

KURZBERICHT



**INSTITUT WOHNEN
UND UMWELT GmbH**

Forschungseinrichtung
des Landes Hessen und
der Stadt Darmstadt

Annastraße 15
64285 Darmstadt

Telefon:
(0049) 0 61 51 / 29 04 - 0

Telefax:
(0049) 0 61 51 / 29 04 97

eMail: info@iwu.de

Internet: <http://www.iwu.de>

28. Januar 2005

Projekt: „Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden“

Kurztitel: „Kurzverfahren Energieprofil“

Autoren: Tobias Loga, Jens Knissel, Nikolaus Diefenbach, Rolf Born

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert (Aktenzeichen: Z6 – 10.07.03-03.15 / II 13 – 80 01 03-15). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

1 Zielsetzung

Gemäß EU-Richtlinie 2002/91/EG über die „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ müssen innerhalb weniger Jahre für einen großen Teil des deutschen Wohngebäudebestands Energieausweise ausgestellt werden. Ziel des hier vorgestellten Projekts „Kurzverfahren Energieprofil“ ist die Entwicklung von Vereinfachungen für die Datenaufnahme. Damit soll es möglich sein, den Aufwand für die energetische Bilanzierung und Klassifizierung größerer Gebäudebestände zu reduzieren.

2 Durchführung

Die Vereinfachungen der Datenermittlung betreffen drei voneinander unabhängige Bereiche:

- die Flächenerhebung,
- die Ermittlung der U-Werte,
- die Ermittlung der anlagentechnischen Daten.

Im Rahmen des Projekts wurden innerhalb dieser Bereiche jeweils für bestimmte Gruppen typische Werte hergeleitet. Bei der Anwendung des Verfahrens erfolgt die energetische Bewertung dann jeweils durch Zuordnung zu diesen Typen. Mit wenigen Angaben kann so ein vollständiger Gebäudedatensatz generiert werden, mit dem die Energiebilanz gemäß DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 bzw. -12 ausreichend genau berechnet werden kann.

Teil I – Flächenschätzverfahren

Gegenstand des ersten Teils des Forschungsprojekts war die Entwicklung eines Verfahrens zur Abschätzung der Teilflächen der thermischen Hülle. Die Eingangsdaten des Flächenschätzverfahrens sollten sich dabei nach Möglichkeit auf wenige Grunddaten beschränken, die in der Regel beim Gebäudeeigentümer bzw. Wohnungsunternehmen vorliegen. Ein Aufmaß kann so vermieden werden.

Grundlage für die Entwicklung des Flächenschätzverfahrens ist die statistische Analyse einer Gebäudedatenbank mit den wärmetechnisch relevanten Daten von mehr als 4000 Wohngebäuden (siehe Tab. 1). Die im Rahmen von Energieberatungsaktionen erhobenen Daten wurden größtenteils vom Klimaschutzfonds proKlima Hannover, vom Sächsischen Umweltministerium und vom Impulsprogramm Hessen zur Verfügung gestellt. Im Rahmen der Auswertung wurden die Variab-

len ermittelt, die sich deutlich auf die Größe der einzelnen Bauteilflächen (Außenwand, Fenster, Dach, etc.) auswirken. Dies sind im Wesentlichen:

- die beheizte Wohnfläche
- die Anzahl der beheizten Vollgeschosse
- der Beheizungsgrad des Dach- und Kellergeschosses (nicht / teilweise / vollständig beheizt)
- die Anbausituation (freistehend / 1 Nachbargebäude / 2 Nachbargebäude)

Die Abhängigkeit der unterschiedlichen Bauteilflächen von diesen Variablen wurde quantifiziert (siehe Beispiel in Bild 1) und die entsprechenden Parameter in einer Tabelle zusammengestellt. Die Variablen und die tabellierten Parameter stellen zusammen das Flächenschätzverfahren dar.

Sollen bei der Anwendung des Verfahrens für ein konkretes Gebäude die Bauteilflächen abgeschätzt werden, so müssen nur noch die genannten Variablen erhoben werden (siehe Fragebogen Bild 3). Die statistisch ermittelten Parameter und ihr funktionaler Zusammenhang mit den Variablen liefern dann die geschätzten Bauteilflächen. Beispielsweise lautet die Gleichung für die Ermittlung der Fassadenfläche pro Geschoss A_{Fa} :

$$A_{Fa} = p_{Fa} \cdot A_{W/G} + q_{Fa} \quad [m^2]$$

mit:

p_{Fa}	Parameter „Fassadenfläche pro m ² Geschosswohnfläche“	[m ² /m ²]
	$p_{Fa} = 0,66$ für kompakte Gebäude	
	$p_{Fa} = 0,80$ für gestreckte oder komplexe Gebäude	
	(siehe Grundflächenskizze auf dem Fragebogen Bild 3)	
q_{Fa}	Parameter „Zuschlagsfläche Fassade je Geschoss“	[m ²]
	$q_{Fa} = 50 \text{ m}^2$ für freistehende Gebäude	
	$q_{Fa} = 30 \text{ m}^2$ für Gebäude mit einem angrenzenden Nachbargebäude	
	$q_{Fa} = 10 \text{ m}^2$ für Gebäude mit zwei angrenzenden Nachbargebäuden	
$A_{W/G}$	Wohnfläche pro Geschoss („Geschosswohnfläche“)	[m ²]

Die Genauigkeit des Verfahrens wurde durch Anwendung auf die Gebäudedatenbank quantifiziert: Werden die Transmissionswärmeverluste auf der Basis der geschätzten Flächen bestimmt, so liegt die Standardabweichung bei etwa 15% (bezogen auf die mit realen Flächen bestimmten Transmissionswärmeverluste, siehe Bild 2). Damit weist das Verfahren zwar eine gewisse Unschärfe auf – andererseits wird jedoch das Risiko von Fehlern bei der Flächenermittlung gegenüber der detaillierten Erhebung reduziert (Fehler beim Aufmaß, Doppeltrechnen oder Vergessen von Flächen).

Tab. 1: Im Rahmen des Projekts „Kurzverfahren Energieprofil“ analysierte Gebäude-datenbanken

		Anzahl Gebäude- datensätze
Energiepass Region Hannover / proKlima		1854
Energiesparaktion Hessen	FAS-Aktion	813
	Odenwald-Aktion	723
Energiepass Sachsen	Bereich Dresden	906
Mietspiegelerhebung Darmstadt		374
weitere kleinere Datenbanken		881
Gesamt		5551

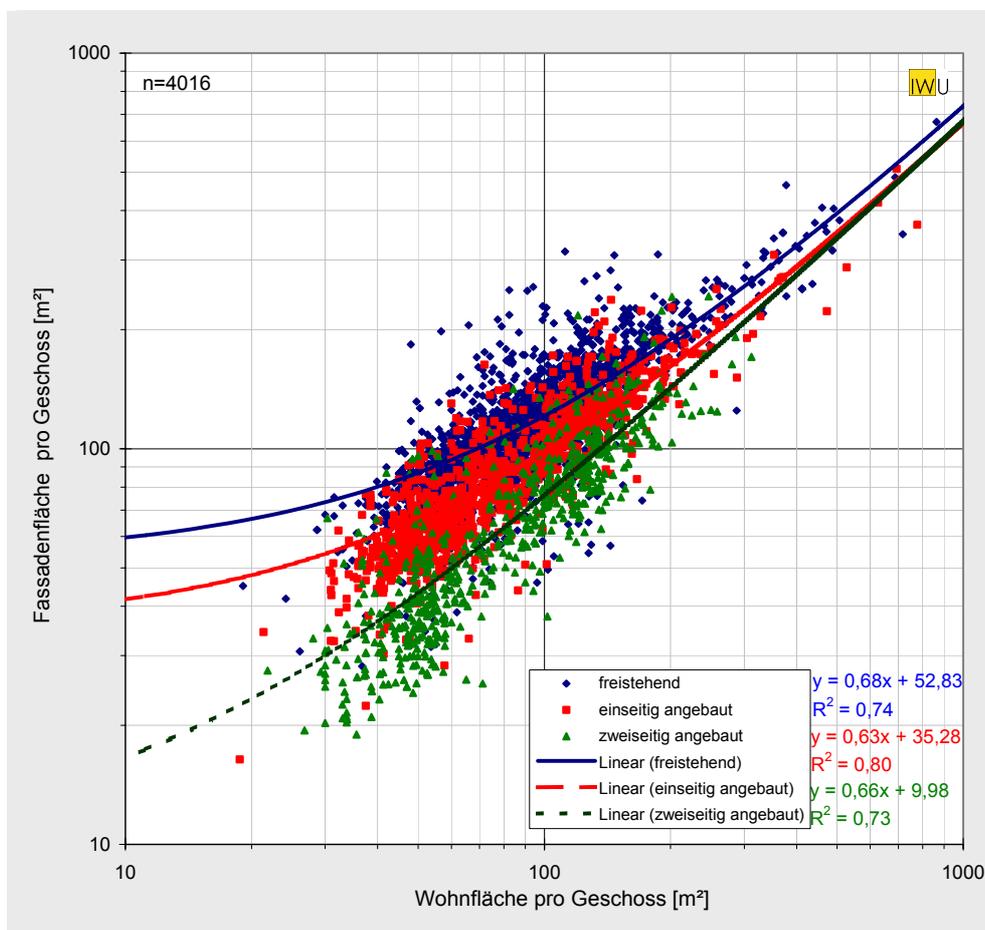


Bild 1:
Beispiel für die
Analyse der
Gebäudedatenbanken
– Fassadenfläche pro
Geschoss in
Abhängigkeit von der
beheizten
Wohnfläche pro
Geschoss –
differenziert nach
Anbausituation

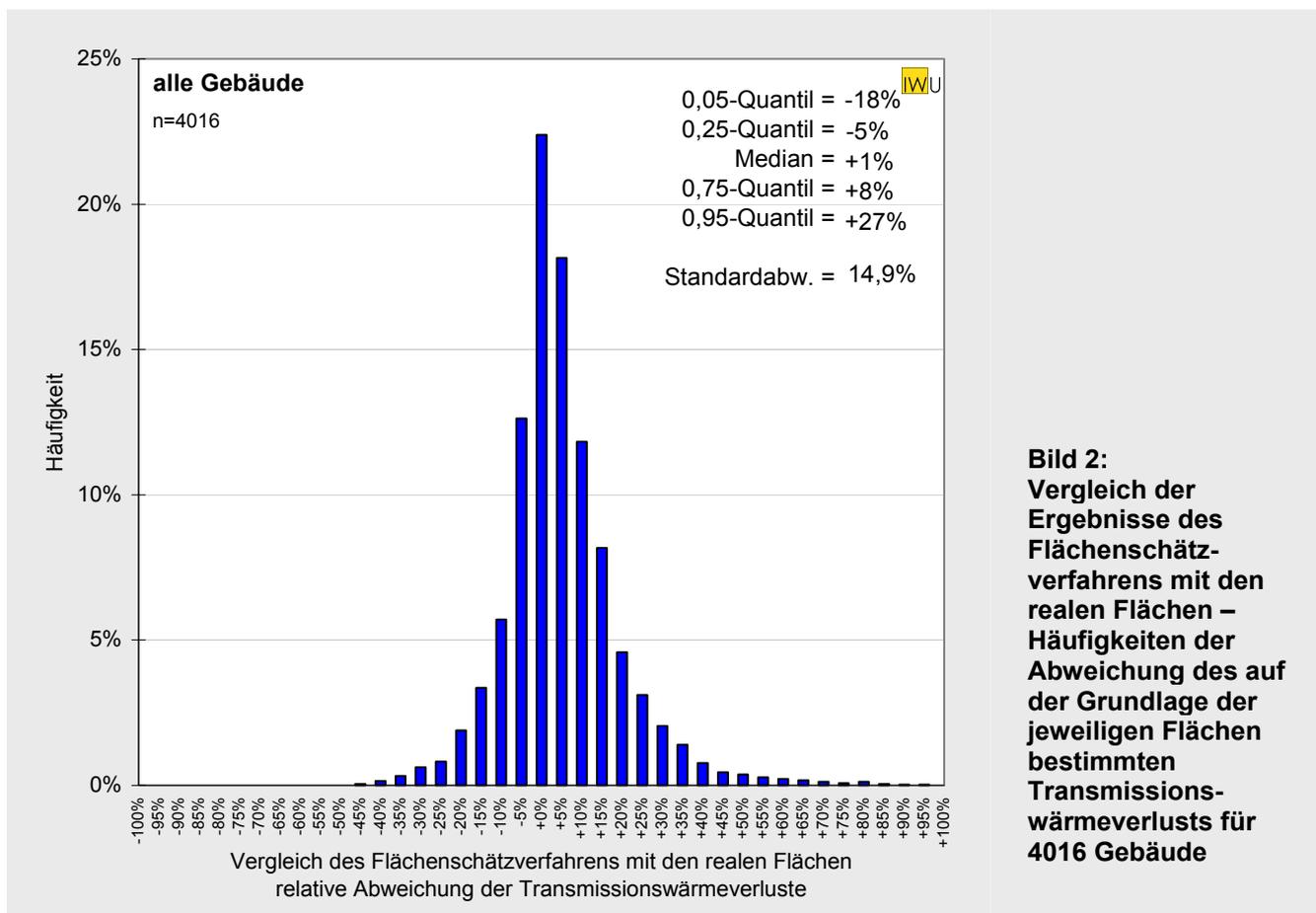
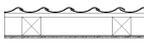
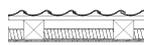
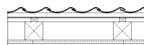
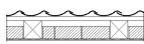
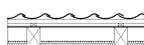
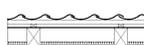


Bild 2:
Vergleich der
Ergebnisse des
Flächenschätz-
verfahrens mit den
realen Flächen –
Häufigkeiten der
Abweichung des auf
der Grundlage der
jeweiligen Flächen
bestimmten
Transmissions-
wärmeverlusts für
4016 Gebäude

Teil II – Bauteilkatalog / Pauschalwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten

Im Teil II des Projekts „Kurzverfahren Energieprofil“ wurden – ausgehend von verschiedenen Untersuchungen – ein Katalog erstellt, der entsprechende Pauschalwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile Außenwand, Kellerdecke, Dach und Fenster enthält (siehe Auszug in Tab. 2). Die energetische Qualität der Bauteile hängt dabei ab vom jeweiligen Baualter und von gegebenenfalls nachträglich durchgeführten Maßnahmen.

Tab. 2: Auszug aus dem Bauteilkatalog

Steildach (beheizte Dachräume)			Ur- zustand	zusätzliche Dämmung							
Bauart	typischer Erstellungs- zeitraum	typische Konstruktion		2 cm	5 cm	8 cm	12 cm	16 cm	20 cm	30 cm	40 cm
				Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten in W/(m²K)							
				Zwischensparrendämmung				zusätzlich Aufsparrendämmung			
Putzträger, leeres Gefach	bis 1948	Putz auf Schiffmatte oder Spalier- lattten 	2,6	1,11	0,66	0,49	0,38	0,27	0,21	0,14	0,10
Lehmschlag	bis 1948	Strohlehm- wickel zwischen den Sparren 	1,3	0,81	0,55	0,43	0,35	0,26	0,21	0,14	0,10
Holzfaserverplatte, leeres Gefach	1919 bis 1968	Holzfaserver- platten 3,5 cm verputzt 	1,4	0,84	0,56	0,44	0,35	0,26	0,21	0,14	0,10
Ausmauerung mit z.B. Bims- vollsteinen	1949 bis 1978	Sonderfall: Zwischen- sparren- dämmung nicht mögl. 	1,4	0,82	0,51	0,37	0,27	0,21	0,18	0,12	0,09
5 cm Dämmung	1958 bis 1978	5 cm Dämmung zwischen denn Sparren (wird entfernt) 	0,8	1,11	0,66	0,49	0,38	0,27	0,21	0,14	0,10
8 cm Dämmung	1968 bis 1983	8 cm Dämmung zwischen denn Sparren (wird entfernt) 	0,5	1,11	0,66	0,49	0,38	0,27	0,21	0,14	0,10
12 cm Dämmung	ab 1984	12 cm zwischen den Sparren (zusätzl. Aufsparren- dämmung) 	0,4	0,33	0,27	0,22	0,18	0,15	0,13	0,10	0,08

Teil III – Komponenten-katalog Heizung und Warmwasser / Pauschalwerte für die Anlagentechnik

Im Teil III des Projekts „Kurzverfahren Energieprofil“ wurde ein Komponenten-katalog für die Anlagentechnik entwickelt. Er orientiert sich am Schema der DIN V 4701-10 Anhang C. Für die relevanten Kenngrößen wurden jeweils Pauschalwerte für unterschiedliche Baualtersklassen und Gebäu-degrößen bestimmt (siehe Auszug in Tab. 3). Grundlage für die Berechnung dieser Pauschalwerte waren größtenteils Algorithmen und Kennwerte aus DIN V 4701-10 und DIN V 4701-12.

Tab. 3: Auszug aus dem Katalog für die Pauschalwerte Anlagentechnik

Name		Baualtersklasse		Wohnungsanzahl		Wohnungsanzahl	
				1 bis 2	3 und mehr	1 bis 2	3 und mehr
Pufferspeicher El.-Wärmep. / -Nachtsp.		bis 1994		5,2	5,2	0,0	0,0
Pufferspeicher El.-Wärmep. / -Nachtsp.		ab 1995		4,0	4,0	0,0	0,0
Pufferspeicher für Holzkessel		bis 1994		9,8	9,8	0,0	0,0
Pufferspeicher für Holzkessel		ab 1995		6,4	6,4	0,0	0,0
Heizwärme Erzeugung				Erzeuger-Aufwandszahl $e_{H,g}$ [-]		Hilfsenergiebedarf $q_{H,g,HE}$ [kWh/(m²a)]	
				Basiswert für f_0		Basiswert für Q_n	
				2,0	2,0		
				24	500		
Konstanttemperatur-Kessel		bis 1986		1,33	1,21	1,9	0,4
Konstanttemperatur-Kessel		1987 bis 1994		1,29	1,18	1,9	0,4
Konstanttemperatur-Kessel		ab 1995		1,26	1,14	1,9	0,4
Niedertemperatur-Kessel		bis 1986		1,23	1,18	1,9	0,4
Niedertemperatur-Kessel		1987 bis 1994		1,18	1,12	1,9	0,4
Niedertemperatur-Kessel		ab 1995		1,12	1,08	1,9	0,4
Brennwert-Kessel		bis 1986		1,11	1,07	1,9	0,4
Brennwert-Kessel		1987 bis 1994		1,08	1,04	1,9	0,4
Brennwert-Kessel		ab 1995		1,06	1,03	1,9	0,4
Gas-Therme (Umlaufwasserheizer)		bis 1994		1,16	1,16	1,9	0,4
Gas-Therme (Umlaufwasserheizer)		ab 1995		1,08	1,08	1,9	0,4
Gas-Brennwert-Therme		bis 1994		1,07	1,07	1,9	0,4
Gas-Brennwert-Therme		ab 1995		0,99	0,99	1,9	0,4
Elektro-Wärmepumpe Erdreich oder Grundw.		bis 1994		0,32	0,32	1,1	0,8
Elektro-WP Erdreich oder Grundw. mit Heizstab		bis 1994		0,36	0,36	1,1	0,8
Elektro-Wärmepumpe Erdreich oder Grundw.		ab 1995		0,29	0,29	1,1	0,8

Der Fragebogen

Für die Ermittlung der im „Kurzverfahren Energieprofil“ erforderlichen Eingabedaten reicht ein zwei Seiten umfassender Fragebogen aus, der im Rahmen des Projekts erarbeitet wurde (Bild 3).

An die Bewertung mit dem „Kurzverfahren Energieprofil“ kann auch eine grobe Energieberatung angeschlossen werden. Daher wird auch der gemessene Energieverbrauch für Heizung bzw. für Heizung und Warmwasser mit erhoben. So können für die Energieberatung die Randbedingungen der Berechnung so angepasst werden, dass der heutige Verbrauch durch die Berechnung abgebildet wird (für die Ermittlung der durch Maßnahmen erzielbaren Energieeinsparung, nicht jedoch für die Klassifizierung).

**Bild 3: (folgende 2 Seiten)
Fragebogen für das „Kurzverfahren Energieprofil“
(Angaben für ein Mustergebäude)**

① Gebäude

Hauptstraße		12
Str. Nr.	Haus-Nr.	
12345	Musterstadt	
PLZ	Ort	

② Eigentümer Anton Jedermann

Hauptstraße		12
Str. Nr.	Haus-Nr.	
12345	Musterstadt	
PLZ	Ort	

③ Anzahl Vollgeschosse 4

Anzahl Wohnungen 10

④ beheizte Wohnfläche 1.000 m²

⑤ Baujahr 1934

⑥ lichte Raumhöhe (ca.) 2,50

⑦ direkt angrenzende Nachbargebäude

keins (freistehend)



auf einer Seite



auf zwei Seiten



⑧ Grundriss

kompakt



langgestreckt



oder gewinkelt
oder komplex



⑨ Dach

Flachdach oder flach geneigtes Dach



Dachgeschoss unbeheizt



Dachgeschoss teilweise beheizt



Dachgeschoss voll beheizt



Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden

⑩ Keller

nicht unterkellert



Kellergeschoss unbeheizt



Kellergeschoss teilweise beheizt



Kellergeschoss voll beheizt



⑪ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebrauchte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		% der Fläche
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4 cm auf	100 % der Fläche
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		% der Fläche
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		% der Fläche

⑫ Fenster

Jahr des Festereinbaus (ca.)

1980

- Holzfenster, einfach verglast
- Holzfenster, zwei Scheiben (Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)
- Kunststofffenster, Isolierverglasung
- Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung

Zentralheizung

Kessel oder Therme

Brennstoff

Erdgas / Flüssiggas
 Heizöl
 Scheitholz / Pellets

Baujahr

bis 1986
 1987-1994
 ab 1995

Wärmeverteilung

Baualter / Dämmstandard

50er bis 70er Jahre
 nachträgl. gedämmt
 80er und 90er Jahre
 gedämmt nach EnEV

bei Gas- oder Ölkessel

Kesseltemperatur konstant gleitend
 mit Brennwertnutzung

Elektrospeicher / Elektro-Wärmepumpe

Wärmeerzeugung

nur El.-Wärmepumpe
 El.-Wärmep. mit Heizstab
 El.-Wärmep. + Kessel
 nur Elektro-Heizstab

Wärmequelle El.-WP.

Außenluft
 Erdreich/Grundw.

Baujahr El.-WP.

bis 1994 ab 1995

Fern-/Nahwärme

Wärmeerzeugung

Kessel / Heizwerk
 Heizkraftwerk / BHKW
 Anteil Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung > 50%

Wohnungsweise Beheizung

Gas-Etagenheizung (Umlaufwasserheizer)
 mit Brennwertnutzung

Einbau

bis 1994 ab 1995

Raumweise Beheizung

Einzelöfen
 Gasraumheizgeräte
 Elektroheizgeräte oder Elektro-Nachtspeicherheizung

Brennstoff für Einzelöfen

Heizöl Kohle Holz

Warmwasserbereitung

kombiniert mit Zentralheizung (s.o.)
 zentraler Gas-Speicherwassererwärmer
 zentraler Elektro-Speicher
 Kellerluft-/Abluft-Wärmepumpe

zentrale Warmwasserbereitung

mit Warmwasserzirkulation
 mit thermischer Solaranlage

Baualter / Dämmstandard Wärmeverteilung

50er bis 70er Jahre 80er & 90er Jahre
 nachträgl. gedämmt EnEV

Gas-Etagenheizung (s.o.)
 Gas-Durchlauferhitzer
 Elektro-Durchlauferhitzer
 Elektro-Speicher / -Kleinspeicher

Einbau Speicher bzw. Durchlauferhitzer

bis 1994 ab 1995

Energieverbrauch gemäß letzter Abrechnung des Versorgers

Liter Heizöl
 m³ Erdgas **oder** kWh Erdgas
 Liter Flüssiggas
 kWh Fernwärme
 kWh Strom

Raummeter Holz
 Schüttkubikmeter Kohle

Verbrauchswert für

Heizung (ohne Warmwasser)
 Heizung und Warmwasser

im Jahr

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts „Kurzverfahren Energieprofil“ wurde ein vereinfachtes Verfahren zur Erstellung von Energiepässen für Bestandswohngebäude entwickelt. Die Vereinfachungen betreffen drei Bereiche der Datenaufnahme:

1. Durch statistische Analyse einer Gebäuestichprobe von mehr als 4000 Wohngebäuden wurde ein einfaches Verfahren zur Abschätzung der Bauteilflächen (Außenwand, Fenster, Dach, etc.) entwickelt („Flächenschätzverfahren“).
2. Es wurde eine Tabelle mit pauschalen U-Werten erstellt, die – ausgehend vom Baualter und nachträglich durchgeführter Maßnahmen – eine grobe Bewertung der Qualität der thermischen Hülle von Bestandsgebäuden erlauben.
3. Auf der Basis der vorliegenden Normen zur Anlagentechnik und ergänzender Quellen wurden Pauschalwerte für die Teilsysteme Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung abgeleitet, die in Kombination mit einem einfachen Fragebogen eine grobe Bewertung der Anlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung von Bestands-Wohngebäuden erlauben.

Mit dem „Kurzverfahren Energieprofil“ liegt somit ein geschlossenes Verfahren vor, das auf der Basis der wesentlichen Daten des Gebäudes eine vereinfachte Bewertung ohne aufwändige Begehung des Objekts und detaillierter Datenaufnahme erlaubt. Mögliche Anwendungsbereiche dieses Verfahrens sind:

- grobe energetische Klassifizierung größerer Gebäudebestände (Energiepass, „Ökologischer Mietspiegel“, ...);
- Durchführung von Initialberatungen (Verbraucherberatung, Internet, ...);
- Szenarienberechnungen für den Gebäudebestand;
- Plausibilitätsprüfung bei exakter Datenerhebung.