich angesprochen und einbezogen fühlen /Winn 1996, S. 62/. Daher waren den im Seminar dargestellten Informationen Gruppenübungen für die Teilnehmer, die sich auf die tatsächlichen Gegebenheiten in Supermärkten beziehen, hinzuzufügen.

### 5.5.1 Struktur des Seminars

Die Konzeption der Veranstaltung besteht aus sechs in sich geschlossenen Einheiten. Tab. 5-5 stellt die Einheiten und den Ablauf des Seminars mit Themen, Zielen, Referenten, genutzten Medien und Dauer jeder Einheit dar. Nach einer Einführung wird zunächst das Thema "Energie im Supermarkt" mit den Energieverbrauchsschwerpunkten bei elektrischer Energie, besonders bei Kühlung und Beleuchtung behandelt.

**Tab. 5-5:** Struktur des Seminars zu rationeller Beleuchtung im Lebensmitteleinzelhandel

Block	Thema	Referent	Ziel	Medien	Dauer
1	Begrüßung und Einführung Vorstellung des Ablaufes	R 1	Einstieg der Teilnehmer in das Seminar, Erwartungen auf Seminar abstimmen	Folien	15 min
2	Energie im Supermarkt	R 1	Verdeutlichung d. Zusammenhänge "Energie => Kosten => Umwelt"; Anteile, Schwerpunkte	Folien	25 min
3	Rationelle Energieanwendung bei Beleuchtung	R 2	Verstehen der Energieverluste in Beleuchtungsanlagen, Verstehen der Beispiele	Folien Arbeitsheft	45 min
PAUSE					20 min
4	Der Energieeffizienzplan für den ABC-Markt	Teilnehmer	Überprüfung des Gelernten und Umsetzung in Gruppenarbeit	Arbeitsheft	45 min
5	Fördermöglichkeiten für Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung	R 3	Motivation für investive Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung	Folien	15 min
6	Zusammenfassung Seminauswertung, Verabschiedung	R 1	Bewertung des Seminars, Vervollständigung der Unterlagen der Teilnehmer, Abschließen des Seminars	Fragebogen	15 min

gesamt: 180 min

Die Darstellung und Erläuterung von Energiekennzahlen sowie typische Kennwerte und Vergleichbarkeit von Supermärkten ergänzen den allgemeinen Teil. Im dritten Block des Seminars wird auf Möglichkeiten der rationellen Energieanwendung bei der Beleuchtung

eingegangen. Im vierten Seminarblock wird anhand eines Fallbeispiels die Beleuchtung eines gegebenen Supermarktes in Gruppenarbeit untersucht. Die entsprechenden Daten liegen als Arbeitsmaterialien vor. Nach der Ermittlung des jährlichen Stromverbrauches, der Stromkosten, der Lampenanzahl und -leistung sind durch die Teilnehmer die verbrauchs- und kostenseitigen Auswirkungen verschiedener Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung bei der Beleuchtung für den Markt rechnerisch durchzuführen. Dazu sind jeweils der verminderte Stromverbrauch und die reduzierten jährlichen Stromkosten zu berechnen. Die Teilnehmer sollen damit die Wirkung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung auf Energieverbrauch und -kosten kennen lernen. Der fünfte Block des Seminars umfasst Kontakte und Ansprechpartner für Fördermöglichkeiten von investiven Maßnahmen.

Unterlagen zu allen Teilen des Seminars sind in einem Arbeitsheft zusammengefasst /Hermes u. a. 1997/. Das Heft enthält Kopien aller Arbeitsfolien sowie für das Fallbeispiel den Bauplan des Beispielmartes, die technischen Daten und die Energieträgerrechnungen, Energiekennzahlen typischer Supermärkte verschiedener Verkaufsfläche und die Aufgabenblätter mit den zu berechnenden Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung.

### **5.5.2 Implementierung des Seminars für den Branchentest**

Die Branche Lebensmitteleinzelhandel umfasst in Deutschland ca. 145.500 Betriebe /StatBuA 1998/, in Baden-Württemberg ca. 19.700 Betriebe /StatLaA 1998/. Der testweise Einsatz wurde für das Gebiet Württemberg, in dem ca. 10.200 Betriebe der Lebensmitteleinzelhandelsbranche liegen /StatLaA 1998/, durchgeführt. Für den Test wurde eine kurze Ankündigung mit Information und Einladung zu dem Seminar an zirka 730 Mitglieder des regionalen Einzelhandelsverbandes in Württemberg im Rahmen des periodischen Rundbriefs des Verbandes versandt. Die Veranstaltung wurde mit einer Testgruppe von zwölf Teilnehmern aus dem Lebensmitteleinzelhandel ausgerichtet. Die Seminarteilnehmer mussten einen Beitrag von 40,- DM bezahlen. Tab. 5-6 stellt die Anzahl der Teilnehmer in den verschiedenen Untersuchungsschritten dar.

Um sowohl das Seminar mit den Teilnehmern aus dem Lebensmitteleinzelhandel und als auch den Einsatz des EDV-Programms EnBenO mit den Teilnehmern in der Hotelbranche bezüglich der als bedeutend identifizierten Hemmnisse in der jeweiligen Branche bewerten zu können, ist eine Überprüfung ihrer Wirkung im Hinblick auf das vorgegebene Ziel notwendig, die in Kapitel 6 durchgeführt wird.

**Tab. 5-6:** An verschiedenen Untersuchungsschritten teilnehmende Lebens mitteleinzelhandelsunternehmen

<b>Gruppe</b>	<b>Anzahl</b>
Verschickte Fragebögen zur Hemmnisumfrage (ohne externe Experten)	772
Antworten in der Hemmnisumfrage	156
Angeschriebene Verbandsmitglieder des Einzelhandels in Württemberg für das Seminar	730
Seminarteilnehmer	12

## 6 Bewertung der Instrumente zur Hemmnisüberwindung

Das Ziel des Kapitels ist, die beiden eingesetzten Instrumente im Hinblick auf die Überwindung von Hemmnissen für Maßnahmen der rationellen Energieanwendung in Hotels und im Lebensmitteleinzelhandel zu bewerten. Da für Überlegungen eines Einsatzes solcher Instrumente nicht nur die Zielerreichung, sondern auch die dadurch entstehenden Kosten von Bedeutung sind, wird darüber hinaus ein Ausblick auf die Kosten eines breiten Einsatzes der Instrumente in den Branchen gegeben.

Zur Bewertung eingesetzter Instrumente ist zunächst die Definition von Beurteilungskriterien notwendig. Um den Nutzen der Überwindung identifizierter Hemmnisse für Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in den untersuchten Unternehmen, der mit den eingesetzten Instrumenten erreicht wird, zu ermitteln, ist zunächst zu unterscheiden zwischen der Bewertung von Inhalt und Darstellungsform eines Instruments und der Bewertung im Hinblick auf die Ziele des Instruments, da die Bewertung der Erreichung der definierten Ziele abhängig von der Darstellungsform ist. So hat beispielsweise eine unübersichtliche, in schlechter Qualität gedruckte Broschüre eine wesentlich geringere Wirkung als eine Broschüre mit gutem Layout gleichen fachlichen Inhalts. Qualität und Effekt eines Instruments bilden eine Wirkungskette und werden deshalb auch in Folge behandelt. Zeitliche Aspekte spielen ebenfalls eine Rolle, da eine Auswertung unmittelbar bei Anwendung eines Instruments noch keine hinreichende Aussage darüber zulässt, ob sich Erwartungen in die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung auch mittelfristig bestätigen. Dazu ist eine Nachfrage nach einer bestimmten Zeit notwendig.

### 6.1 Existierende Evaluierungsprojekte

In einer Untersuchung über Instrumente zur Reduktion der Kohlendioxid-Emissionen /Hofer 1993/ werden Vorschläge und Empfehlungen zur Verbesserung der Effizienz von Förderinstrumenten und Instrumenten zur Ausbildung und Motivation gemacht. Dabei wird auf die Aspekte Qualität und Quantität von Informationen zu Maßnahmen rationeller Energieanwendung als Einfluss auf die Wirksamkeit eingegangen. Eine Auswertung bestehender Instrumente mit Ergebnissen zur Wirksamkeit wird nicht durchgeführt.

Eine Evaluierung von Trainingskursen im Bereich Energiemanagement und Einsatz energieeffizienter Technologien für Entscheidungsträger aus Industrie und Kommunen in Rumänien wird in /ICAEN u. a. 1997/ behandelt. Dabei wird die Bewertung der Qualität der Kurse durch die Teilnehmern dargestellt, und zwar anhand der Indikatoren Qualität der Referenten, Genauigkeit der behandelten Themen, Logistik und Übersetzung der Sprache. Im Hinblick auf die Wirksamkeit des Instruments des Trainingskurses wurde auch eine Einschätzung der "Usefulness for Energy Efficiency Project Design" (Nützlichkeit für die



Planung von Energieeffizienzmaßnahmen) des Trainingskurses durch die Teilnehmer vorgenommen, wobei zwischen "sehr gut", "gut", "mittel" und "schwach" gewählt werden konnte. 36,5 % der Teilnehmer bewerteten die Nützlichkeit des Kurses mit "sehr gut", 46 % mit "gut", 16,5 % mit "mittel" und 1 % mit schwach.

Zur Bewertung einer Broschüre zum Thema rationelle Energieanwendung für Lebensmitteleinzelhändler in Baden-Württemberg wurde im Rahmen der Arbeit mit Hilfe eines beigelegten Fragebogens die Wirkung untersucht. Der Bogen enthält Fragen zur Art der Darstellung und zur Motivation der Befragten, Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung umzusetzen. Zirka 730 selbständige Supermärkte und Lebensmitteleinzelhandelsketten erhielten die Broschüre mit Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung im Lebensmitteleinzelhandel. Nur 3,8 % der Adressaten (28 Antworten) sendeten den ausgefüllten Fragebogen zurück. Tab. 6-1 stellt die Antworten zusammen.

**Tab. 6-1:** Auswertung einer Broschüre zur rationellen Energieanwendung für den Lebensmitteleinzelhandel in Baden-Württemberg

Frage	Anzahl der Antworten (k. A. = keine Angabe)			
	Akzeptabel		zu lang	k. A.
War der Zeitaufwand zum Lesen akzeptabel?	27		1	0
Sind die Zusammenhänge in der Broschüre verständlich erklärt?	27		0	1
Waren die Informationen genau genug dargelegt?	25		0	3
Fühlen Sie sich über Möglichkeiten der rationellen Energieanwendung in Ihrem Markt besser informiert als vorher?	21		5	2
Haben Sie Ihre Einstellung zur rationellen Energieanwendung im Betrieb geändert?	6	teilweise 14	8	0
Halten Sie die aufgezeigten Einsparmöglichkeiten für umsetzbar?	8	teilweise 19	1	0
Werden Sie einzelne Anregungen umsetzen?	24		3	1

Die niedrige Rücklaufquote ist dabei kein Hinweis auf zu hohen Zeitaufwand zum Lesen der Broschüre, da der Zeitaufwand nur einmal als zu hoch angegeben ist. Aus Erfahrungen des entsprechenden Berufsverbandes zeigt sich, dass Informationen, die mittels Broschüren, schriftlicher Unterlagen oder Merkblättern verteilt werden, ungeachtet des zu erwartenden Zeitaufwandes selten beachtet werden /Einzelhandelsverband 1996/. Für eine umfassende Bewertung muss daher nicht nur der Inhalt selbst sondern auch die Art der Aufbereitung und Bereitstellung von Informationen und Hilfestellungen bewertet werden.

Das Energieberatungsprogramm eines regionalen Energieversorgungsunternehmens für Kommunen wurde im Hinblick auf die Möglichkeiten der Drittfinanzierung untersucht /Haug u. a. 1997b/. Als Bewertungskriterium für die Wirksamkeit wurde dabei die Anzahl umgesetzter Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in öffentlichen Liegenschaften

bestimmt, die kleineren Kommunen vorgeschlagen wurden. Jede vorgeschlagene Maßnahme wurde dazu für jede Gemeinde getrennt berechnet und ausgewiesen, so dass ein direkter Bezug zwischen Maßnahme und Befragten bestand. Damit wird z. B. ausgeschlossen, dass Maßnahmen aus einer Liste nicht umgesetzt werden, weil sie im jeweiligen Objekt nicht umsetzbar sind. Aus den Antworten ergab sich, dass 34 % der den Kommunen vorgeschlagenen und als wirtschaftlich erachteten Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung umgesetzt, 32 % in Planung, 8 % noch nicht entschieden, 19 % verschoben und 4 % abgelehnt wurden (keine Angabe: 5 %) /Haug u. a. 1997b, S. 33/. Bezogen auf ein Instrument wie ein EDV-Programm, eine Broschüre oder ein Seminar ist diese Bewertungsart nur bedingt anwendbar, da der Inhalt hier nicht aus einer ausgearbeiteten Individuallösung besteht.

## **6.2 Methode zur Bewertung der Eignung von Instrumenten zur Hemmnisüberwindung**

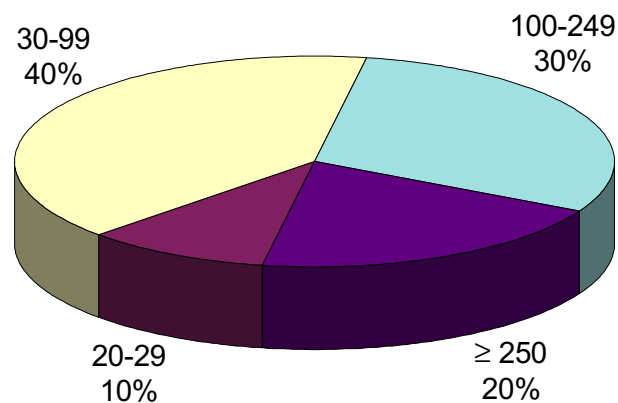
Die Bewertung der Eignung von Instrumenten wurde mit Hilfe von Fragebögen, die beim Einsatz des jeweiligen Instruments von Teilnehmern ausgefüllt wurden, sowie mit telefonischen Befragungen nach ungefähr vier Monaten durchgeführt. Ein Beispiel für die verwendeten Fragebögen ist als Anhang D beigelegt. Die Fragebögen zur Bewertung des EDV-Programms wurden den Teilnehmern zusammen mit der Programmdiskette und der Beschreibung zugesandt. Die Fragebögen zur Auswertung des Seminars wurden beim Seminar verteilt und am Ende von den Teilnehmern abgegeben. Die Struktur der Bögen lehnt sich an bestehende Fragebögen aus anderen Programmen an /ICAEN u. a. 1997/, /MWMT 1994/. Anpassungen wurden vorgenommen hinsichtlich der Inhalte der Fragen, des Detaillierungsgrads und der Gesamtlänge des Fragebogens. Die Teilnehmer-Fragebögen bestehen aus fünf Teilen, wobei die Fragen die Bereiche Inhalte, Art der Darstellung und Motivation zur Umsetzung von Maßnahmen zur rationelle Energieanwendung behandeln. Im ersten Teil können die grundsätzlichen Inhalte und Themen des Instruments in einer Kategorie von sehr gut bis schlecht bewertet werden. Im zweiten Teil wird die Ausführung des EDV-Programms beziehungsweise der Ablauf des Seminars bewertet. Nach einer Gesamteinschätzung der Qualität des Instruments werden Indikatoren für den Hemmnisabbau sowie für die Umsetzung von rationeller Energieanwendung durch den Einsatz des Instruments gebildet, indem die Teilnehmer Fragen zum Verständnis, zur Motivation, zur individuellen Einstellung zu Möglichkeiten der rationellen Energieanwendung und zu durchgeführten oder in Planung befindlichen Maßnahmen beantworten. Im vierten Teil des jeweiligen Fragebogens können positive und negative Anmerkungen und Ergänzungen als freier Text eingegeben werden. Im fünften Teil des Fragebogens befinden sich Angaben zur Person und zum Unternehmen, die der Klassifizierung der Antworten dienen. Grundsätzlich

wurden bei Fragen mit der Aufforderung zur Bewertung Suggestivfragen vermieden, um eine Beeinflussung der Antworten gering zu halten. Die Fragen sind neutral formuliert und ermöglichen positive und negative Angaben.

In der zweiten Befragung nach vier Monaten wurde der Fragenteil zur Umsetzung sowie die Gesamtbewertung wiederholt, um eine zeitliche Entwicklung festhalten zu können. Darüber hinaus wurden die Befragten gebeten, einen Preis bzw. eine Teilnehmergebühr anzugeben, bis zu dem Sie das Programm/Seminar an Kollegen weiter empfehlen würden, um den monetären Wert des Instruments abzuschätzen; dies wird als Zahlungsbereitschaft definiert /Gabler 1995, S. 2837/.

### 6.3 Evaluierung der Energie-Benchmarkingsoftware

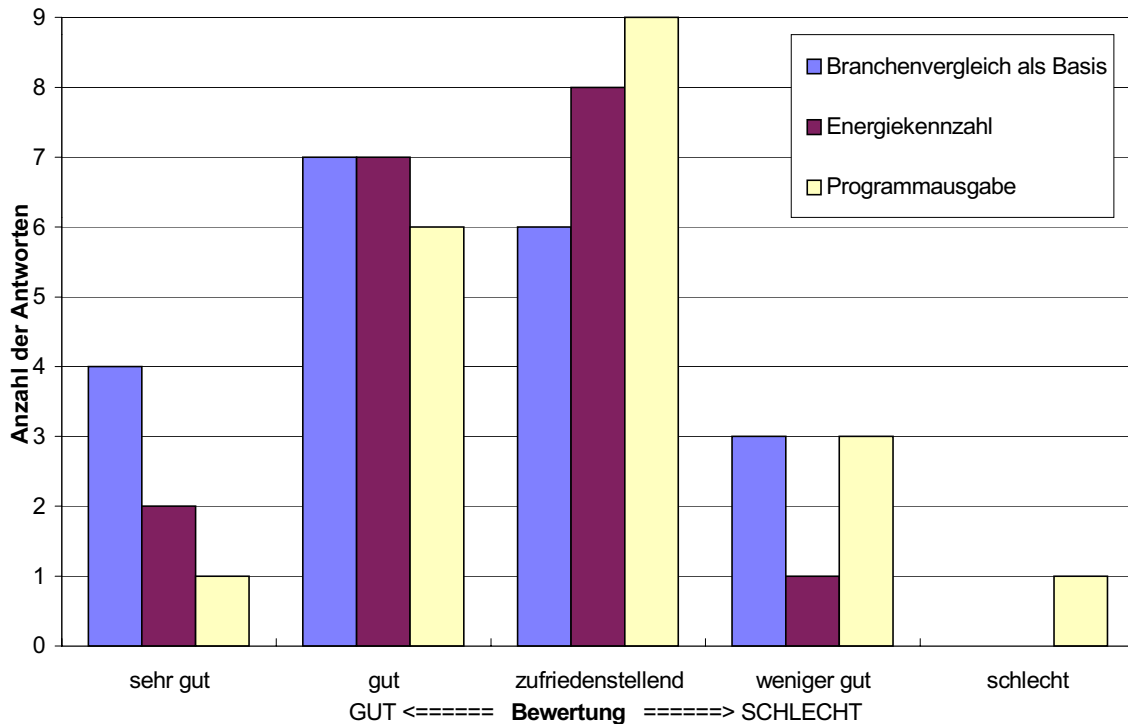
Die Struktur der Größenklassen der 20 Hotels, die das EDV-Programm EnBenO genutzt und einen Fragebogen zurückgesendet haben, lässt sich anhand der Anzahl der Betten der entsprechenden Hotels darstellen. Wie in Abb. 6-8 gezeigt, sind mittlere Hotels mit mehr als 30 und weniger als 250 Betten stärker vertreten als kleine und große Hotelbetriebe, was in etwa der Verteilung in der Branche entspricht.



**Abb. 6-8:** Anteile der nach Betten-Größenklassen geordneten Hotels in der Stichprobe

#### 6.3.1 Bewertung von Inhalt und Darstellungsform der Energie-Benchmarkingsoftware

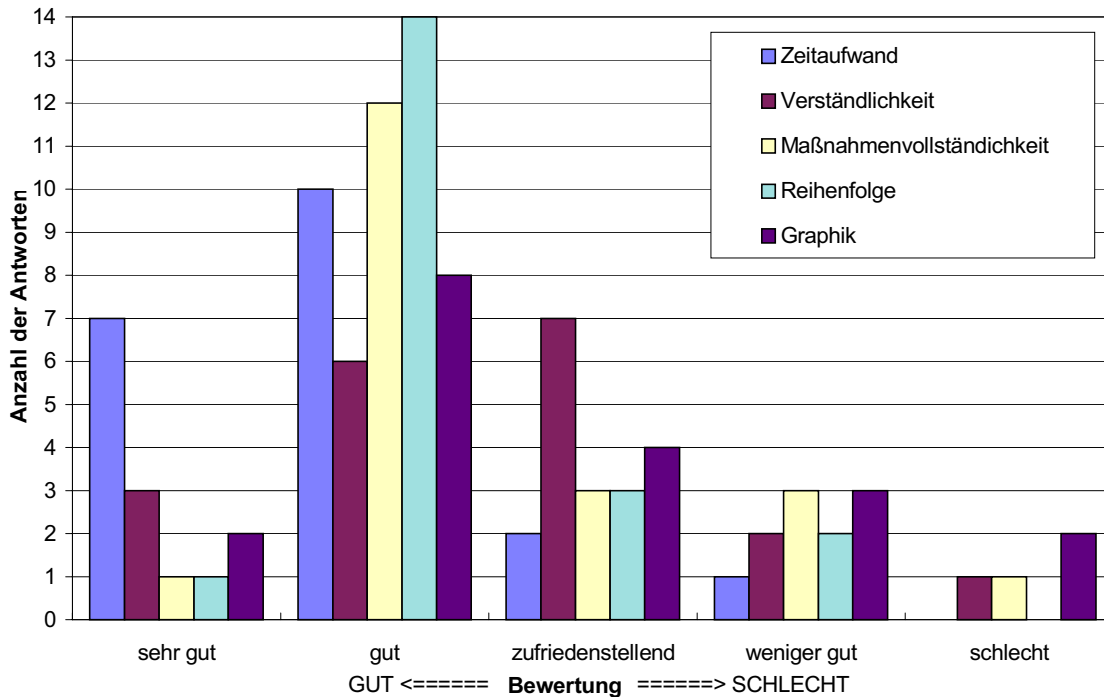
Die Auswertung zum fachlichen Inhalt des EDV-Programms als Qualitätsmerkmal zeigt nach Abb. 6-9 zusammen mit ergänzenden Kommentaren der Benutzer, dass die Idee des Energie-Benchmarking mit dem "Branchenvergleich als Basis" als hilfreich und wichtig angesehen wird.



**Abb. 6-9:** Bewertung der fachlichen Inhalte des Energie-Benchmarkingprogramms

Die im Programm generierten "Energiekennzahlen" (Energie- bzw. Stromverbrauch je Übernachtung des individuellen Hotels im Vergleich mit Branchenkennzahlen) sind als neue Information gut bewertet. Aus den Anmerkungen ergibt sich, dass ein Bedarf an einer feineren Untergliederung der Kennzahlen gemäß dem Komfort der Hotels besteht. In den Antworten wird der Bericht als "Programmausgabe" zwischen gut und zufriedenstellend bewertet. Zusammen mit den Anmerkungen von Teilnehmern lässt sich hieraus ein Verbesserungspotenzial für das Layout der Programmausgabe ableiten. Die Bewertung der Programmausführung als zweites Qualitätsmerkmal ist in Abb. 6-10 dargestellt. Der "Zeitaufwand" für die Benutzung von EnBenO wird eindeutig mit gut bis sehr gut beurteilt, ebenso wie der Aufbau des Programms ("Reihenfolge"). Die durchschnittliche Beurteilung der "Verständlichkeit" liegt zwischen zufriedenstellend und gut. Die Beurteilung der graphischen Ausgabe ("Graphik") fällt dabei schlechter aus als die übrigen Punkte und streut stärker.

Eine Gesamtauswertung der in Abb. 6-9 und Abb. 6-10 dargestellten Antworten zeigt, dass die Teilnehmer die fachliche Inhalte und für die Darstellungsform des Instruments zur Hemmnisüberwindung in der Hotelbranche die Qualität des Instruments mit gut bis zufriedenstellend bewerten.

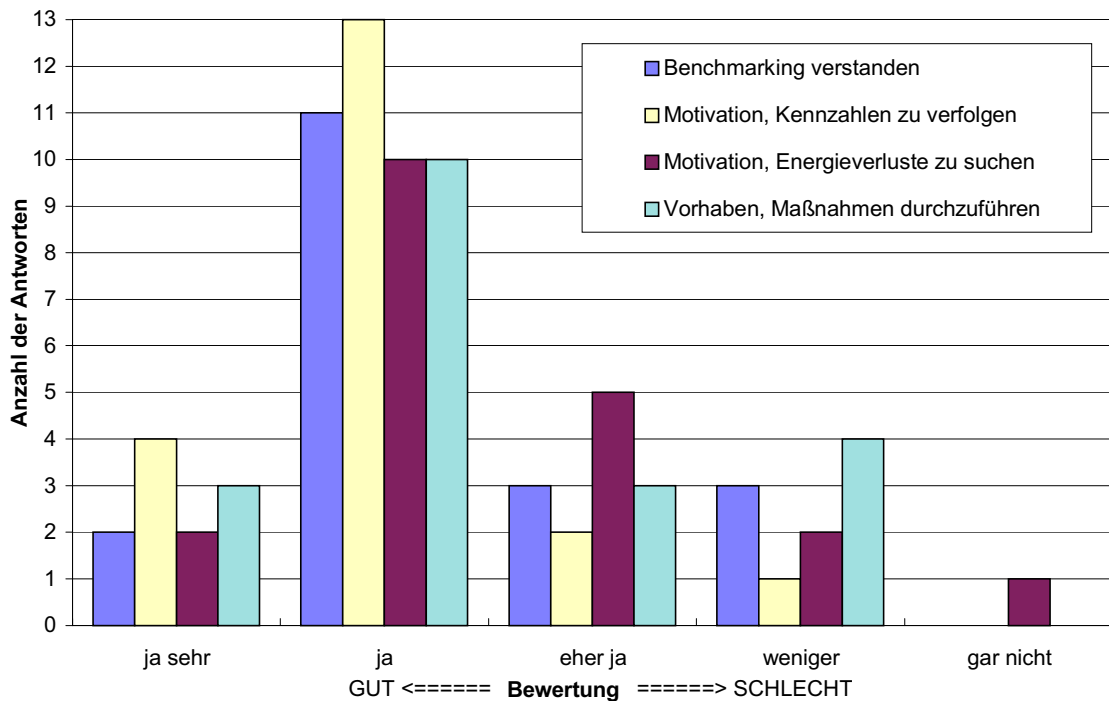


**Abb. 6-10:** Bewertung der Darstellungsform des Energie-Benchmarkingprogramms

### 6.3.2 Bewertung der Energie-Benchmarkingsoftware im Hinblick auf die Ziele des Instruments

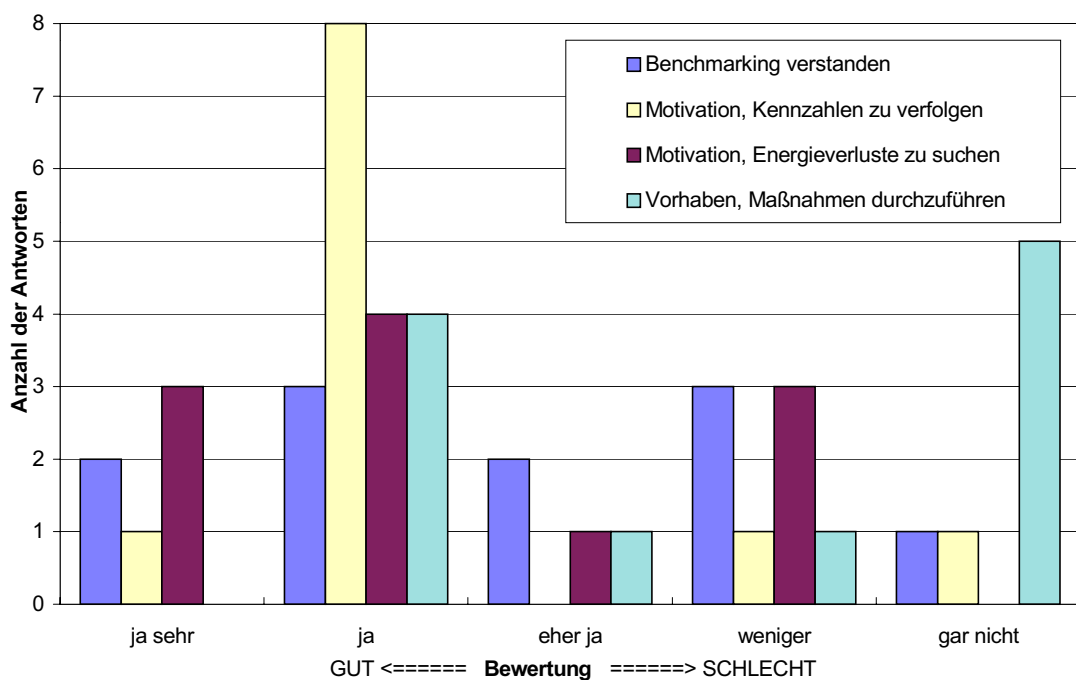
Nach der Bewertung von Inhalt und Darstellungsform der Energie-Benchmarkingsoftware, wird die Bewertung im Hinblick auf die Ziele des Instruments anhand der Auswertung der Antworten der Teilnehmer zum Verständnis, zur Motivation und zu Vorhaben bezüglich der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung vorgenommen. Abb. 6-11 stellt die Antworten aus dem entsprechenden Teil des Fragebogens dar.

Die Frage, ob die Idee des "Benchmarking verstanden" wurde, beantworteten 13 von 20 Teilnehmer mit "ja" bzw. "ja sehr". 17 von 20 Teilnehmern beantworteten die Frage zur "Motivation, Kennzahlen zu verfolgen" mit "ja" bzw. "ja sehr". Die "Motivation, Energieverluste zu suchen" ist demnach bei zwölf von 20 Teilnehmern eindeutig gegeben. Bei der Auswertung zeigen sich zwei grundsätzliche Tendenzen: Erstens wird durch das Programm das Motivationsziel, Kennzahlen zu beobachten und zu verfolgen, erreicht;. Zweitens wird die durchschnittliche Bewertung durch die Benutzer etwas niedriger, wenn die Fragen konkreter auf die Umsetzung von Maßnahmen eingehen (vom Verstehen des Benchmarking bis zum Vorhaben der Durchführung von Maßnahmen im eigenen Unternehmen).



**Abb. 6-11:** Bewertung der Motivation zur inhaltlichen Umsetzung des Energie-Benchmarking-programms durch die Benutzer, erste Befragung

Die zweite Befragung für die Evaluierung mit telefonischer Nachfrage wurde vier Monate nach dem Versand des EDV-Programms durchgeführt, wobei elf Hotelbetriebe befragt wurden. Abb. 6-12 stellt das Ergebnis der zweiten Befragung dar.



**Abb. 6-12:** Bewertung der Motivation zur inhaltlichen Umsetzung des Energie-Benchmarking-programms durch die Benutzer, zweite Befragung

Die Antworten der zweiten Runde streuen stärker als unmittelbar nach der Benutzung des Programms. So teilt sich die befragte Gruppe bezüglich des Vorhabens, Maßnahmen durchzuführen, in den Teil jener, die nach vier Monaten definitiv Maßnahmen planen oder durchführen und jene, die dies nur kurz nach der Benutzung von EnBenO vorhatten und nach vier Monaten "weniger" oder "gar nicht" angaben. Die Motivation, Kennzahlen weiterhin zu verfolgen, ist allerdings immer noch vorhanden.

In beiden Befragungsrunden wurde eine Bewertung als Gesamteindruck des Benutzers ohne Berücksichtigung der Details erbeten. Der Durchschnitt der Gesamtbewertung des EDV-Programms ergibt mit 2,2 ein "gut". In Tab. 6-2 sind die durchschnittliche Gesamtbewertung aus den Antworten der Befragten zu den Bereichen Inhalt, Darstellung und Umsetzung gegenübergestellt.

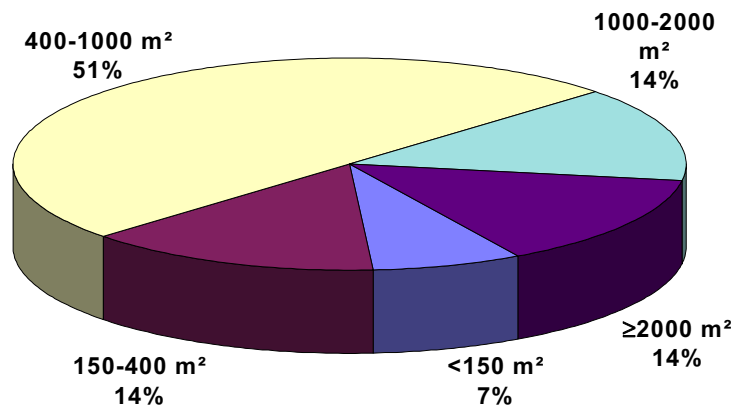
**Tab. 6-2:** Gesamtbewertung des Softwareprogramms

<b>Bereich</b>	<b>Benotung (1 ... 5)</b>
Fachliche Inhalte	2,6
Darstellungsform	2,4
Motivation zur Umsetzung	2,3
Gesamtbewertung	2,2
Motivation zur Umsetzung, 2. Befragung	2,8
Gesamtbewertung, 2. Befragung	2,8

Der Vergleich der Gesamtbewertung mit der Bewertung der Inhalte und der Darstellung zeigt, dass die Gesamtbewertung besser ausfällt als die Bewertung einzelner Teile. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass je mehr ein Benutzer zu Details befragt wird, um so mehr steigt die Erwartung, was noch in einem Instrument wie dem EDV-Programm realisiert werden könnte. Aus der zweiten Befragungsrunde ergibt sich deutlich, dass die Gesamteinschätzung des Instruments und die Motivation zur Umsetzung nach einiger Zeit nachlassen.

#### **6.4 Evaluierung des Seminars**

Analog zum Vorgehen in der Hotelbranche wird der erste Schritt der Auswertung des Einsatzes des Instruments "Seminar" über einen Fragebogen vorgenommen, der direkt bei der Veranstaltungsdurchführung verteilt wurde. Nach den vier Frageblöcken, wie in Kapitel 6.2. beschrieben, wurde zur Klassifizierung der Antworten die Verkaufsfläche der Supermärkte der vertretenen Teilnehmer erhoben. Abb. 6-13 zeigt die Struktur der Teilnehmer des Seminars nach Verkaufsfläche der zugehörigen Supermärkte. Die Hälfte der Teilnehmer kam von mittleren Märkten mit einer Verkaufsfläche zwischen 400 und 1000 m<sup>2</sup>.

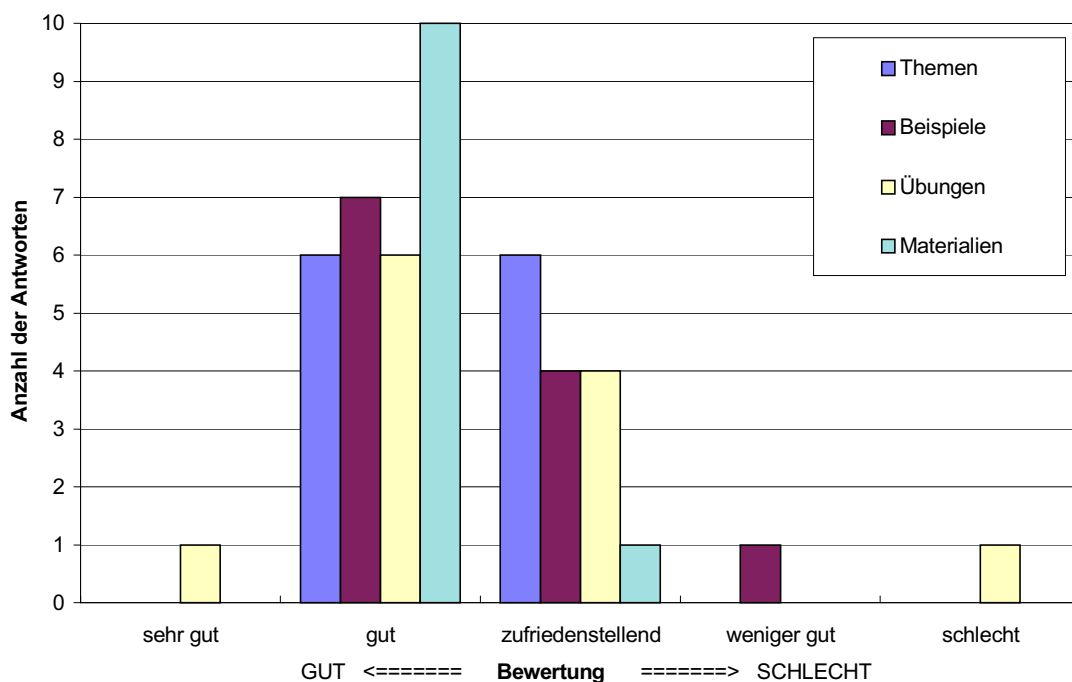


**Abb. 6-13:** Anteile der nach Größenklassen geordneten Supermärkte in der Stichprobe gemäß der Verkaufsflächen

Teilnehmer von Märkten mit großer Verkaufsfläche sowie Teilnehmer von Märkten mit unter 400 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche waren im Seminar entsprechend der statistisch weniger häufig vorhandenen Märkte vertreten.

#### 6.4.1 Bewertung von Inhalt und Darstellungsform des Seminars

Die Auswertung der Antworten zum Seminarinhalt unmittelbar nach Beendigung des Seminars in Abb. 6-14 zeigt, dass die Bewertung der gewählten Themen, der Beispiele und der Übungen durchschnittlich zwischen gut und zufriedenstellend ausfällt.

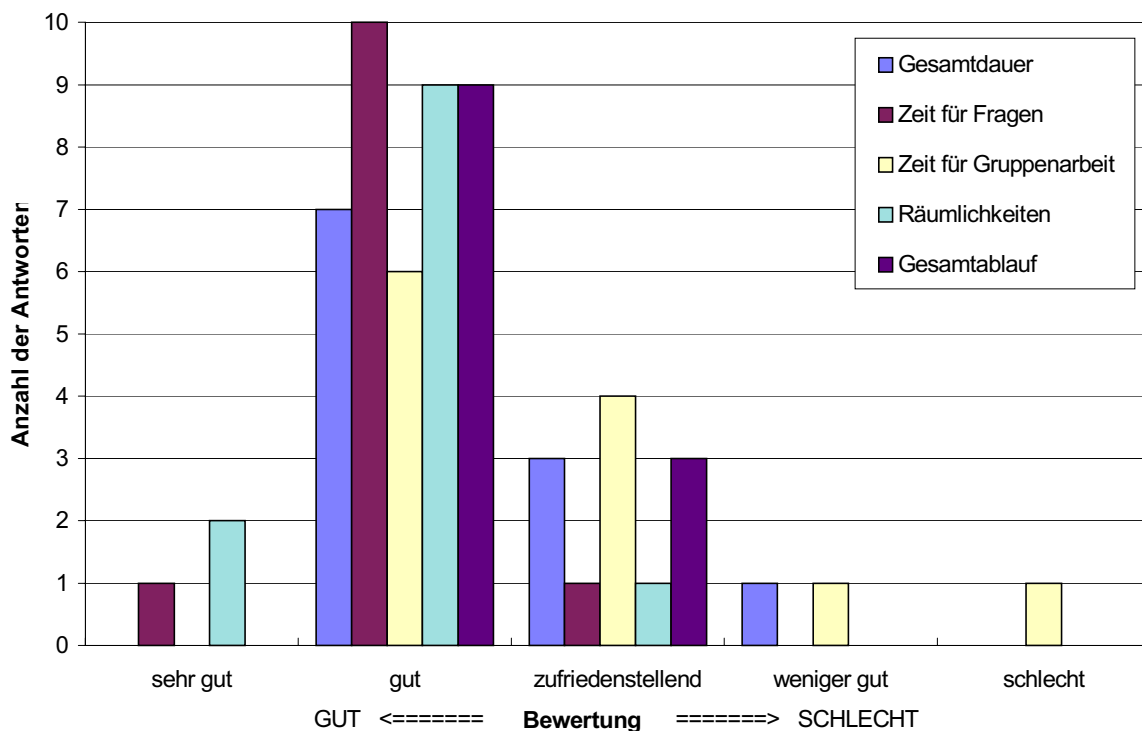


**Abb. 6-14:** Bewertung des fachlichen Inhalts des Seminars



Die Bewertung des Arbeitshefts als begleitendes Seminarmaterial ("Materialien") wurde von fast allen Teilnehmern als gut bewertet. Insgesamt ist eine geringe Streuung der Antworten festzustellen.

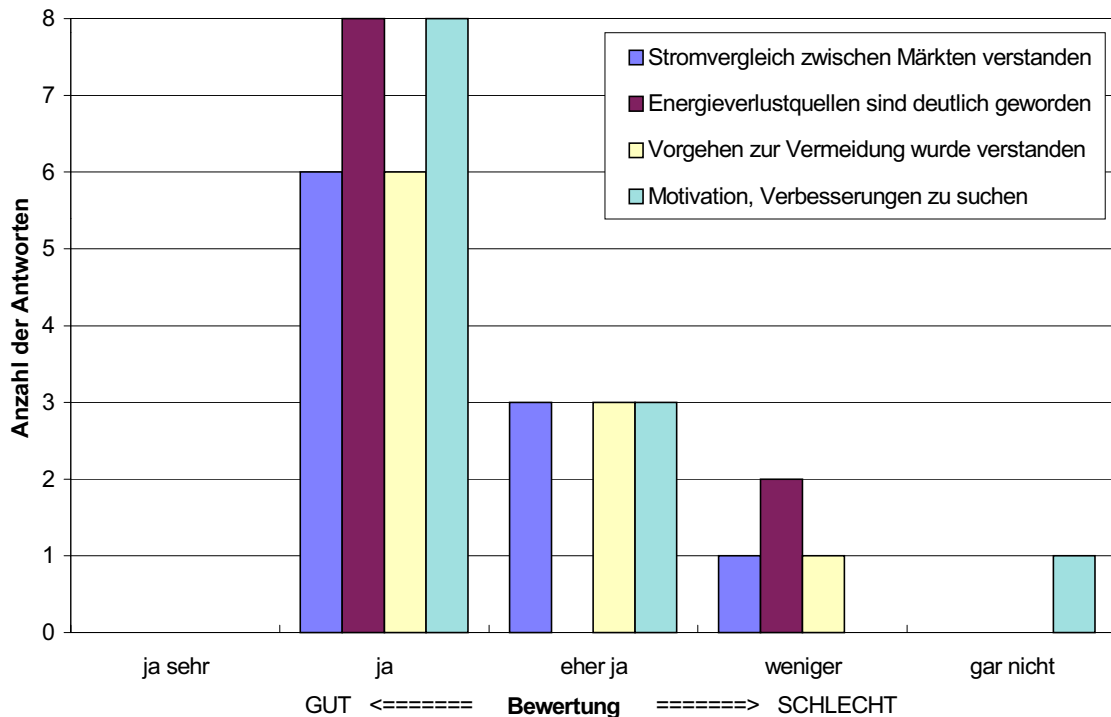
Die Antworten der Teilnehmer zum Ablauf des Seminars verteilen sich alle um den Wert "gut", wie in Abb. 6-15 dargestellt. Eine gute Bewertung erhielt von den meisten Teilnehmern die eingeplante "Zeit für Fragen" sowie die "Räumlichkeiten", in denen die Veranstaltung stattfand. Die Antworten zur verfügbaren "Zeit für die Gruppenarbeit" entsprechen den Anmerkungen einzelner Teilnehmer und zeigen, dass dieser Zeitraum tendenziell als zu kurz empfunden wurde. Dies ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass eine wesentlich stärkere Einbeziehung der Teilnehmer bei der Gruppenarbeit erreicht wurde als beim Vortragsteil. Die Kommentare der Teilnehmer zeigen, dass die Übungsphase als besonders nützlich angesehen wurde.



**Abb. 6-15:** Bewertung der Darstellungsform des Seminars

#### 6.4.2 Bewertung des Seminars im Hinblick auf die Ziele des Instruments

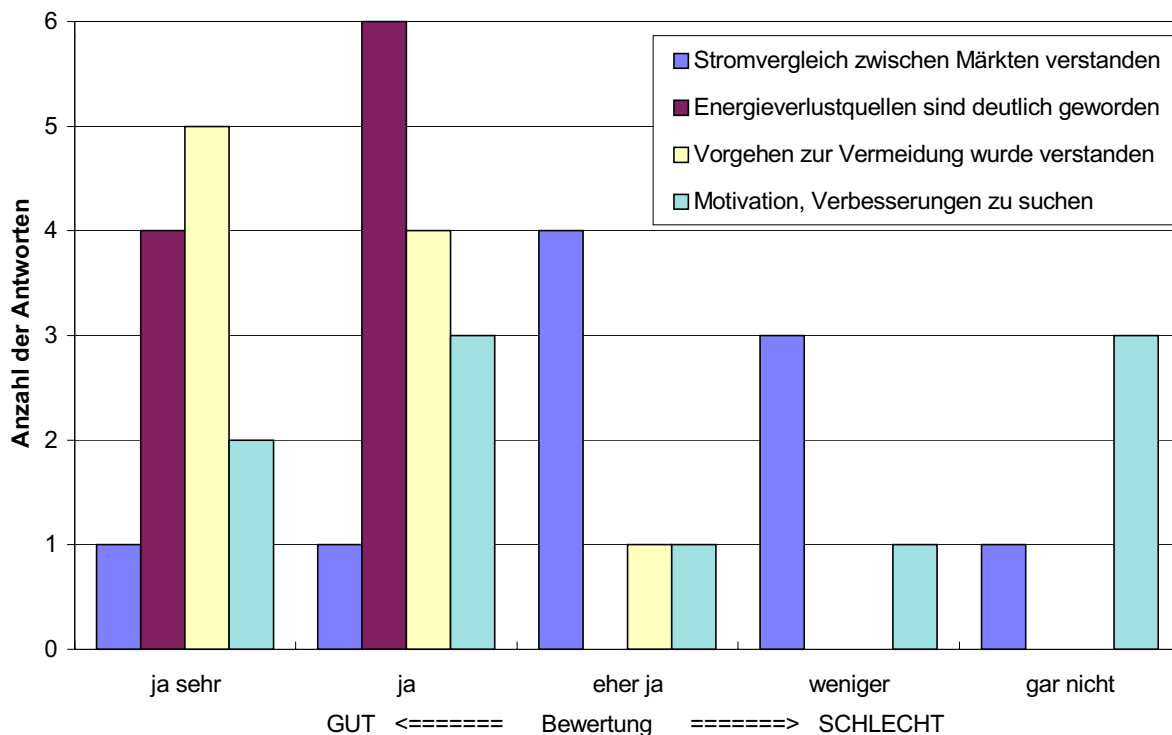
Die Bewertung des Seminars im Hinblick auf die Ziele des Instruments wird anhand der Auswertung der Antworten der Teilnehmer zu Verständnis, Motivation und zu Vorhaben bezüglich der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung vorgenommen.



**Abb. 6-16:** Bewertung der Motivation zur inhaltlichen Umsetzung des Seminars durch die Teilnehmer, erste Befragung

Das Ergebnis der Bewertung der Wirksamkeit des Seminars während der Veranstaltung (erste Befragung) in Abb. 6-16 zeigt für keine der Fragen Einträge bei der Kategorie "ja sehr". Die Fragen bezüglich des Verstehens des Stromvergleichs zwischen Supermärkten, des Verstehens der Energieverluste im Markt, des Vorgehens zur Vermeidung von Verlusten sowie bezüglich der Motivation, Verbesserungsmöglichkeiten zu suchen, sind überwiegend mit "ja" beantwortet und spiegeln die Reaktionen der Teilnehmer bezüglich der Vorteile "praktischer" Übungen gegenüber "theoretischen" Vorträgen über Bildung von Energiekennzahlen für den individuellen Supermarkt wider. Das zeigt sich deutlich an den Antworten auf die Frage, ob die Energieverlustquellen deutlich geworden sind und ob eine Motivation besteht, diese zu beheben. Praxisbeispiele für Energieverluste werden besser verstanden und aufgenommen als z. B. die Benchmarkingidee mit dem Vergleich der Energieeffizienz des individuellen Supermarktes mit dem Branchendurchschnitt über den flächenbezogenen Stromverbrauch.

Die zweite Runde der Bewertung mittels telefonischer Nachfrage wurde vier Monate nach dem Seminar realisiert. Das Ergebnis zeigt Abb. 6-17. Der Vergleich der Abb. 6-17 mit Abb. 6-16 verdeutlicht, dass die Antworten in der zweiten Befragung stärker streuen. Demnach haben die Teilnehmer mit zeitlichem Abstand ein deutlicheres Bild von der Nützlichkeit des Instruments als zu Beginn. Beispielsweise reichen die Antworten zur Motivation, Verbesserungen zu suchen, von "ja sehr" bis "gar nicht". Das Vorgehen zur Vermeidung von Energieverlusten wird im Durchschnitt später besser verstanden.



**Abb. 6-17:** Bewertung der Motivation zur inhaltlichen Umsetzung des Seminars durch die Teilnehmer, zweite Befragung

Eine Erklärung hierfür wäre, dass die Teilnehmer nach dem Seminar im beruflichen Alltag, Möglichkeiten der rationellen Energieanwendung besser verstanden haben, verstärkt wahrnehmen und neue identifizieren.

Das Seminar hat den Antworten nach mittelfristig einen höheren Einfluss auf die Motivation als kurzfristig. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass bei der telefonischen Nachfrage von realisierten oder geplanten Maßnahmen in einzelnen Supermärkten berichtet wurde. So haben mehrere Teilnehmer geschildert, dass sie eine Reihe von Möglichkeiten zur effizienteren Beleuchtung eingeleitet haben, beziehungsweise prüfen. Drei der zwölf Seminarteilnehmer aus dem Lebensmitteleinzelhandel hatten zum Zeitpunkt der Nachfrage eine Maßnahme umgesetzt oder in Planung. So wurde als Maßnahme eine mögliche Leuchtdauerreduktion bei der Beleuchtung des Parkplatzes eines Supermarkts geprüft. Weiterhin wurde der Ersatz von Leuchtstoffröhren in einem Supermarkt geplant. Bisher wurden Lampen im Markt nur bei Ausfall oder Bruch gewechselt. Die Maßnahme berücksichtigt den Verminderungsfaktor der Beleuchtungsstärke durch Schmutz und Alter und führt zu einer altersabhängigen Auswechslung der Lampen. Da die installierten Lampen fast alle sehr alt waren, wurde eine komplette Erneuerung der Beleuchtung vorbereitet. Dabei können entsprechend weniger neue Lampen angebracht werden, weil die derzeitige Gesamtbeleuchtungsstärke bereits als ausreichend empfunden wurde /Kruse 1997/. Ausgelöst durch

einen weiteren Teilnehmer wurde die im Seminar vorgeschlagene Maßnahme der 30 %-Beleuchtung während der Zeiten ohne Kundenverkehr (z. B. zu Reinigungszwecken und beim Bestücken der Regale) als Richtlinie an Filialen verteilt. Die Maßnahme beinhaltet die Abschaltung von 70 % der Beleuchtung während der Reinigung und Regalbestückung, da hierbei nicht die volle Beleuchtungsstärke benötigt wird. Dadurch wird eine verminderte Leistungsaufnahme während dieser Zeit ermöglicht.

Die durchschnittlichen Angaben aller Befragten und die Gesamtbewertungen zum Seminar sind in Tab. 6-3 zusammengestellt. Bei der ersten Befragung ergibt die Gesamtbewertung des Seminars durch die Teilnehmer eine 2,5 auf der Notenskala von "1" für sehr gut bis "5" für schlecht.

**Tab. 6-3:** Gesamtbewertung des Seminars für  
Lebensmitteleinzelhändler

Bereich	Benotung (1 ... 5)
Fachliche Inhalte	2,4
Darstellungsform	2,3
Motivation zur Umsetzung	2,5
Gesamtbewertung	2,5
Motivation zur Umsetzung, 2. Befragung	2,4
Gesamtbewertung, 2. Befragung	2,7

Bezüglich der Ergebnisse für Inhalt, Darstellung, Umsetzung und Gesamtbewertung bedeutet dies, dass die Qualität des Instruments und die Wirkung auf die Motivation zwischen gut und zufriedenstellend liegen. Im Gegensatz zum Instrument für die Hotelbranche liegt die Gesamtbewertung schlechter als die durchschnittliche Bewertung von Inhalt, Darstellung und Motivation zur Umsetzung von Maßnahmen. Der Durchschnitt der Angaben zur Gesamtbewertung des Seminars liegt nach vier Monaten etwas schlechter als bei der ersten Befragung, während Angaben zur Umsetzung, die ja die Motivation zur Realisierung von rationeller Energieanwendung beinhalten, nach vier Monaten höher liegen als kurz nach dem Seminar. Insgesamt streuen die durchschnittlichen Angaben weniger als beim Instrument für die Hotelbranche.

### **6.5 Kosten für Entwicklung und Bereitstellung der beiden Instrumente zur Hemmnisüberwindung**

Die Kosten für die Instrumente zur Überwindung identifizierter Hemmnisse, die einem Träger bzw. Anbieter entstehen, lassen sich aus den aufgewendeten Material- und Personalkosten während der Entwicklungsphase und aus den Ausgaben für die Bereitstellung ermitteln. Die Entwicklungskosten gehen als Fixkosten in die Gesamtkosten ein. Ausgaben

für die Bereitstellung der Instrumente, wie z. B. die Ankündigung des Seminars, werden als variable Kosten berücksichtigt. Die Kosten, deren Höhe direkt von der Anzahl der Teilnehmer abhängt, wie z. B. Kosten für Disketten für das EDV-Programm, werden in den variablen Kosten ebenfalls berücksichtigt. Die Kosten "K" für ein Instrument ergeben sich zu:

$$K_{\text{Instr}} = K_{\text{fix,Instr}} + K_{\text{var,Instr}} \quad (6-1)$$

Werden die Gesamtkosten auf die Anzahl der Teilnehmer bezogen, so ergeben sich die Kosten je Teilnehmer "k" nach Umformung der Beziehung:

$$k_{\text{Instr}} = \frac{K_{\text{fix,Instr}}}{TN_{\text{Instr}}} + k_{\text{var,Instr}} \quad (6-2)$$

In den Kosten sind Aufwendungen, die den Teilnehmern entstehen, wie z. B. Zeitaufwand, Anfahrtskosten etc., nicht berücksichtigt. Gleichung 6-1 gibt nur die Kosten des Trägers bzw. Anbieters eines Instruments als absolute Kosten wieder, während Gleichung 6-2 die Kosten auf den Teilnehmer bezieht.

### 6.5.1 Entwicklungs- und Bereitstellungskosten der Energie-Benchmarkingsoftware

Die Kosten, die für das Instrument Energie-Benchmarking Programm für Hotels entstanden, umfassen die Aufwendungen nach Tab. 6-4 aufgeteilt nach Fixkosten und variablen Kosten. Enthalten sind die Kosten zur Verbreitung des Instruments. Dazu gehört das Anschreiben von Hotels als potentielle Teilnehmer und der Aufwand für Korrespondenz sowie für technischen Nachfragen zum EDV-Programm.

**Tab. 6-4:** Entwicklungs- und Bereitstellungskosten des Instruments zur Hemmnisüberwindung in der Hotelbranche

Fixkosten	variable Kosten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung Pflichtenheft</li> <li>• Zusammentragen Maßnahmenkatalog</li> <li>• Aufbereiten Kennzahlen</li> <li>• Programmierung Quellcode</li> <li>• Programmtests auf versch. Computern</li> <li>• Erstellung Installationsprogramm</li> <li>• Installationstests auf versch. Computern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disketten kopieren</li> <li>• Korrespondenz</li> <li>• Versand (Kuvertieren, Frankieren)</li> <li>• Telefon. Nachfrage</li> <li>• Disketten</li> <li>• Versandkosten (Porto inkl. Rückumschlag)</li> </ul>

Zur Ermittlung der Personalkosten wurde unter anteiliger Berücksichtigung verschiedener Mitarbeiterarten ein Stundensatz von 60,- DM/Std. zugrunde gelegt, womit sich folgende Kosten ergaben:

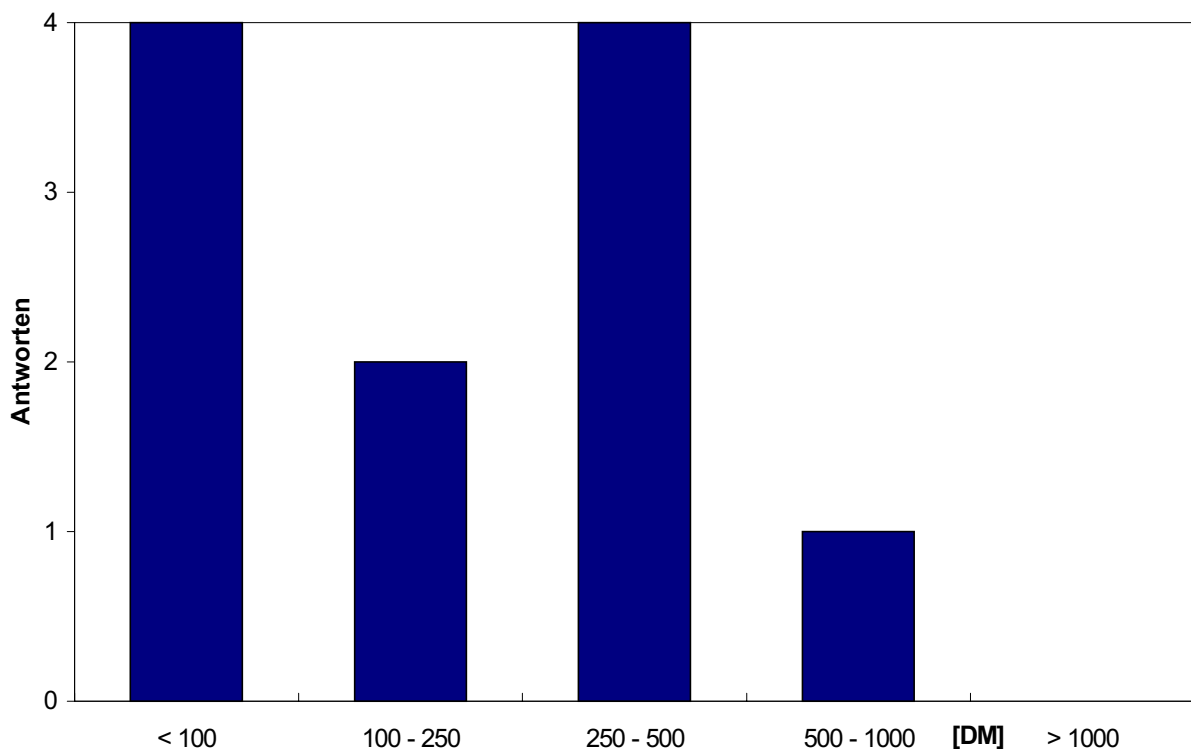
$$\begin{aligned} \text{Fixkosten:} & \quad K_{\text{fix, EnBenO}} = 24.700,- \text{ DM} \\ \text{variable Kosten:} & \quad K_{\text{var, EnBenO}} = 13,50 \text{ DM/Teilnehmer} \end{aligned}$$

Die Gesamtkosten ergeben sich gemäß Gleichung 6-1 zu:

$$\begin{aligned} K_{\text{EnBenO}} &= 24.700 \text{ DM} + 13,50 \text{ DM/Teilnehmer} * 70 \text{ Teilnehmer} \\ K_{\text{EnBenO}} &= 25.645 \text{ DM} \end{aligned}$$

Nach Gleichung 6-2 betragen die Gesamtkosten je Teilnehmer bei 70 Teilnehmern 366,- DM.

Um im Vergleich die Zahlungsbereitschaft der Teilnehmer bezüglich des Programms "EnBenO" zu ermitteln, wurden die Teilnehmer in der zweiten Befragung gebeten, einen Preis bzw. eine Teilnehmergebühr anzugeben, bis zu dem sie das EDV-Programm an Kollegen weiter empfehlen würden. Dazu wurden Preiskategorien vorgegeben. Abb. 6-18 zeigt das Ergebnis der Einschätzung durch die Benutzer, woraus sich ableiten lässt, dass die Benutzer mehrheitlich einen Preis über 500,- DM nicht für gerechtfertigt halten.



**Abb. 6-18:** Verteilung der Antworten auf die Frage "Bis zu welchem Preis würden Sie das Programm einem Kollegen oder Bekannten empfehlen?" nach Größenklassen

Der Vergleich der ermittelten Kosten mit den Angaben der Teilnehmer in Abb. 6-18 verdeutlicht, dass die Kosten noch im Bereich der von den Teilnehmern angegebenen Zahlungsbereitschaft liegt.

### 6.5.2 Entwicklungs- und Bereitstellungskosten des Seminars

Die Kosten für das Instrument Seminar Rationelle Beleuchtung für den Lebensmitteleinzelhandel enthalten die in Tab. 6-5 zusammengestellten Aufwendungen. Dabei werden als Fixkosten die Kosten angesehen, die der inhaltlichen Seminarvorbereitung dienen. Als variable Kosten werden die Kosten zur Vorbereitung und Durchführung der konkreten Veranstaltung zum angekündigten Termin angerechnet. Dies betrifft die Organisation des Seminars inklusive der Räumlichkeiten sowie der Aufwand für Suche, Auswahl und Besprechungen mit Referenten.

**Tab. 6-5:** Entwicklungs- und Bereitstellungskosten des Instruments zur Hemmnisüberwindung im Lebensmitteleinzelhandel

Fixkosten	variable Kosten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung Arbeitsprogramm</li> <li>• Zusammenstellung Unterlagen</li> <li>• Erstellung Arbeitsmappe</li> <li>• Vorbereitung Übungsaufgaben</li> <li>• Organisation Referenten</li> <li>• Erstellung Vorträge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation Räumlichkeiten</li> <li>• Terminabsprache Referenten</li> <li>• Ankündigung, Einladungen</li> <li>• Fotokopieren Arbeitsunterlagen</li> <li>• Arbeitszeit für Seminar (3 Pers. a 4 Std.)</li> <li>• Fotokopien und Hefte, Overheadfolien</li> </ul>

Analog dem Instrument für die Hotelbranche ergeben sich für das Seminar somit folgende Kosten:

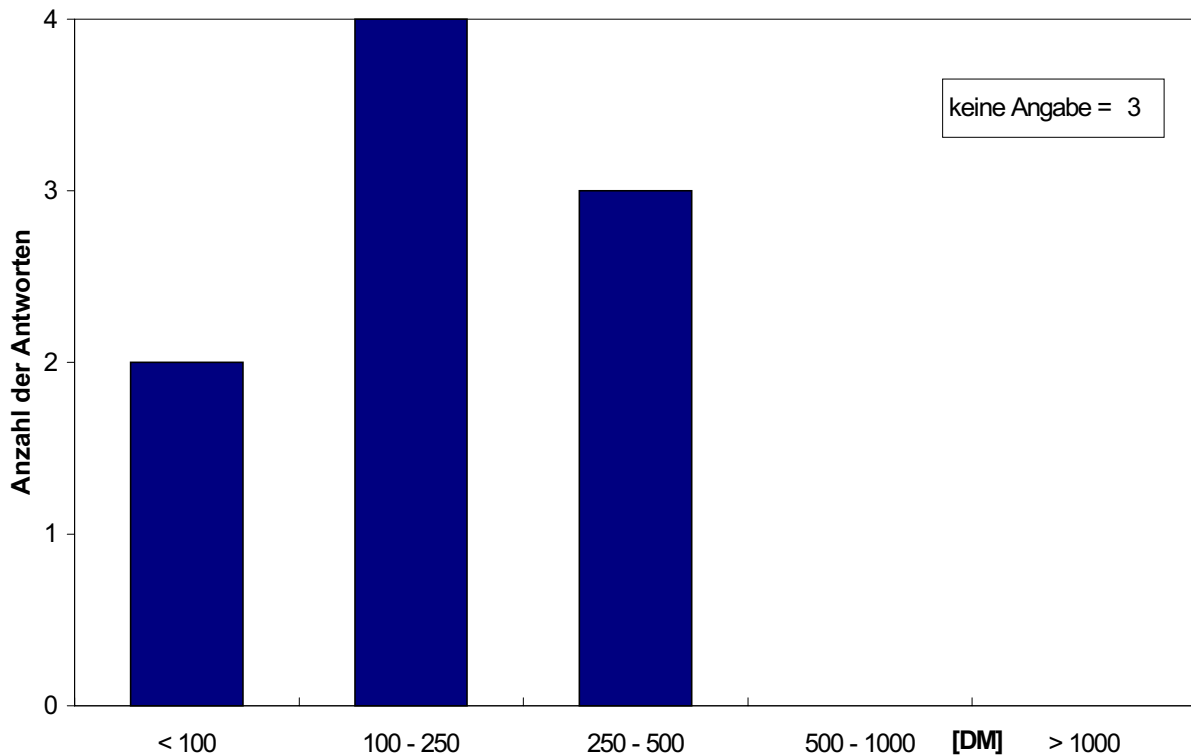
$$\begin{aligned} \text{Fixkosten:} & \quad K_{\text{fix, Seminar}} = 7.318,- \text{ DM} \\ \text{variable Kosten:} & \quad K_{\text{var, Seminar}} = 242,22 \text{ DM/Teilnehmer} \end{aligned}$$

Die Gesamtkosten für das Instrument ergeben sich nach Gleichung 6-1 zu:

$$\begin{aligned} K_{\text{Seminar}} &= 7.318,- \text{ DM} + 242,22 \text{ DM/Teilnehmer} * 12 \text{ Teilnehmer} \\ K_{\text{Seminar}} &= 10.225,- \text{ DM} \end{aligned}$$

Die Kosten je Teilnehmer betragen bei 12 Teilnehmern 852,- DM (Glng 6-2). Diese Kosten liegen weit über der von den Teilnehmern angegebenen Zahlungsbereitschaft. Dafür sind die

Teilnehmer befragt worden, bis zu welchem Preis sie das Seminar weiter empfehlen würden. In Abb. 6-19 sind die Antworten wiedergegeben. Mehrheitlich wird der monetäre Wert des Seminars für den Lebensmitteleinzelhandel zwischen 100 und 250 DM gesehen. Der Aufwand für das Instrument Seminar für den Lebensmitteleinzelhandel liegt deutlich über der Zahlungsbereitschaft der Teilnehmer.

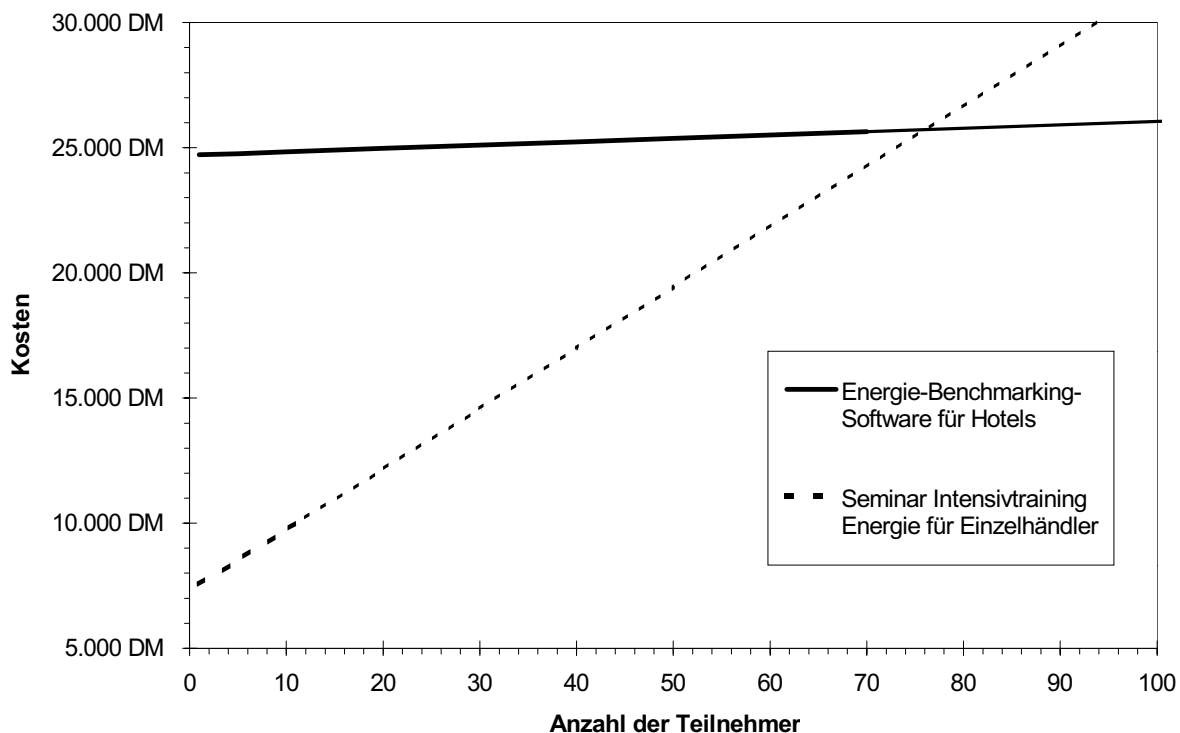


**Abb. 6-19:** Verteilung der Antworten auf die Frage "Bis zu welchem Preis würden Sie das Seminar einem Kollegen oder Bekannten empfehlen?" nach Größenklassen

### 6.5.3 Analyse der Kosten bezogen auf die Teilnehmerzahlen

Die einem Träger bzw. Anbieter entstehenden Kosten sind bei beiden Instrumenten für die (jeweils kleine) Testgruppe sehr hoch, da sie hohe Fixkosten bei geringen Teilnehmerzahlen aufweisen. Die zugrunde gelegten Fixkosten und variablen Kosten lassen sich unter den in den Kapiteln 6.5.1 und 6.5.2 dargestellten Rahmenbedingungen wie Personalkosten und Materialkosten nicht senken. Erhöhen lassen sich die Teilnehmerzahlen, wenn ein Instrument branchenweit angeboten beziehungsweise regional flächendeckend eingesetzt wird oder in einen größeren Rahmen, wie z. B. ein Beratungsprogramm, eingebunden ist. Dadurch verringern sich die bestehenden Fixkostenanteile je Teilnehmer wesentlich. Abb. 6-20 zeigt die absoluten Kosten für die beiden untersuchten Instrumente zur Hemmnisüberwindung in Abhängigkeit von der Anzahl der Teilnehmer bei gleichen Rahmenbedingungen für Vorbereitung und Bereitstellung.



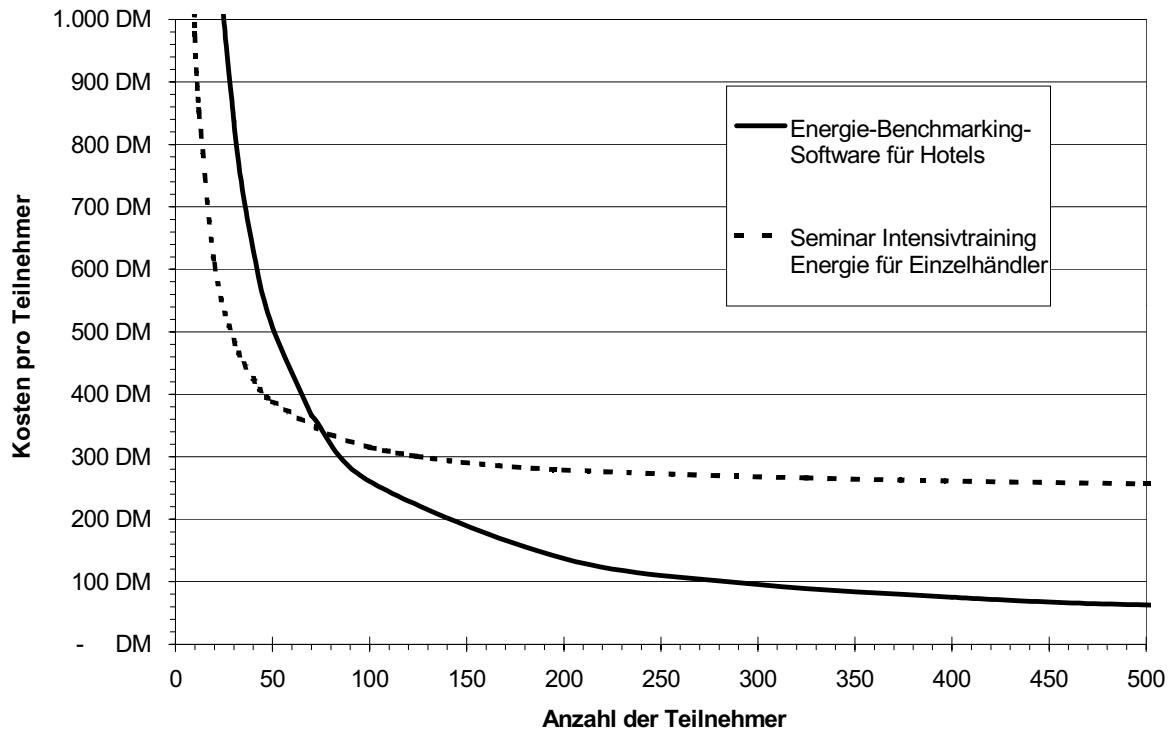


**Abb. 6-20:** Absolute Entwicklungs- und Bereitstellungskosten in Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl für beide Instrumente zur Hemmnisüberwindung

Der Schnittpunkt der beiden Geraden mit der Vertikalachse (EnBenO bei ca. 25.000 DM und Seminar bei ca. 7.000 DM) zeigt den ermittelten hohen Anteil der Fixkosten des EDV-Programms für die Hotelbranche im Vergleich mit dem Seminar für den Lebensmitteleinzelhandel. Die beim EDV-Programm niedrigeren variablen Kosten sind durch die geringere Steigung abgebildet. So liegen die Gesamtkosten für das EDV-Programm bei mehr als 76 Teilnehmern unter denen des Seminars.

Abb. 6-21 stellt die spezifischen Kosten je Teilnehmer in Abhängigkeit von der Anzahl der Teilnehmer dar. Die spezifischen Kosten sinken bei Erhöhung der Anzahl der Teilnehmer beim Seminar bis ca. 50 Teilnehmer und beim EDV-Programm bis ca. 80 Teilnehmer stark. Beide Kurven nähern sich bei hohen Teilnehmerzahlen asymptotisch den Werten für die variablen Kosten je Teilnehmer an.

Wegen des Unterschieds der variablen Kosten ist besonders für das Energie-Benchmarkingprogramm eine große Zahl an Teilnehmern attraktiv. So lassen sich die Kosten je Teilnehmer bei einer Verdopplung der Teilnehmerzahl von 200 auf 400 für das EDV-Programm um 62 DM je Teilnehmer (bzw. 45 %) und für das Seminar nur um 18 DM je Teilnehmer (bzw. 6 %) senken.



**Abb. 6-21:** Entwicklungs- und Bereitstellungskosten pro Teilnehmer in Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl für beide Instrumente zur Hemmnisüberwindung



## 7 Schlußbetrachtung

Ziel der Arbeit ist die Ermittlung der Energieverbrauchsstrukturen und bestehender Möglichkeiten der Energieverbrauchsminderung in ausgewählten Branchen des Kleinverbrauchersektors sowie eine Analyse bestehender Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in Unternehmen und geeigneter Instrumente zu ihrer Überwindung.

Für eine Untersuchung der Möglichkeiten und Probleme einer rationelleren Energieanwendung in Branchen des Kleinverbrauchersektors ist die Kenntnis der entsprechenden Energiedaten und Energiekennzahlen eine unabdingbare Voraussetzung. So zeigen sich wesentliche Unterschiede in den Energieverbrauchsstrukturen der vier untersuchten Branchen:

- Der Energieverbrauch von Hotels ist geprägt durch einen hohen Anteil an Raumwärme von über 60 %. Energiekennwerte für die Branche liegen bezogen auf den Gesamtenergieverbrauch je Übernachtung bei 81 kWh für Hotels (mit Restaurant) und bei 36 kWh für Hotel garnis (Frühstückhotels). Die Energiekosten werden, trotz des hohen in der Regel mit Brennstoffenergie gedeckten Raumwärmeanteils, von den Stromkosten mit 73 % dominiert. Die mit den untersuchten Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung (Kap. 3.5) erreichbare Reduktion des Energieverbrauchs in der Branche beträgt 32,5 %.
- Der Energieverbrauch in der Textilreinigungsbranche ist geprägt durch einen hohen Prozesswärmebedarf für die Textilbehandlung und wird zu 88 % mit Erdgas und Heizöl gedeckt. Der durchschnittliche Brennstoffverbrauch beträgt in Wäschereien bezogen auf die bearbeitete Trockenwäsche 1,44 kWh/kg<sub>TW</sub> und in Reinigungen bezogen auf die bearbeiteten Textilstücke 1,90 kWh/Stk<sub>Tex</sub>. In der gesamten Branche haben die Brennstoffkosten einen Anteil von 54 % und die Stromkosten einen Anteil von 42 % an den Energiekosten. Die mit den analysierten Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung erreichbare Energieverbrauchsminderung beträgt für die Branche 27,6 %.
- Bäckereien weisen einen durch den Backprozess bestimmten Energieverbrauch auf. Die Energiekennzahl für den Gesamtenergieverbrauch bezogen auf die eingesetzte Menge an Mehl und Teighalbwaren beträgt im Bäckereihandwerk im Durchschnitt 1.678 kWh/t<sub>RS</sub>. Die Stromkosten verursachen 73 % der Energiekosten. Als Energieverbrauchsminderung auf Basis der betrachteten Maßnahmen ergeben sich für die Branche 19,5 %.
- Im Lebensmitteleinzelhandel ist der Energieverbrauch geprägt durch Raumwärme, Kühlung und Beleuchtung. Der durchschnittliche jährliche auf die Verkaufsfläche bezogene Energieverbrauch (gültig für Supermärkte unter 1.000 m<sup>2</sup><sub>VF</sub>) beträgt 465 kWh/m<sup>2</sup><sub>VF</sub>. Die Energiekosten werden zu 91 % von den Stromkosten bestimmt. Die

Energieverbrauchsminderung beträgt bei Anwendung der zugrunde gelegten Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung für den Lebensmitteleinzelhandel 18,6 %.

Wegen der fehlenden Ausschöpfung bestehender Potenziale zur Minderung des Energieverbrauchs wurde für die Branchen Hotels und Lebensmitteleinzelhandel analysiert, welche Hemmnisse die Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung behindern. Die Hemmnisse wurden mittels Befragungen verschiedener im Bereich der rationellen Energieanwendung einer Branche agierenden Personengruppen ermittelt und ausgewertet. Für die Hotelbranche ergibt sich als Hemmnis, dass der spezifische Energieverbrauch in der Regel nicht bekannt ist. Im Lebensmitteleinzelhandel sind fehlende spezifische Informationen über Energieeffizienzmaßnahmen und fehlende Ansprechpartner die wichtigsten Hemmnisse.

Zum Abbau der spezifischen Hemmnisse in den Branchen Hotels und Lebensmitteleinzelhandel wurde im Rahmen der Arbeit für jede Branche aus einer Menge denkbarer Instrumente für den Hemmnisabbau ein geeignetes ausgewählt, entwickelt und eingesetzt.

Das für Hotels entwickelte Instrument zum Hemmnisabbau (EDV-Programm zur Energiekennzahlenbildung mit Branchenvergleich) dient der Ermittlung und Überwachung individueller betrieblicher Energiekennzahlen. Die Überprüfung der Effizienz des Instruments zeigt, dass die Motivation zur Ermittlung von Energiekennzahlen vor allem kurzfristig durch die Verwendung der Software erreichbar ist. Zur mittel- und langfristigen Motivation ist daher ein wiederholter Einsatz des Programms sinnvoll. Der kostenseitige Aufwand zur Entwicklung und Bereitstellung des Instrument entspricht in etwa der Zahlungsbereitschaft der Zielgruppen-Stichprobe (Hotels). Daraus lässt sich ableiten, dass solch ein Instrument grundsätzlich zum gewerblichen Vertrieb geeignet ist.

Das als Instrument für den Hemmnisabbau im Lebensmitteleinzelhandel entwickelte Seminar erreicht kurz- und besonders mittelfristig eine verstärkte Motivation der Teilnehmer, Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung im eigenen Unternehmen zu suchen und umzusetzen. Der kostenseitige Aufwand je Teilnehmer zur Vorbereitung und Durchführung liegt wesentlich über dem Betrag, den die Teilnehmer der Stichprobe als Wert eines solchen Seminars entsprechend ansehen. Dieses Instrument ist jedoch besonders geeignet, die Umsetzung rationeller Energieanwendung zu fördern. Dies ergibt sich aus der beobachteten Realisierung von Maßnahmen in den Einzelhandelsunternehmen der Testgruppe.

Die Untersuchung der Kosten für Entwicklung und Bereitstellung beider Instrumente ergibt, dass sich die Kosten pro Teilnehmer für beide Instrumente erheblich senken lassen und die Effizienz erheblich steigern lässt, wenn größere Teilnehmerzahlen erreicht werden können. Durch den geringen Anteil an teilnehmerbedingten variablen Kosten bei dem Instrument EDV-Programm im Vergleich mit dem Seminar wirkt sich der kostensenkende Effekt für dieses Instrument stärker aus als für das Seminar, so dass auch bei einer

Vergrößerung der Teilnehmeranzahl über 500 Teilnehmer hinaus noch eine Senkung der Kosten pro Teilnehmer möglich ist.

Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse der Hemmnis- und Instrumentanalysen auf andere Branchen des Kleinverbrauchersektors ist bedingt durch die betrieblich und personell unterschiedlichen Strukturen in Unternehmen verschiedener Branchen nicht ohne weiteres möglich. Die Branche Hotels kann aber stellvertretend für Dienstleistungsbetriebe im Beherbergungsgewerbe angesehen werden. Die Ergebnisse der Analyse des Lebensmittel-einzelhandels lassen sich unter Beachtung eventuell abweichender Strukturen von Filial- und Zentralbetrieben auf den gesamten Einzelhandel und tendenziell auch auf den Handel allgemein anwenden. Die Untersuchungen zu Energieverbrauchsstrukturen zeigen, dass Branchen-Energiedaten und -Energiekennzahlen nicht übertragbar sind und für jede Branche gesondert ermittelt werden müssen. Besonders in industrieähnlich produzierenden Branchen des Kleinverbrauchersektors sind für branchenübergreifende Aussagen Prozess-Energiekennzahlen für Verfahren, wie Backen, Metallbearbeitung usw. sinnvoll. Für Büroarbeitsplätze sind Energiekennzahlen für Computer und für Telekommunikationsgeräte zweckmäßig. Dies würde eine Zusammenführung von Branchen- und Geräte- bzw. Prozessanalysen bedeuten und sollte bei zukünftigen Branchenanalysen berücksichtigt werden.

Die vorliegende Arbeit stellt ein Verfahren bereit, um branchentypische Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung zu identifizieren, ihre Bedeutung zu bewerten und sie hierarchisch zu klassifizieren. Es werden Methoden entwickelt, um Instrumente zur Überwindung identifizierter Hemmnisse auszuwählen und einer branchentypischen komplexen Problematik zuzuordnen. Die Darstellung der Wirksamkeit und Effizienz der Instrumente zur Hemmnisüberwindung ermöglicht eine schnellere Identifikation und Anwendung von Instrumenten zur Überwindung von Hemmnissen für die rationelle Energieanwendung in anderen Branchen oder Sektoren.



---

## Literaturverzeichnis

### /AG EnBil 1997/

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung: Energiebilanz für Deutschland 1993 bis 1995. Essen, Hamburg, Berlin, 1997.

### /ages 1998/

ages GmbH (Hrsg.): Verbrauchskennwerte 1996: Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden in der Bundesrepublik Deutschland. Forschungsbericht der ages GmbH, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Münster 1998

### /AGU 1996/

Seminar Energieeinsparung im Lebensmitteleinzelhandel, durchgeführt von AGU GmbH Co. Beratungsgesellschaft für Umwelt- und Qualitätsmanagement, Münster 1996

### /ANALYSIS 1997/

Analysis of Measures to Save Energy in Small and Medium Sized Enterprises (SMEs) in France and Germany, Endbericht an die Europäische Kommission (SAVE-Projekt SA-147-94-D), Stuttgart, Valbonne, Januar 1997

### /ASR 1979/

Arbeitsstättenrichtlinie ASR 7/3 "Künstliche Beleuchtung". BArbBl. 7/8 1979

### /ASUE 1989/

Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch (Hrsg.): Brennwertgeräte, Technik - Vorschriften - Erfahrungen. Tagungsband des 2. Brennwert-Symposium, 23., 24. Februar 1989, Darmstadt, 1989.

### /Balzereit 1997/

Balzereit, B.: Wirtschaftliche Steuerung durch Benchmarking. In: Elektrizitätswirtschaft, Jg. 96 (1997), Heft 14, S. 707-710

### /Beer; Krebs 1992/

Beer, Marcel A.; Krebs, Peter: Kühlschränke für Hotelzimmer und Studios. Materialien zum Impulsprogramm Rationelle Verwendung von Elektrizität (RAVEL) des Schweizer Bundesamts für Konjunkturfragen. Eidgenössische Drucksachen und Materialzentrale, Bern 1992

### /BEWAG 1996/

Berliner Kraft- und Licht (BEWAG)-Aktiengesellschaft (Hrsg.): Lebensmitteleinzelhandel, Kostensenkung durch effizienten Energieeinsatz. Berlin 1996



/BINE 1995/

Fachinformationszentrum Karlsruhe, Gesellschaft für Wissenschaftlich-Technische Information mbH; Forum für Zukunftsenergien e.V. (Hrsg.): Förderfibel Energie: Öffentliche Finanzhilfen für den Einsatz erneuerbarer Energiequellen und die rationelle Energieverwendung, Deutscher Wirtschaftsdienst Köln 1995

/BMFT 1993/

Bundesministerium für Forschung und Technologie (Hrsg.): Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik, Bonn 1993

/BMU; UBA 1997/

Bundesumweltministerium; Umweltbundesamt (Hrsg.): Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen. Bonn/Berlin 1997

/BMWI 1994/

Bundesministerium für Wirtschaft (Hrsg.): Energiesparen im Betrieb, Broschüre, Bonn 1994

/BMWI 1995/

Bundesministerium für Wirtschaft (Hrsg.): Heizkosten sparen - Umwelt schonen, Broschüre, Bonn 1995

/Camphausen 1997/

Camphausen, Hartmut: Umwelt schonen, Kosten senken. In: Hotel Restaurant 10/97, Fachmagazin der Allgemeinen Hotel- und Gaststättenzeitung, 129. Jahrgang Oktober 1997, S. 26

/Conti u. a. 1990/

Conti, F.; Helcke, G.; Caudana, B.; Pagani, R.: A prototype expert system for large scale energy auditing in buildings. In: Energy and Building 14 (1990), S. 153-164

/Cook 1995/

Cook, S.: Practical Benchmarking: A Manager's Guide to Creating a Competitive Advantage. Kogan Page, 1995

/Dagenais 1978/

Dagenais, F: The reliability and convergence of the Delphi technique. Department of Medicine University of California, San Francisco, in: Journal of General Psychology 1978 Apr. Vol. 98(2) 307-308

/DEHOGA 1997/

Deutscher Hotel- und Gaststättenverband (Hrsg.): So führen Sie einen umweltorientierten Betrieb. Bonn-Bad Godesberg 1997

/DEHOGA 1998/

Deutscher Hotel- und Gaststättenverband (Hrsg.): Jahrbuch 1997, 1998. Bonn-Bad Godesberg 1998

## /DIN 5035/

Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.): DIN 5035 Beleuchtung mit künstlichem Licht, Beuth Verlag GmbH, Berlin 1990

## /DIW 1982/

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung u.a.: Disaggregation des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland im Sektor Haushalte und Kleinverbrauch. Berlin, Essen, Köln 1985

## /DtA 1997/

Umweltprogramm der Deutsche Ausgleichsbank (DtA), Anstalt des öffentlichen Rechts. Bonn: Darlehen für Unternehmen bis 500 Mio. DM Umsatz, bis zehn Jahre Laufzeit, 75 %-Förderung mit einem Zinssatz von 4,5 %.

## /DTV 1998/

Deutscher Textilreinigungs-Verband (Hrsg.): Pressebericht zur Jahrestagung 1998. Bonn 1998. Die Schätzung beinhaltet alle Teilzeitbeschäftigte gezählt als volle Beschäftigte.

## /EAM 1997/

Persönliche Mitteilung von Herrn D. Füllgraf, Gewerbeenergieberatung Hotel, Gastronomie und Gewerbliche Küchen, Energie-Aktiengesellschaft Mitteldeutschland, Kassel 1996

## /Einzelhandelsverband 1996/

Persönliche Mitteilung von Frau Umpfenbach, Umweltberaterin des Einzelhandelsverbandes Baden-Württemberg e.V., Stuttgart 1996

## /Energie Spektrum 1992/

Energie Spektrum (Hrsg.): Chancen mit Contracting: Finanzierung, Bau und Betrieb von Energieerzeugungsanlagen für Industrie und Kommunen, Tagung 22./23. Oktober 1992, Resch-Verlag, Gräfeling 1992

## /Enquete 1990/

Enquete-Kommission 'Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre' des deutschen Bundestages (Ed.) Energie und Klima, Band 2: Energieeinsparung sowie rationelle Energienutzung und -umwandlung, Verlag C. F. Müller, Bonn/Karlsruhe 1990

## /ESV 1993/

Energiesparverein Vorarlberg (Hrsg.): Stromsparpotenziale von Gebäuden, Phase 1, Objektbericht Untersuchungsobjekt 3 ADEG Markt Götzis, Dornbirn 1993

## /ESV 1994/

Energiesparverein Vorarlberg (Hrsg.): Stromsparpotenziale von Gebäuden, Phase 2, Objektbericht Untersuchungsobjekt 7 Sporthotel Bachmann, Dornbirn 1995

/ESV 1996/

Energiesparverein Vorarlberg (Hrsg.): Branchenkonzept Energie, Lebensmitteleinzelhandel. Linz 1996

/E&M 1998/

CO<sub>2</sub>-Ziele im Detail. In: Energie & Management 1-2 / 98, S. 3

/FORUM 1997/

Forum für Zukunftsenergien (Hrsg.): Aktionsprogramm Abbau von Hemmnissen bei der Realisierung von Anlagen Erneuerbarer Energien. Bonn April 1997

/Gabler 1995/

Gabler Wirtschafts-Lexikon. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 10. Auflage, Wiesbaden 1995

/Görgen; Ziesing 1996/

Görgen, Rainer; Ziesing, Hans-Joachim: Zur Reform der Energiebilanzen. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 46. Jg. 1996, Heft 1/2, S. 34-36

/Goldmann; Schellens 1995/

Goldmann, B.; Schellens, J.: Betriebliche Umweltkennzahlen und ökologisches Benchmarking. In: Schriftenreihe "Wirtschaft und Umwelt" 6), Gutke, Köln 1995

/Gruber; Brand 1990/

Gruber, E.; Brand, M.: Rationelle Energienutzung in der mittelständischen Wirtschaft: Ergebnisse eines Forschungsprojekts des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung im Auftrag der Schweisfurth-Stiftung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990

/Grupp 1992/

Grupp, H.: Einordnung der TA-Methoden in das Gefüge der Wissenschaften, Ringvorlesung Technikfolgenabschätzung (TA) des Instituts für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement, Stuttgart 1992

/Häder 1996/

Häder, M.: Zur Evaluation der Delphi-Technik. Eine Ergebnisübersicht. ZUMA-Arbeitsbericht 96/02, Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen, Mannheim 1996

/Haug u. a. 1997a/

Haug, J.; Sawillion, M.; Fahl, U.; Voß, A.; Werner, R.; Weis, K.: Contracting-Pilotprojekte für kommunale Einrichtungen, in: EVU auf dem Wege zum Dienstleistungsunternehmen - Instrumente und Beispiele; Tagung Berlin 18./19.02.1997, hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure, VDI Berichte Nr.1309, Düsseldorf 1997, S. 87 - 98

/Haug u. a. 1997b/

Haug, J.; Sawillion, M.; Fahl, U.; Voß, A.; Werner, R.; Weis, K.; Rösch, J.; Wölfle, W.: Analysis of Impediments to the Rational Use of Energy in the Public Sector and Implementation of Third Party Financing Strategies to improve Energy Efficiency. IER-Forschungsbericht Band 41, Stuttgart 1997

/Heintz 1997/

Persönliche Mitteilung von Herrn Dr. W. Heintz, ÖKON Institut für Umweltschutz, Heidelberg 1997

/Henkel 1980/

Henkel AG (Hrsg.): Möglichkeiten der Energieeinsparung beim Waschprozess. Düsseldorf 1980

/Hermes; Fleißner 1995/

Hermes, H.-D.; Fleißner, E.: Energiebilanzen in Branchen des Tertiärsektors in Deutschland und Frankreich. In: Energie & Management (Hrsg.): "Energiebilanzen in der mittelständischen Industrie und im Gewerbe", Tagung Berlin 10. Oktober 1995, Herrsching 1995.

/Hermes u. a. 1997/

Hermes, H.-D.; Olszewski, M.; Umpfenbach, U.: Arbeitsheft zum Seminar "Intensivtraining Energie" Energiekosten senken - umweltfreundlich handeln. Seminar für Mitarbeiter, Marktleiter und Auszubildende des Lebensmitteleinzelhandels. Stuttgart 1997

/Hermes; Thöne 1998/

Hermes, H.-D.; Thöne, E.: Tools for Energy Efficiency in the Trade and Service Industry. In: Europäische Konferenz "Energy Efficiency in Industry and Business - Success Stories-", Tagungsband, Wien, 8.-10. Juli 1998.

/Hermes u. a. 1998/

Hermes, H.-D.; Thöne, E.; Voß, A.; Despretz, H.; Weimann, G.; Kamelander, G.; Ureta, C.: Tools for the Dissemination and Realization of Rational Use of Energy in Small and Medium Sized Enterprises. IER-Forschungsbericht Nr. 45, Stuttgart, Januar 1998.

/HMWT 1992/

Hessisches Ministerium für Wirtschaft und Technik (Hrsg.): Wärmeschutz von Fensterflächen; Energiesparinformation. Wiesbaden 1992

/Hofer 1993/

Hofer, M.: Instrumente zur Reduktion der Kohlendioxid-Emissionen. Dissertation and der Technischen Universität Graz. dbv-Verlag Graz 1993

/Hofer; Schnitzer 1993/

Hofer, M.; Schnitzer, H.: Rationelle Energieverwendung im industriellen und gewerblichen Bereich, Hemmnisse und Maßnahmen. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 43. Jg. 1993, Heft 7, S. 468-471

/HOGA 1993/

Bayrischer Hotel- und Gaststättenverband (Hrsg.): Der umweltbewusste Hotel- und Gaststättenbetrieb. Ein Leitfaden für das Gastgewerbe, München 1993

/Höher 1996/

Höher, H.: Wirtschaftliche Energiesparmaßnahmen für Kleinverbraucher, Diplomarbeit, IER-Diplom- und Studienarbeiten Band 0207, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1996.

/Hloch 1980/

Hloch, H. G.; Henkel KGaA (Hrsg.): Möglichkeiten der Energieeinsparung beim Waschprozess. Schneider + Hense Düsseldorf, 1980

/ICAEN u. a. 1997/

Institut Català d'Energia, BCEOM Société Française d'Ingénierie, Centre for Renewable Energy Sources, Training in Management Techniques for Energy Management and Energy Conservation Technologies. Barcelona, Guyancourt, Pikermi 1997

/IEA 1987/

International Energy Agency: Energy Conservation in IEA countries. OECD/IEA, Paris 1987

/IEA 1997/

International Energy Agency, Organisation for Economic Co-Operation and Development (Hrsg.): Enhancing the Market Deployment of Energy Technologies, a Survey of Eight technologies. IEA/OECD, Paris 1997

/Jochem; Bradke 1996/

Jochem, E.; Bradke, H.: Licht und Schatten. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 46. Jg. 1996, Heft 8, S. 478-482

/Kaufmann u.a. 1994/

Kaufmann, Urs; Walter, Alfred; Ackermann, Roland: Kühlmöbel und Kälteangaben in Lebensmittelgeschäften, Energie und Kosten sparen. Materialien zum Impulsprogramm Rationelle Verwendung von Elektrizität (RAVEL) des Schweizer Bundesamts für Konjunkturfragen. Eidgenössische Drucksachen und Materialzentrale, Bern 1994

/KEA 1996/

Klimaschutzagentur Baden-Württemberg (Hrsg.): Informationsreihe zum Klimaschutz: Energieeinsparung im Lebensmitteleinzelhandel. Stuttgart 1996

/Krug u. a. 1994/

Krug, N., Gruber, E. et al.: Hemmnisse für Techniken zur rationellen Energienutzung und Vorschläge für deren Abbau. Deutsche-Energie-Spar-Arbeitsgemeinschaft und Fraunhofer-Institut im Auftrag des Umweltbundesamtes, Bericht-Nr. UBA-FB III, Berlin 1994

/Kubessa 1998/

Kubessa, Michael (Hrsg.): Energiekennwerte, Handbuch für Beratung, Planung, Betrieb. Brandenburgische Energiespar-Agentur GmbH, Potsdam 1998

/Kruse 1997/

Persönliche Mitteilung von Herrn Kruse, Techniker bei allfrisch Süd GmbH & Co. Handels-OHG, Stuttgart 1997

/Lamprecht 1998/

Lamprecht, F.: Kyoto-Gipfel hat deutliches Signal gesetzt. Die 3. VSK zur KRK: Ausgangslage, Verhandlungsdynamik, Ergebnis. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 48. Jg. 1998, Heft 1/2, S. 6-10

/Lehwald 1997/

Persönliche Mitteilung von Herrn Lehwald, Techn. Leiter des Arabella Westpark Hotels München, München 1997

/LGA 1992/

Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Informationszentrum für Energiefragen (Hrsg.): Energiesparende Beleuchtungsanlagen. Stuttgart 1992

/Liebherr 1995/

Liebherr: Einbau- und Standgeräte - Kühlen und Gefrieren. Produktkatalog 1995

/Loewer 1987/

Loewer (Hrsg.), Bôsnjakovic, Grabenhenrich, Knoche, Korsmeier, Malewski, Mühlmann, Seher, Stehmeier, Stephan, Weßling: Wärmepumpen, Band 6 Absorptionswärmepumpen. Verlag C. F. Müller Karlsruhe 1987

/Lutsch 1995/

Lutsch, Werner: Von der Energiebilanz zum Energiemanagement: Neue DV-Werkzeuge. In: Energiebilanzen in der mittelständischen Industrie, SAVE-Regional-Tagung, Berlin 10. Oktober 1995

/Lyberg 1987/

Lyberg, M. D.: Source Book for Energy Auditors. International Energy Agency, Energy Conservation Task D11, Swedish Council for Building Research, Stockholm 1987

/Männel 1992/

Männel, W.: Handbuch Kostenrechnung. Gabler-Verlag Wiesbaden 1992

*/Mang 1998/*

Mang, Harry: Erstellung einer Datenbank mit Maßnahmen zur effizienteren Energienutzung im Gewerbe, Studienarbeit, IER-Diplom- und Studienarbeiten, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1998. In Vorbereitung.

*/Mertins 1995/*

Mertins, K. (Hrsg.): Benchmarking: Praxis in deutschen Unternehmen, Springer, Berlin 1995

*/Morber 1997/*

Morber, E.: Aktivitäten bundesdeutscher Energieversorgungsunternehmen in der Energieberatung für Industrie und Kleinverbrauch, Studienarbeit, IER-Diplom- und Studienarbeiten Band 0264, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1996.

*/Mühleck 1996/*

Mühleck, Ralf: Energiekennzahlen für die Hotelbranche, Studienarbeit, IER-Diplom- und Studienarbeiten Band 0255, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1996.

*/Mühlstein; Schumann 1995/*

Mühlstein, S.; Schumann, A.: Benchmarking als neue Form des Betriebsvergleichs. In: Schriftenreihe Angewandte Betriebswirtschaft, Bd. 3, Univation e. V., Chemnitz 1995

*/Mügge 1996/*

Mügge, G.: Die Richtlinie VDI 3807 - Ein Verfahren zur Ermittlung und Anwendung von Energiekennwerten. In: Energiekennwerte - Werkzeug für den Gebäudebetrieb, VDI-Bericht 1248 zur Tagung Stuttgart, 13. Juni 1996.

*/Müller u. a. 1991/*

Müller, H.; Kaspar, C.; Schmidhauser, H.: Delphi-Umfrage 1991 zur Zukunft des Schweizer Tourismus. Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus und Institut für Tourismus und Verkehrswirtschaft, Bern, St. Gallen 1991

*/MWBW 1994/*

Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg (Hrsg.): Energiesparendes Bauen und gesundes Wohnen; Planungshilfe für Bauherren, Architekten und Ingenieure. Stuttgart 1995

*/MWMT 1994/*

Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): REN-Report Landesprogramm "Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen". Düsseldorf 1994

---

/Perincioli 1994/

Perincioli, Lorenz: Energiemanagement in der Hotellerie. Materialien zum Impulsprogramm Rationelle Verwendung von Elektrizität (RAVEL) des Schweizer Bundesamts für Konjunkturfragen. Eidgenössische Drucksachen und Materialzentrale, Bern 1994

/PROGNOS 1995/

Prognos AG (Hrsg.): Die Energiemärkte Deutschlands im zusammenwachsenden Europa - Perspektiven bis zum Jahr 2020, Basel 1995

/Ruhrgas 1999/

Persönliche Mitteilung von Herrn Roosen, Ruhrgas AG, bezüglich der Messungen an 43 Backöfen, Essen 1999

/Sachse; Bach 1996/

Sachse, M.; Bach, W.: Nutzen-Kosten-Analyse für den Stromeinsatz im Kleinverbrauch. In: Brennstoff-Wärme-Kraft BWK, Band 48 (1996), Nr. 10 - Oktober, VDI-Verlag, Düsseldorf 1996

/Schymonski 1995/

Schymonski, Jochen: Entwicklung und Anwendung eines EDV-Programms zur Durchführung energetischer Betriebsanalysen, Diplomarbeit, IER-Diplom- und Studienarbeiten Band 0173, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1995.

/Sigl 1994/

Sigl, Franz Michael: Rationelle Energie- und Wassernutzung in einem mittelständischen Gewerbebetrieb, dargestellt am Beispiel einer Großwäscherei. Diplomarbeit, Fachhochschule München, Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen, München 1994.

/SRC 1995/

Synergetic Resources Corporation: Pre-Conference Workshop Evaluation. In: Fourth International Energy Efficiency & DSM Conference, P-1427, Berlin 9. Oktober 1995, S. 21

/StatBuA 1990/

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Unternehmen und Arbeitsstätten, Arbeitsstättenzählung vom 25. Mai 1987, Fachserie 2, Heft 2 Arbeitsstätten und Beschäftigte, Verlag Metzler-Poeschel Stuttgart 1990

/StatBuA 1992/

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Kostenstruktur der Wirtschaft, Fachserie 4, verschiedene Reihen, Verlag Metzler-Poeschel Stuttgart 1992

/StatBuA 1995/

Statistisches Bundesamt: Energiedaten 1995, Datenbank.



/StatBuA 1996/

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen, Ausgabe 1993, Verlag Metzler-Poeschel Stuttgart 1996

/StatBuA 1998/

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch, Ausgabe 1998, Verlag Metzler-Poeschel Stuttgart 1998

/StatLaA 1998/

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Aufteilung der Arbeitsstätten und Beschäftigten des Lebensmitteleinzelhandels nach Regierungsbezirken in Baden-Württemberg. aus: Arbeitsstättenzählung vom 25. Mai 1987 des Statistischen Bundesamtes, schriftl. Auskunft vom 2.2.1998

/SWM 1994/

Stadtwerke München: Energiesparen im Gewerbe, Feldversuch - Stromsparen in Bäckereibetrieben. Informationsschrift der Stromsparberatung Gewerbe, München 1994

/Thompson 1997/

Thompson, Philip B.: Evaluating energy efficiency investments: accounting for risk in the discounting process. In: Energy Policy, Vol. 25, No. 12, Elsevier Science Ltd. 1997, S. 989-996

/UBA 1997/

Umweltbundesamt (Hrsg.): Nachhaltiges Deutschland: Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung, Verlag Erich Schmidt, Berlin 1997

/VDEW 1995/

VDEW (Hrsg.): VDEW-Publikationen: Contracting Grundlagenpapier VWEW-Verlag, Frankfurt am Main 1995

/VDEW 1997a/

VDEW (Hrsg.): VDEW-Publikationen: Contracting Fallbeispielsammlung VWEW-Verlag, Frankfurt am Main 1997

/VDEW 1997b/

VDEW (Hrsg.): Dienstleistungen und DSM-Projekte der deutschen Stromversorger, VWEW-Verlag, Frankfurt am Main 1997

/VDI-GET 1997/

Verein Deutscher Ingenieure - Gesellschaft Energietechnik (Hrsg.): Jahrbuch 1997. VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1997

/VDI 3807/

Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI-Richtlinie 3807: Energieverbrauchskennwerte für Gebäude, Beuth-Verlag GmbH, Berlin 1994

/VDI 3922/

Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI-Richtlinie 3922: Energieberatung für Industrie und Gewerbe, Beuth-Verlag GmbH, Berlin März 1996 (Entwurf)

/Visual 1995/

Microsoft-Visual Basic, Professional Edition 4.0, © 1995

/Voß 1996/

Voß, A.: Energiesysteme 1. Vorlesungsmanuskript Band 1, 2, 3. Universität Stuttgart 1996

/Weber 1997/

Weber, Lukas: Some reflections on barriers to the efficient use of energy. In: Energy Policy, Vol. 25, Nr. 10, S. 833-835, Elsevier Science Ltd., 1997

/Weber u. a. 1997/

Weber, C.; Schuler, A.; Gebhard, B.; Hermes, H.-D.; Fahl, U.; Voß, A.: Grundlagenuntersuchungen zum Energiebedarf und seinen Bestimmungsfaktoren. Forschungsbericht. IER-Forschungsbericht Band 44, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1997

/Winkler 1995/

Winkler, K.: Maßnahmen zur Energieeinsparung im Lebensmittel-einzelhandel, Studienarbeit, IER-Diplom- und Studienarbeiten Band 0192, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart 1995.

/Winn 1996/

Winn, Lynton T.: Training Tools for Energy Efficiency Implementation - Information Systems Support, in: "IEA CADDET Energy Efficiency Workshop on Energy Efficiency Information Systems", Tagungsband-Bericht Nr. WR03, Trondheim, Norwegen 25.-27. Feb. 1996

/Woll 1993/

Woll, Artur (Hrsg.): Wirtschafts-Lexikon. 7. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, Oldenbourg 1993

/Ziesing 1999/

persönlich Mitteilung von Herrn Dr. Hans-Joachim Ziesing, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, Januar 1999

/ZVDB 1995/

Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e.V. (Hrsg.): Energieeinsatz beim Backen. Vergleichende Untersuchung von Backöfen. Bad Honnef 1995



## **Anhang A**

Fragebogen zur Energiedatenerhebung (am Beispiel Textilreinigung)



**A Betrieb**

- A1 Welche Tätigkeiten führt Ihr Betrieb selbst aus?  
 (Mehrfachnennungen möglich)  
 Wäscherei    Wäscheleasing    Reinigung  
 Spezialreinigung, und zwar \_\_\_\_\_ Beschäftigte
- A2 Wieviele Beschäftigte arbeiten in Ihrem Betrieb? (Voll- und Teilzeitkräfte, Azubis und tätige Inhaber zusammen)  
 \_\_\_\_\_ Beschäftigte
- A3 Wieviel Mengen bearbeiten Sie durchschnittlich pro Tag? ca. \_\_\_\_\_ kg Trockenwäsche pro Tag (Wäscherei)  
 ca. \_\_\_\_\_ Textilstück pro Tag (Reinigung)
- A4 Sind Sie Eigentümer des Gebäudes, in dem sich der Betrieb befindet? Ja  Nein   
 Sind Sie Eigentümer der Maschinen- und Geräteausstattung? Ja  Nein
- A5 Wie groß ist die Gesamtfläche Ihres Betriebes? \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
 Die Gesamtfläche ist die Fläche der Arbeits- und Kundenräume zuzüglich der Fläche für Büroräume sowie für Technik- und Lagerräume. Außenflächen werden nicht berücksichtigt.

**B Energie- und Wasserverbrauch**

B1 Sehen Sie sich bitte das folgende Beispiel in Ruhe an. Nehmen Sie dann Ihre Rechnungen von 1994 (falls nicht vorhanden, von 1993) für Wasser und Energie (Strom, Heizöl, Erdgas, usw.) zur Hand, und füllen Sie die Tabelle für Ihren Betrieb aus. Vergessen Sie bitte nicht den Wasserverbrauch.  
*Beispiel:* Herr Müller hatte gemäß seiner letzten Stromrechnung für 1994 einen Stromverbrauch von insgesamt 115.000 Kilowattstunden (kWh). Für den Strom wurde ein Betrag von 27.900,- DM bezahlt. Die Leistungsmessung ergab bei ihm laut Rechnung 32,0 Kilowatt (kW). Strom wird in seinem Betrieb für die Waschmaschinen und sonstigen Geräte und für die Beleuchtung verwendet.  
 Der letzten Heizölrechnung von 1994 entnimmt er seinen Heizölverbrauch von 6.300 Litern. Dafür hat er einen Betrag von 2.835,- DM bezahlt. Das Heizöl wird in seinem Betrieb verwendet für Raumheizung, Dampferzeugung und für allgemeines Warmwasser.

Energieart	Verbrauch 1994	Kosten 1994	Leistung 1994	Raumheizung	Dampf	Warmwasser	Maschinen und Geräte	Beleuchtung	Sonstige
<i>Beispiel:</i> Strom	115.000 kWh	27.900,- DM	32,0 kW				X	X	
<i>Beispiel:</i> Heizöl	6.300 Liter	2.835,- DM		X	X	X			
Strom	kWh	DM	kW						
Heizöl	Liter	DM							
Erdgas	m <sup>3</sup>	DM	m <sup>3</sup> /h						
Fernwärme	kWh	DM	kW						
Solarwärme									
Sonst: _____		DM							
Wasser	m <sup>3</sup>	DM							

Wenn Sie Schwierigkeiten beim Ausfüllen der Tabelle haben sollten, legen Sie einfach Kopien der Rechnungen bei.

B2 Welchen Anteil haben die Energiekosten durchschnittlich an Ihren Gesamtkosten? ca. \_\_\_\_\_ %



## D Dampferzeugung und Heizung

(Bei mehreren Betriebsgebäuden kopieren Sie bitte diese Seite und füllen Abschnitt D für jedes Gebäude gesondert aus.)

Kreuzen Sie bitte die zutreffende Angabe an, und folgen Sie, falls vorhanden, dem Pfeil zum nächsten Kasten.

**D1** Haben Sie einen Dampfkessel in Ihrem Betrieb?

Ja *Wenn ja, ...* → **a** Mit welcher Energieart wird der Dampfkessel betrieben?

Nein

Heizöl

Erdgas

Strom

**b** Geben Sie bitte die Daten des Dampfkessels an. (z.B. „Vissmann Flammrohr-Rauchrohrkessel 35R“, Leistung 2000 kg Dampf pro Stunde, Alter 10 Jahre):  
 Marke und Modell:  
 Leistung: ca. \_\_\_\_\_ kg Dampf pro Stunde  
 Alter: ca. \_\_\_\_\_ Jahre

**D2** Mit welcher Energieart wird Ihre Heizung betrieben?

Mit dem Dampfkessel

Heizöl *Wenn ja, ...* → **a** Welche Heizungsart liegt vor?

Erdgas *Wenn ja, ...* → **a**

\_\_\_\_\_ → **a**

Fernwärme

Strom

Zentralheizung *Heizkessel an zentralem Ort (z.B. Keller)*

Etagenheizung *Heizgerät heizt eine Etage*  
 Anzahl: \_\_\_\_\_ Etagenheizungen

Einzelheizung *Heizgerät (Ofen) heizt einen Raum*  
 Anzahl: \_\_\_\_\_ Einzelheizungen

**b** Geben Sie bitte die Daten der Heizungsanlage/Einzelgeräte an. (z.B. „Buderus G134LP“, Leistung 14 kW, Alter 10 Jahre):  
 Marke und Modell:  
 Leistung: ca. \_\_\_\_\_ kW  
 Alter: ca. \_\_\_\_\_ Jahre

**D3** Wie wird das Warmwasser in Ihrem Betrieb erzeugt?

Mit Dampfkessel

Mit der Heizung

Mit einem/mehreren separaten Warmwassergerät/en? *Wenn ja, ...* → **a** Mit welcher Energieart werden die separaten Warmwassergeräte betrieben?

Heizöl

Erdgas

Strom *Wenn ja, ...* → **b** Wo wird das Wasser elektrisch geheizt?

Solarkollektoren

\_\_\_\_\_

zentral in einem Gerät

an jeder Zapfstelle

**c** Wieviel Liter faßt der Warmwasserspeicher? Volumen: \_\_\_\_\_ Liter




**D4** Ist im Betrieb eine Lüftungsanlage installiert?  Ja  Nein

**D5** Ist im Betrieb eine Klimaanlage installiert?  Ja  Nein



**E Gebäude**

(Bei mehreren Betriebsgebäuden kopieren Sie bitte diese Seite und füllen Abschnitt E für jedes Gebäude gesondert aus.)

- E1 Welche Form hat das Gebäude, in dem Ihr Betrieb untergebracht ist ?  
 Quadratische Grundfläche   Längliche Grundfläche   Verwinkelte Grundfläche 
- E2 Wann wurde dieses Gebäude erbaut?  vor 1949  1949 - 1957  1958 - 1968  
 1969 - 1978  1984 - 1987  1979 - 1983  nach 1987
- E3 Wieviele Stockwerke (ohne Keller) werden durch Ihren Betrieb belegt? Anzahl: \_\_\_\_\_ Stockwerke  
 Gehört zusätzlich ein Keller zum Betrieb?  Ja  Nein
- E4 Gibt es **über** dem Betrieb weitere Stockwerke, die **nicht** zum Betrieb gehören?  Ja  Nein  
 Gibt es **unter** dem Betrieb weitere Stockwerke oder Keller, die **nicht** zum Betrieb gehören?  Ja  Nein
- E5 Hat der Gebäudeteil, in dem Ihr Betrieb untergebracht ist,  wenige kleine Fenster?  viele kleine Fenster?  
 wenige große Fenster?  viele große Fenster?

**F Beleuchtung**

Bitte schätzen Sie Lampenart und Lampenzahl und füllen Sie folgende Tabelle entsprechend dem Beispiel aus.  
 (Wenn Ihnen die Leistung einer Lampe nicht bekannt ist, lassen Sie das Feld für Leistung offen.)

*Beispiel: Im Betrieb von Herrn Müller befinden sich 10 Neonröhren in Arbeitsbereich und Kundenbereich. Diese sind ständig eingeschaltet, also mehr als 7 Stunden täglich. Im Büro hat Herr Müller nur eine Glühlampen mit 75 Watt. Sie brennt ca. 3 bis 5 Stunden täglich. Im Lager gibt es 2 Neonlampen mit je 58 Watt, die weniger als eine Stunde pro Tag eingeschaltet werden. Im Sanitärbereich befinden sich 4 Glühlampen mit je 75 Watt. Diese brennen weniger als eine Stunde täglich.*

Lampenart	Anzahl	Leistung [Watt (W)]	Benutzung [Std. täglich]					Bereich						
			< 1	1 - 3	3 - 5	5 - 7	> 7	Arbeitsbereich	Kundenbereich	Büro	Lager	Sanitärbereich		
G: Glühlampe N: Neonröhre E: Energiesparlampe S: Strahler (Halogen)														
Beispiel:	N	10					X	X						
Beispiel:	G	1			X					X				
Beispiel:	N	2	X									X		
Beispiel:	G	4	X											X

**G Allgemeines**

- G1 Haben Sie in Ihrem Betrieb schon einmal Energiesparmaßnahmen durchgeführt?  Ja  Nein
- G1 Sehen Sie in Ihrem Betrieb Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu reduzieren?  
 Ja, um mehr als 30%  
 Ja, um mehr als 10%  
 Ja, geringfügig  
 Nein, überhaupt nicht
- G3 Hier können Sie Anregungen und Kritik zu unserer Umfrage äußern:  
 \_\_\_\_\_

## **Anhang B**

Fragebogen zu Hemmnissen in der Hotelbranche



## Umfrage zu Hemmnissen bei der Umsetzung von Energiesparmaßnahmen in der Hotelbranche

**BEISPIEL:** -----

Herr Sommer ist Technischer Leiter in einem Hotel. Die Bedeutung "Zu niedriger Energiepreise" als Hemmnis bei der Umsetzung von Energiesparmaßnahmen in Hotels schätzt er "gering" ein und trägt für "Bedeutung" eine "2" ein. Er ist im Hotel für die Kontrolle der Energiekosten verantwortlich und hat schon Energiesparmaßnahmen vorgeschlagen. Deshalb gibt er seine "Fachkenntnis" zur Frage der zu niedrigen Energiepreise als "groß" an und trägt in dieses Feld eine "4" ein.

<b>HEM MNIS</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">Bedeutung</th> <th colspan="4">Fachkenntnis</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">groß</td> <td style="text-align: center;">mittel</td> <td style="text-align: center;">gering</td> <td style="text-align: center;">unbedeutend</td> <td style="text-align: center;">groß</td> <td style="text-align: center;">mittel</td> <td style="text-align: center;">gering</td> <td style="text-align: center;">fachfremd</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Bedeutung				Fachkenntnis				groß	mittel	gering	unbedeutend	groß	mittel	gering	fachfremd	2				4				<b>ERLÄUTERUNG</b>
Bedeutung				Fachkenntnis																						
groß	mittel	gering	unbedeutend	groß	mittel	gering	fachfremd																			
2				4																						
17   Zu niedrige Energiepreise		Die Energiepreise werden als zu niedrig angesehen, als daß es sich lohnen würde, Energiesparmaßnahmen umzusetzen.																								

**BESCHREIBUNG:** -----

**Ihre Einschätzung der Bedeutung jedes Hemmnisses:**

- groß: Das Hemmnis ist sehr wichtig. Der Einfluß auf das Energiesparen in den Unternehmen ist sehr groß.
- mittel: Das Hemmnis ist wichtig. Der Einfluß auf das Energiesparen in den Unternehmen ist groß.
- gering: Das Hemmnis ist nicht so wichtig. Der Einfluß auf das Energiesparen ist nicht so groß.
- unbedeutend: Das Hemmnis ist unwichtig. Es hat keinen Einfluß auf das Energiesparen in den Unternehmen.

**Ihre Fachkenntnis:**

- groß: Sie beschäftigen sich zur Zeit im Rahmen Ihrer Tätigkeit mit diesem Problem.
- mittel: Sie haben sich einmal im Rahmen Ihrer Tätigkeit mit diesem Problem beschäftigt.
- gering: Sie haben etwas zu diesem Thema gelesen oder sich darüber (z. B. mit Kollegen) unterhalten.
- fachfremd: Sie besitzen keine speziellen Fachkenntnisse bezüglich dieser Frage.

Füllen Sie nun bitte den Fragebogen auf der Rückseite aus. ➔

Ihr Name: \_\_\_\_\_  
 Name des Unternehmens bzw. der Institution: \_\_\_\_\_  
 Straße: \_\_\_\_\_  
 PLZ, Ort: [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ], \_\_\_\_\_  
 Telefon: \_\_\_\_\_

Art des Unternehmens bzw. der Institution:  Ausrüster  Verband  Hotel mit \_\_\_\_\_ Betten  
 Ingenieurbüro  Energieversorger  sonst: \_\_\_\_\_  
 Art Ihrer Tätigkeit:  Technik Hotel  Geschäftsleitung Hotel  sonst: \_\_\_\_\_  
 Energieberatung  Betriebsberatung

**Wie schätzen Sie die Bedeutung der aufgeführten Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung in Hotels ein? (Bitte geben Sie zu jedem Hemmnis gemäß dem Beispiel Ihre Einschätzung bezüglich der *Bedeutung* an. Geben Sie dazu jeweils Ihre *Fachkenntnis* an.)**

HEMNMIS	Bedeutung				Fachkenntnis				ERLÄUTERUNG
	groß 4	mittel 3	gering 2	unbedeutend 1	groß 4	mittel 3	gering 2	fachfremd 1	
<b>Organisatorische Hemmnisse</b>									
1 Informationsdefizit									Zu wenig Information über Möglichkeiten des Energiesparens ist für die Hotels verfügbar.
2 Informationsüberangebot									Zu viel Informationen über Möglichkeiten des Energiesparens sind im Umlauf, dadurch entsteht Verwirrung und Ablehnung.
3 Zeitmangel, hohe Arbeitsbelastung									Die Mitarbeiter in den Unternehmen sind grundsätzlich zu überlastet, um Energiesparmaßnahmen in Angriff zu nehmen.
4 Fehlende Zuständigkeit für Energiefragen									Maßnahmen können nicht umgesetzt werden, weil die Durchführung nicht an verantwortliche Personen gebunden ist, die sich vor Ort darum kümmern.
5 Keine Kontakte, Ansprechpartner für Hilfe und Beratung von außen									Es fehlt den Hotels an Kontakten zu Institutionen, Beratern usw., die bei der Planung von Maßnahmen behilflich sind.
6 Fehlender Auslöser, fehlende Motivation									Es fehlt der Anstoß (z. B. in Form eines Wettbewerbes um das energiesparendste Unternehmen), um Aktivitäten zum Energiesparen voranzutreiben.
7 Bedenken bezüglich des Betriebsablaufes									Maßnahmen werden nicht durchgeführt, weil Bedenken bestehen, daß Gäste und Mitarbeiter "nicht damit zurechtkommen" (z. B. Zeitschaltplan für Beleuchtung).
<b>Technologische Hemmnisse</b>									
8 Überdimensionierung von Beleuchtung und Anlagen schon bei der Planung									Schon bei der Installation überdimensionierte Beleuchtung und Klimaanlage schränken die Möglichkeiten der Senkung des Energieverbrauches ein.
9 Zielkonflikt: Sparsame Geräte <-> Ästhetik, Sparsame Geräte <-> Gerätekomfort									Sparsame Geräte widersprechen den ästhetischen Ansprüchen (z. B. Energiesparlampen).
10 Bedenken bezüglich veränderten Betriebszuständen von Geräten									Maßnahmen werden nicht durchgeführt, weil Bedenken bestehen, daß "die Geräte nicht dafür konstruiert worden sind" (z. B. taktende Fahrweise bei Küchengeräten).
11 Bedenken bezüglich der Qualität der Dienstleistung									Maßnahmen werden nicht durchgeführt, weil Bedenken bestehen, daß z. B. bei geringerer Beleuchtung sich die Gäste nicht wohlfühlen.
12 Keine Branchenspezialisierung der Ausrüster									Ausrüster kennen die spezielle Problematik der Hotelbranche zu wenig, um optimale Energiespar-Lösungen anbieten zu können bzw. kompetent zu beraten.
<b>Finanzielle Hemmnisse</b>									
13 Fehlendes Kapital für investive Maßnahmen									Es ist kein Kapital verfügbar, mit dem Investitionen in energiesparende Geräte getätigt werden könnten.
14 Lange Amortisationszeiten bei investiven Maßnahmen									Es werden grundsätzlich sehr kurze Amortisationszeiten bei investiven Maßnahmen erwartet. Die Akzeptanz für längerfristige Maßnahmen ist nicht vorhanden.
15 Fehlende Finanzierungsangebote für investive Maßnahmen									Investive Maßnahmen würden getätigt, wenn es attraktive Finanzierungsangebote gäbe (z. B. günstige Darlehen oder Drittfianzierung "Contracting").
16 Nutzer von Gebäude, Maschinen und Geräten ist nicht Eigentümer									Die laufenden Kosten werden vom Unternehmen getragen, das aber nicht Eigentümer des Gebäudes bzw. der Geräte ist.
17 Zu niedrige Energiepreise									Die Energiepreise werden als zu niedrig angesehen, als daß es sich lohnen würde, Energiesparmaßnahmen umzusetzen.
<b>Weitere Hemmnisse</b>									
18 Geringe Innovations- und Risikobereitschaft in der Branche									Fehlende Bereitschaft der Unternehmen, in neue energiesparende Lösungen zu investieren, die noch nicht etabliert sind.
19 Fehlende Kenntnisse über den eigenen "Maschinenpark"									Den zuständigen Mitarbeitern fehlt der Überblick über die Geräte und Anlagen im Hotel, die Energie verbrauchen.
20 Planer und Ingenieurbüros nicht innovativ									Von energiesparenden Lösungen, die auf neuen Geräten mit weniger Erfahrung basieren, wird von seiten der Planungs- und Installationsbüros abgeraten.
21 Spezifischer Energieverbrauch wird oft nicht ermittelt									Es werden keine Kennzahlen gebildet (z. B. Stromverbrauch je Übernachtung) zum Vergleich der Effizienz mit dem Vorjahr oder mit anderen Filialen.
22 Zusammenhang Energieverbrauch und Energiekosten nicht bekannt									Die Möglichkeiten der Energiekostensenkung durch Energiesparmaßnahmen sind nicht bekannt.
23 Keine langfristige Geschäftsplanung möglich									Häufiger Verkauf der Unternehmen beziehungsweise Wechsel des Geschäftsbesitzes.

Ihre Ergänzungen und Anmerkungen: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## **Anhang C**

Instrumenten-Kriterien-Matrizen für die Auswahl geeigneter Instrumente  
für die Hotelbranche und für den Lebensmitteleinzelhandel

## Instrumenten-Matrix Hotelbranche

Instrument		Akzeptanz in der Branche	Hemmnisse	Seiten-effekte (Spin off)	Verbreitung in der Branche	Einsatzort
	<b>Gewichtung (1 ... 5)</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>q</b>	<b>3</b>	<b>q</b>
Software mit Branchenvergleich	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	9 45	9 45		10 30	
		Neue Medien	Spez. Energieverbrauch	Verbrauch-Kosten-Transparenz, Zeitmangel		Hotels
Trainings-, Lerneinheit Energie allgemein	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	8 40	7 35		6 18	
		pers.Kontakt gut	Informationsdefizit, spez	Motivation		Bildungseinrichtung
Training für Techniker	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	6 30	5 25		3 9	
			Fehlende tech. Informati	Motivation, Bewußtseinsbildung		Bildungseinrichtung
"Energiesparbroschüre"	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	4 20	7 35		9 27	
		schriftl. Material ungünst	Informationsdefizit, spez	Kontaktadressen	Vertriebswege vorhanden	Hotels (postalisch)
Video für Mitarbeiter	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	10 50	6 30		8 24	
			Informationsdefizit	Zeiteffizienz, Maßnahmen nach Hotelbereichen		Hotel, Teamtreffen
Seminar zu Finanzierung	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	5 25	7 35		3 9	
			Finanzielle Information	Erfahrungsaustausch		zentral
Seminar	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	5 25	6 30		1 3	
		pers.Kontakt gut	Informationsdefizit			Bildungseinrichtung
Simulationsprogr. zu Finanzierung	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	5 25	7 35		8 24	
			Fehlende finanzielle Information			Software-Versand
Workshop	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	1 5	4 20		1 3	
		nicht vorgeschlagen	techn. Information	Kontakte, Austausch		zentral
Vor-Ort-Besichtigung	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	6 30	7 35		2 6	
			Austausch finanz.Lösun	Vertrauen in techn. Lösungen		spez. Hotel
Training für Köche	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	7 35	4 20		2 6	
			Organisat. Maßnahmen	Motivation, Bewußtseinsbildung		Bildungseinrichtung
Broschüre mit finanz. Informationen	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	4 20	7 35		7 21	
			Finanzielle Information	Finanzierungslösungen		Hotel (postalisch)
Checklisten	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	4 20	2 10		7 21	
			Informationsdefizit	Zeitknappheit		Hotel (postalisch)
Faltblatt zu Energietarifen	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	5 25	2 10		8 24	
			Verbrauch-Kosten			Hotel (postalisch)
Software „Energietarife“	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	4 20	2 10		6 18	
		existiert bei EVU	Verbrauch-Kosten	Kostenoptimierung		als Shareware
Netzwerk zum Austausch von Infor	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	5 25	4 20		1 3	
			Fehlende technische Info	Motivation, Bewußtseinsbildung		
Leitfaden für Energieberater	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	4 20	5 25		1 3	
			Information über Berater	Qualität/Branchenwissen der Berater		Energieberater
Poster	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	4 20	3 15		4 12	
			Informationsdefizit			Küche, Sozialräume
Ausstellung	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	5 25	4 20		5 15	
				Vertrauen in techn. Lösungen		zentral

Einbeziehung der Teilnehmer	Nutzen für Teilnehmer	Zeitraumen für Anwendung	Langzeiteffekte	Machbarkeit (Punkte bzw. "NEIN")	Bewertbarkeit der Wirkung	Summe gewichteter Punkte
2	5	q	2	5	3	
interaktiv 8 16	7 35 n. direkt sichtbar	kurz	8 16	8 40 wenn nicht komplex	8 24 Anz. Teiln., Befragung	251
interaktiv 8 16	7 35	mittel	8 16 integr. in Berufsbildung	5 25 Zeitaufwand Vorbereitung	9 27 Befragung Teilnehmer	212
interaktiv 8 16	8 40 Umsetzung Maßnahmen	kurz	4 8 abh. von Maßnahmen	4 20 spez. Kenntnisse notwendig	8 24 Befragung Teilnehmer	172
begrenzt auf Mitteilung 2 4	3 15 begrenzt	kurz	3 6	7 35	4 12 schwer sichtbar	154
begrenzt 3 6	6 30	kurz	1 2	NEIN Kosten, Technik	4 12 Befragung Teilnehmer	
interaktiv 8 16	8 40 Info. zu Investitionen	kurz	3 6	2 10 Zus.arbeit Banken	2 6 Befragung Teilnehmer	147
6 12	6 30 kurz		6 12	2 10 organisat. Struktur!	8 24 Befragung Teilnehmer	146
interaktiv 8 16	7 35 Info. zu Investitionen	mittel	2 4	NEIN Program.aufwand	2 6 Anz. Teiln., Befragung	
Erfahrungsaustausch 10 20	10 50	kurz	6 12	2 10 organisat. Struktur!	8 24 Befragung Teilnehmer	144
5 10	7 35 mittel		5 10	2 10 organisat. Struktur!	2 6 Anz. Teiln., Befragung	142
interaktiv 8 16	4 20 Energieverbr. wenig inter	kurz	4 8	3 15 spez. Kenntnisse notwendig	7 21 Befragung Teilnehmer	141
begrenzt 2 4	6 30 Info. zu Investitionen	mittel	2 4	3 15 Zus.arbeit Banken	4 12 Befragung Teilnehmer	141
begrenzt 2 4	5 25 kurz		3 6	8 40 Kurzrecherche	4 12 Befragung Teilnehmer	138
2 4	6 30 kurz		1 2	5 25 Tarife regional!	4 12 Fragebogen größer als Falblatt!	132
interaktiv 6 12	8 40 kurz		2 4	4 20 Tarife regional!	2 6 Anz. Teiln., Befragung	130
Erfahrungsaustausch 6 12	8 40 langfristig		9 18	NEIN Zeitraumen!	1 3 kaum nachvollziehbar	
über Beratung 4 8	4 20 schwer feststellbar	langfristig	10 20	3 15 unklare Anforderung	1 3 kaum nachvollziehbar	114
sehr begrenzt 1 2	2 10 langfristig		2 4	8 40	1 3 kaum nachvollziehbar	106
3 6	4 20 mittel		6 12	NEIN	1 3 Anz. Teiln., Befragung	



## Instrumenten-Matrix Lebensmitteleinzelhandel

Instrument	Gewichtung (1 ... 5)	Akzeptanz in der Branche	Hemmnisse	Seiten-effekte (Spin off)	Verbreitung in der Branche	Einsatzort
		5	5	q	3	q
Seminar	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	9 45	9 45 Informationsdefizit	9 45 Zeiteffizienz	5 15 wenn regelmäßig	5 15 Bildungszentrum, LEH-K
Training für Mitarbeiter (spez. Thema)	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	9 45 pers. Kontakt	9 45 Informationsdefizit	9 45 Motivation	5 15 abhängig v. Akteur	5 15 Bildungszentrum, LEH-K
"Energiesparbroschüre"	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	2 10 wird nicht gelesen	9 45 Informationsdefizit, spez	9 45 Kontakte/Ansprechpartn	10 30 Vertriebswege vorhanden	10 30 Supermärkte (postallsch)
Faltblatt, Checklisten	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	2 10	6 30 Zeitknappheit	6 30 Informationsdefizit	9 27 Vertriebswege vorhanden	9 27 Supermärkte (postallsch)
Netzwerk	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	6 30	4 20 Kontakte/Ansprechpartner	4 20	1 3 wenig Teilnehmer	? 3 ?
Software	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	1 5 individu. Software existiert	5 25 spez. Verbrauch, Informationsdefizit	5 25	7 21	7 21 techn. Zentralen
Workshop	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	5 25	6 30 Informationsdefizit	6 30 Kontakte/Ansprechpartn	2 6 wenig Teilnehmer	? 6 ?
Trainingskurse (als Teil der Ausbildung)	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	7 35	8 40 Informationsdefizit	8 40 Ausbildungsqualität	5 15 lange Kurse erreichen w	5 15 Bildungszentrum
Leitfaden für Energieberater	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	4 20	4 20 branchenspez. Berater	4 20 Qualität der Beratung	4 12	4 12 Energieberater
Vor-Ort-Besichtigung	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	7 35	4 20 Kontakte/Ansprechpartn	4 20 Bedenken Qualität d. Dienstleistung	2 6 wenig Teilnehmer	2 6 spez. Supermarkt
Poster	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	2 10	3 15 Informationsdefizit, spez	3 15 Kontakte/Ansprechpartner	6 18	6 18 Supermarkt-Sozialräume
Ausstellung	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	4 20	5 25 Information, Bedenken Qualität d. Dienstleistung	5 25	3 9 nur Techniker	3 9 ?
Video	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	2 10	6 30 Informationsdefizit, spez	6 30 Zeiteffizienz	5 15	5 15 Supermärkte
Geräteverleih	Punkte gewichtete Punkte Anmerkungen	4 20	1 5 Bedenken Qualität der Dienstleistung	1 5	1 3 Problem Planung	1 3 Supermärkte

Einbeziehung der Teilnehmer	Nutzen für Teilnehmer	Zeitraumen für Anwendung	Langzeiteffekte	Machbarkeit (Punkte bzw. "NEIN")	Bewertbarkeit der Wirkung	Summe gewichteter Punkte
2	5	q	2	5	3	
7 14 wenn mit Übungen	8 40 wenn Tips für den Alltag	kurz	5 10	10 50 Ausschuß-Inputs	8 24	243
9 18	9 45 wenn Tips für den Alltag	kurz	7 14	7 35 Problem Implementierung	8 24	241
4 8 begrenzt	5 25	kurz	4 8	9 45	6 18	189
3 6	5 25	kurz	4 8	10 50	7 21	177
8 16 Informationsaustausch	10 50	langfristig	10 20	5 25 Zeitraumen	3 9 Zeitraumen	173
9 18 nur Techniker	9 45 Controlling	mittel	8 16	4 20 Problem d. Datenbasis	7 21	171
9 18 Informationsaustausch	10 50	kurz	6 12	3 15 entspr. Ausschuß	3 9 indirekte Wirkung	165
7 14	7 35 Konkurrenz zu anderen	langfristig	5 10	NEIN Zeitraumen vs. Ausbildungspläne	5 15	
4 8 nur für Berater	6 30	langfristig	8 16	6 30	3 9 sehr indirekte Wirkung	145
7 14 Informationsaustausch	7 35	kurz	5 10	3 15 organisat. Aufwand	3 9	144
1 2 sehr gering	4 20	langfristig	6 12	8 40	3 9	126
3 6	4 20	mittel	4 8	NEIN Zeitraumen	3 9	
3 6 paßt nicht in Arbeitsablauf	3 15	kurz	3 6	NEIN Aufwand/Kosten	4 12	
6 12	5 25	mittel	6 12	2 10 Zus.arbeit Hersteller	2 6	93



## **Anhang D**

Evaluierungs-Fragebogen am Beispiel des EDV-Programms  
"Energie-Benchmarking für Hotels"



**EDV-Programm "EnBenO" Energie-Benchmarking für Hotels**

## Benutzer-Fragebogen

**Den Fragebogen bitte nach Benutzung des Programms ausfüllen und im beiliegenden Antwort-Umschlag zurückschicken.**

Inhalt / Thema:	sehr gut	gut	zufriedenstellend	weniger gut	schlecht
Den Branchenvergleich mit anderen Hotels als Basis für die Energieanalyse ist.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Energiekennzahlen / Neue Information .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Energiebericht als Ergebnis ist .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ausführung:	sehr gut	gut	zufriedenstellend	weniger gut	schlecht
Zeitaufwand zur Nutzung von EnBenO.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Branchenvergleich ist verständlich dargestellt .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maßnahmen sind detailliert genug dargestellt.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ablauf des Programms (Reihenfolge) .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programmausführung (Darstellung, Graphik) .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<b>Das Programm EnBenO insgesamt finde ich....</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Was mir EnBenO gebracht hat:	ja sehr	ja	eher ja	weniger	gar nicht
Mir ist klar geworden, ob der Energieverbrauch und die Energiekosten im Vergleich zu anderen Hotels gut oder schlecht sind .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin jetzt motivierter zu suchen, wo bei uns am meisten Energie verloren geht .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich werde die Energie- und Stromverbrauchskennzahlen weiter verfolgen .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich versuche, einige der im Programm vorgeschlagenen Maßnahmen bei uns durchzuführen.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich habe schon konkrete Energiesparmaßnahmen im Kopf, die ich umsetzen möchte, und zwar: _____					
_____					

**Bitte wenden!**

**Anmerkungen und Ergänzungen:**

Was finden Sie besonders gut?

Was sollte unbedingt verbessert werden?

**Zu Ihrer Person**

Ihr Name: \_\_\_\_\_

Ihre Tätigkeit: \_\_\_\_\_

Name des Hotels: \_\_\_\_\_

Straße: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_

Telefondurchwahl: \_\_\_\_\_

Unternehmensart	<input type="radio"/> selbständig	<input type="radio"/> Teil einer Hotelkette			
Art des Hotels	<input type="radio"/> Hotel garni	<input type="radio"/> Hotel	<input type="radio"/> sonst.		
Anzahl der Betten	<input type="radio"/> weniger als 20	<input type="radio"/> 20-29	<input type="radio"/> 30-99	<input type="radio"/> 100-249	<input type="radio"/> 250 und mehr

**Noch eine Bitte:**

Wir möchten Sie in ein bis zwei Monaten nochmals schriftlich oder telefonisch fragen, was Ihnen das Programm EnBenO gebracht hat. Dazu benötigen wir Ihre Mitarbeit. Selbstverständlich werden alle Antworten vertraulich behandelt und nur getrennt von den Namen und Adressen ausgewertet, so daß keine Rückschlüsse auf Personen möglich sind.

**Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!**

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

Hans Dieter Hermes

Vilbeler Str. 18a, 61118 Bad Vilbel

Geboren am 03.03.1966 in Flörsheim am Main

### Schulische Ausbildung

1972-1976	Grundschule in Hattersheim am Main
1976-1982	Leibniz-Gymnasium, Frankfurt-Höchst
1982-1985	Gymnasiale Oberstufe, Hofheim/Taunus
1985	Abitur

### Hochschulausbildung

1986-1987	Studium der Informatik an der Johann Wolfgang von Goethe Universität, Frankfurt
1987-1994	Studium des Maschinenwesens an der Universität Stuttgart mit Abschluss Diplom
1994-2000	Promotion am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart

### Berufliche Tätigkeiten

1994-1997	Stipendiat am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart
1998-1999	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart
seit 1999	Energiewirtschaftlicher Berater bei Lahmeyer International GmbH, Wirtschaft und Projektentwicklung



