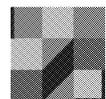


Klaus-Dieter Clausnitzer, Nadine Hoffmann,  
Werner Wosniok, Julia Wosniok

# **Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern**



## F 2706

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2008

ISBN 978-3-8167-7670-3

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

### **Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/tauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/tauforschung)

**bericht**

Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer

**Entwicklung des Energieverbrauchs für  
Heizung und Warmwasser bei Einfamili-  
enhäusern**

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (Aktenzeichen Z 6 10.08.18.7-06.2/ II-F20-06-010) sowie durch die EWE AG gefördert.

Die Verantwortung liegt allein beim Autor

Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer

## bericht

### **Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern**

unter Mitarbeit von:

Dipl.-Ing. (Architektur) Nadine Hoffmann

Dipl. Math. Werner Wosniok, Institut f. Statistik der Universität Bremen (statistische Beratung)

stud. biol. Julia Wosniok (Auszählung Befragung)

Dezember 2007



## Inhalt

Inhalt .....	7
Anlagen:.....	7
1. Einleitung .....	9
2. Methodik.....	11
2.1 Beschaffung von Daten zum Energieverbrauch.....	11
2.2 Methodik der mathematischen Differenzierung und Separierung von Verbrauchsdatensätzen für Gruppen der Befragung .....	16
2.3 Methodik der telefonischen Befragung und ihrer Auswertung .....	18
2.4 Umrechnung der Verbrauchsdaten .....	19
3. Ergebnisse .....	20
3.1 Entwicklung des Energieverbrauchs (ohne Witterungsbereinigung).....	20
3.2 Entwicklung des Energieverbrauchs (mit Witterungsbereinigung).....	24
3.3 Theorie zu Einflussfaktoren der Entwicklung des Energieverbrauchs .....	26
3.4 Befragungsergebnisse .....	32
4. Vergleich der Ergebnisse mit Literaturwerten .....	38
5. Zusammenfassung.....	41
6. Literatur.....	46

### Anlagen:

- Anlage 1 Leitfaden für die telefonische Befragung
- Anlage 2 Details der Methodik der telefonischen Befragung
- Anlage 3 Ergebnisse der telefonischen Befragung
- Anlage 4 Witterungsbereinigung nach VDI 3807 Bl. 1:2007-03



## 1. Einleitung

Im Bereich kleiner Gebäude, insbesondere der individuell beheizten Einfamilienhäuser, fehlen abgesicherte Erkenntnisse über die tatsächliche Höhe und den bisherigen Trend der Entwicklung des Energieverbrauchs für Raumheizung und Warmwasser in der Vergangenheit. Mit solchen Erkenntnissen könnten

1. belastbare Referenzwerte für Energieausweise für bestehende Gebäude auf der Grundlage des erfassten Energieverbrauchs genannt,
2. die Wirkungen der politischen Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz und das Marktgeschehen im Gebäudebereich überprüft,
3. die „Baseline“ (bisheriger Trend der Entwicklung des Energieverbrauchs) ermittelt werden. Die Baseline ist u.a. wichtig für
  - a) eine eventuelle Übertragung des Instruments „Emissionshandel“ auf den Sektor Haushalte ab 2013,
  - b) Joint Implementation-Projekte mit Deutschland als Gastgeberland, bei denen es um den Gebäudesektor geht (vereinfacht: hier können u.a. Emissionsminderungen nicht angerechnet werden, die der Baseline entsprechen)
  - c) Aktivitäten u.a. von Energieversorgern im Rahmen der deutschen Umsetzung der Energiedienstleistungsrichtlinie.

Die detaillierten Ziele des Forschungsprojektes bestanden in

1. der Ermittlung des bisherigen Endenergieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei mindestens 5.000 Einfamilienhäusern über einen möglichst langen Zeitraum,
2. der Ermittlung von Ursachen der Entwicklung des Endenergieverbrauchs,
3. der Klärung der Frage, ob beobachtete Verbrauchsreduzierungen in Zusammenhang stehen mit
  - a) ordnungsrechtlichen Vorschriften des Bundes oder eines Landes (Gesetzen),
  - b) Information- und Beratungsinstrumenten (z.B. Broschüren und Vor-Ort-Beratung) und
  - c) finanziellen Instrumenten (z.B. Steuern und finanzieller Förderung).

Im Verlauf des Projekts zeigte sich, dass belastbare Daten für die benötigte große Anzahl einzelner Gebäude in der erforderlichen Detailtiefe nur für einen Zeitraum von 10 Jahren zu erhalten waren. Die Gründe liegen in der buchhalterischen Aufbewahrungsfrist von 10 Jahren und Datenschutzbestimmungen.<sup>1</sup> Ältere Individual-Daten waren nicht verfügbar. Betrachtet wurde letztlich der Zeitraum 1997 bis 2006.

---

<sup>1</sup> Personenbezogene Daten des Geschäftsverkehrs dürfen nicht länger aufbewahrt werden, als ihre Kenntnis für die Erfüllung des Zwecks der Speicherung erforderlich ist (Bundesdatenschutzgesetz, § 35).

Das Forschungsvorhaben wurde vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung gefördert und mit Unterstützung der EWE AG in Oldenburg durchgeführt. Beiden Förderern sei auch an dieser Stelle noch einmal ein herzlicher Dank für die Förderung ausgesprochen! Dank gebührt auch den Mitgliedern des begleitenden Arbeitskreises: Frau Vilz und Frau Rustemeyer vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Herrn Loga vom Institut Wohnen und Umwelt sowie Herrn Thomschke vom Landesinnungsverband der Schornsteinfeger in Niedersachsen.



## 2. Methodik

Die Methoden der Untersuchung bestanden in

1. der Beschaffung von Erdgas-Verbrauchsdaten von rund 25.000 Einfamilienhäusern in Nordwestdeutschland für einen Beobachtungszeitraum von 10 Jahren
2. der statistischen Auswertung der Verbrauchsdaten
3. der mathematischen Differenzierung und Separierung von Datensätzen, die eine ähnliche Verbrauchsentwicklung aufweisen, für eine gezielte Befragung
4. der Durchführung und Auswertung einer telefonischen Befragung von Haushalten mit dem Ziel, Einflussgrößen der Verbrauchsentwicklung ausfindig zu machen (z.B.: Wärmedämmung durchgeführt?)
5. der Literaturanalyse zu Einflüssen auf den Energieverbrauch
6. der wissenschaftlichen Auswertung.

### 2.1 Beschaffung von Daten zum Energieverbrauch

#### 2.1.1 Einführung

Für den Bereich der Einfamilienhäuser fehlen öffentlich zugängliche Verbrauchsdaten. Private Daten können prinzipiell nur mühsam durch eine Befragung der einzelnen Hauseigentümer beschafft werden (Methode: Mikrozensus) oder über Energielieferer bzw. Energieversorger, wobei diese Daten dann natürlich anonymisiert sein müssen.

Das Zusammentragen von Verbrauchsdaten durch eine Befragung oder eine Einsicht in Rechnungen einzelner Hauseigentümer ist sehr aufwändig und auch fehlerträchtig. Es setzt das Mitmachenwollen und –können der Hauseigentümer voraus. Diese Methode schied daher aus.

Die Analyse von Verbrauchsdaten von Energielieferern bzw. Energieversorgern ist dagegen möglich und gut geeignet, insbesondere bei leitungsgebundenen Energieträgern wie Erdgas: Der reale Energieverbrauch wird über geeichte Zähler erfasst, zusätzlich ist der Zeitraum und der Ort des Verbrauchs genau bekannt. Anders als bei Heizöl und Festbrennstoffen gibt es nicht das Problem der Abgrenzung der Energielieferung zum tatsächlichen Energieverbrauch, weil es bei Erdgas im Gegensatz zu Heizöl und Festbrennstoffen keine Bevorratung beim Kunden gibt. Es gibt auch nicht das Problem der Mitwirkungsbereitschaft bzw. des -könnens der einzelnen Hauseigentümer.

Bei leitungsgebundener Energie für Heizung und Warmwasserbereitung spielt Erdgas die Hauptrolle; Fernwärme und Strom haben eine weitaus geringere Bedeutung. Aus diesem Grund wurde von vornherein die Zusammenarbeit mit einem großen Energieversorger gesucht, der bereit ist, für eine Vielzahl von Kunden anonymisierte Verbrauchsdaten zur Verfügung zu stellen.

Erfreulicherweise erklärte sich der Energieversorger EWE AG bereit, streng anonymisierte Daten zur Verfügung zu stellen. Das Versorgungsgebiet von EWE umfasst u.a. das westliche Niedersachsen, Rügen und Brandenburg.

Im Forschungsprojekt wurden nur Daten von Kunden herangezogen, die langjährige Erdgas- und Stromkunden dieses Versorgers im Gebiet zwischen Ems und Weser sind. Diese Begrenzung geschah, weil EWE im Bereich Brandenburg und Rügen nicht der Strom-Grundversorger ist und somit keine Daten für Strom bereitstellen konnte und weil die Ver-

sorgung im Gebiet zwischen Weser und Elbe früher durch das inzwischen fusionierte Unternehmen ÜNH vorgenommen wurde: Für dieses Gebiet hätten die Daten wegen in früheren Jahren unterschiedlicher EDV-Systeme nicht ohne erheblichen Aufwand zur Verfügung gestellt werden können.

Es gab bei EWE zunächst keine Datei, in der ausschließlich die Teilmenge der Kunden enthalten war, die in einem Einfamilienhaus leben. Diese Teilmenge musste zunächst durch einige Abgrenzungskriterien gebildet werden. Aus Geschäftsgeheimnis- wie auch aus Datenschutzgründen wurde dies von EWE selbst mit ihrem EDV-Programm „Business Warehouse“ vorgenommen. „Business Warehouse“ ist eine SAP-Lösung, die das von EWE genutzte Abrechnungssoftware „easy+“ auswertet.

Durch verschiedene auf die Kundendatenbank angesetzte Kriterien wurden Fälle gesucht, bei denen es sich wahrscheinlich um Einfamilienhäuser handelt. Zu diesen Kriterien gehörten:

- Vertragsklasse
- Vertragstyp
- Branche
- Branchentyp
- Betrieb
- Abrechnungsmonat
- Tarifvertrag
- Jährliches Abrechnungsverfahren vorhanden
- Verbrauchsart Strom und Erdgas.

Weil es für die wesentliche Geschäftsbeziehung EWE / Kunde bisher nicht sehr wichtig war, ob sich hinter einer Kundennummer tatsächlich ein Einfamilienhaus-Kunde verbirgt oder nicht, wurde diese Zuordnung bei EWE in der Vergangenheit nicht laufend überprüft. Änderungen beim Kunden (z.B. Ausbau eines Einfamilienhauses zu einem Zweifamilienhaus) führen nicht automatisch zu einem anderen Tarif und damit zu einer anderen Vertragsart. Um in solchen Fällen Fehlerquellen auszugrenzen und nur Daten von Einfamilienhäusern einzubeziehen, wurden für dieses Forschungsprojekt weitere Kriterien gebildet:

- Ausgeschlossen wurden reine „Kochgas“-Kunden, sofern diese den „Kochgas“-Tarif abgeschlossen haben. Kunden, die Erdgas nur zum Kochen verwenden, aber dieses Erdgas im allgemeinen Tarif kaufen, können zunächst jedoch in den Datensätzen enthalten sein (siehe nächsten Schritt).
- Ausgeschlossen wurden Kunden, die in einem der Jahre 1996 bis 2006 einen Erdgas-Jahresverbrauch von weniger als 1.000 kWh hatten. Ein so niedriger Verbrauch kann bei Wohnnutzung nur in Ausnahmefällen erreicht werden. Vielmehr spricht ein solcher Verbrauch für eine Unterbrechung der Nutzung z.B. wegen Leerstand oder Umbau bzw. für eine reine Kochgas-Nutzung.
- Es wurden Fälle ausgeschlossen, bei denen pro Adresse mehrere EWE-eigene Zähler existieren: Mehrere Erdgas- oder Stromlieferverträge für eine Adresse wurden von uns als Kriterium für das Vorhandensein vom Mehrfamilienhäusern mit Gas- oder Gas-Heizungen o.ä. verstanden; solche Fälle wurden daher ausgeschlossen.



Ferner wurden – dem Forschungsziel entsprechend - nur Kunden herangezogen, mit denen seit 1996 ein ununterbrochenes Vertragsverhältnis bestand. Somit ist zu erwarten, dass für diesen Zeitraum Verbrauchsdaten bei EWE vorliegen könnten.<sup>2</sup>

Bei den übrig gebliebenen „Fällen“ handelt es sich um Daten von Einfamilienhäusern. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass unter den Datensätzen auch einzelne Datensätze von Kleingewerbe-Kunden oder von Freiberuflern sind, die (mittlerweile) in ihrem Einfamilienhaus auch gewerblich oder freiberuflich arbeiten (z.B. Praxen, Kanzleien). Aufgrund von Befragungsergebnissen dürfte es sich maximal um 2 % der Fälle handeln (s. Abschnitt 3.4).

Bei den Verbrauchsmengen in den Rohdaten handelt es sich um kWh H<sub>S</sub> der Jahre zwischen 1997 und 2006.

Eine Witterungsbereinigung im engeren Sinn<sup>3</sup> wurde nicht vorgenommen. Für eine Zuordnung zu Kalenderjahren wurde eine vereinfachte Zuordnung des Verbrauchs in einem Abrechnungszeitraum auf ein Kalenderjahr vorgenommen: Lagen zu einer Kundennummer z.B. Erdgas-Verbrauchsdaten für die Zeiträume 3.4.2001 bis 31.3.2002 und 1.4.2002 bis 30.3.2003 vor, so wurde der Verbrauch für das Kalenderjahr 2002 anteilig aus dem Verbrauch dieser beiden Abrechnungszeiträume zusammengesetzt. Dabei wurden Gradtagszahlen des deutschen Wetterdienstes von ca. 10 Stationen des Versorgungsgebietes der EWE herangezogen und aus diesen ein „EWE-Versorgungsgebiet-Mittelwert Ems-Weser-Elbe“ gebildet, bezogen auf eine Heizgrenztemperatur von 15 Grad Celsius. Für 2006 handelt es sich bei Kunden, deren Abrechnungszeitraum in 2005 beginnt und in 2006 endet, ebenfalls um eine Umrechnung auf das Kalenderjahr 2006. Allerdings wurde hier der Verbrauch in Monaten des Jahres 2006, der im Abrechnungszeitraum nicht enthalten war, auf der Basis von Mittelwerten der Gradtagszahlen 10 vergangener Jahre gebildet (und nicht die tatsächlichen Gradtagszahlen des Jahres 2006 herangezogen). Es handelt sich hierbei um ein Verfahren, das EWE generell bei der Abgrenzung von Verbrauchswerten (z.B. bei Änderungen von Preisen im Abrechnungszeitraum) verwendet; es wurde nicht extra für dieses Forschungsvorhaben generiert. Eine Umrechnung des Verbrauchs auf ein Normwetter erfolgte nicht; insofern stellt dieses Verfahren keine Witterungsbereinigung dar.

Erdgas und Strom werden bei EWE zum gleichen Zeitpunkt abgelesen. Ablesung kann auch bedeuten, dass durch den Kunden selbst abgelesen wurde und nicht durch EWE bzw. ein von EWE beauftragtes Unternehmen.

Daten zur Nutzung des Erdgases („auch zur Warmwasserbereitung?“) liegen EWE nicht vor. Ebenfalls existieren keine flächendeckenden Daten zum Baujahr des Hauses, zum Baujahr der Heizung usw.

---

<sup>2</sup> Allerdings stellt dieses Kriterium auch eine Einschränkung dar: Einfamilienhäuser, die im Zeitraum 1996 bis 2006 den Besitzer wechselten, sind nicht enthalten. Gerade dies könnten jedoch Gebäude sein, bei denen im Zuge des Besitzerwechsels eine größere Modernisierung stattfand, die den Energieverbrauch beeinflusst.

<sup>3</sup> Das wäre ein Verfahren nach VDI 3807 Bl. 2: Dabei würde zunächst der Verbrauchanteil, der für die Warmwasserbereitung und evtl. Kochgas erforderlich war, herausgerechnet. Der für die Raumwärme verbleibende Teil würde entsprechend der Abweichung der Außentemperaturen und Heiztagen im Beobachtungszeitraum von langjährigen Mittelwerten auf ein Normjahr umgerechnet werden.

## 2.1.2 Plausibilitätsprüfungen

Von der EWE AG wurden 25.231 Datensätze geliefert. Diese wurden einer Plausibilitätskontrolle unterzogen. Sie bezog sich auf

- die Vollständigkeit der Zeitreihen (in jedem Jahr ein Verbrauchswert)
- die Größenordnung des Verbrauchs: Datensätze mit unplausibel niedrigen und hohen Verbrauchswerten wurden ausgeschlossen. Zu niedrige Werte können verschiedene Ursache haben, die das Ergebnis verfälschen würden, z.B. überwiegende Nutzung anderer Energieträger, reine Kochgasverwendung, längerer Leerstand, Zählerdefekt. Unplausibel hohe Verbrauchswerte sind ein Indiz dafür, dass es sich nicht um einen Datensatz eines „reinen“ Einfamilienhauses handelt, sondern zum Beispiel um ein Gebäude, das im Verlauf von 1997 bis 2006 inzwischen von Gewerbetreibenden bzw. Freiberuflern genutzt wird oder um solche Räumlichkeiten erweitert wurde
- den Abgleich mit dem Stromverbrauch.

In einem ersten Schritt wurden die untere Grenze für unplausible Werte bei 5.000 kWh/a und die obere Grenze bei 100.000 kWh/a festgelegt. Hinter der Grenze 100.000 kWh/a steckte die Maximal-Erwartung eines Einfamilienhauses von 250 m<sup>2</sup> Wohnfläche und (bei schlechtem Wärmeschutz) eines Endenergieverbrauchs von 400 kWh H<sub>S</sub>/(m<sup>2</sup>\*a); hinter der Grenze 5.000 kWh/a die Annahme von 100 m<sup>2</sup> \* 50 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) (kleines sehr gut gedämmtes Haus). Ein Verbrauch darunter lässt Besonderheiten erwarten, z.B. das es sich um ein separat abgerechnetes Nebengebäude handelt, dass Leerstand vorliegt etc.

Eine Sortierung der Verbrauchsdaten nach der Höhe des Erdgasverbrauchs z.B. des Jahres 2006 ergab z.B., dass unter den 25.231 Datensätzen 65 sind, die einen Verbrauch von mehr als 100.000 kWh H<sub>S</sub> auf weisen.

Zur Prüfung der Plausibilität wurde auch der Stromverbrauch zu Rate gezogen: Durch Vergleich mit dem Stromverbrauch im gleichen Jahr stellte sich bei diesen, zunächst als unplausibel hoch angesehenen, Datensätzen z.T. heraus, dass auch der Stromverbrauch eine Höhe hatte, die nicht auf eine reine Einfamilienhaus-Nutzung schließen lässt (z.B. 20.000 kWh/a).

Für Objekte mit unplausibel hohem Verbrauch wurden in einem weiteren Schritt durch EWE öffentlich zugängliche Luftbilder der Objekte analysiert. Hierbei konnte bei einigen – aber keineswegs bei allen – festgestellt werden, dass es sich nicht um ein Einfamilienhaus handelt. Gefunden wurden einige Bauernhöfe, Lagerhallen, kleine Mehrfamilienhäuser und auch Geschäftsräume mit großen Parkplätzen, die an ein Einfamilienhaus angebaut waren. Als dritter Schritt wurde bei einer Stichprobe von 15 Objekten eine Vor-Ort-Überprüfung durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass es tatsächlich Einfamilienhäuser mit einem Jahresverbrauch von 100.000 bis 150.000 kWh/a H<sub>S</sub> gibt. Oberhalb der Grenze von 150.000 kWh/a waren es jedoch (im Jahre 2007) anders genutzte Objekte wie Gründerzeitvillen, in der mittlerweile mehrere Praxen untergebracht waren.

In die Auswertung wurden daher nur Datensätze einbezogen, für die in jedem der Jahre 1997 bis 2006 ein Verbrauch von mindestens 5.000 kWh/a und höchstens 150.000 kWh/a H<sub>S</sub> vorliegt. Hiervon gab es 25.147.

Zusätzlich zu dieser „mathematischen“ Abgrenzung plausibler Datensätze wurden in der telefonischen Befragung (siehe Abschnitt 2.4) einige Kontrollfragen zur Einfamilienhausnutzung gestellt.



Dabei wurden in der Befragung von fünf Stichproben mit zusammen  $n = 689$  Fällen folgende Ergebnisse gefunden:

- In 13 von 689 Fällen (ca. 2 %) handelte es sich um Mieter oder Wohnungseigentümer, die eine Wohnung mit Gasetagenheizung haben
- 90 % aller 676 Eigentümer- Haushalte gaben an, in einem freistehenden Einfamilienhaus zu wohnen; 9 % in einem Reihenhaus oder in einer Doppelhaushälfte
- 1 % der Befragten gab an, dass sie in einem Einfamilienhaus mit zusätzlicher gewerblicher/freiberuflicher Nutzung leben
- 2 % aller Befragten gab an, dass das Gebäude seit 1997 einmal mehr als 2 Monate leer stand
- Eine Verringerung der Wohnfläche gab es bei 2 % der Befragten. Bei diesen ging es um Reduzierungen von 20 bis 77 m<sup>2</sup> (z.B. Einbau einer Garage).

Die Ergebnisse der telefonischen Befragung sprechen dafür, dass die untersuchten Daten der Grundgesamtheit (ca. 25.000 Fälle) sehr plausibel sind und es sich bis auf Ausnahmen um Einfamilienhaus-Daten handelt. Wir haben keine Hinweise darauf, dass die Grundgesamtheit (ca. 25.000 Fälle) von den Stichproben der telefonischen Befragung (ca. 700 Fälle) inakzeptabel abweichen sollte. Es zeigte sich, dass die zusätzliche gewerbliche oder freiberufliche Nutzung von Einfamilienhäusern begrenzt ist. Im Übrigen ist die zusätzliche gewerbliche und freiberufliche Nutzung auch in Verbrauchsdaten von Mehrfamilienhäusern enthalten.

### 2.1.3 Betrachtung von Unsicherheiten

Folgende Unsicherheiten bestehen:

- Es ist möglich, dass einzelne Datensätze nicht den Verbrauch von Einfamilienhäusern wiedergeben. Es könnte eine kleine unbekannte Zahl von Datensätzen von Gebäuden enthalten sein, die früher ein Einfamilienhaus waren, aber jetzt eine andere Nutzung aufweisen bzw. die nie ein klassisches Einfamilienhaus waren, für die aber im Zuge des Vertragsschlusses zwischen Kunde und Energieversorger diese Vertragsart gewählt wurde. Die Zahl wird recht klein sein: Aus der telefonischen Befragung von 689 zufällig ausgewählten Kunden ergab sich, dass 13 Befragte Mieter sind und 10 das Haus auch für gewerbliche/freiberufliche Zwecke nutzen. Bei den Mietern kann es sich auch um Mieter des gesamten Hauses handeln. Es gibt keine Anzeichen dafür, dass die Teilnehmer der Telefonbefragung hinsichtlich der Nutzungsverhältnisse eine andere Struktur aufweisen, als die Grundgesamtheit. Somit dürfte die Quote an Datensätzen, hinter denen sich keine klassische Einfamilienhaus-Nutzung verbirgt, maximal 3 % betragen. Dies stellt eine tolerable Größenordnung dar.
- Über die Nutzung des Erdgases innerhalb der Gebäude liegen keine Angaben vor: Es ist nicht bekannt, ob das Erdgas auch zur Warmwasserbereitung und/oder zum Kochen verwendet wird.<sup>4</sup>
- Es ist nicht bekannt, bei welchem Gebäude die Warmwasserbereitung über Erdgas erfolgt: Es ist also unklar, ob der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung in

---

<sup>4</sup> Beim Kochen geht es jedoch nur um ca. 400 kWh pro Gebäude und Jahr, also weniger als 3 % des Jahresverbrauchs.

den Gebäude-Verbrauchsdaten enthalten ist oder nicht.<sup>5</sup> Selbst wenn das bekannt wäre, wäre unklar, wie viel Erdgas für die Warmwasserbereitung und wie viel für die Raumheizung eingesetzt wird. Eine Witterungsbereinigung nach VDI 3807 Bl. 1 ist somit nur unter Vorbehalt durchführbar, denn für diese muss der Brennstoffverbrauch für die Warmwasserbereitung bekannt sein (er wird nicht witterungsbereinigt).

- Für die internationale Klimaberichterstattung und den Emissionshandel kommt es ausschließlich auf die tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen und nicht auf witterungsbereinigte Emissionen an. Eine Witterungsbereinigung ist also aus Sicht der Klimaschutzberichterstattung und für die Bildung einer Baseline entbehrlich. Um aber einen Eindruck zu erhalten, welcher Anteil der Energieverbrauchsentwicklung auf einer Zeitachse auf das Konto der Außentemperaturen geht, ist die Witterungsbereinigung hilfreich. Deshalb wird diese – auch wenn hierzu eine Reihe von Hilfsannahmen gemacht werden müssen (z.B. zum auf die Warmwasserbereitung entfallenden Anteil des Energieverbrauchs) – ergänzend vorgenommen.
- Die Zuordnung von Verbrauchswerten aus realen Abrechnungszeiträumen auf Kalenderjahre ist eine Pauschalierung. Im Einzelfall eines Kunden (z.B. Urlaub im Winter) kann die Umrechnung zu einem überhöhten bzw. zu niedrigen Kalenderjahresverbrauch führen. Angesichts der großen Zahl an Datensätzen ist jedoch zu erwarten, dass sich dieser Fehler durch entgegen gesetztes Verhalten anderer Kunden ausgleicht.
- Ein weitere Unsicherheit besteht darin, dass bei der Umrechnung von Verbrauchsdaten aus Abrechnungszeiträumen in Kalenderjahre weder ein Sockelverbrauch für Warmwasserbereitung noch unterschiedliche Heizgrenztemperaturen (je nach Dämmstandard des Gebäudes) unterstellt werden können. Der Grund liegt wiederum darin, dass diese Nutzungsdaten bei einem Energieversorger nicht bekannt sind.

Auf die zeitliche Entwicklung des Verbrauchs haben die oben genannten Unsicherheiten nur einen geringen Einfluss.

## 2.2 Methodik der mathematischen Differenzierung und Separierung von Verbrauchsdatensätzen für Gruppen der Befragung

Zur Bildung von in sich möglichst homogenen Gruppen mit deutlich unterschiedlicher Verbrauchsentwicklung von Gruppe zu Gruppe wurden mehrere statistische Kenngrößen aus den Verbrauchsdaten der Jahre 1997 – 2006 herangezogen, die sowohl den Verlauf der Verbrauchskurve wie auch die Variation der Einzelwerte um ihren mittleren Verlauf quantifizieren. Die Berechnung wurde beschränkt auf solche Abnahmestellen, deren Verbrauch in keinem der betrachteten 10 Jahre unter 5.000 kWh/a oder über 150.000 kWh/a lag. Die folgenden Kenngrößen wurden für jede Abnahmestelle berechnet:

---

<sup>5</sup> Allerdings ergab sich aus der Befragung einer Stichprobe von 679 Haushalten, dass nur bei 4 % dieser Stichprobe die Warmwasserbereitung komplett über elektrischen Strom und bei 6 % zumindest teilweise über elektrischen Strom erfolgt (1 % = keine Angabe). Im Umkehrschluss ergibt sich daraus, dass bei 89 % Erdgas auch für die Warmwasserbereitung genutzt wird.

d	prozentuale Differenz zwischen dem mittleren Verbrauch 1997 – 1999 (= 100%) und dem mittleren Verbrauch 2004 - 2006
$CV_{97,99}$	Variationskoeffizient (= $100 \cdot \text{Standardabweichung} / \text{Mittelwert}$ ) des Verbrauchs in den Jahren 1997-1999
$CV_{04,06}$	Variationskoeffizient (= $100 \cdot \text{Standardabweichung} / \text{Mittelwert}$ ) des Verbrauchs in den Jahren 2004-2006
b	Steigung der linearen Regressionsgerade für den Verlauf des Verbrauchs zwischen 1997 und 2006 (abhängige Größe: Verbrauch, erklärende Größe: Kalenderjahr – 1997)
$r^2$	Bestimmtheitsmaß für die lineare Regression. Beschreibt den Anteil der Variation im Verbrauch, der durch eine lineare Beziehung zum Kalenderjahr erklärt werden kann. Ein Wert von Null liegt vor, wenn kein linearer Zusammenhang zwischen Verbrauch und Zeitpunkt besteht und wenn der Verbrauch konstant ist. Ein Wert von 1 liegt vor, wenn der Verlauf der Verbrauchsdaten exakt auf einer nicht horizontalen Geraden liegt. Je höher $r^2$ , desto besser die Anpassung der Gerade an den Verlauf.
$s_y$	Standardabweichung der Abweichung von Einzelwerten um ihre lineare Regressionsgerade. Ein Wert von $s_y = 0$ kennzeichnet einen Verlauf, der exakt auf einer Gerade liegt, auch wenn diese horizontal verläuft. Große Werte von $s_y$ kennzeichnen eine schlechte Anpassung durch die Gerade. Es gibt keine Obergrenze für $s_y$ .
q	$[b - \min(b)]^2 + (s_y)^2$ , wobei das Minimum über alle Fälle mit $d > 15\%$ zu bilden ist

Mit Hilfe dieser Größen wurden aus den Datensätzen fünf Gruppen gemäß den nachfolgenden Kriterien gebildet.

1. *Kontrollgruppe*: es ist kein Anstieg und keine Reduzierung des Verbrauchs zu beobachten. Formales Kriterium:  $-0.25 < b < +0.25$ . Unter den Abnahmestellen, die dieses Merkmal erfüllen, sind diejenigen mit möglichst kleinem  $s_y$  zu bevorzugen. Die Größe dieser Gruppe betrug 2003 Fälle, das sind 8,0 % der 25.147 zur Verfügung stehenden Datensätze.
2. *Gruppe „langsam Weniger-Verbraucher“*. Diese wurde so definiert: Das arithmetische Mittel der Verbräuche der Jahre 1997 und 1998 soll im Mittel um 10 % höher liegen als das arithmetische Mittel der Verbräuche aus 2005 und 2006, wobei zusätzlich die Anforderung gilt, dass die Abnahme der Werte und ohne extreme Sprünge von einem Jahr zum anderen erfolgt. Formales Kriterium:  $-1.28 < b < -0.94$  und  $r^2 > 0.4$ . Die Größe dieser Gruppe betrug 593 Fälle (2,4 %).
3. *Gruppe „ $\geq 15\%$  - 24,9 % Einsparer“*: Bei dieser Gruppe schwankt der Verbrauch in den ersten drei Jahren um max. 5 %, sinkt während der folgenden vier Jahre um mindestens 15 % bis höchstens 24,9 % und verbleibt in den folgenden drei Jahren auf diesem Niveau, d.h. schwankt nur um 5 %. Formal:  $CV_{97,99} < 5$  und  $CV_{04,06} < 5$  und  $15\% < d \leq 24,9\%$ . Innerhalb dieser Fälle sind Fälle mit kleinem q zu bevorzugen. Die Größe dieser Gruppe betrug 937 Fälle (3,7 %).
4. *Gruppe „ $\geq 25\%$  - 34,9 % - Einsparer“*: Bei dieser Gruppe schwankt der Verbrauch in den ersten drei Jahren um max. 5 %, sinkt während der folgenden vier Jahre um

mindestens 25 % bis höchstens 34,9 % und verbleibt auf diesem Niveau, d.h. schwankt nur um 5 %. Formal:  $CV_{97,99} < 5$  und  $CV_{04,06} < 5$  und  $25\% < d < 35\%$ . Innerhalb dieser Fälle sind Fälle mit kleinem  $q$  zu bevorzugen. Die Größe dieser Gruppe betrug 524 Fälle (2,1 %).

5. *Gruppe „ $\geq 35\%$  -Einsparer“:* Bei dieser Gruppe schwankt der Verbrauch in den ersten Jahren um max. 5 %, sinkt während der folgenden vier Jahre um mindestens 35 % und verbleibt auf diesem Niveau, d.h. schwankt nur um 5 %. Formal:  $CV_{97,99} < 5$  und  $CV_{04,06} < 5$  und  $35\% < d$ . Innerhalb dieser Fälle sind Fälle mit kleinem  $q$  zu bevorzugen. Die Größe dieser Gruppe betrug 336 Fälle (1,3 %). Die Abbildung 1 zeigt einen typischen Verlauf des Verbrauchs eines beispielhaften Falls.

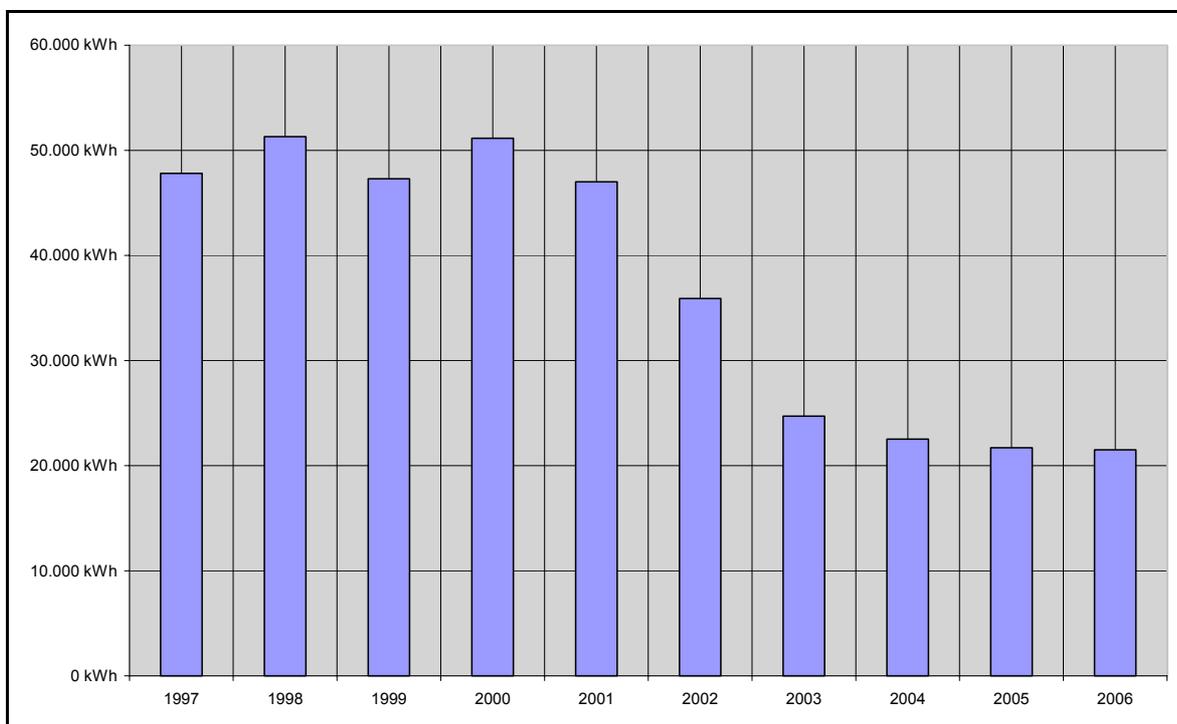


Abbildung 1 Beispiel des Verlaufs des Verbrauchs bei einem  $\geq 35\%$  -Einsparer

### 2.3 Methodik der telefonischen Befragung und ihrer Auswertung

Im August und September 2007 wurden 676 Eigentümer von Einfamilienhäusern im Auftrag der EWE durch das Marktforschungsunternehmen imug (Hannover) telefonisch anhand eines Interviewleitfadens befragt. Dabei wurden die in Abschnitt 2.2 separierten fünf Gruppen unterschieden.

Die Anlagen 1 und 2 dokumentieren den Interviewleitfaden und die Befragungsmethodik. Die Ergebnisse der Interviews wurden codiert, elektronisch gespeichert und mit Hilfe des Softwarepaketes SPSS ausgezählt. Die wesentlichen Ergebnisse zeigt die Anlage 3.



## 2.4 Umrechnung der Verbrauchsdaten

Die zur Verfügung gestellten Datensätze der EWE wurden wie beschrieben um unplausible Datensätze reduziert.

Die Datensätze geben – wie für das Erdgaslieferungsgeschäft üblich ist – die Erdgaslieferung in Bezug auf den Brennwert  $H_s$  an. Eine Umrechnung auf den Heizwert  $H_i$  erfolgte nach der folgenden Formel

$$E_{V,g} = B_{V,g,a} * H_i$$

mit

$E_{V,g,a}$  = Energieverbrauch in kWh im Kalenderjahr, für die Bereitstellung von Wärme für Heizung, ggf. zusätzlich für Warmwasserbereitung und Kochgas, bezogen auf den Heizwert  $H_i$

$B_{V,g,a}$  = erfasste verbrauchte Menge des eingesetzten Energieträgers für die Bereitstellung von Wärme für Heizung, ggf. zusätzlich für Warmwasserbereitung und Kochgas, im Kalenderjahr, bezogen auf den Brennwert  $H_s$

$H_i$  = Heizwert in kWh für Erdgas  $L = 0,9 \text{ kWh/kWh } (H_s)$

entsprechend der Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand [BMVBS 2007].

Beispiel:

Ein Erdgasverbrauch laut Energieversorger für ein Kalenderjahr  $x$  von 25.432 kWh wird wie folgt in  $H_i$  umgerechnet:

$$22.888,8 \text{ kWh } H_i = 25.432 \text{ kWh } (H_s) * 0,9 \text{ kWh } H_i/\text{kWh } (H_s).$$

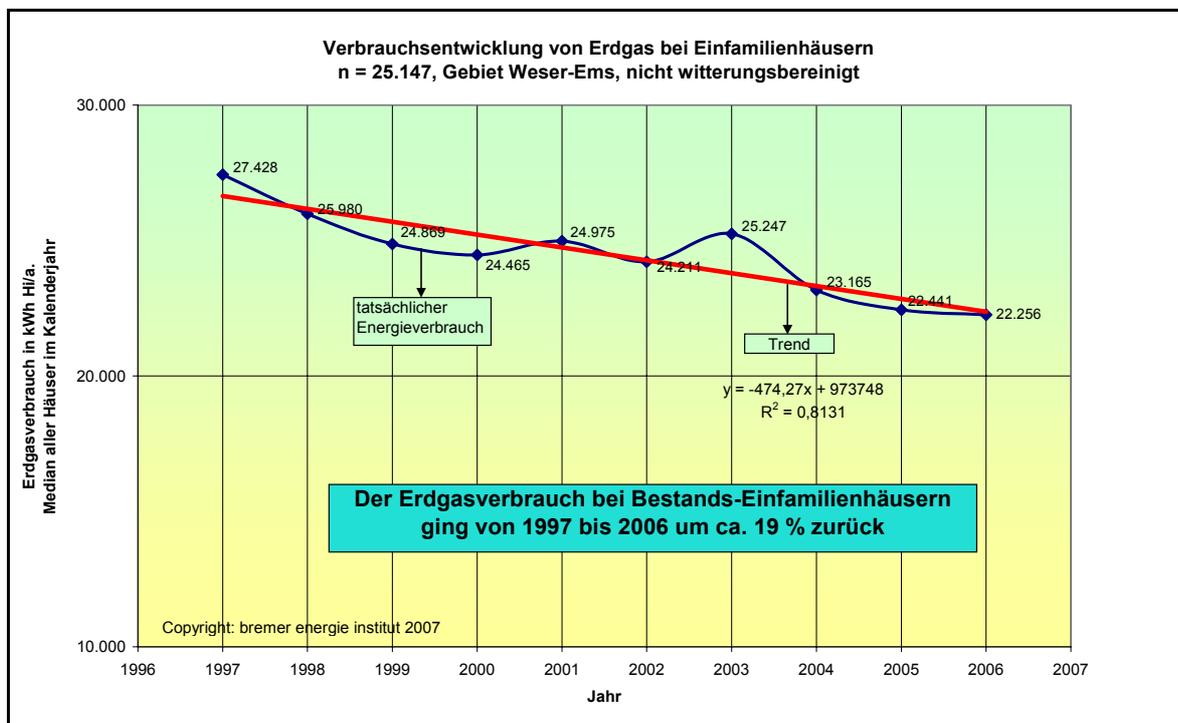
### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Entwicklung des Energieverbrauchs (ohne Witterungsbereinigung)

Gegenstand der Betrachtung ist der Endenergieverbrauch, d.h. der Verbrauch im Haus des Kunden (ohne Vorketten).

Der Verbrauch, der sich bei einem Erdgas-Versorgungsunternehmen und in den Rechnungen für die Kunden immer auf den Brennwert  $H_S$  des Erdgases bezieht, wurde hier umgerechnet auf den Heizwert  $H_i$ , welcher zur Zeit (noch) nach der [EnEV 2007] die Grundlage des Vergleichs des Verbrauchs von Wohngebäuden bildet.

Die Abbildung 2 zeigt das zentrale Ergebnis der Datenauswertung. Mögliche Gründe für die Entwicklung des Erdgasverbrauchs werden in den Abschnitten 3.2 und 3.4 erörtert.



**Abbildung 2 Entwicklung des Erdgasverbrauchs 1997 bis 2006 ohne Witterungsbereinigung**

Die Abbildung 2 zeigt

- für jedes der Kalenderjahre 1997 bis 2006 den durchschnittlichen Erdgas-Jahresverbrauch ( $H_i$ ) der Einfamilienhäuser, und zwar den Median-Wert<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Der Median ist der mittlere Wert jeder Reihe von Daten, wenn man die Daten der Größe nach sortiert. Er ist besser geeignet als das arithmetische Mittel, weil das arithmetische Mittel durch Ausreißer beeinflusst wird.



- die Entwicklung dieses durchschnittlichen Erdgas-Jahresverbrauchs auf der Zeitachse von 1997 bis 2006.

Bezogen auf die zwei Werte von 1997 und 2006 ergibt sich ein Rückgang des Erdgasverbrauchs von ca. 19 %.

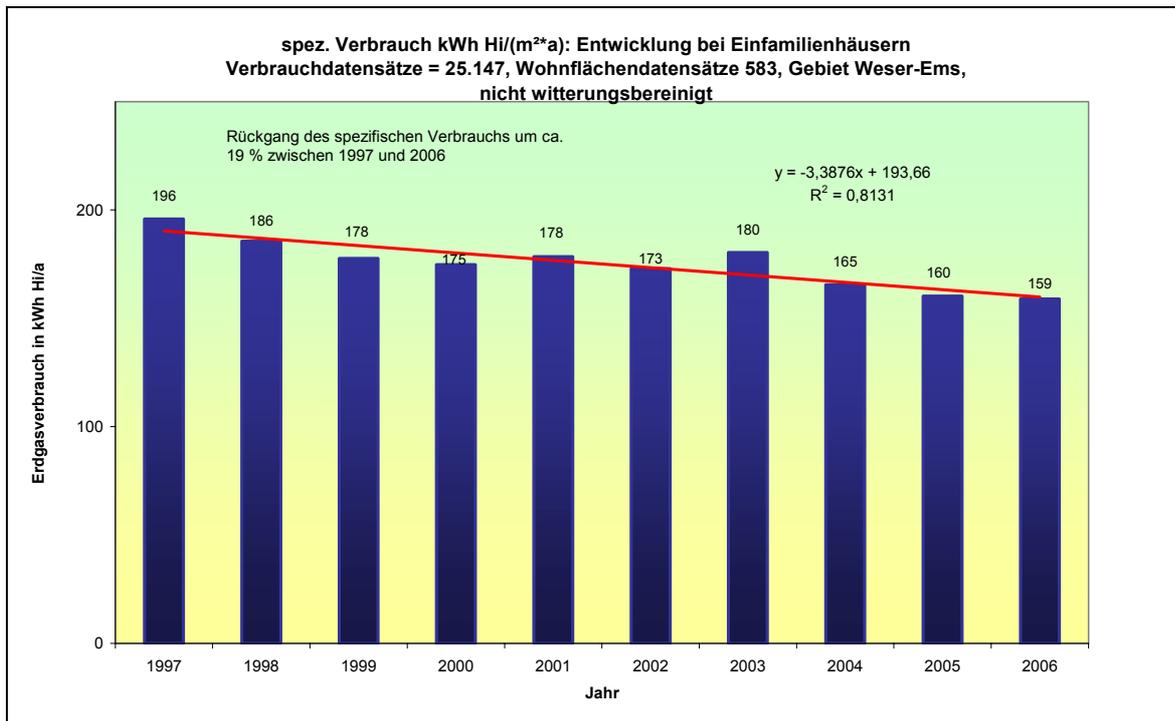
Die ermittelte Gleichung für den linearen Trend zeigt, dass im Durchschnitt pro Jahr ein Verbrauchsrückgang von 474,27 kWh vorgefunden wird. Das Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 81\%$  ist ein sehr ordentlicher Wert. Es ist ein Maß für den Anteil der erklärten Varianz eines Zusammenhangs. Es bedeutet, dass 81 % der Streuung des Verbrauchs durch lineare Abhängigkeit von der Jahreszahl erklärt werden kann.

Wenn man die Befunde der telefonischen Befragung von fünf Stichproben (s. Abschnitt 3.4) auf die Grundgesamtheit überträgt, so ergeben sich folgende weitere Erkenntnisse:

- die in Abbildung 2 genannten Verbrauchswerte beziehen sich auf folgende Verteilung: 90 % freistehende Einfamilienhäuser, 9 % Reihenhäuser bzw. Doppelhäushälften und 1 % Einfamilienhäuser mit zusätzlicher gewerblicher Nutzung
- die durchschnittliche Wohnfläche im Jahre 2007 der befragten Hauseigentümer beträgt 140 m<sup>2</sup> (Median, 583 Fälle mit Angaben zur Wohnfläche)
- bei 89 % der Gebäude erfolgt die Warmwasserbereitung durch Erdgas, d.h. der Erdgasverbrauch für die Warmwasserbereitung ist in den genannten Werten enthalten. Bei weiteren 6 % erfolgt die Warmwasserbereitung zum Teil über Erdgas, nur bei 4 % erfolgt die Warmwasserbereitung ausschließlich über Strom
- teilt man den durchschnittlichen Verbrauch (Median) der Grundgesamtheit (25.147 Fälle) jeden Jahres durch die durchschnittliche Wohnfläche im Jahre 2007 (140 m<sup>2</sup>), so ergibt sich ein nicht witterungsbereinigter Endenergieverbrauch pro m<sup>2</sup> Wohnfläche für die einzelnen Jahre laut Abbildung 3. Bezogen auf die Jahre 1997 und 2006 ergibt sich eine Reduktion um 18,9 %.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich bei 8 % von 676 Befragten die Wohnfläche von 1997 bis 2006 vergrößert und sich bei 2 % verkleinert hat.

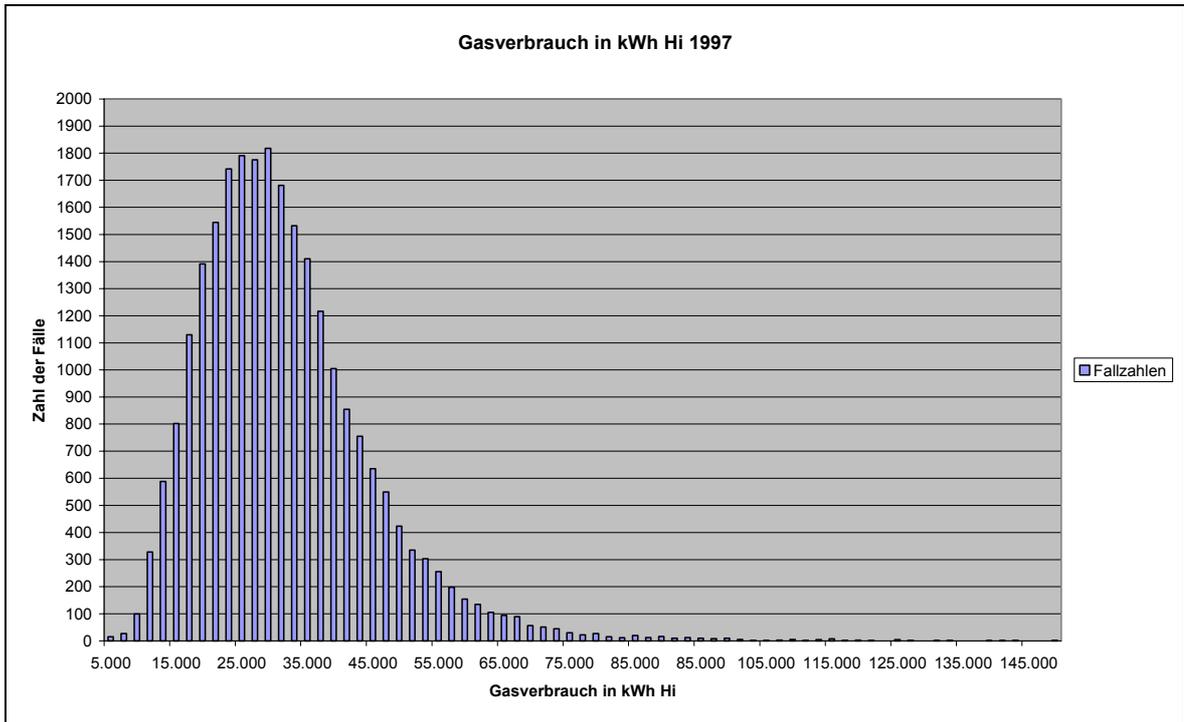


**Abbildung 3 Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs von Einfamilienhäusern (nicht witterungsbereinigt)**

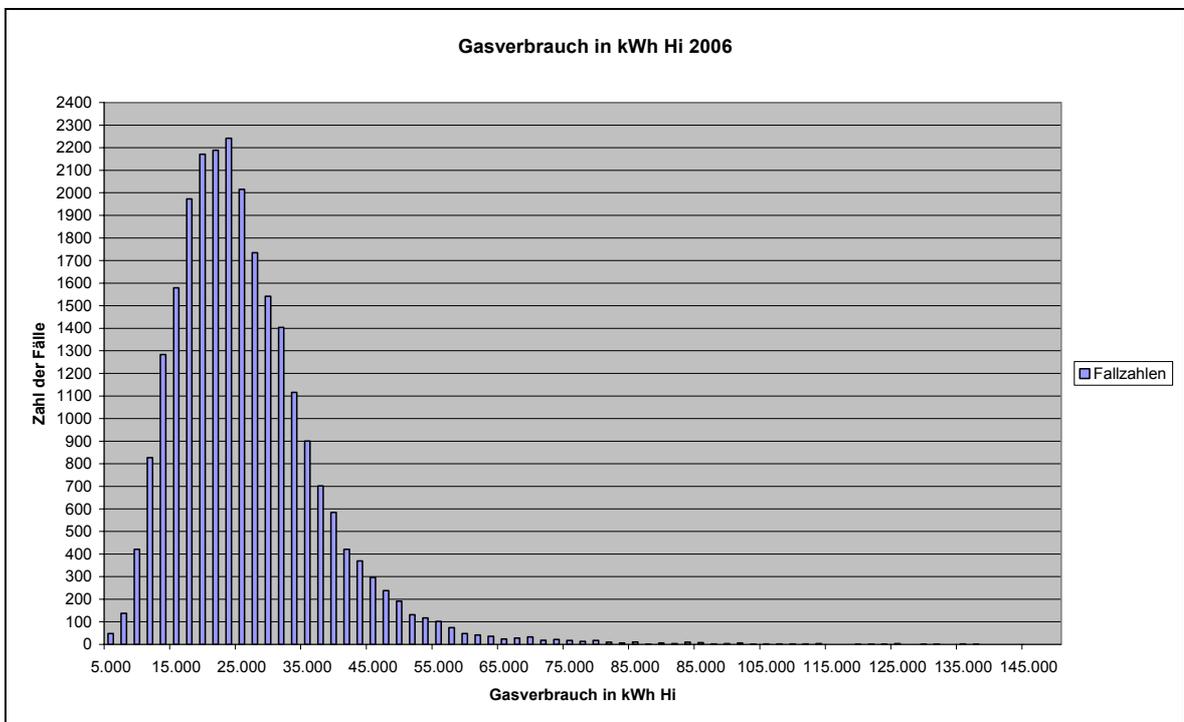
Die Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen den Gasverbrauch in den untersuchten Einfamilienhäusern nach Größenklassen des Verbrauchs<sup>8</sup> (Klassengröße 2.000 kWh). Die Abbildungen lassen erkennen, dass es sich um rechtsschiefe Verteilungen handelt: Es gibt nur wenige Klassen mit einem Energieverbrauch unterhalb des Mittelwertes (Median), aber viele Klassen mit einem Energieverbrauch, der größer ist als der Mittelwert; diese Klassen sind allerdings nur mit geringen Fallzahlen bestückt.

Die Verteilungen zeigen, dass es Einfamilienhäuser gibt, deren Verbrauch deutlich nach oben vom Mittelwert abweicht (Faktor 2 bis 6). Eine Klimaschutzpolitik sollte gerade solche Gebäude ins Visier nehmen.

<sup>8</sup> Klassengröße 2000 kWh, z.B. beginnend bei 5.000 -6.999 kWh/a



**Abbildung 4** Verteilung des Gasverbrauchs in ca. 25.000 Einfamilienhäusern 1997



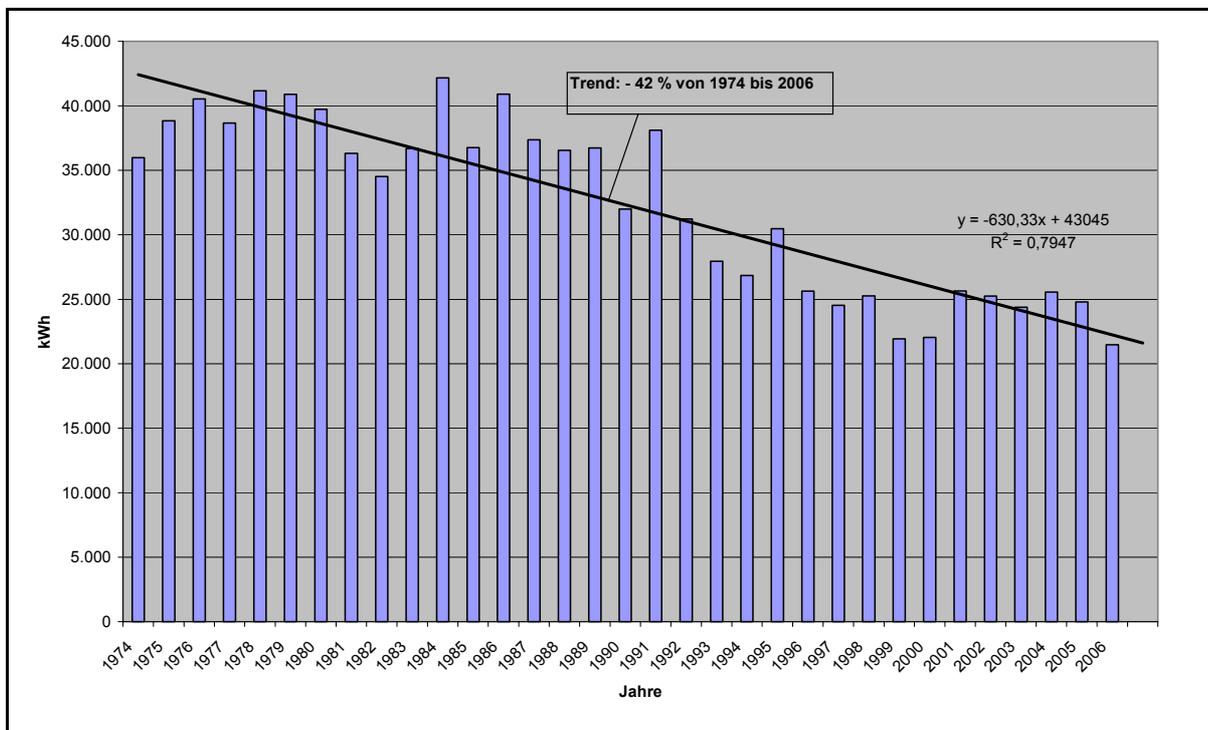
**Abbildung 5** Verteilung des Gasverbrauchs in ca. 25.000 Einfamilienhäusern 2006 (gleiche Gebäude wie 1997)

Für ein Beispiel-Einfamilienhaus standen Verbrauchsdaten sowie Angaben zu Moderni-

sierungsmaßnahmen für einen Zeitraum von mehr als 30 Jahren zur Verfügung. Die Abbildung 6 zeigt den (nicht witterungsbereinigten) gemessenen Gasverbrauch für Heizung und Warmwasser dieses Gebäudes (Baujahr 1964) auf einer Zeitachse seit 1974.

In diesem Zeitraum gab es folgende Veränderungen:

- Zwei als Kastenfenster mit 3 cm Scheibenabstand verglaste Fenster wurden gegen standardisoliertverglaste Fenster (1989) und zwei ebensolche Fenster 1995 und 2000 gegen wärmeschutzverglaste Fenster ausgetauscht
- 1992 wurden der Gas-Spezialkessel und der separate Gaswarmwasserbereiter/-speicher durch eine Niedertemperatur-Kombi-Therme ersetzt. Ferner wurde ein Heizkörper erneuert und Thermostatventile eingebaut (zusätzlich zur Führungsraum-Regelung)
- Seit 1990 wird das Haus nur noch von einer Person bewohnt (vorher: 2).



**Abbildung 6 Entwicklung des Gasverbrauchs eines Beispiel – Einfamilienhauses über 30 Jahre**  
nicht witterungsbereinigt

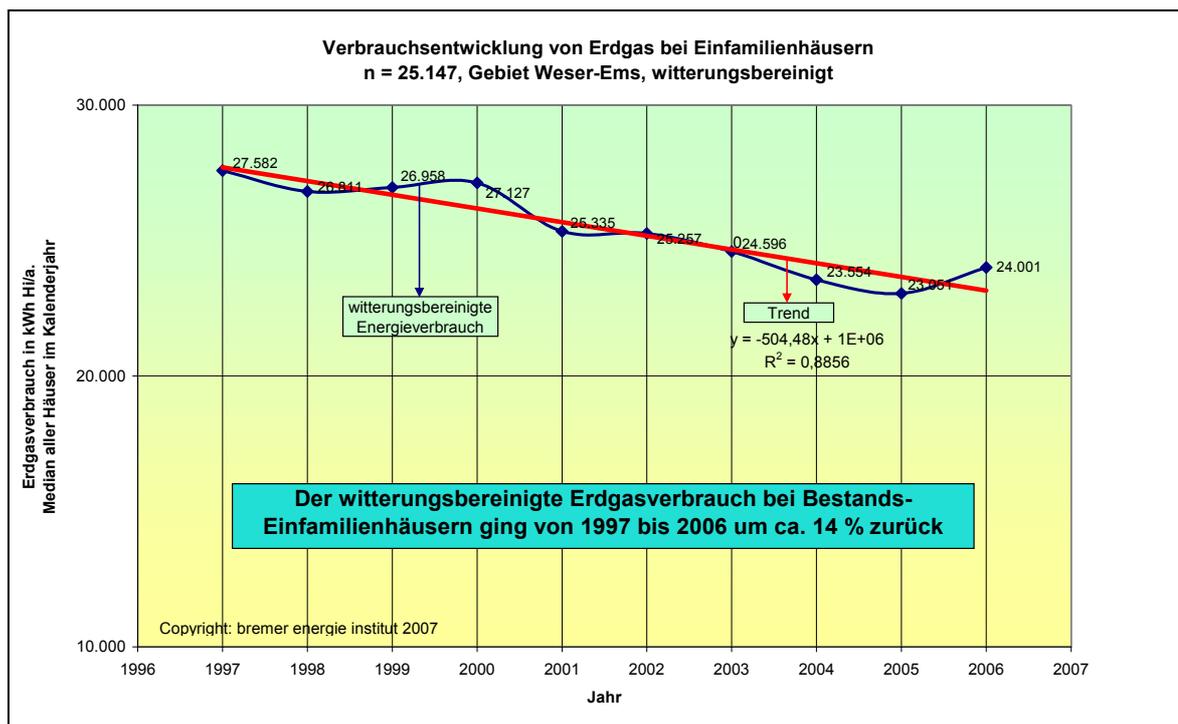
Das Beispiel zeigt, dass ein Minder-Verbrauch auch auf einer längeren Zeitachse beobachtet werden kann. Der Trend von 1974 bis 2006 besteht hier in einem Rückgang des Verbrauchs von ca. 42 %. Wärmeschutzmaßnahmen sind hierfür nicht verantwortlich.

### 3.2 Entwicklung des Energieverbrauchs (mit Witterungsbereinigung)

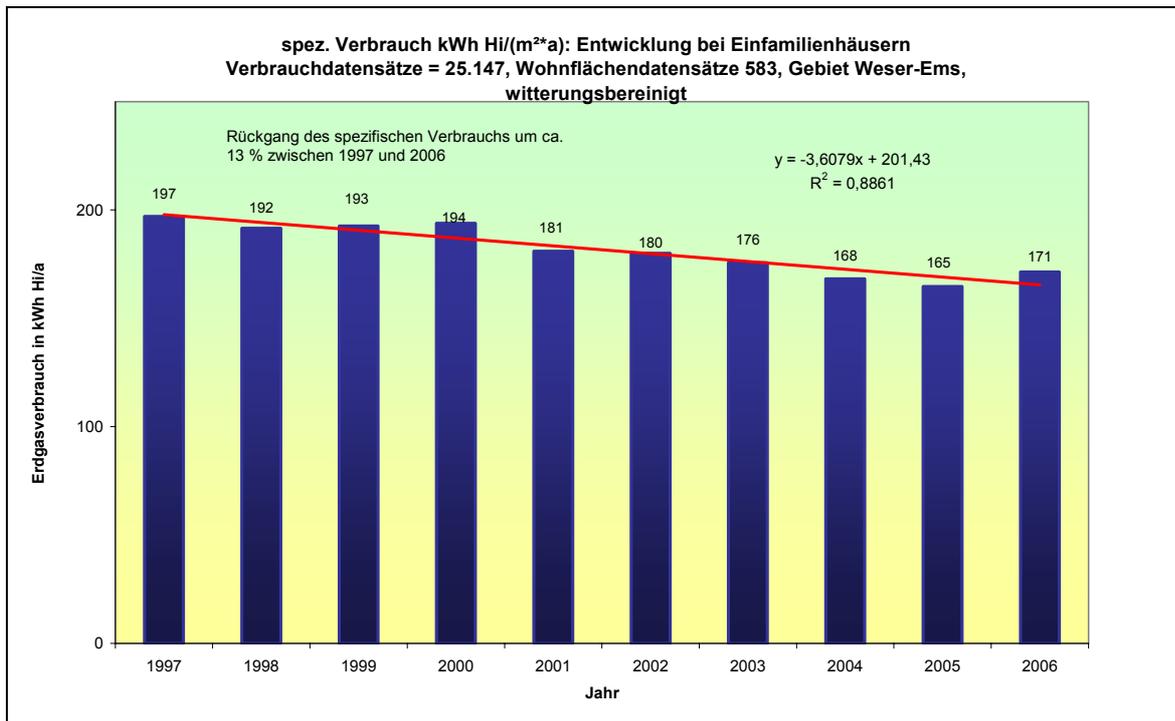
Um einen Eindruck vom Einfluss der Witterung zu erhalten, wurde eine Witterungsbereinigung in Anlehnung VDI 3807 Bl. 1 vom März 2007 durchgeführt. Die Anlage 4 zeigt die Annahmen und den Rechengang.



Hierfür mussten einige vereinfachende Annahmen gemacht werden: Vereinfachend wurden alle Gebäude der Wetterstation Bremen zugeordnet und angenommen, dass in jedem Gebäude ein Anteil von 20 % des Erdgases für die Bereitstellung von Warmwasser genutzt wird. Die Abbildung 7 zeigt, dass sich bei dieser Witterungsbereinigung ein durchschnittlicher Minderverbrauch von 14 % (2006 gegenüber 1997) ergibt. Die Abbildung 8 zeigt die witterungsbereinigten spezifischen Verbrauchswerte pro Quadratmeter Wohnfläche.



**Abbildung 7** Entwicklung des Erdgasverbrauchs 1997 bis 2006, witterungsbereinigt



**Abbildung 8** Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs von Einfamilienhäusern, witterungsbereinigt

### 3.3 Theorie zu Einflussfaktoren der Entwicklung des Energieverbrauchs

Es gibt Einflüsse unterschiedlicher Art, die Schwankungen des Energieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser in einem errichteten Einfamilienhaus in einem Zeitraum von z.B. 10 Jahren beeinflussen können. Systematisch zu unterscheiden sind direkte und indirekte Einflüsse.

Direkte Einflüsse werden hervorgerufen durch

- a) Nutzung, Nutzungsverhalten, Bedienung
- b) Baumaßnahmen
- c) Wetterbedingungen.

Indirekte Einflüsse sind dagegen solche, die direkte Einflüsse anregen. Zu den indirekten zählen

- d) ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen (Gesetze)
- e) finanzielle Rahmenbedingungen
- f) Information und Beratung.

**Tabelle 1** Arten von Einflussfaktoren

Die Tabelle 2 gibt Beispiele für wichtige direkte, die Tabelle 3 für indirekte Einflussfaktoren.

Direkter Einfluss	Einflussfaktor	Details	voraussichtliche Richtung des Energieverbrauchs	ungefähre Auswirkung in einem normalen Einfamilienhaus
Investive Maßnahmen	Entwicklung Wohnfläche	Vergrößerung der beheizten Wohnfläche durch Anbau, Dachausbau, Keller ausbau	steigender Verbrauch	ca. + 100 kWh/a pro m <sup>2</sup>
Investive Maßnahmen	Entwicklung Wohnfläche	Verringerung der beheizten Wohnfläche (z.B. Umbau zu Garage)	sinkender Verbrauch	je nach Anteil
Investive Maßnahmen	Heizungsmodernisierung		sinkender Verbrauch	ca. 10-15 % Reduktion
Investive Maßnahmen	nachträgliche Wärmedämmung der Gebäudehülle		sinkender Verbrauch	1- 50 %, je nach betroffenen Bauteilen und Quantität
Investive Maßnahmen	Einbau und Nutzung Kaminofen o.ä.		sinkender Verbrauch	um 5 %
Investive Maßnahmen	Einbau von Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung		sinkender Verbrauch	ca. 10 % Reduktion, sofern vorher WW über Erdgas
Wetterbedingungen	Witterung	„wärmere Winter“	sinkender Verbrauch	bis zu 40 % bei extrem warmen Wintern
Nutzung, Nutzungsverhalten, Bedienung	Personenzahl		steigend: höherer Verbrauch. Sinkend: sinkender Verbrauch	eher minimal (steigende Personenzahl = höherer Warmwasserbedarf, jedoch zusätzliche innere Wärmequellen (Personen, Geräte))
Nutzung, Nutzungsverhalten, Bedienung	Leerstand		sinkender Verbrauch	Reduktion um 50 % möglich
Nutzung, Nutzungsverhalten, Bedienung	Zirkulationszeit Warmwasser		längere Zirkulationszeit = höherer Verbrauch	eher minimal
Nutzung, Nutzungsverhalten, Bedienung	Raumlufttemperaturen	steigende, gleich bleibende, niedrigere	höhere Raumlufttemperaturen bewirken einen höheren Energieverbrauch	pro 1 K höhere Raumlufttemperatur 6-10 % Mehrverbrauch
Nutzung, Nutzungsverhalten, Bedienung	Lüftung / Luftwechsel		mehr Lüftung führt zu höherem Energieverbrauch	bei sehr gutem Wärmeschutz: <= 100 %, bei schlechtem Wärmeschutz bis zu 30 %
Nutzung, Nutzungsverhalten, Bedienung	Aufrechterhaltung der energetischen Qualität	z.B. durch regelmäßige Wartung von Kessel, Regelung, Fenstern	gleich bleibend, nicht steigend	-

**Tabelle 2 Direkte Einflüsse auf den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser von errichteten Einfamilienhäusern**

Indirekter Einfluss	Einflussfaktor	Details
Finanzielle Rahmenbedingungen	Finanzielle Förderung	zinsgünstige Darlehen zur Finanzierung von Energiesparmaßnahmen
Finanzielle Rahmenbedingungen	Finanzielle Förderung	Zuschüsse des Bundes und/oder des Bundeslandes und/oder der Kommune und/oder eines Energieversorgers zu Energiesparmaßnahmen
Finanzielle Rahmenbedingungen	steuerliche Lenkung	Steuererleichterungen für Energiesparinvestitionen
Finanzielle Rahmenbedingungen	steuerliche Lenkung	Beeinflussung durch Energiesteuern
Finanzielle Rahmenbedingungen	Energiepreise	Stark steigende Energiepreise rücken den Energieverbrauch mehr ins Bewusstsein. Sie können das Nutzerverhalten ändern. Einsparmaßnahmen amortisieren sich eher
Finanzielle Rahmenbedingungen	Einkommen, Kapital	Um Energiesparinvestitionen durchführen zu können, ist Kapital erforderlich bzw. ein ausreichendes Einkommen, um die Investitionen finanzieren zu können.  Andererseits: Bei hohem Einkommen sind Energiekosten eher marginal
Finanzielle Rahmenbedingungen	Dienstleistungen	z.B. Angebot eines Wärmedirektservices inkl. Ratenzahlung einer Heizkesselerneuerung
Ordnungsrecht	öffentliches Baurecht	z.B. Wärmeschutzverordnungen, Energieeinsparverordnung, Durchführungsverordnung zur EnEV
Ordnungsrecht	Umweltrecht	z.B. HeizungsanlagenV, 1. BImSchV
Information/Beratung		geförderte Vor-Ort-Beratung des Bundes
Information/Beratung		geförderte stationäre Energieberatung der Verbraucherzentrale Niedersachsen
Information/Beratung		Beratung des Energieversorgers
Information		Radio, TV- und Printmedien
Information		Hot-Line (z.B. der dena)

**Tabelle 3 Indirekte Einflüsse auf den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser von errichteten Einfamilienhäusern**

Mit Ordnungsrecht wurde im Beobachtungszeitraum (1997 bis 2006) versucht, Einfluss auf den Energieverbrauch in Einfamilienhäusern des Gebäudebestands zu nehmen. Zu unterscheiden ist hier Baurecht und Umweltrecht.

Im *Baurecht* sind die gesetzliche Grundlage im Beobachtungszeitraum und –gebiet gewesen:



1. Das *Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz – EnEG)* vom 22.7.1976 [EnEG 1976]. Im Wesentlichen ermächtigt dieses Gesetz zum Erlass von Rechtsvorschriften zur Energieeinsparung. Von besonderer Bedeutung ist das Wirtschaftlichkeitsgebot: Anforderungen an die Verminderung der Energieverluste in bestehenden Gebäuden durften nur gestellt werden, wenn „die Maßnahmen generell zu einer wesentlichen Verminderung der Energieverluste beitragen und die Aufwendungen durch die eintretenden Einsparungen innerhalb angemessener Fristen erwirtschaftet werden können“ (EnEG 1976, § 4 (3)).
2. Die *Wärmeschutzverordnung vom 11.8.1977* [WSVO 1977] legte nur Anforderungen an die Errichtung von Gebäuden fest, die ab dem 1.11.1977 errichtet wurden. Anforderungen an bestehende Gebäude wurden nicht gestellt. Durch die [WSVO 1982] wurde die [WSVO 1977] zum 1.1.1984 außer Kraft gesetzt: Seit dem 1.1.1984 sind nun (unter bestimmten Bedingungen) auch Anforderungen an bestehende Gebäude in Kraft, soweit diese baulich erweitert oder bestimmte Bauteile ersetzt, erstmalig eingebaut oder erneuert werden. 1994 wurde die Wärmeschutzverordnung erneut novelliert, siehe [WSVO 1994]. Charakteristisch ist, dass durch die Wärmeschutzverordnungen seit 1984 an bestehende Gebäude *bedingte Anforderungen* gestellt wurden, die immer dann griffen, wenn an der Wärme übertragenden Hülle vor dem 1.11.1977 errichteter Gebäude etwas geändert wird. Wenn die Wärme übertragende Hülle unverändert blieb, gab es auch keine Anforderung, z.B. bis zu einem bestimmten Zeitpunkt den Wärmedurchgang des Dachs auf ein bestimmtes Maß zu begrenzen. Die [WSVO 1994] wurde zum 1.1.2002 durch die [EnEV 2001] abgelöst.
3. Die *Heizungsanlagen-Verordnung vom 22.9 1977* [HeizAnIV 1978]. Sie stellte zunächst nur Anforderungen an neue Anlagen, z.B. an die Abgasverluste, an die Dimensionierung und an die Rohrleitungsdämmung.  
  
Im Laufe der Jahre wurde sie mehrfach novelliert, so durch die HeizAnIV vom 24.2.1982, die HeizAnIV vom 20.1.1989, vom 22.3.1994 und vom 4. Mai 1998.  
  
Wesentliche Elemente der Novellierungen waren die Herausnahme der Abgasverluste aus ihrem Regelungsbereich (weil dies nun durch die 1. BImSchV geregelt wurde), neue Begriffsbestimmungen, Anforderungen an neue Pumpen, an die stufenlose Regelung der Feuerungsleistung ab einer bestimmten Leistung, insbesondere aber die Einführung von Nachrüstpflichten für bestehende Heizungsanlagen bezüglich der Regelung von Raumtemperaturen und der Systemtemperatur in Abhängigkeit von der Zeit und der Witterung.  
  
Zunächst betrafen die Nachrüstverpflichtungen Heizkessel in Mehrfamilienhäusern (Nachrüstpflicht bis 30.9.1987), dann Nichtwohngebäude (Nachrüstpflicht bis 21.12. 1992), dann alle Gebäude (bis 31.12.1997).  
  
Da Heizungsanlagen aufgrund von Verschleiß ca. alle 15 bis 25 Jahre ausgetauscht werden, greifen die Anforderungen nicht nur bei Neuerrichtung eines Gebäudes, sondern auch im Gebäudebestand, sofern Anlagen ersetzt werden.
4. Sowohl die Wärmeschutzverordnung als auch die Heizanlagenverordnung wurde am 16.11.2001 mit Inkrafttreten der wesentlichen Anforderungen zum 1.2.2002 durch die *Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung EnEV)* abgelöst [EnEV 2001]. Diese wurde im Beobachtungszeitraum am 2.12.2004 [EnEV 2004] novelliert, wobei hier keine neuen Anforderungen gestellt wurden, sondern im Wesentlichen die Bezugnahme neuer Normen verankert wurde.

Eingeführt wurden 2001 u.a. Pflichten

- zur Außerbetriebnahme von Heizkesseln, die vor dem 1.10.1978 eingebaut sind, bis zum 31.12.2006; allerdings gilt dies nicht für das Klientel dieser Untersuchung; nämlich Ein- und Zweifamilienhäuser, wenn kein Eigentumsübergang stattfindet,
- zur Dämmung von Rohrleitungen und Armaturen in unbeheizten Bereichen bis 31.12.2006, allerdings gilt dies nicht für das Klientel dieser Untersuchung (Ausnahme für Ein- und Zweifamilienhäuser, wenn kein Eigentumsübergang stattfindet).
- zur Dämmung von obersten Geschossdecken, sofern diese nicht begehbar, aber zugänglich sind, zum 31.12.2006; allerdings gilt dies nicht für das Klientel dieser Untersuchung (Ausnahme für Ein- und Zweifamilienhäuser, wenn kein Eigentumsübergang stattfindet),
- Nachrüstpflicht für die raumweise Regelung von Fußbodenheizungen.

Außerhalb des Untersuchungszeitraums wurde die EnEV inzwischen erneut novelliert [EnEV 2007]. Auf diese Änderungen wird hier nicht eingegangen; Änderungen der Anforderungen an die Heiztechnik oder den Wärmeschutz gab es nicht.

5. Die untersuchten Gebäude stehen in Niedersachsen. Hier werden aufgrund der Verordnung zur Durchführung der Energieeinsparverordnung [DVO–EnEV Nds 2003] ab dem 1.3.2003 Anforderungen an den Nachweis der Erfüllung der EnEV-Anforderungen gestellt sowie im Bereich der Heizungsanlage die Erfüllung der Vorgaben der EnEV im Zusammenhang mit der alle fünf Jahre stattfindenden Feuerstättenschau durch Schornsteinfeger überprüft.
6. Die Niedersächsische Landesbauordnung nahm im Beobachtungszeitraum keinen Einfluss auf den Energieverbrauch.

Im Umweltrecht ist die gesetzliche Grundlage im Beobachtungszeitraum und –gebiet gewesen:

1. *Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Kleinf Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 15.7.1988 [1.BImSchV 1988].* Sie stellt für die in dieser Studie relevanten Gasfeuerungsanlagen in Einfamilienhäusern Anforderungen sowohl an bestehende als auch an nach Inkrafttreten der Verordnung errichtete Gasfeuerstätten (§ 7). Von besonderer Bedeutung sind die Grenzwerte für die Abgasverluste nach § 10 und 11 und die Überwachung der Einhaltung der Abgasverlustgrenzwerte durch Bezirksschornsteinfegermeister. Die 1. BImSchV wurde mehrfach novelliert: am 7.8.1996, 14.3.1997, 27.7.2001 und 14.3.2003.

Abgasverlust-Grenzwerte wurden durch die Änderung der 1. BImSchV im Jahre 1996 für ab 1.1.1998 errichtete und für Bestands-Anlagen verschärft; ferner wurden Fristen für die Außerbetriebnahme im Falle der Überschreitung der Grenzwerte bestimmt. Die Fristen waren an die Nennleistung und den Abgasverlust gekoppelt. Für den Bereich der Einfamilienhäuser mit Nennleistungen bis 50 kW bestanden gestaffelte Außerbetriebnahme-Fristen vom 1.11.2001 bis zum 1.11.2004.

Für die hier untersuchten Einfamilienhäuser mit Gasheizungen spielen im Gegensatz zu Ölheizungen zusätzliche Überwachungspflichten der 1. BImSchV keine



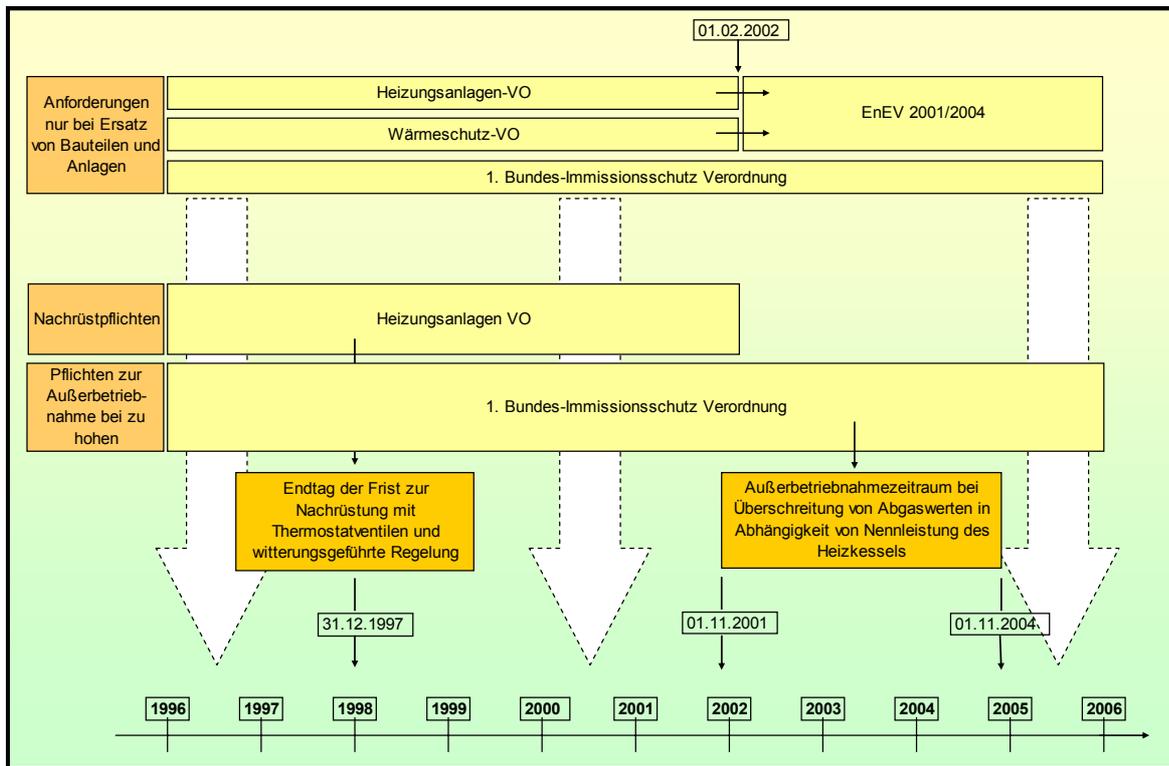
Rolle: Bei Gasheizungen werden die Rußzahl und Ölderivate im Abgas nicht festgestellt.

#### *Fazit Bau- und Umweltrecht*

Ein Einfluss auf die Entwicklung des Energieverbrauchs durch Bau- und Umweltrecht ist durch folgende Punkte gegeben:

1. Bei jeder Erneuerung eines Heizkessels und auch von Komponenten wie Pumpe, Regelung, Brenner und Rohrleitungen greifen die Anforderungen z.B. an die Begrenzung der Leistung an den Wärmebedarf, die Effizienz der Pumpe, die Dämmung des Kessels und der Rohrleitungen etc. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass eine Effizienzsteigerung im Bereich von 10-20 % beim Ersatz eines Kessels mit Baujahr vor 1978 stattfindet. Weil diese Anforderungen an den Zeitpunkt der Erneuerung des Kessels gekoppelt sind und Kessel nicht zu bestimmten Stichtagen ausgetauscht werden, variiert der Zeitpunkt, ab dem sich eine Wirkung zeigt („nicht stichtagsbezogene Effizienzsteigerung“).
2. Zu bestimmten Zeitpunkten mussten Anforderungen an die Heiztechnik erfüllt werden. Im Untersuchungszeitraum gibt es nur zwei Anforderungen
  - a) die Nachrüstpflicht von raumweisen Temperaturreglern („Thermostatventile“) u.a. für alle Zentralheizungstypen, letzte Frist war der 31.12.1997.
  - b) die Nachrüstpflicht von Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Zeit und einer anderen geeigneten Führungsgröße raumweisen Temperaturreglern („Thermostatventile“) für alle Zentralheizungstypen, letzte Frist war der 31.12.1997.
3. Durch Anforderungen an maximale Abgasverluste hat der Gesetzgeber den Austausch ineffizienter Heizkessel forciert. Im Beobachtungszeitraum gab es hierzu mehrere Stichtage im Verlauf 2001 bis 2004.
4. Sowohl durch die frühere WärmeschutzV als auch durch die EnEV hat der Gesetzgeber bedingte Anforderungen an den Wärmeschutz im Falle von Modernisierungen an der Wärme übertragenden Hülle gestellt. Vereinfacht: Immer, wenn ein Bauteil der Hüllfläche ersetzt wird, werden an die neuen Bauteile Energieeffizienz-Anforderungen gestellt, z.B. an eine Mindestwirkung der Dämmschicht.
5. Nachrüstverpflichtungen der EnEV bezüglich der Dämmung oberster Geschossdecken und der Außerbetriebnahme von Heizkesseln mit Baujahr vor 1978 betreffen den Einfamilienhausbereich z.Zt. nur bei Eigentümerwechsel; in der Untersuchung werden aber nur Gebäude ohne Eigentümerwechsel betrachtet.

Die Abbildung 9 illustriert die Einwirkungen des Ordnungsrechts.



**Abbildung 9 Zeitpunkte der Einwirkung des Bau- und Umweltschutts auf den Energieverbrauch von Bestands-Einfamilienhäusern im Zeitraum 1997 bis 2006**

### 3.4 Befragungsergebnisse

Zur Klärung von tatsächlichen Einflüssen, die zur Entwicklung des Verbrauchs seit 1997 beigetragen haben, wurde eine Befragung einer Stichprobe von 689 Haushalten durchgeführt<sup>9</sup>, die zu den untersuchten ca. 25.000 Gebäuden gehören. Außerhalb der Betrachtung bleiben Einflüsse auf den Energieverbrauch, deren Wirkung vor Beginn des beobachteten Energieverbrauchs beginnt (z.B. Dämmmaßnahmen, die 1995 durchgeführt wurden).

Details der Ergebnisse der Befragung gibt die Anlage 3 wieder.

Durch verschiedene Fragen an diejenigen Einfamilienhausbewohner, bei denen sich der Energieverbrauch in den letzten 10 Jahren verringerte, wurde versucht, Gründe für diese Verringerung zu ermitteln. Als Kontrollgruppe dienten Einfamilienhausbewohner, bei denen keine Energieverbrauchsreduktion beobachtet wurde. Die Differenzierung der befragten Gruppen ist in Abschnitt 2.2 beschrieben.

<sup>9</sup> Von diesen entpuppten sich jedoch in der Befragung 13 als Mieter, so dass wir diese nicht weiter befragen ließen. Im Ergebnis wurden 676 Hauseigentümer von Einfamilienhäusern befragt.



### 3.4.1 Einfluss: Investive Energiesparmaßnahmen

Die Haushalte wurden u.a. befragt nach Durchführung von Dämmmaßnahmen an Dach, Dachbodendecke, Außenwänden, Kellerdecke bzw. Fußboden, der Erneuerung von Fenstern, dem Einbau von Kaminöfen, dem Einbau von neuen Heizkesseln, dem Einbau einer neuen Heizungsregelung und der Änderung der Warmwasserbereitung. Die Tabelle 4 nennt die Ergebnisse.

<b>Frage: "Welche Maßnahmen haben sie seit 1997 in ihrem Haus durchgeführt?"</b>						
Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Haushalte der jeweiligen Gruppe, die mindestens eine Antwort gab. Mehrfachantworten möglich. Keine Angabe: 0 Fälle						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	
	n=271	n=99	n=154	n=96	n=56	n= 676
keine Veränderung durchgeführt	53%	50%	31%	21%	23%	41%
Vergrößerung der beheizten Wohnfläche	8%	6%	10%	6%	7%	8%
Verringerung der beheizten Wohnfläche	1%	2%	1%	4%	2%	2%
Wärmedämmung des Daches	19%	15%	24%	29%	21%	22%
Wärmedämmung der Decke zum Dachboden	12%	17%	20%	21%	13%	9%
Wärmedämmung von Außenwänden	6%	9%	15%	18%	9%	11%
Wärmedämmung der Kellerdecke bzw. des Fußbodens	5%	12%	6%	8%	9%	6%
Erneuerung der Fenster	16%	19%	26%	26%	30%	21%
Einbau eines Kaminofens	7%	6%	7%	10%	14%	8%
Einbau eines neuen Heizkessels	23%	15%	29%	52%	59%	31%
Verbesserung der Dämmung der Heizungsrohre	9%	10%	10%	27%	27%	13%
Einbau einer neuen Heizregelung	11%	14%	27%	42%	32%	22%
Änderung der Warmwasserbereitung	4%	6%	4%	9%	20%	7%
Sonstiges	1%	6%	1%	0%	0%	1%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 4 Häufigkeit seit 1997 durchgeführter Maßnahmen**

Die Tabelle 4 zeigt zunächst, dass ca. 60 % aller Befragten angaben, in den letzten 10 Jahren mindestens eine investive Maßnahme durchgeführt zu haben. Wenn man diese Zahl auf den 10-Jahres-Zeitraum verteilt, heißt dies, das bei etwa 6 % der Gebäude ein-

mal pro Jahr eine investive Maßnahme durchgeführt wurde, bei der es die Gelegenheit zur Verbesserung der Energieeffizienz gab.

Es zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den Befragten der Kontrollgruppe (keine Energieverbrauchsreduktion) und den Verbrauchs-Reduzierern:

Während 53 % der Mitglieder der Kontrollgruppe angaben, keine baulichen Veränderungen durchgeführt zu haben, sind es bei den Haushalten, die mindestens 15 % einsparten, nur 21 bis 31 %.

Bei den Nennungen einzelner durchgeführter Maßnahmen zeigt sich, dass die Viel-Sparer im Vergleich zur Kontrollgruppe deutlich häufiger Effizienz steigernde Maßnahmen durchgeführt haben. Die Tabelle 5 zeigt Maßnahmen mit bedeutenden<sup>10</sup> Unterschieden der Durchführungsquoten.

Maßnahme	Kontrollgruppe (ohne Verbrauchsreduktion)	moderate Sparer (ca. 10 % in 10 Jahren)	Viel-Sparer (mindestens 15 % in 10 Jahren)
Erneuerung der Fenster	16 %	19 %	26 bis 30 %
Einbau neuer Heizkessel	23 %	15 %	29 bis 59 %
Verbesserung Dämmung Heizungsrohre	9 %	10 %	10 bis 27 %
Einbau neuer Heizungsregelung	11 %	14 %	27 bis 42 %
Dämmung Außenwände	6 %	9 %	9 bis 18 %
Dachdämmung	19 %	15 %	21 bis 29 %
Änderung Warmwasserbereitung	4 %	6 %	4 bis 20 %

**Tabelle 5 Unterschiede bei der Durchführung von Effizienz steigernden Maßnahmen**

Bei den Befragten, die ihren Erdgasverbrauch um mindestens 25 % reduzierten, wurden bei folgenden baulichen Maßnahmen ca. doppelt so hohe Durchführungsquoten wie bei der Kontrollgruppe festgestellt:

- Einbau neuer Heizkessel
- Verbesserung der Dämmung der Heizungsrohre
- Einbau einer neuen Heizungsregelung

<sup>10</sup> Als „bedeutend“ wird hier ein Unterschied von mindestens 10 %-Punkten mindestens einer Reduzierergruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe angesehen



- Änderung der Warmwasserbereitung.

Einige dieser Maßnahmen lassen den Schluss zu, dass es einen Modernisierungstau gab, der im Untersuchungszeitraum behoben wurde: Der Einbau einer neuen Heizungsregelung und die Verbesserung der Rohrdämmung deuten darauf hin, dass hier nun (z.T. verspätet) Maßnahmen umgesetzt wurden, die der Gesetzgeber bereits seit den achtziger Jahren forderte.

Fazit: Der Rückgang des Energieverbrauchs im Beobachtungszeitraum hängt mit der Durchführung von investiven Effizienz steigernden Maßnahmen zusammen. Hierbei spielte die Erneuerung der Heizungstechnik mit Abstand die größte Rolle. Aufgrund der bisher kaum erfolgten verbesserten Dämmung der Außenwände besteht in Zukunft noch ein bedeutendes Einsparpotenzial bzw. ist für einen Energieversorger mit einem weiteren Absatzrückgang zu rechnen.

### **3.4.2 Einfluss: Veränderung der Wohnfläche**

Im Durchschnitt der Befragten gab es bei ca. 8 % eine Vergrößerung und bei 2 % eine Verringerung der Wohnfläche. Es gab nur geringe Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe (8 %) und den Sparern (6 bis 10 % mit Vergrößerung der Wohnfläche, vgl. Tabelle 4).

Bei den Haushalten, die vergrößerten, ging es bei 13 % um eine Fläche bis zu 20 m<sup>2</sup>, bei 46 % um eine Fläche von 21 bis 50 m<sup>2</sup>. Unterschiede zwischen den Gruppen sind aufgrund teilweise kleiner Fallzahlen nicht sicher interpretierbar.

Jeder zusätzliche Quadratmeter Wohnfläche bringt einen Heizwärmebedarf mit sich. Es treten jedoch auch Zusatzeffekte ein: So kann mit einer Wohnflächenvergrößerung auch gleichzeitig eine Modernisierung der vorhandenen Wohnfläche einhergehen; ferner steigt der Warmwasserbedarf nicht zwangsläufig, und letztendlich steigt in der Regel die Energieeffizienz der Heizungsanlage, weil Betriebsbereitschaftszeiten zu Gunsten eines Vollbetriebs reduziert werden.

Fazit: Trotz Vergrößerung der Wohnfläche bei rund 8 % der Befragten blieb der Energieverbrauch konstant bzw. reduzierte sich sogar (tw. um mehr als 35 %). Die Verringerung der Wohnfläche spielt als Erklärungsfaktor für den Rückgang des Energieverbrauchs keine Rolle.

### **3.4.3 Einfluss: Haushaltsgröße**

Es wurde danach gefragt, ob sich die Haushaltsgröße im Zeitraum 1996 bis 2006 verändert hat, ob sie sich verringert oder vergrößert hat und ggf. um wie viele Personen.

Im Mittel über alle fünf Gruppen ist die Zahl der Haushaltsmitglieder bei 50 % konstant geblieben, bei 41 % hat sie sich verringert und bei 7 % hat sie sich vergrößert (Rest: unbekannt).

Bei den 41 % der Befragten mit Verringerung der Haushaltsgröße betrug die Reduktion in der Mehrzahl eine Person, bei 28 % dieser Fälle zwei Personen. Bei den 7 % der Befragten mit vergrößerter Personenzahl betrug die Vergrößerung in 54 % dieser Fälle eine Person, in weiteren 42 % zwei Personen. Unterschiede bei den einzelnen Gruppen sind aufgrund der geringen Fallzahl nicht sinnvoll interpretierbar.

Während sich bei 39 % der Befragten der Kontrollgruppe die Zahl der Personen des Haushalts verringerte, sind es bei „Sparern“ zwischen 33 % (moderate Sparer) und 48 %

(Viel-Sparer). Die Reduktion der Zahl der Haushaltsmitglieder war bei den Sparern stärker als bei der Kontrollgruppe mit konstantem Energieverbrauch.

In einer Energiebilanz hat die Zahl der Personen einen Einfluss auf den Energieverbrauch, und zwar auf der Verlustseite der Energiebilanz

- zum einen durch den Warmwasserverbrauch, der (auch) von der Zahl der Haushaltsmitglieder abhängt (hier kann bei einem 4-Personenhaushalt von etwa 400 - 600 kWh/a pro Person ausgegangen werden),
- zum anderen (insbesondere bei Verringerung der Haushaltsgröße) durch die mittlere Raumtemperatur in der Heizzeit. Hier ist anzunehmen, dass die mittlere Raumlufttemperatur mit der Zahl der Personen steigt, da es im Tagesverlauf wenig Zeiten geben wird, an denen keiner zu Hause ist. Bei Verringerung der Haushaltsgröße wird die mittlere Raumlufttemperatur sinken, weil einige Räume kaum benötigt bzw. beheizt werden.

Auf der Gewinnseite der Energiebilanz bewirkt eine Verringerung der Haushaltsgröße einen höheren Einsatz von Endenergie, weil weniger Abwärme von Menschen und elektrischen Geräten zur Verfügung steht.

Fazit: Ein Teil der Reduktion des Energieverbrauchs geht auf eine gesunkene Haushaltsgröße bei konstanter Wohnfläche zurück.

#### 3.4.4 Einfluss: Ordnungsrecht

Es dürfte den meisten Befragten nicht bekannt sein, welche Anforderungen von welchem Gesetz gestellt werden. Zum Beispiel wird der Unterschied zwischen bedingten und unbedingten Anforderungen kaum bekannt sein. Vor diesem Hintergrund sind auch die beiden folgenden etwas widersprüchlichen Ergebnisse zu interpretieren:

- Nur 2 bis 5 % Prozent der Befragten, die in den letzten 10 Jahren eine Modernisierung durchgeführt haben, gaben an, dies aufgrund einer gesetzlichen Vorgabe getan zu haben. Es gibt jedoch einen Unterschied zwischen den „Viel-Sparern“ und der Kontrollgruppe. Während eine Modernisierung aufgrund einer gesetzlichen Vorgabe von 2 % der Kontrollgruppe angegeben wurde, waren dies 4 bzw. 5 % der Haushalte, die ihren Energieverbrauch um mindestens 25 bzw. 35 % reduzierten. Alle Prozentzahlen in diesem Absatz beziehen sich auf n= 406 Maßnahmendurchführer.
- 21 % der Befragten, die einen Heizkessel erneuerten (n= 204), gaben an, dies aufgrund von unzulässig hohen Abgaswerten durchgeführt zu haben. Die Definition von unzulässig hohen Abgasverlusten ist jedoch nicht in das Belieben der Schornsteinfeger gestellt, sondern beruht auf einer gesetzlichen Vorgabe der [1. BImSchV]. In Bezug auf die 406 „Modernisierer“ sind es ca. 10 %, die einen Kesselaustausch aufgrund gesetzlich unzulässiger Abgaswerte durchführten.

Zusätzlich zu diesen unbedingten Anforderungen gibt es noch die in Abschnitt 3.2 genannten Einflüsse des Ordnungsrechts, die dann wirken, wenn eine Erneuerung stattfindet.

#### 3.4.5 Einfluss: Finanzielle Förderung

Ca. 11 % der befragten Einfamilienhaus-Haushalte, die modernisierten, gaben an, eine finanzielle Förderung ihrer Modernisierungsmaßnahmen erhalten zu haben. Auffällig ist, dass diejenigen, die ihren Energieverbrauch um 35 % und mehr senkten, doppelt so häufig wie die Kontrollgruppe eine finanzielle Förderung erhalten haben (18 % statt 9 %).



Bei den Antworten zur Frage „Wer hat Sie gefördert bzw. wodurch wurden sie gefördert?“ zeigte sich, dass am häufigsten die Förderung des Energieversorgers EWE genannt wurde (sie wurde in Form eines Darlehens gewährt). An zweiter Stelle wurden einige sonstige Quellen genannt (die spezifiziert wurden als Stadt, Stadtparkasse / KfW, Stadtwerke, Förderung von Solarflächen (BAFA) und „staatliche Förderung“), an dritter Stelle Darlehen der KfW.

Fazit: Es scheint so, dass die finanzielle Förderung einen Beitrag für die Reduktion des Energieverbrauchs leistet. Sie spielt aber offenbar keine entscheidende Rolle: Zum einen kann sie prinzipiell nur bei denjenigen wirken, die Investitionen tätigen (d.h. hier 60 % der Befragten), zum anderen haben nur ca. 11 % dieser Investierer eine Förderung erhalten – mithin ca. 7 % der Befragten. Allerdings ist es so, dass die Förderung die Intensität der Einsparung mitbestimmt. Das Ausmaß von Mitnahmeeffekten konnte hier jedoch nicht geklärt werden.

Die Förderung ist an der Energieeinsparung beteiligt, aber nicht die alleinige Ursache.

### **3.4.6 Einflussfaktor: Information**

Es zeigt sich, dass die finanziell vom Bund geförderten Beratungsangebote so gut wie keinen Einfluss auf die Entwicklung des Energieverbrauchs hatten: Nur jeweils 1 % der Maßnahmendurchführer gab an, sich vor Durchführung der Maßnahmen bei der Verbraucherzentrale bzw. durch die vom Bund geförderte Vor-Ort-Beratung durch Energieberater informiert zu haben.

Viel stärker wurden andere Informationsquellen genutzt. Insgesamt gaben 64 % der Befragten, die eine Maßnahme durchführten (n=406) an, sich im Vorfeld der Maßnahmendurchführung informiert zu haben. 25 % informierten sich nicht, 11 % konnten keine Angaben machen.

Mit Abstand die am meisten in Anspruch genommene Informationsquelle waren Handwerker. Sie wurden von ca. 40 % der n= 406 Maßnahmendurchführer genannt. In zweiter Stelle rangiert bereits der örtliche Energieversorger EWE (10 % der Maßnahmendurchführer).

Es gibt eine größere Zahl von Haushalten (n= 81), die bei vorgegebenen Antwortmöglichkeiten mit „Sonstiges“ antworteten und dies dann näher spezifizierten: Hier waren es rund 40 % der n= 81 „Sonstige Informationsquelle“-Antworter, die Bauunternehmen, Fachfirmen oder Händler nannten. An zweiter Stelle wurde das soziale Netz (Bekannte/Verwandte) genannt (20 % der „Sonstiges“-Antworter).

## 4. Vergleich der Ergebnisse mit Literaturwerten

Die Aufgabenstellung besteht in der Darstellung der historischen Entwicklung des Energieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser im Bereich der Einfamilienhäuser. Eine Übersicht zur derzeitigen Datenbasis bzgl. „Energiedaten“ im Gebäudebestand liefert [Diefenbach et al. 2007]. Öffentlich zugängliche Daten zum realen Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser einer Vielzahl von Gebäuden stehen bisher nicht für alle Gebäudesegmente zur Verfügung. Die folgenden Quellen bedienen Ausschnitte der Aufgabenstellung.

*Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen  
(gesamter Wohnungsbestand)*

Nach [DESTATIS 2006] wurde für den Zeitraum 1995 bis 2004 ein gestiegener temperaturbereinigter Energieverbrauch für Raumheizung der privaten Haushalte in Deutschland ermittelt: Der Energieeinsatz sei um 2,8 % gestiegen. Für die Warmwasserbereitung wird eine Reduktion um 1,4 % angegeben. Der „gestiegene Energieeinsatz für Raumheizung resultiert aus zwei Komponenten. Die tatsächlich genutzte Wohnfläche erhöhte sich, ..., um 13,1 %. Zugleich kam es zu einer deutlich effizienteren Nutzung von Energie für Raumwärme, die sich in einem um 9,1 % gesunkenem Energiebedarf pro m<sup>2</sup> (Energieintensität) ausdrückt.“

Die Angaben von DESTATIS und unsere Ergebnisse sind nicht 1:1 miteinander vergleichbar: Wir betrachten hier ausschließlich Einfamilienhäuser, die gasversorgt sind, und das in einer bestimmten Region; der Zubau an Wohnfläche (mit Ausnahme von Anbauten/Ausbauten der untersuchten Gebäude) ist bei uns nicht enthalten. DESTATIS betrachtet alle privaten Haushalte in Deutschland.

Die Angaben von DESTATIS können in unserem Beobachtungspanel nicht bestätigt werden. Wenn man unterstellt, dass die für die Warmwasser aufzuwendende Endenergie einen Anteil von 20 % der Summe der aufzuwendenden Endenergie für Raumwärme und Warmwasser hat, dann ergibt sich nach DESTATIS in der Summe ein Anstieg des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser von 2004 gegenüber 1995 um ca. 2 %. Wir dagegen fanden eine Reduktion um ca. 14 % (temperaturbereinigt) für den Zeitraum 1997 bis 2006 unter den oben genannten besonderen Bedingungen.

*Energiekennwerte von Heizkostenverteilungsunternehmen: (Mietwohnungsbestand, Wohnungen in Gebäuden mit 2 und mehr Wohnungen), Techem-Energiekennwerte, IEMB-Gutachten 2005*

Die Firma Techem veröffentlicht seit Jahren zusammengefasste anonymisierte Daten zum Energieverbrauch von Gebäuden mit mindestens zwei Wohnungen, bei denen die Kosten des Betriebs von Heizungs- und/oder Warmwasseranlagen vom Gebäudeeigentümer nach dem Verbrauch auf die Nutzer umgelegt werden. Hintergrund ist, dass nach der Heizkostenverordnung [HeizkostenV] eine Pflicht zur Verbrauchserfassung und Verteilung der Kosten unter Berücksichtigung des individuellen Verbrauchs einer Wohnung besteht. Die Heizkostenerfassung und -verteilung wird von ca. 25 Unternehmen durchgeführt. Ein großes Unternehmen – die Fa. Techem - stellt seit Jahren Daten zum Energieverbrauch von Mehrfamilienhäusern zur Verfügung, deren Heizkosten von dieser Firma abgerechnet werden, siehe z.B. [Techem 2001].



Zusammengefasste anonymisierte Daten zum Energieverbrauch von Mehrfamilienhäusern und Nichtwohngebäuden liefert auch [ages 2007]. Die Daten zu Mehrfamilienhäusern stammen von einem zweiten großen Heizkostenabrechnungsunternehmen, der Fa. Ista.

Die Daten dieser Studien bezüglich Wohngebäuden beruhen auf Fällen, bei denen die Wärme zentral erzeugt wird (und nicht dezentral, d.h. wohnungsweise z.B. über eine Gasetagenheizung, über Kohle- oder Ölöfen oder über Nachtspeicherheizungen), betreffen die Aussagen natürlich nicht alle Wohngebäude.

Ferner muss die Entwicklung des Verbrauchs auf der Zeitachse im Wesentlichen durch Vergleich mit Daten aus vorangegangenen Veröffentlichungen selbst vollzogen werden. Dabei handelt es sich nicht um die gleichen Gebäude, sondern unterschiedliche Stichproben.

Das [IEMB 2005] hat auf der Basis einer bundesweiten repräsentativ verteilten Stichprobe von 280.000 Gebäuden, in denen eine Heizkostenabrechnung nach Heizkostenverordnung durchgeführt wird (also Mehrfamilienhäuser), eine Abschätzung der Verteilung des Verbrauchs vorgenommen. Die Ergebnisse wurden u.E. nicht veröffentlicht.

#### *Energieverbrauch vor 1995*

Verschiedentlich wurde der Versuch unternommen, Energieverbrauchstatistiken um eine Aufteilung nach Verbrauchsbereichen zu erweitern. Stellvertretend wird hier die Studie von [EWI 1986] beleuchtet.

Einerseits wurde in dieser Studie die Verbrauchsentwicklung der einzelnen Energieträger (Heizöl, Erdgas etc.) in Deutschland von 1970 bis 1983 betrachtet. Die Zahlen unterliegen jedoch dem Einfluss der gegenseitigen Verdrängung der Energieträger (z.B. Erdgas- Zubau durch Verdrängung von Festbrennstoffen), ferner geht der Zubau an Wohngebäuden ein. Sie sind damit nicht geeignet, die Verbrauchsentwicklung in *bestehenden* Gebäuden zu spiegeln.

Andererseits wurde versucht, den Energieverbrauch für Raumwärme zu isolieren. Die Zahlen enthalten auch den Verbrauch an Raumwärme in Mehrfamilienhäusern und beinhalten den Zubau an Gebäuden/Wohnfläche. Es ergab sich Temperatur und lagerstandsbereinigt für den Zeitraum 1970 bis 1983 eine Steigerung des Verbrauchs an Raumwärme vom Index 100 (1970) auf 116 (1983). Wesentlicher Auslöser für die Steigerung war die Vergrößerung der Wohnfläche um 31 %. Die Steigerung des Verbrauchs fiel jedoch moderater aus, weil es bei Neubauten Effizienzsteigerungen an der wärmeübertragenden Hülle gab und erste Einspareffekte eintraten, z.B. durch Rohrleitungsdämmung, Änderung des Lüftungsverhaltens und erste Dämmungen besonders ölbeheizter Gebäude (Auswirkungen der so genannten Ölkrise).

#### *Weitere Quellen*

In einer Studie von RWI und Forsa wurden ca. 10.000 Haushalte zu ihrem Energieverbrauch im Jahre 2003 befragt [forsa o.J.]. Dabei wurden weitere Merkmale erhoben wie Gebäudegröße, Gebäudetyp, Wärmeversorgungssystem etc. Die Daten bezüglich des Verbrauchs beziehen sich lediglich auf das Jahr 2003, geben also keine Verbrauchsentwicklung wieder. Interessant ist der Erdgasverbrauchswert der Haushalte im Jahr in Gebäuden mit 1 bis 2 Wohnungen (eine Unterscheidung Einfamilienhaus / Zweifamilien-

haus wurde nicht vorgenommen). Dieser beträgt 20.082,9 kWh<sup>11</sup>, Datenbasis waren 1054 Haushalte. Bezogen auf einen m<sup>2</sup> Wohnfläche wird 165,3 kWh angegeben. Zusätzlich können andere Energieträger verwendet worden sein.

[Geiger 2001] untersuchte in einem Feldversuch 2000/2001 u.a. den Energieverbrauch von Einfamilienhäusern in Bayern. Bei 580 freistehenden Einfamilienhäusern mit indirekter Warmwasserbereitung über die Heizung ergaben sich spezifische Verbräuche von 182 bis 268 kWh/m<sup>2</sup> (beheizte Wohnfläche). Für die Summe der beheizten Fläche pro Gebäude ergaben sich Werte von 30.940 kWh/a bis 41.540 kWh/a. Auf welches Jahr sich der Verbrauch bezieht, ist nicht angegeben, auch nicht, ob dieser witterungsbereinigt wurde.

---

<sup>11</sup> Ob sich diese Angabe auf den Heizwert oder den Brennwert bezieht, ist nicht bekannt: auf S. 25 wird lediglich eine Umrechnung von m<sup>3</sup> in kWh Heizwert erwähnt. Dabei wird erstaunlicherweise nicht zwischen den Erdgassorten H und L (damalige Bezeichnungen) unterschieden. Abgefragt bei den Kunden wurde der Verbrauch in kWh. Da die Gasversorger die Liefermenge in kWh bezogen auf den Brennwert Hs angeben, ist unklar, ob von Forsa/RWI auf den Heizwert umgerechnet wurde.



## 5. Zusammenfassung

Die Untersuchung erreichte das **Ziel**, abgesicherte Erkenntnisse über die tatsächliche Höhe und den bisherigen Trend der Entwicklung des Energieverbrauchs für Raumheizung und Warmwasser in der Vergangenheit für Einfamilienhäuser in Deutschland zu geben.

Mit den Erkenntnissen können

1. belastbare Referenzwerte für Energieausweise für bestehende Gebäude auf der Grundlage des erfassten Energieverbrauchs genannt
2. die Wirkungen der politischen Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz und das Marktgeschehen im Gebäudebereich überprüft
3. und der bisheriger Trend der Entwicklung des Energieverbrauchs ermittelt werden („Baseline“). Die Baseline ist u.a. wichtig für
  - eine eventuelle Übertragung des Instruments „Emissionshandel“ auf den Sektor Haushalte ab 2013,
  - Joint Implementation-Projekte mit Deutschland als Gastgeberland, bei denen es um den Gebäudesektor geht (vereinfacht: hier können u.a. Emissionsminderungen nicht angerechnet werden, die der Baseline entsprechen)
  - Aktivitäten u.a. von Energieversorgern im Rahmen der deutschen Umsetzung der Energiedienstleistungsrichtlinie.

Die detaillierten Ziele des Forschungsprojektes bestanden in

1. der Ermittlung des bisherigen Endenergieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei mindestens 5.000 Einfamilienhäusern über einen möglichst langen Zeitraum,
2. der Ermittlung von Ursachen der Entwicklung des Endenergieverbrauchs,
3. der Klärung der Frage, ob beobachtete Verbrauchsreduzierungen in Zusammenhang stehen mit
  - a) ordnungsrechtlichen Vorschriften des Bundes oder eines Landes,
  - b) Informationsinstrumenten und
  - c) finanziellen Instrumenten.

Die **Methoden** der Untersuchung bestanden im Wesentlichen in der Auswertung von Energieverbrauchsdaten sowie der Durchführung und Auswertung einer Befragung nach Faktoren, die den Energieverbrauch beeinflussen könnten.

*Zur Methodik der Untersuchung nach der Höhe und der zeitlichen Entwicklung des Energieverbrauchs:* Erfreulicherweise konnten etwa 25.000 anonymisierte Datensätze des Verbrauchs von Einfamilienhäusern ausgewertet werden. Es handelt sich um Daten der Jahre 1997 bis 2006. Sie stammten von der EWE AG und betrafen solche Kunden, die in Nordwestdeutschland im Gebiet Ems – Weser ihr Einfamilienhaus mit Erdgas und Strom versorgt wurden. Die Verbrauchsdaten wurden mit geeichten Gaszählern ermittelt, so dass die Daten eine hohe Genauigkeit aufweisen.

Einbezogen wurden nur Datensätze, für die in jedem dieser Jahre 1997 bis 2006 ein Verbrauchswert vom gleichen Kunden vorlag. Damit waren z.B. Fälle des Eigentumsübergangs eines Einfamilienhauses nicht enthalten. Die Daten wurden von EWE anhand der bei einem Gasversorger üblichen Systematik auf Daten für ein Kalenderjahr umgerechnet.

Für die von EWE zur Verfügung gestellten Daten wurden verschiedene Plausibilitätskontrollen durchgeführt und einige Fälle mit für Einfamilienhäuser unplausiblen Verbrauch ausgeschlossen. Die verbliebenen Daten enthielten jedoch noch folgende Unsicherheiten:

- a) Bei der Umrechnung von Abrechnungszeitraum-Verbrauchsdaten in Kalenderjahr-Verbrauchsdaten wurden Pauschalierungen gemacht
- b) Es bestand Unklarheit zur Nutzung des Erdgases beim Kunden, z.B. ob es nur für Raumwärme oder auch zur Warmwasserbereitung eingesetzt wurde. Weil weder bekannt war, ob das Erdgas zur Warmwasserbereitung genutzt wurde noch ggf. die zur Warmwasserbereitung eingesetzte Energiemenge bekannt war, war eine Witterungsbereinigung nach VDI 3807 Bl. 1 nur unter Vorbehalt und mit Unsicherheiten durchführbar
- c) Es bestanden Unklarheiten über eine mögliche zusätzliche oder ausschließliche Nutzung des Gebäudes zu gewerblichen bzw. freiberuflichen Zwecken
- d) Es lagen keine Information zu mögliche Zusatznutzungen anderer Energieträger (z.B. Holz) vor.

Bei den Punkten b) bis d) lagen durch eine ergänzende Befragung einer Teilmenge von 676 telefonisch befragten Kunden Informationen vor. Danach nutzten 89 bis 95 % der Befragten Erdgas für Raumwärme und Warmwasser, 1 % nutzten ihr Gebäude zusätzlich und/oder ausschließlich gewerblich/freiberuflich, und 8 % haben im Beobachtungszeitraum einen neuen Kaminofen eingebaut.

Da Unsicherheiten bei allen Erhebungsmethoden auftreten und für nicht leitungsgebundene Energieträger weitere hinzukommen (Abgrenzung der Lagerhaltung, unregelmäßige Lieferzeiträume, Sicherheit der Angaben), sind die gewonnenen Ergebnisse zwar einerseits fehlerbehaftet, aber andererseits - im Rahmen der Randbedingungen – bestmögliche Ergebnisse („anders kann man es nicht machen“).

*Zur Methodik der Untersuchung von Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch:* Es wurde nach Einflussfaktoren gesucht, die die Entwicklung des Energieverbrauchs erklären könnten. Hierzu wurden zum einen theoretische Einflussfaktoren zusammengetragen und erörtert, zum anderen in einer Feldstudie fünf Gruppen von Haushalten telefonisch befragt. Diese Haushalte (n= 689) sind eine Teilmenge der ca. 25.000 Haushalte/Gebäude, für die die Verbrauchsentwicklung nachvollzogen werden konnte. Dabei wurden vier Gruppen betrachtet, bei denen eine unterschiedlich hohe Abnahme des Energieverbrauchs von 1997 bis 2006 beobachtet wurde. Zusätzlich wurde eine Kontrollgruppe befragt, bei der sich keine wesentliche Änderung der Höhe des Verbrauchs ergeben hatte. Zur Abgrenzung wurden mathematische Gesichtspunkte verwendet. Unterschieden wurden folgende fünf Gruppen:

1. Gruppe: Kontrollgruppe: 1997/98 und 2005/06 annähernd gleicher Verbrauch, innerhalb dieses Zeitraums Schwankung um max. 5 %
2. Gruppe: „Langsam-Weniger-Verbraucher“ (ca. 10 % Reduktion in 10 Jahren)
3. Gruppe: „ ≥ 15 % - 24,9 % Einsparer“,
4. Gruppe: „ ≥ 25 – 34,9 % -Einsparer“,



5. Gruppe: „ $\geq 35\%$  -Einsparer“.

## Ergebnisse

Bezüglich der **Höhe des Energieverbrauchs** bei Einfamilienhäusern zeigte sich, dass die gewählte Methode sehr gut nutzbar ist. Zwar wurden hier aus finanziellen und organisatorischen Gründen nur Verbrauchsdaten eines Energieversorgers in einer bestimmten Region ausgewertet, aber es spricht nichts dagegen, die Methode auf andere Regionen und andere Zeitreihen anzuwenden. Es ist jedoch auch in anderen Regionen zu erwarten, dass nur Daten der letzten 10 Jahre vorliegen.

Bei der Höhe des Energieverbrauchs von Einfamilienhäusern konnte ein (nicht witterungsbereinigter) Rückgang des Verbrauchs von durchschnittlich 27.428 kWh im Jahre 1997 auf 22.256 kWh im Jahre 2006 beobachtet werden (die Angaben betreffen den Heizwert  $H_i$ , das jeweilige Kalenderjahr sowie den Median der Verbrauchswerte des jeweiligen Kalenderjahrs). Damit ergibt sich ein **nicht witterungsbereinigter Rückgang des Erdgasverbrauchs bei Bestands-Einfamilienhäusern in der Zeit von 1997 bis 2006 um ca. 19 %**. Die Abbildung 2 in Abschnitt 3.1 zeigt die Verbrauchsentwicklung auf der Zeitachse. Dieser Rückgang betrifft ausschließlich Einfamilienhäuser, bei denen der Besitzer von 1997 bis 2006 gleich blieb. Es könnte sein, dass bei Besitzerwechseln höhere Energieverbrauchsrückgänge zu beobachten wären, weil dann oft eine Modernisierung stattfindet.

Eine Witterungsbereinigung konnte nur näherungsweise und unter Vorbehalt durchgeführt werden. Die Gründe bestehen darin, dass der Anteil des Erdgases, der für die Warmwasserbereitung genutzt wird, bei jedem Gebäude unterschiedlich ist und der Höhe nach nicht bekannt war (der Energieanteil zur Warmwasserbereitung wird nicht witterungsbereinigt); ferner wären die Gebäude standortbezogen unterschiedlichen Wetterstationen zuzuordnen, was hier nicht möglich war. Unter der Annahme „durchschnittlicher Erdgasanteil zur Warmwasserbereitung ist 20 %“, einer vereinfachten Zuordnung zur Wetterstation Bremen – Flughafen, einer Heizgrenztemperatur von 15 °C, einer Innentemperatur von 20 °C und Gradtagszahlen nach [IWU 2007] ergibt sich: **Der witterungsbereinigte Erdgasverbrauch ging von durchschnittlich 27.582 kWh im Jahre 1997 auf 24.001 kWh im Jahre 2006 und somit um ca. 14 % zurück**. Die Abbildung 7 in Abschnitt 3.2 zeigt die Verbrauchsentwicklung auf der Zeitachse

Im Vergleich zeigt sich, dass 5 Prozentpunkte (von 19) der Verbrauchsreduzierung von 1997 bis 2006 der Veränderung der Außentemperatur zuzuordnen sind; 14 Prozentpunkte haben mit Investitionen und Verhalten zu tun.

Die Verteilung der Verbrauchswerte offenbart, dass es Einfamilienhäuser gibt, deren Verbrauch deutlich nach oben vom Mittelwert abweicht (Faktor 2 bis 6). Eine Klimapolitik sollte gerade solche Gebäude ins Visier nehmen.

Die Befragung zur Untersuchung von Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch ergab, dass 89 % der Befragten das Erdgas für Heizung und Warmwasserbereitung nutzen. Ob dies auch auf die ca. 25.000 Verbrauchsdaten-Fälle zutrifft, ist unbekannt.

Für die genannten ca. 25.000 Datensätze lagen keine Angaben zur Wohnfläche vor. Spezifische Verbrauchswerte (also kWh/(m<sup>2</sup>\*a)) konnten also nicht ohne weiteres gebildet werden. Deshalb wurde in der Befragung zur Untersuchung von Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch auch die Wohnfläche abgefragt. Danach beträgt die durchschnittliche Wohnfläche (Median) 140 m<sup>2</sup>. Nimmt man an, dass dieses auch die durchschnittliche Wohnfläche der 25.000 Verbrauchsdaten-Fälle ist, so ergeben sich spezifische nicht wite-

rungs bereinigte Verbrauchswerte von ca. 196 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) im Jahre 1997 und 159 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) im Jahre 2006. Die Abbildung 3 in Abschnitt 3.1 zeigt Details für die einzelnen Jahre. Witterungsbereinigt ergibt sich ein Verbrauchs-Rückgang von durchschnittlich 197 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) im Jahr 1997 auf 171 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) im Jahre 2006 (Wohnfläche). Die Abbildung 8 in Abschnitt 3.2 stellt dies grafisch dar.

Insgesamt zeigt sich also im Bereich der Einfamilienhäuser ein deutlicher Rückgang des Endenergieverbrauchs in den letzten 10 Jahren.

#### *Ergebnisse der Befragung nach Einflussfaktoren:*

- Die Verbrauchsentwicklung ist nicht auf eine Verringerung der Wohnfläche zurückzuführen ist. Im Gegenteil: Die Verringerung des Energieverbrauchs kommt sogar zustande, obwohl sich die Wohnfläche bei ca. 8 % der Befragten vergrößerte, wobei es kaum Unterschiede bei den 5 Gruppen gab.
- Ca. 60 % der Befragten haben in den Jahren 1997 bis 2006 mindestens eine investive Maßnahme durchgeführt, die den Energieverbrauch beeinflusst. Hier zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen: Während in der Kontrollgruppe 53 % keine Maßnahmen durchführten, waren es bei den Sparern mit mindestens 25 % Verbrauchsrückgang nur 21 % bis 23 %, die keine investiven Maßnahmen durchführten.
- Besonders bei den Maßnahmen, die etwas mit der Erneuerung der Heizungstechnik zu tun haben, unterscheiden sich die Kontrollgruppe und die „Einsparer“ erheblich. Die „Einsparer“, die sogar mindestens 25 % reduzierten, haben etwa doppelt so häufig wie die Kontrollgruppe einen Einbau neuer Heizkessel, Verbesserung der Dämmung der Heizungsrohre, Einbau einer neuen Heizungsregelung und eine Änderung der Warmwasserbereitung durchgeführt.<sup>12</sup>
- Ein Teil der Entwicklung des Energieverbrauchs dürfte auf die gesunkene Haushaltsgröße zurückzuführen sein: Bei rund 40 % der Haushalte hat sie sich verringert. Bei den Verbrauchsreduzierern sank die Personenzahl häufiger als bei der Kontrollgruppe.

Bezüglich der Gründe für die Verbrauchsentwicklung ergab sich, dass die *Politik-Instrumente* „*Finanzielle Rahmenbedingungen*“ und „*Information*“ keine erhebliche Bedeutung auf die Verbrauchsentwicklung hatten:

- Die mit Mitteln des Bundeshaushalts stationäre geförderte Energieberatung der Verbraucherzentralen und die Vor-Ort-Energieberatung kann nur von sehr geringer Bedeutung sein, denn sie wurde nur von je rund 1 % der Haushalte genutzt, die Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt haben.
- Finanzielle Hilfen wurden von 11 % derjenigen, die im Zeitraum 1997 bis 2006 ihr Einfamilienhaus modernisierten, in Anspruch genommen. Am häufigsten wurde dabei ein Darlehensprogramm des örtlichen Energieversorgers EWE genannt.

<sup>12</sup> Hier werfen die Forschungsergebnisse allerdings auch neue Fragen auf, z.B.: Wieso erzielte die Kontrollgruppe keine Energieeinsparung? An der Art der Maßnahmen allein kann es nicht liegen (23 % hatten ebenfalls einen neuen Kessel eingebaut). Es könnte am Durchführungszeitpunkt liegen (entgegen der Frage vor 1997 oder zu nahe an 2006), oder, bei Dämmmaßnahmen, an der geringen Fläche, oder der Art der ersetzen bzw. neu eingebauten Technik (z.B. Tausch NT-Kessel gegen NT-Kessel).



Die finanziellen Instrumente wurden von denjenigen, die mindestens 25 % Energie einsparten, etwa doppelt so häufig genutzt wie von Haushalten der Kontrollgruppe mit konstantem Energieverbrauch.

Bezüglich des Einflussfaktors „Ordnungsrecht“ sind die Ergebnisse der Befragung nicht leicht zu interpretieren: Einerseits gaben nur ca. 2 bis 5 % der Befragten (auf direkte Frage) an, Maßnahmen auf Grund gesetzlicher Anforderungen durchgeführt zu haben. Andererseits nannten gut 20 % derjenigen, bei denen ein Ersatz des Heizkessels stattfand, dass dies aufgrund zu hoher Abgaswerte getan wurde; dies sind jedoch etwa 10 % aller Maßnahmendurchführer. Diese „ungleichen“ Ergebnisse dürften mit darauf zurückzuführen sein, dass vielen Befragten nicht klar ist, dass die Festlegung von „zu hohen Abgaswerten“ ebenfalls ein Ergebnis von Ordnungsrecht ist.

Bestimmte Wirkungen des Ordnungsrechts sind durch Befragungen von Haushalten nicht seriös zu ermitteln. So besteht eine Anforderung der früheren Heizungsanlagenverordnung (seit 2002: EnEV) darin, dass nur bestimmte Produkte eingebaut werden dürfen (z.B. bis 2001 keine Standardkessel), ohne dass dies der Haushalt wissen wird. Die Anforderung richtet sich de facto eher an Industrie und Fachhandwerk. Das Gleiche gilt für den Bereich Wärmeschutz: Nachrüstpflichten für den hier untersuchten Bereich der Einfamilienhäuser gab es nicht. Gleichwohl gab und gibt es bedingte Anforderungen, z.B.: Wenn Fenster ausgetauscht werden, dann dürfen nur Fenster mit einem bestimmten U-Wert eingebaut werden (sprich: mit Wärmeschutzverglasung). Insgesamt dürfte der Einfluss des Ordnungsrechts nicht unbeträchtlich sein: Es greift aber zurzeit vor allem im Bereich Heizung, wohl auch weil hier eine Überprüfung (durch die Schornsteinfeger) stattfindet.

### **Vergleich mit Literaturwerten**

Der Bereich der Einfamilienhäuser wurde noch nicht allein und in einer großen Stichprobe betrachtet. In aller Regel beziehen sich Verbrauchsangaben auf Ergebnisse von Heizkostenverteilungsfirmen, die jedoch nur Gebäude abrechnen, die mindestens zwei Wohnungen aufweisen. Deshalb ist es nicht einfach, Vergleiche mit Ergebnissen anderer Studien anzustellen.

Auffällig ist der erhebliche Unterschied des hier ermittelten Verbrauchsrückgangs im Bereich der Bestands-Einfamilienhäuser zur Umweltökonomischen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes [DESTATIS 2006]. Dort wird eine Verbrauchssteigerung von 2,8 % für den nahezu identischen Zeitraum von 1995 bis 2004 (temperaturbereinigt) angegeben. Diese Daten enthalten den Zuwachs an Wohnfläche in Neubauten, betreffen wahrscheinlich ganz Deutschland und alle privaten Haushalte, also auch die Haushalte in Mehrfamilienhäusern.

Soweit uns bekannt, stellt unsere Arbeit die bisher einzige Studie zur historischen Verbrauchsentwicklung bei Einfamilienhäusern dar.

## 6. Literatur

- [1. BImSchV 1988] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Kleinfeuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 15.7.1988. BGBl. I (1988) S. 1059.
- [ages 2007] Verbrauchskennwerte 2005. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland. ages GmbH.. Münster. 2007
- [BMVBS 2007] Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand. Vom 26.7.2007. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
- [Diefenbach et al. 2007] Diefenbach. Loga. Cischinsky (Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt). Clausnitzer (Bremer Energie Institut). Grundlagen für die Entwicklung von Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudebestand. Juli 2007.
- [DVO–EnEV Nds 2003] Verordnung zur Durchführung der Energieeinsparverordnung (DVOEnEV) [Niedersachsen] vom 27.1.2003. In: Nds. GVBl. (2003) S. 27.
- [DESTATIS 2006] Schoer. Buyny. Flachmann. Meyer. Die Nutzung von Umweltressourcen durch die Konsumaktivitäten der privaten Haushalte. Hrsg.: Statistisches Bundesamt. Umweltökonomische Gesamtrechnungen. UGR-Online-Publikation. Wiesbaden. 2006
- [EnEG 1976] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz – EnEG) vom 22.7.1976. BGBl. I (1976) S. 1873, geändert durch Gesetz v. 20.6.1980, BGBl. I S. 701, geändert durch Gesetz v. 8. Sept. 2005, BGBl. I (2005) S. 2682.
- [EnEV 2001] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung EnEV) vom 16.11.2001. BGBl. I (2001) S. 3085.
- [EnEV 2004] Bekanntmachung der Neufassung der Energieeinsparverordnung vom 2.12.2004. BGBl. I (2004) S. 3146.
- [EnEV 2007] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV 2007) vom 24.7.2007. In: BGBl. I (2007) S. 1519.
- [EWE 2007] [www.ewe.de/ewe\\_6352.php](http://www.ewe.de/ewe_6352.php). Hrsg.: EWE AG. Stand vom 15.10.2007.
- [EWI 1986] Endenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland. Disaggregation nach Sektoren, Energieträgern und Verwendungszwecken. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Energiewirtschaftliches Institut der Universität Köln,



- Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung. Teil II C (EWI). Köln 1986.
- [forsa o.J.] Frondel. Gösche. Krause. Pantigoso. Tauchmann. Wolf. Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2003. RWI Essen und forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH. Ohne Erscheinungsjahr und Veröffentlichungsort.
- [Geiger 2001] Geiger. Feldversuche – ein Instrument für reale Verbrauchswerte. Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, TU München. 2001.
- [HeizAnIV 1978] Verordnung über energiesparende Anforderungen an heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen (Heizungsanlagen-Verordnung – HeizAnIV) vom 22.9.1978, BGBl. I (1978) S. 1581, geändert durch HeizAnIV vom 24.2.1982, BGBl. I (1982) S. 205, durch HeizAnIV vom 20.1.1989 BGBl. I (1989) S. 120, vom 22.3.1994 BGBl. I (1994) S. 613 und vom 4. Mai 1998 BGBl. I (1998) S. 851.
- [HeizkostenV] Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten vom 20.1.1989., BGBl. I 1989, S. 115.
- [IEMB 2005] Römmling. Vogler. Energieverbrauchskennwerte und Klimadaten nach EnEV (2001) § 13 (5) und (6). Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken. Unveröffentlichtes Gutachten. Berlin 2005.
- [IWU 2007] Gradtagszahlen in Deutschland. Klimadaten deutsche Stationen. Darmstadt. 2007. Download siehe unter [www.iwu.de/downloads/fachinfos/energiebilanzen](http://www.iwu.de/downloads/fachinfos/energiebilanzen)
- [Techem 2001] Energie Kennwerte. Hilfen für den Wohnungswirt. Eine Studie der Techem AG. Ausgabe 2001 (betreffend die Heizperiode 1999/2000). Eschborn. 2001.
- [Techem 2002] Energie Kennwerte. Hilfen für den Wohnungswirt. Eine Studie der Techem AG. Ausgabe 2002 (betreffend die Heizperiode 2000/2001). Eschborn. 2002.
- [Techem 2003] Energie Kennwerte. Hilfen für den Wohnungswirt. Eine Studie der Techem AG. Ausgabe 2003 (betreffend die Heizperiode 2001/2002). Eschborn. 2003.
- [Techem 2004] Energie Kennwerte. Hilfen für den Wohnungswirt. Eine Studie der Techem AG. Ausgabe 2004 (betreffend die Heizperiode 2002/2003). Eschborn. 2004.
- [Techem 2005] Energie Kennwerte. Hilfen für den Wohnungswirt. Eine Studie der Techem AG. Ausgabe 2005 (betreffend die Heizperiode 2002/2003). Eschborn. 2005.
- [Techem 2006] Energie Kennwerte. Hilfen für den Wohnungswirt. Eine Studie der Techem AG. Ausgabe 2006 (betreffend die Heizperiode 2004/2005). Eschborn. 2006.

- [VDI 3807 Bl. 1] VDI-Richtlinie 3807 Blatt 1. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude. Grundlagen. Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf. März 2007.
- [VDI 3807 Bl. 2] VDI-Richtlinie 3807 Blatt 2. Energieverbrauchskennwerte für Gebäude. Heizenergie- und Stromverbrauchskennwerte. Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf. Juni 1998.
- [WSVO 1977] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung – WärmeschutzV) vom 11.8.1977. BGBl. I (1977) S. 1554.
- [WSVO 1982] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung – WärmeschutzV) vom 24.2.1982. BGBl. I (1982) S. 209.
- [WSVO 1994] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung – WärmeschutzV) vom 16.8.1994. BGBl. I (1994) S. 2121.

## Interviewleitfaden

Telefonische Interviews wurden im Zeitraum August / September 2007 von der Fa. imug Beratungsgesellschaft, Hannover, im Auftrag der EWE AG nach folgendem Interviewleitfaden durchgeführt:

*Vorgenommene Zuordnungen der drei Hauptgruppen bzw. drei Untergruppen werden den Datensätzen automatisch zugeordnet.*

1. Wie sehr interessieren Sie sich für das Thema Energiesparen?
- 1 = sehr großes Interesse  
2  
3  
4  
5  
6 = überhaupt kein Interesse
- I: Bitte Antwortskala vorlesen und Antwort ankreuzen.*
- Keine Antwort

2. Hat Ihr Interesse am Energiesparen in den letzten fünf Jahren eher zugenommen, eher abgenommen oder ist es unverändert geblieben?
- eher zugenommen  
 unverändert  
 eher abgenommen

3. Was war der Grund für das veränderte Interesse?
- Energiekosten  
 steigender Verbrauch  
 Umweltschutz  
 öffentliche Diskussion/Presse  
 Modernisierung des Hauses  
 Sonstiges: \_\_\_\_\_  
 Keine Angabe
- I: Bitte offen Fragen und Antwortmöglichkeiten ankreuzen bzw. in „Sonstiges“ erfassen.*

4. Was für ein Haus bewohnen Sie?
- Freistehendes Einfamilienhaus  
 Reihenhaus oder Hälfte eines Doppelhauses  
 Einfamilienhaus mit zusätzlicher gewerblicher, landwirtsch., oder freiberuflicher Nutzung
- I: Bitte Antwortmöglichkeiten vorlesen und entsprechend ankreuzen.*

5. Sind Sie Eigentümer oder Mieter Ihres Hauses?
6. Stand das Haus zwischen 1997 und 2006 zeitweise leer; war es also länger als zwei Monate unbewohnt?

- Mehrfamilienhaus/Wohnung (→ Abbruch des Interviews)
- Mieter (→ Abbruch des Interviews)
- Eigentümer
- Ja
- Nein
- Weiß nicht

### Modernisierung

7. Ich lese Ihnen im Folgenden einmal einige mögliche Modernisierungsmaßnahmen vor, die den Energieverbrauch beeinflussen. Welche von diesen Modernisierungen haben Sie oder Ihr Vermieter seit 1997 in Ihrem Haus durchgeführt?

- Vergrößerung der beheizten Wohnfläche (bspw. durch Anbau oder Dachausbau)
- Verringerung der beheizten Wohnfläche
- Wärmedämmung des Daches
- Wärmedämmung der Decke zum Dachboden
- Wärmedämmung von Außenwänden
- Wärmedämmung der Kellerdecke bzw. des Fußbodens
- Erneuerung der Fenster
- Einbau eines Kaminofens
- Einbau eines neuen Heizkessels
- Verbesserung der Dämmung der Heizungsrohre
- Einbau einer neuen Heizregelung
- Änderung der Warmwasserbereitung (z. B. durch Sonnenkollektoren)
- Sonstiges (wie Swimming-Pool Stilllegung, Nicht-Mehrbeheizung des Wintergarten etc.): \_\_\_\_\_
- Keine Veränderung

*I: Antwortmöglichkeiten bitte einzeln vorlesen und bei Durchführung ankreuzen.*

# Anlage 1

durchgeführt (Filter:  
weiter mit Frage 15)

8. Um wie viel m<sup>2</sup> hat sich die beheizbare Wohnfläche seit 1997 vergrößert?

m<sup>2</sup>: \_\_\_\_\_

Kann ich nicht sagen

*Filter: Frage nur, wenn sich die Wohnfläche seit 1997 vergrößert hat!*

9. Um wie viel m<sup>2</sup> hat sich die beheizbare Wohnfläche seit 1997 verringert?

m<sup>2</sup>: \_\_\_\_\_

Kann ich nicht sagen

*Filter: Frage nur, wenn sich die Wohnfläche seit 1997 verringert hat!*

10. Was war der überwiegende Grund dafür, dass der Heizkessel ausgetauscht worden ist?

Unzulässig hohe Abgaswerte

Kessel war defekt

Sonstiger Grund und zwar: \_\_\_\_\_

Kann ich nicht sagen

*Filter: Frage nur, wenn der Heizkessel seit 1997 ausgetauscht wurde!*

11. Können Sie mir den Grund dafür nennen, warum die baulichen Veränderungen bzw. die Modernisierung vorgenommen worden ist?

Steigerung des Wohnkomforts

Defekt/Veralterung

Kostensenkung

Energieeinsparung

Gesetzliche Anordnung und zwar: \_\_\_\_\_

Sonstiges und zwar: \_\_\_\_\_

Kann ich nicht sagen

*Filter: Frage nur, wenn mindestens eine Veränderung bzw. Modernisierung vorgenommen worden ist.*

*I: Bitte offen Fragen und ankreuzen. Gesetzliche Anordnung und Sonstiges bitte genau erfassen. Mehrfachantwort möglich.*

12. Haben Sie sich vor der Modernisierung gezielt informiert und wenn ja, wo?

Verbraucherzentrale

Energieversorger EWE

Handwerker

Schornsteinfeger

Vom Bund geförderte Vor-Ort-Energieberatung durch Energieberater

Internet

Fachzeitschriften

Sonstiges und zwar: \_\_\_\_\_

Habe mich nicht

*I: Bitte offen Fragen und ankreuzen. Mehrfachantworten möglich.*

vorher informiert

- Kann ich nicht sagen

13. Haben Sie für Ihre Modernisierung eine finanzielle Förderung erhalten?
- Ja.  
 Nein (→ weiter mit Frage 16 ).  
 Keine Angabe (→ weiter mit Frage 16).
14. Wer hat Sie im Rahmen Ihrer Modernisierung gefördert bzw. wodurch wurden Sie gefördert?
- Zinsloses Darlehen der KfW-Bankengruppe.  
 Aus einem anderen Bundesprogramm  
 Darlehen der EWE  
 Sonstiges, und zwar: \_\_\_\_\_

### Energieverbrauch

15. Vergleichen Sie Ihren jährlichen Energieverbrauch, d.h. prüfen Sie, ob Sie im Vergleich zum vorausgegangenen Abrechnungszeitraum mehr oder weniger verbraucht haben?
- Ja.  
 Nein.  
 Kann ich nicht sagen.
16. Wie intensiv versuchen Sie persönlich Energie zu sparen?
- 1 = sehr intensiv  
2  
3  
4  
5  
6 = überhaupt nicht
- I: Bitte Antwortskala vorlesen und Antwort ankreuzen. Bei Bedarf mögliche Formen des Energiesparens wie Senken der Raumtemperatur nachts, Ausschalten von Stand-By-Geräten, auf Verbrauch von Geräten beim Kauf achten nennen.*
- Keine Antwort
17. Wird sich der Energieverbrauch in Ihrem Haushalt in Zukunft verändern?
- Ja, wir werden weniger Energie verbrauchen  
 Ja, wir werden mehr Energie verbrauchen  
 Nein (→ weiter mit Frage 21).  
 Weiß nicht (→ weiter mit Frage 21).

# Anlage 1

Wenn in F16 Zunahme des Verbrauchs angenommen:

18. Warum gehen Sie davon aus, dass sich ihr Energieverbrauch zukünftig steigern wird?

- Anbau, Ausbau, Vergrößerung der beheizten Fläche
- Umstellung der Heizung auf Strom
- Anschaffung eines Pools
- Mehr Personen im Haushalt
- Sonstiges
- Weiß nicht
- 

Wenn in F 16 weniger Verbrauch angenommen:

19. Warum meinen Sie, dass sich der Energieverbrauch in Ihrem Haushalt demnächst verringern wird??

- Abschaffung Stromheizung
- Anschaffung eines Kaminofens
- Heizungserneuerung
- Erneuerung der Warmwasserzubereitung
- Sonnenkollektoren
- Wärmedämmung Wände
- Wärmedämmung Dach
- Neue Fenster
- Energiesparende Geräte
- Energiesparende Lampen
- Energiesparendes Verhalten
- Weniger Personen im Haushalt
- Verringerung der beheizten Wohnfläche
- Wegfall des Pools
- Sonstiges, und zwar: \_\_\_\_\_

*! Bitte offen Fragen. Mehrfachantworten möglich.*

20. Wo würden Sie sich über Möglichkeiten und die verschiedenen Möglichkeiten des Energiesparens informieren wollen?

- Verbraucherzentrale
- EWE
- Handwerker
- Schornsteinfeger
- Energieberater
- Internet
- Fachzeitschriften
- Bekannte
- Sonstiges, und

zwar: \_\_\_\_\_

### Personenbezogene Fragen

21. Heizen Sie regelmäßig bzw. gelegentlich auch mit Strom?  
 Ja, regelmäßig.  
 Ja, gelegentlich.  
 Nein.  
 Weiß nicht.
22. Erfolgt die Warmwasserzubereitung bei Ihnen mit Strom?  
 Ja, ausschließlich.  
 Ja, zum Teil.  
 Nein.  
 Weiß nicht.
23. Sind Sie Eigentümer oder Mieter Ihres Hauses?  
 Mieter  
 Eigentümer
24. Wie viel Quadratmeter Wohnfläche hat Ihr Haus?  
m<sup>2</sup>: \_\_\_\_\_  
 Kann ich nicht sagen
25. Können Sie mir sagen, wann das Haus, das Sie zurzeit bewohnen, ungefähr gebaut worden ist?  
Jahr: \_\_\_\_\_  
 Kann ich nicht sagen

*I: Bitte Jahreszahl vierstellig notieren.*

- \_\_\_\_\_ Personen
26. Wie viele Personen wohnen – Sie selbst eingeschlossen – in Ihrem Haushalt?  
 Ja, Verringerung der Personenzahl um \_\_\_\_\_ Personen  
 Ja, Vergrößerung der Personenzahl um \_\_\_\_\_ Personen  
 Nein.  
 Weiß nicht.
27. Gab es seit 1997 Veränderungen bei der Zahl der im Haus lebenden Personen?  
 Ja, Verringerung der Personenzahl um \_\_\_\_\_ Personen  
 Ja, Vergrößerung der Personenzahl um \_\_\_\_\_ Personen  
 Nein.  
 Weiß nicht.

Ergänzung der üblichen Statistik

Alter

Geschlecht

Bildung

Einkommen

### Details der Methodik der telefonischen Befragung von EWE-Gas- und Strom-Kunden mit Einfamilienhäusern

Die Tabelle dokumentiert stichwortartig die relevanten Informationen nach DIN 77500.

Veranlassung der Befragung	Forschungsprojekt, das vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung und der EWE AG gefördert wird. Durchgeführt wird es vom bremer energie institut und der EWE AG.																				
Auftragnehmer der telefonischen Befragung	Die telefonische Befragung wurde nach einer Ausschreibung im Auftrag der EWE AG von imug GmbH, Hannover, durchgeführt																				
Aufgabenstellung	Die telefonische Befragung von Hauseigentümern ist ein Baustein des Forschungsprojekts. Sie dient zum einen der Absicherung, zum anderen der Erklärung von Daten des historischen Energieverbrauchs..																				
Zielgruppe der Ergebnisse der Befragung	bremer energie institut und EWE zur Verwendung im Forschungsprojekt																				
Zielgruppe der Ergebnisse der Gesamtuntersuchung	Öffentlichkeit / Fachöffentlichkeit																				
Untersuchungsgegenstand	Kunden von EWE, die gleichzeitig Strom- und Gas-Kunden sind und in einem Einfamilienhaus wohnen. Bei der Befragung geht es zum einen um Strukturmerkmale (z.B. Hausgröße), zum anderen um Erklärungsfaktoren für die Entwicklung des Energieverbrauchs auf einer 10-Jahres-Zeitachse.																				
Stichprobenmethode und Stichprobengröße	<p>Geschichtete Auswahl von Kunden</p> <p>Mit mathematischen Methoden wurden aus ca. 25.000 Kunden mit Einfamilienhäusern fünf Gruppen von Kunden filtriert, die für die Untersuchung besonders interessant waren. Diese unterscheiden sich bezüglich der Entwicklung des Energieverbrauchs im Zeitraum 1997 bis 2006. Zum mathematischen Verfahren s. Abschnitt 2 des Hauptberichts.</p> <p>Zunächst stand für die einzelnen Gruppen die folgende Zahl von Fällen zur Verfügung (I.)</p> <table> <tr> <td>Kontrollgruppe</td> <td>2002</td> </tr> <tr> <td>langsame Sparer</td> <td>593</td> </tr> <tr> <td>schnelle Sparer &gt; 15 – 24 %</td> <td>918</td> </tr> <tr> <td>schnelle Sparer &gt;25 – 35 %</td> <td>524</td> </tr> <tr> <td>schnelle Sparer &gt; 35 %</td> <td>335</td> </tr> </table> <p>(Summe 4372 Datensätze)</p> <p>Davon konnte für die folgende Zahl die Telefonnummern beschafft werden (II.):</p> <table> <tr> <td>Kontrollgruppe</td> <td>1.747</td> </tr> <tr> <td>langsame Sparer</td> <td>533</td> </tr> <tr> <td>schnelle Sparer &gt; 15 – 24 %</td> <td>809</td> </tr> <tr> <td>schnelle Sparer &gt;25 – 35 %</td> <td>404</td> </tr> <tr> <td>schnelle Sparer &gt; 35 %</td> <td>295</td> </tr> </table>	Kontrollgruppe	2002	langsame Sparer	593	schnelle Sparer > 15 – 24 %	918	schnelle Sparer >25 – 35 %	524	schnelle Sparer > 35 %	335	Kontrollgruppe	1.747	langsame Sparer	533	schnelle Sparer > 15 – 24 %	809	schnelle Sparer >25 – 35 %	404	schnelle Sparer > 35 %	295
Kontrollgruppe	2002																				
langsame Sparer	593																				
schnelle Sparer > 15 – 24 %	918																				
schnelle Sparer >25 – 35 %	524																				
schnelle Sparer > 35 %	335																				
Kontrollgruppe	1.747																				
langsame Sparer	533																				
schnelle Sparer > 15 – 24 %	809																				
schnelle Sparer >25 – 35 %	404																				
schnelle Sparer > 35 %	295																				

	<p>Summe: 3788 Datensätze mit Telefonnummern</p> <p>Sich tatsächlich an der Befragung beteiligt haben (III. , = Netto-Stichprobe)</p> <table> <tr> <td>Kontrollgruppe</td> <td>271</td> </tr> <tr> <td>langsame Sparer</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>schnelle Sparer -&gt; 15 – 24 %</td> <td>154</td> </tr> <tr> <td>schnelle Sparer 25 – 35 %</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>schnelle Sparer &gt; 35 %</td> <td>56</td> </tr> </table> <p>(Summe 676 Antwort- Datensätze)</p> <p>13 zusätzliche Fälle wurden ausgeschlossen, weil sich in der Befragung herausstellte, dass es sich um eine Mieterhaushalte handelte. Diese sollten nicht befragt werden, da Mieter über die durchgeführte Investitionen keine belastbaren Antworten geben können.</p> <p>Die bereinigte Netto-Stichprobe (IV) besteht also aus der unter III. genannten Fallzahl.</p>	Kontrollgruppe	271	langsame Sparer	99	schnelle Sparer -> 15 – 24 %	154	schnelle Sparer 25 – 35 %	96	schnelle Sparer > 35 %	56
Kontrollgruppe	271										
langsame Sparer	99										
schnelle Sparer -> 15 – 24 %	154										
schnelle Sparer 25 – 35 %	96										
schnelle Sparer > 35 %	56										
Untersuchungszeitraum	Die Befragung wurde im III. Quartal 2007 durchgeführt.										
Erhebungsverfahren	telefonische Befragung										
Stichproben-Ausschöpfung	Die Stichproben-Ausschöpfung beträgt 15,5 %.										
Art und Höhe eventuell gewährte Incentivs	keine										
Anzahl eingesetzter Interviewer	nicht bekannt										
Methode und Ergebnis der Interviewer-Kontrollen	nicht bekannt										
Fragebogen	siehe Anlage 1.										
Angewandte Gewichtungverfahren	Keine										

## Ergebnisse der telefonischen Befragung nach Ursachen der Verbrauchsentwicklung

<b>Frage: "Was für ein Haus bewohnen sie?"</b>						
Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Keine Angabe: 0 Fälle.						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	
	n=271	n=99	n=154	n=96	n=56	n= 676
freistehendes Einfamilienhaus	88%	89%	91%	95%	91%	90%
Reihenhaus/ Doppelhaushälfte	11%	8%	8%	4%	7%	9%
Einfamilienhaus mit zusätzlicher Nutzung	1%	3%	1%	1%	2%	2%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 1 Gebäudetyp**

<b>Frage: "Stand das Haus zwischen 1997 und 2006 zeitweise leer; war es also länger als 2 Monate unbewohnt?"</b>						
Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Keine Angabe: 0 Fälle						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	
	n=271	n=99	n=154	n=96	n=56	n= 676
ja	3%	1%	1%	1%	3%	2%
nein	97%	99%	99%	99%	97%	98%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 2 Leerstand**

**Frage: "Welche Maßnahmen haben sie seit 1997 in ihrem Haus durchgeführt?"**

Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Haushalte der jeweiligen Gruppe, die mindestens eine Antwort gab. Mehrfachantworten möglich. Keine Angabe: 0 Fälle

	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	
	n=271	n=99	n=154	n=96	n=56	n= 676
keine Veränderung durchgeführt	53%	50%	31%	21%	23%	41%
Vergrößerung der beheizten Wohnfläche	8%	6%	10%	6%	7%	8%
Verringerung der beheizten Wohnfläche	1%	2%	1%	4%	2%	2%
Wärmedämmung des Daches	19%	15%	24%	29%	21%	22%
Wärmedämmung der Decke zum Dachboden	12%	17%	20%	21%	13%	9%
Wärmedämmung von Außenwänden	6%	9%	15%	18%	9%	11%
Wärmedämmung der Kellerdecke bzw. des Fußbodens	5%	12%	6%	8%	9%	6%
Erneuerung der Fenster	16%	19%	26%	26%	30%	21%
Einbau eines Kaminofens	7%	6%	7%	10%	14%	8%
Einbau eines neuen Heizkessels	23%	15%	29%	52%	59%	31%
Verbesserung der Dämmung der Heizungsrohre	9%	10%	10%	27%	27%	13%
Einbau einer neuen Heizregelung	11%	14%	27%	42%	32%	22%
Änderung der Warmwasserbereitung	4%	6%	4%	9%	20%	7%
Sonstiges	1%	6%	1%	0%	0%	1%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 3 durchgeführte Maßnahmen**

<b>Auswertung zur Zahl der durchgeführten Maßnahmen pro Gebäude</b>						
Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Insgesamt haben 402 Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt, 274 nicht.						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	n=128	n=48	n=107	n=75	n=44	n= 402
1 Maßnahme durchgeführt	37%	27%	37%	29%	30%	34%
2 Maßnahmen durchgeführt	21%	33%	19%	19%	21%	21%
3 Maßnahmen durchgeführt	19%	17%	11%	17%	18%	16%
4 Maßnahmen durchgeführt	9%	13%	15%	15%	7%	12%
5 Maßnahmen durchgeführt	5%	4%	7%	10%	7%	7%
6 Maßnahmen durchgeführt	4%	2%	5%	3%	11%	5%
7 Maßnahmen durchgeführt	2%	2%	2%	3%	4%	2%
8 Maßnahmen durchgeführt	1%	0%	1%	4%	0%	1%
9 Maßnahmen durchgeführt	2%	2%	3%	0%	2%	2%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 4 Zahl durchgeführter Maßnahmen (1 bis 9)**

<b>Auswertung zur Zahl der durchgeführten Maßnahmen</b>						
Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Insgesamt haben 402 Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt, 274 nicht.						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	n=128	n=48	n=107	n=75	n=44	n= 402
1 bis 3 Maßnahmen durchgeführt	78%	77%	67%	65%	68%	72%
4 und 5 durchgeführte Maßnahmen	14%	17%	23%	26%	14%	19%
> 5 durchgeführte Maßnahmen	8%	6%	10%	9%	18%	9%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 5 Zahl durchgeführter Maßnahmen (mehr als drei Maßnahmen etc.)**

**Frage: "Um wieviel m<sup>2</sup> hat sich die beheizbare Wohnfläche seit 1997 vergrößert?"**

Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Haushalte in der jeweiligen Gruppe, die angaben, eine Vergrößerung der Wohnfläche durchgeführt zu haben. Insgesamt haben 54 Haushalte eine Wohnflächenvergrößerung durchgeführt, 622 keine.

beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006						
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	n=22	n=6	n=16	n=6	n=4	n= 54
bis 20 m <sup>2</sup>	14%	0%	6%	33%	25%	13%
20,1 - 50 m <sup>2</sup>	28%	67%	76%	33%	25%	46%
50,1 - 100 m <sup>2</sup>	36%	33%	12%	34%	0%	26%
mehr als 100 m <sup>2</sup>	13%	0%	6%	0%	25%	9%
keine Angabe	9%	0%	0%	0%	25%	6%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 6 Wohnflächen-Vergrößerung**

**Frage: "Um wieviel m<sup>2</sup> hat sich die beheizbare Wohnfläche seit 1997 verringert?"**

Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Haushalte in der jeweiligen Gruppe, die angaben, eine Verringerung der Wohnfläche durchgeführt zu haben. Insgesamt haben 11 Haushalte ihre Wohnfläche verringert

beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006						
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	n=2	n=2	n=2	n=4	n=1	n= 11
20	0%	0%	0%	0%	100%	9%
30	0%	0%	50%	0%	0%	9%
50	50%	0%	50%	50%	0%	37%
60	0%	50%	0%	0%	0%	9%
77	0%	0%	0%	25%	0%	9%
weiß nicht	50%	50%	0%	25%	0%	27%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 7 Wohnflächen-Verkleinerung**

## Anlage 3

**Frage: "Was war der überwiegende Grund dafür, dass der Heizkessel ausgetauscht**  
 Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl der Antwortter der jeweiligen Gruppen. Insgesamt gaben 204 Haushalte gaben 222 mal Gründe für den Kesselaustausch an, von 209, die einen Kesselaustausch vornahmen. Keine Angabe: 5 Fälle. Mehrfachantworten möglich, deshalb Summ > 100 %  
 (hier: Mehrfachantworten zulässig)

	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	
	n=63	n=15	n=49	n=44	n=33	n= 204
unzulässig hohe Abgaswerte	13%	7%	20%	25%	42%	21%
Kessel war defekt	40%	47%	39%	25%	15%	32%
Sonstiges	54%	20%	55%	25%	45%	50%
weiß nicht	16%	27%	14%	25%	6%	11%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 8 Heizkesselaustausch**

**Erläuterung der Antwort "Sonstiges" bei der vorherigen Frage zum überwiegenden Grund für den Heizkesseltausch**  
 Die %-Angabe bezieht sich auf die Zahl der Haushalte aller Gruppen, die bei der vorangegangenen Frage nach dem Grund des Kesselaustausches "Sonstiges" antworteten und nun "Sonstiges" näher spezifizierte (101 Spezifikationen, 1 x k.A.)

allgemeine Modernisierung	3%
Größe des Kessels	4%
Energieeinsparung	20%
Unwirtschaftlichkeit des Kessels	7%
Veralteter Kessel	59%
defekter Kessel	1%
Umstellung von Öl auf Gas	2%
Neuinstallation	1%
Kosteneinsparung	3%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 9 Freie Antwort Heizkesselaustausch**

**Frage: "Können sie den Grund dafür nennen, warum die bauliche Veränderung bzw. die Modernisierung vorgenommen worden ist?"**

Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Haushalte, die keine baulichen Veränderungen vornahmen, sind nicht enthalten. Mehrfachantworten möglich

	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	
	n=130	n=49	n=107	n=76	n=44	n= 406
Steigerung des Wohnkomforts	34%	22%	30%	34%	30%	31%
Defekt/Veraltet	26%	18%	33%	22%	41%	27%
Kostensenkung	31%	27%	26%	33%	44%	33%
Energieeinsparung	45%	59%	41%	42%	65%	47%
gesetzliche Anordnung	2%	0%	0%	4%	5%	2%
Sonstiges	14%	12%	13%	18%	5%	13%
weiß nicht	3%	2%	3%	3%	0%	3%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 10 Modernisierungsgründe**

**Erläuterung der Antwort "Sonstiges" bei der vorherigen Frage nach dem Grund der baulichen Veränderung**

Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n=57 der Antworten aller Gruppen, die "Sonstiges" der vorangegangenen Frage näher erläuterten

allgemeine Modernisierung	56%
Behaglichkeit	4%
Energieeinsparung	7%
Veralteter Kessel	11%
günstiges Baumaterial	2%
Umstellung von Öl auf Gas	2%
Folge einer Beratung	2%
Veränderung der Haushaltsgröße	11%
Neubau	5%
gesetzliche Vorschriften	2%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 11 Freie Antwort Modernisierungsgründe**

**Frage: "Haben sie sich vor der Modernisierung gezielt informiert und wenn ja, wo?"**

Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Mehrfachantworten möglich, deshalb Summenprozent über 100 % möglich. Ohne Nicht-Modernisierer.

	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	
	n=130	n=49	n=107	n=76	n=44	n= 406
Verbraucherzentrale	1%	2%	1%	0%	2%	1%
Energieversorger EWE	8%	12%	7%	12%	14%	10%
Handwerker	39%	33%	40%	30%	3%	38%
Schornsteinfeger	2%	6%	3%	7%	2%	4%
Vor-Ort-Beratung durch Energieberater	0%	4%	0%	1%	2%	1%
Internet	7%	10%	6%	4%	7%	7%
Fachzeitschriften	8%	10%	6%	4%	5%	7%
Sonstiges	20%	20%	19%	24%	18%	21%
Nein	22%	24%	25%	24%	30%	25%
weiß nicht	9%	6%	11%	13%	11%	11%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 12 Information**

**Zusatzauswertung zur Angabe "Sonstiges" bei der Frage zur Information vor der Modernisierung**

Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n=81 Haushalte, die bei der vorangegangenen Frage die "Sonstiges" gaben und sie wie folgt frei erläuterten. Mehrfachantworten möglich.

Messen / Ausstellungen	10%
Banken	2%
Bauunternehmen / Händler / Fachfirma etc.	40%
Energieversorger	1%
Gemeinde	1%
Vereine	1%
Architekt / Energieberater	4%
Medien	16%
Bekannschaft / Verwandtschaft	20%
Beruf - Selbst vom Fach	5%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 13 Freie Antwort Information**

<b>Frage: "Haben sie für ihre Modernisierung eine finanzielle Förderung erhalten?"</b>						
Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Haushalte, die keine bauliche Veränderung vorgenommen haben, sind nicht enthalten.						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	n=130	n=49	n=107	n=76	n=44	n= 406
ja	9%	10%	14%	8%	18%	11%
nein	88%	88%	85%	87%	82%	87%
keine Angabe	3%	2%	1%	5%	0%	2%
Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.						

**Tabelle 14 finanzielle Förderung**

<b>Frage: "Wer hat sie im Rahmen ihrer Modernisierung gefördert bzw. wodurch wurden sie gefördert?" Mehrfachnennungen möglich</b>						
Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Haushalte, die keine Förderung erhielten, sind nicht enthalten						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	n=11	n=5	n=15	n=6	n=8	n= 45
Darlehen der KfW	18%	20%	27%	17%	0%	18%
anderes Bundesprogramm	9%	0%	0%	17%	13%	7%
Darlehen der EWE	36%	0%	47%	67%	63%	47%
Sonstiges	27%	40%	27%	17%	0%	22%
keine Auskunft	18%	20%	0%	0%	25%	11%
keine Angabe	n = 631					
Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.						

**Tabelle 15 Art der Förderung**

<b>Erläuterung zur Antwort "Sonstiges" bei der voran gegangenen Frage nach der Quelle der Förderung</b>	
Die %-Angaben beziehen sich auf die n = 10 Haushalte, die eine Förderung erhielten, und bei der voran gegangenen Frage "von wem?" mit "Sonstiges" antworteten	
Sparkasse / KfW	30%
Stadt	10%
Stadtwerke	10%
Förderung von Solarflächen	20%
Staatliche Förderung	30%
Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.	

**Tabelle 16 Freie Antwort Förderung**

## Anlage 3

<b>Frage: "Erfolgt die Warmwasserbereitung mit Strom?"</b>						
Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Keine Angabe: 0 Fälle						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	n=271	n=99	n=154	n=96	n=56	n= 676
ja, ausschließlich	5	4	3	6	2	4
ja, zum Teil	7	4	3	6	11	6
nein	86	92	92	87	87	89
weiß nicht	2	0	2	1	0	1
Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.						

**Tabelle 17 Warmwasserbereitung**

<b>Frage: "Wieviel m<sup>2</sup> Wohnfläche hat ihr Haus?"</b>						
Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					
Wohnfläche	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
Zahl der Personen, die mind. eine Antwort gaben	n=271	n=99	n=154	n=96	n=56	n= 676
bis 100 m <sup>2</sup>	12%	9%	9%	7%	8%	10%
101-150 m <sup>2</sup>	42%	43%	43%	49%	45%	43%
151-200 m <sup>2</sup>	26%	25%	17%	17%	17%	23%
mehr als 200 m <sup>2</sup>	10%	11%	14%	10%	10%	10%
keine Angabe	10%	12%	17%	17%	20%	14%
Mittelwert	153, 23 m <sup>2</sup>	152,55 m <sup>2</sup>	155,37 m <sup>2</sup>	150,59 m <sup>2</sup>	149,09 m <sup>2</sup>	
Median	140 m <sup>2</sup>	140 m <sup>2</sup>	140 m <sup>2</sup>	140 m <sup>2</sup>	140 m <sup>2</sup>	
Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.						

**Tabelle 18 Gebäudegröße**

<b>Frage: "Wann wurde das Gebäude gebaut?"</b>						
Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					
Baujahr	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 19 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	n=271	n=99	n=154	n=96	n=56	n= 676
vor 1918	3%	5%	6%	7%	4%	4%
1919 - 1948	8%	5%	6%	4%	7%	6%
1949 - 1957	4%	6%	3%	5%	9%	4%
1958 - 1968	17%	16%	13%	20%	25%	17%
1969 - 1978	15%	18%	19%	21%	23%	18%
1979 - 1983	11%	15%	21%	25%	20%	17%
ab 1984	39%	31%	28%	17%	9%	31%
keine Angabe	3%	4%	4%	1%	3%	3%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 19 Gebäudebaujahr**

<b>Frage: "Wie viele Personen wohnen in ihrem Haushalt?"</b>						
Befragte Haushalte = 676. Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	n=271	n=99	n=154	n=96	n=56	n= 676
1	12%	10%	11%	3%	5%	10%
2	40%	48%	49%	57%	41%	46%
3	14%	19%	13%	17%	23%	16%
4	21%	14%	15%	15%	20%	18%
5	8%	4%	7%	4%	5%	6%
6	2%	2%	2%	0%	2%	2%
7	1%	0%	0%	1%	0%	0%
keine Angabe	2%	3%	3%	3%	4%	2%
Mittelwert	2,82 Pers.	2,59 Pers.	2,61 Pers.	2,62 Pers.	2,83 Pers.	
Median	2 Pers.	2 Pers.	2 Pers.	2 Pers.	3 Pers.	

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 20 Haushaltsgröße**

## Anlage 3

<b>Frage: "Gab es Veränderungen in der Zahl der im Haus lebenden Personen?"</b>						
Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	
	n=271	n=99	n=154	n=96	n=56	n= 676
Ja, Verringerung der Personenzahl	39%	33%	48%	42%	43%	41%
Ja, Vergrößerung der Personenzahl	9%	4%	7%	10%	2%	7%
Nein	50%	57%	44%	48%	55%	50%
weiß nicht	2%	6%	1%	0%	0%	2%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 21 Veränderung der Haushaltsgröße**

<b>Frage: "Um wie viele Personen hat sich ihr Haushalt seit 1997 verringert?"</b>						
Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Nur die 277 Haushalte, bei denen sich die Personenzahl verringerte						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	
Verringerung um ... Personen	n=106	n=33	n=74	n=40	n=24	n=277
1	51%	49%	66%	57%	46%	55%
2	26%	39%	24%	30%	33%	28%
3	15%	12%	6%	10%	17%	12%
4	5%	0%	3%	0%	0%	3%
5	1%	0%	1%	0%	0%	1%
keine Angabe	2%	0%	0%	3%	4%	1%

Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.

**Tabelle 22 Verringerung der Haushaltsgröße**

Frage: "Um wie viele Personen hat sich ihr Haushalt seit 1997 vergrößert?"						
Die %-Angaben beziehen sich auf die Zahl n der Antworten der jeweiligen Gruppen. Nur die 50 Haushalte, bei denen sich die Personenzahl vergrößerte						
	beobachtete Reduktion des Gasverbrauchs 1997 bis 2006					
	keine Reduktion [Kontrollgruppe]	langsam 10 %	≥ 15 bis 24,9 %	≥ 25 bis 34,9 %	≥ 35 %	Durchschnitt aller Befragten ohne k.A.
Vergrößerung um ... Personen	n=25	n=4	n=10	n=10	n=1	n=50
1	48%	50%	40%	80%	100%	54%
2	44%	50%	60%	20%	0%	42%
3	8%	0%	0%	0%	0%	4%
Quelle: Studie "Entwicklung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser bei Einfamilienhäusern" von bremer energie institut. Gefördert von BBR und EWE AG.						

**Tabelle 23 Vergrößerung der Haushaltsgröße**

## Witterungsbereinigung

### Temperaturbereinigung

Innentemperatur 20 Grad Celsius. Heizgrenztemperatur 15 Grad Celsius. Wetterstation Bremen.

**Berechnung nach VDI 3807 Blatt 1 , Ausgabe März 2007**

beheizte Wohnfläche im m<sup>2</sup>=

**140,0**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	gemessener Verbrauch Gas Heizung + Warmwasser (nicht temperaturbereinigt)	Anteil Warmwasser	außentemperaturunabhängiger Anteil (Warmwassser)	außentemperaturabhängiger Anteil (Hzg.)	langjähriges Mittel der Jahresgradtage 1970 bis 2006	Gradtage G 20/15 für das betrachtete Jahr	Korrekturfaktor G <sub>m</sub> /G	witterungsbereinigter Verbrauch, nur Hzg.	gesamter Verbrauch Hzg. + WW, (Hzg: witterungsbereinigt)	spezifischer witterungsbereinigter Endenergieverbrauch
	E <sub>vg</sub>	%	E <sub>vgP</sub>	E <sub>vgH</sub>	G <sub>m</sub>	G	G <sub>m</sub> /G	E <sub>vH</sub>	E <sub>vT</sub>	E <sub>vT'</sub>
	[kWh H <sub>u</sub> ]		[kWh]	[kWh]	K * d/a	K*d/a		[kWh]	[kWh]	[kWh/m <sup>2</sup> a]
		eig. Schätzung	(Sp.2*Sp.3)	(Sp. 2-Sp.4)	Quelle: IWU	Quelle: IWU	Sp.6/Sp.7 [Formel nach VDI 3807]	(Sp. 5*Sp.8)	Sp. 4+Sp.9	eig. Ber. (Sp.10 / beheizte Wohnfläche)
1997	27.428	20,00%	5.486	21.942	3.739	3.714	1,007	22.096	27.582	<b>197,0</b>
1998	25.980	20,00%	5.196	20.784	3.739	3.594	1,040	21.615	26.811	<b>191,5</b>
1999	24.869	20,00%	4.974	19.895	3.739	3.383	1,105	21.984	26.958	<b>192,6</b>
2000	24.465	20,00%	4.893	19.572	3.739	3.291	1,136	22.234	27.127	<b>193,8</b>
2001	24.975	20,00%	4.995	19.980	3.739	3.674	1,018	20.340	25.335	<b>181,0</b>
2002	24.211	20,00%	4.842	19.369	3.739	3.546	1,054	20.415	25.257	<b>180,4</b>
2003	24.247	20,00%	4.849	19.398	3.739	3.672	1,018	19.747	24.596	<b>175,7</b>
2004	23.165	20,00%	4.633	18.532	3.739	3.663	1,021	18.921	23.554	<b>168,2</b>
2005	22.441	20,00%	4.488	17.953	3.739	3.616	1,034	18.563	23.051	<b>164,7</b>
2006	22.256	20,00%	4.451	17.805	3.739	3.405	1,098	19.550	24.001	<b>171,4</b>

Anmerkungen:

Als G<sub>m</sub> wurden abweichend von VDI 3807 nicht die GM-Werte aus VDI 3807 Anhang A verwendet worden, weil diese veraltet den Zeitraum 1950 bis 1970 betreffen.

Quelle IWU = Institut Wohnen und Umwelt. Darmstadt  
Klimadaten deutscher Stationen.  
Darmstadt Nov. 2007.