

## **Verbrauchskennwerte 1996**

### **Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden in der Bundesrepublik Deutschland**

#### **Einleitung**

Energieverbrauchskennwerte (EKW) geben den spezifischen Jahresenergieverbrauch bezogen auf eine Bezugsgröße - in der Regel ein Flächenmaß - an. Sie erlauben die grobe Beurteilung des energetischen Verhaltens eines Gebäudes, die Kontrolle des Energieverbrauchs und den Nachweis von Energie- und Kosteneinsparungen nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen. Energieverbrauchskennwerte stellen also ein wichtiges Hilfsmittel dort dar, wo bei der Bewirtschaftung größerer Gebäudebestände eine rationelle Energieverwendung, Kostensenkungen und eine Verringerung der Umweltbelastung erreicht werden soll.

In der Bundesrepublik Deutschland wurden bisher unterschiedliche Verfahren (Bezugsflächen, Witterungsbereinigung) für die Bildung von Energieverbrauchskennwerten herangezogen, was die Vergleichbarkeit der Daten beschränkt. Von seitens des VDI wurde deshalb mit der VDI 3807 eine Richtlinie erarbeitet, die in Blatt 1 ein einheitliches Verfahren für die Ermittlung von EKW beschreibt.

Bislang fehlten aber noch für die Bundesrepublik Deutschland weitgehend belastbare Daten über Energieverbrauchskennwerte unterschiedlicher Gebäudearten, insbesondere solche, die auf der Grundlage der VDI 3807 Blatt 1 aufgenommen und aufbereitet worden sind. Im Rahmen dieses von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes wurden auf der Grundlage empirischer Daten Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden nach der Methode der VDI-Richtlinie 3807 Blatt 1 ermittelt.

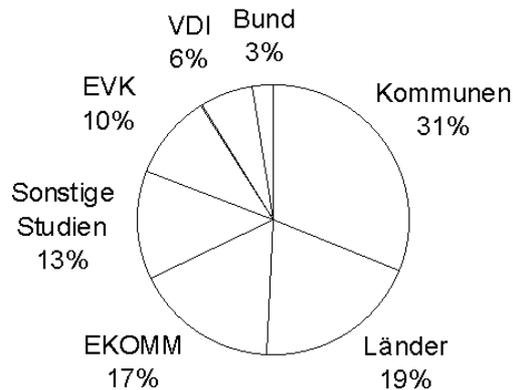
Gegenüber den bislang vorliegenden Untersuchungen zeichnet sich das Projekt dadurch aus, daß:

- Verbrauchsdaten von 7.000 Gebäuden bundesweit gesammelt wurden
- Aktuelle Verbrauchswerte überwiegend aus den Jahren 1992 bis 1994 vorliegen
- eine differenzierte statistische Auswertung der Daten erfolgt und
- das Projekt fortschreibbar angelegt ist

In der Praxis ist die Kenntnis empirisch gewonnener Kennwerte von großer Bedeutung, um die eigenen Gebäudebestände in ihrem energetischen Verhalten beurteilen zu können. Zudem ist das Vorliegen solcher Daten einer breiteren Anwendung des Energiekennwerteverfahrens zuträglich. Beim VDI sind deshalb die Blätter 2 und 3 der Richtlinie 3807 in Arbeit, in denen für die Kennwerte des Energie- und Wasserverbrauchs verschiedener Gebäudearten Mittel- und Richtwerte benannt werden.

Für die Bildung der Energieverbrauchskennwerte wurden Gebäude- und Verbrauchsdaten aus folgenden Quellen genutzt:

- Daten kommunaler öffentlicher Gebäude aus örtlichen Energiekonzepten,
- Daten kommunaler öffentlicher Gebäude, in denen das Energiebewirtschaftungsprogramm ekom eingesetzt wird,
- Daten aus dem Kreis der Mitglieder des VDI-Richtlinienausschusses 3807 Blatt 2.
- Daten von Liegenschaften im Zuständigkeitsbereich von sonstigen Kommunen, Kreisen und Bundesländern
- Daten von Liegenschaften aus sonstigen Untersuchungen



Von den ca. 15.000 zugesagten Objektdaten haben wir etwa 10.000 tatsächlich erhalten. Davon waren 7.340 aus 66 Quellen für Auswertungen verwendbar. Es liegen insgesamt 15.846 Verbrauchsdaten (Wärme 6.286, Strom 5.502, Wasser 4.058) überwiegend aus dem Zeitraum 1992 bis 1994 vor. Dabei handelt es sich vorwiegend um Daten von öffentlichen Gebäuden in Trägerschaft von Bund, Ländern und Gemeinden. Darüber hinaus umfaßt der Gebäudekatalog z.B. auch Verkaufsstätten.

### Datenaufbereitung

Die Verwendung von Verbrauchskennwerten ist im Grunde genommen nur zulässig, wenn die Kennwerten von Gebäuden gleicher Bauweise, technischer Ausstattung und Nutzung miteinander verglichen werden. Für die Bildung von Richt- und Mittelwerten sind zur Zeit aber solch differenzierte Gebäudedaten mit Angaben zur technischen Ausstattung und Nutzung einzelnen Objekte in ausreichendem Maße nicht verfügbar.

<b>Verwaltungsgebäude</b>
Oberste Bundes u. Landes-Behörden, Parlamente
Gerichtsgeb., norm. techn. Ausstatt
Gerichtsgeb., hohe techn. Ausstatt
VW-Geb., norm. techn. Ausstattung
VW-Geb., hohe techn. Ausstattung
Finanzämter
Forstämter
Arbeitsämter
Zollämter
Kommunale Ämter
Polizeipräsidi
Polizeistationen
Rathäuser
<b>Gebäude für wissenschaftliche Lehre- und Forschung</b>
Fachhochschulen Ing.-Wissenschaft
Inst. für Lehre und Forschung
Institutsgebäude 1
Institutsgebäude 2 + 3
<b>Gebäude des Gesundheitswesens</b>
Krankenhäuser
0 bis 250 Betten - Grundversorgung
251 bis 450 Betten - Regelversorg
451 bis 650 Betten - Zentralversorg.
651 bis 1.000 Betten

Max.versorgung über 1.000 Betten
<b>Schulen</b>
Schule mit Turnhalle
Grundschule
Hauptschule
Grund- und Hauptschule
Realschule
Gesamtschule
Gymnasium
Berufsschule
Sonderschule
Kindertagesstätten
Kinderkrippe
<b>Sportbauten</b>
Turn- und Sporthallen
Sporthallen
Turnhallen
Mehrzweckhalle
Schwimmbädern bis 250 m <sup>2</sup>
Schwimmbädern von 251 bis 500 m <sup>2</sup>
Schwimmbädern über 500 m <sup>2</sup>
Hallen- und Freibad
Freizeitbad
Umkleidekabinen/Gebäude
Sportheime
Sportplatzgebäude
Sportplatzanlagen
<b>Gemeinschaftswohnstätten</b>
Jugendzentren
<b>Gebäude für Produktion, Verteilung, Wartung und Lagerung</b>
Straßenmeistereien
Bauhöfe
Feuerwehrrhäuser
Feuerwehrgerätehäuser
Feuerwachen
<b>Gebäude anderer Art</b>
Kirchen/Kapellen
Museen
Büchereien
Gemeinschaftshäuser
Bürgerhäuser
Gemeindehäuser
Vereinshaus
Justizvollzugsanstalten

Tab. 1: Gebäudearten, von denen Kennwerte ermittelt wurden

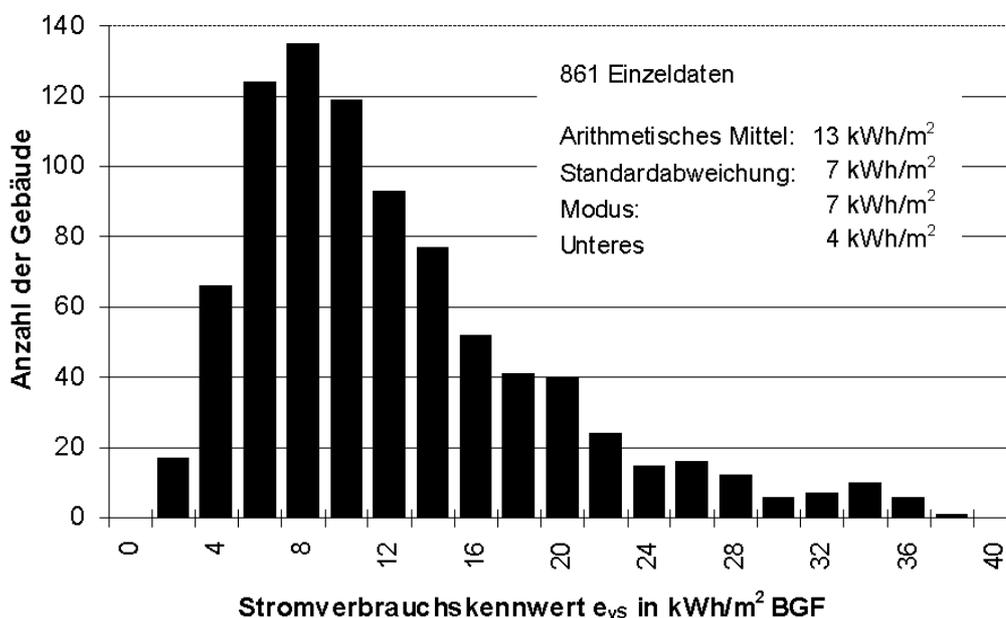
Deshalb erfolgt hilfsweise eine Typisierung von Gebäuden nach Gebäudearten und Gebäudegruppen. Ein Gebäudetyp (z.B. Schule, Verwaltungsgebäude) ist im Normalfall mit einer typischen Bauweise, Gebäudegröße, Nutzung und Ausstattung verbunden. Gerade bei öffentlichen Bauten ist eine gewisse Homogenität feststellbar.

Bei der Typisierung nach Gebäudearten und -gruppen wurde die Systematik des Bauwerkszuordnungskataloges (BWZ) der ARGE BAU (Stand 1991) zugrunde gelegt. Von

den ca. 430 Gebäudearten des BWZ liegen im Rahmen dieser Untersuchung statistisch verwertbare Daten für 57 Gebäudearten vor (Tab. 1).

Als Energiebezugsfläche nach VDI 3807 Blatt 1 wurde die Brutto-Grundfläche Bereich a (BGFa) der Gebäude verwendet. Da nur bei einem Teil der gelieferten Daten die Brutto-Grundfläche angegeben war, erfolgte dort, wo andere Flächenangaben zur Verfügung gestellt wurden, eine Umrechnung auf die Energiebezugsfläche unter Heranziehung von Umrechnungsfaktoren.

Zur Herstellung einer Vergleichbarkeit der Heizenergieverbräuche unterschiedlicher Jahre und unterschiedlicher örtlicher Lagen der Gebäude erfolgte eine Bereinigung nach VDI 3807 Blatt 1. Nur durch den Bezug auf einen Klimastandort werden die aus unterschiedlichen Regionen stammenden Heizenergieverbräuche vergleichbar. Die Heizenergieverbräuche wurden über die GT15 des jeweiligen Standorts auf das langjährige Mittel der GT15 von Würzburg (2.524) bereinigt.

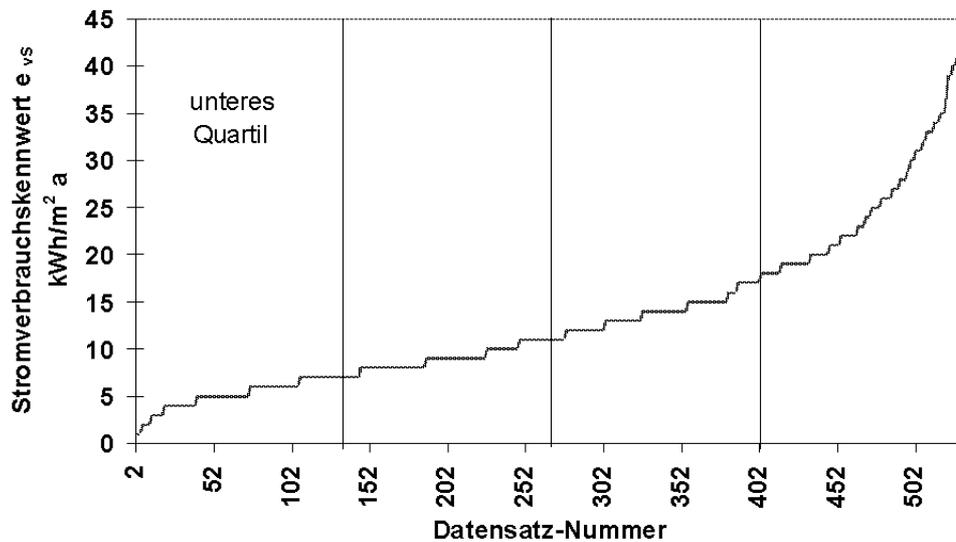


### Auswertung/Methode

Bei der Auswertung der Daten wurden zunächst arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Kennwerte für den spezifischen jährlichen Verbrauch von Heizenergie, Strom und Wasser ermittelt.

Als weiterer und eigentlicher Mittelwert der Verbrauchskennwerte wurde hier aber angesichts der vielfach festzustellenden linksschiefen Häufigkeitsverteilung klassifizierter Verbrauchskennwerte der Modalwert (häufigster Wert, dichtester Wert, Modus  $x_d$ ) der klassifizierten Verbrauchskennwerte der Gebäude in einer Gruppe bestimmt.

Die Verwendung des arithmetischen Mittelwertes führt, da er in der Regel höher liegt, zu einem falschen (überhöhten) Orientierungswert



Als Richtwert im Sinne von VDI 3807 Blatt 1 wurde zudem der untere Quartilmittelwert ermittelt. Dieser Kennwert ist als Richtwert geeignet, da er empirisch belegbar ist (es gibt tatsächlich Gebäude mit diesem Kennwert) und weil eine theoretische Bestimmung von Zielwerten ansonsten methodisch problematisch ist.

Der unterer Quartilmittelwert ergibt sich als arithmetisches Mittel der unteren 25% aller Daten der aufsteigend sortierten Kennwerte (ohne 0-Werte).

Die Auswertung erfolgte unter Verwendung eines eigens für diese Untersuchung entwickelten Programmes.

## Ergebnisse

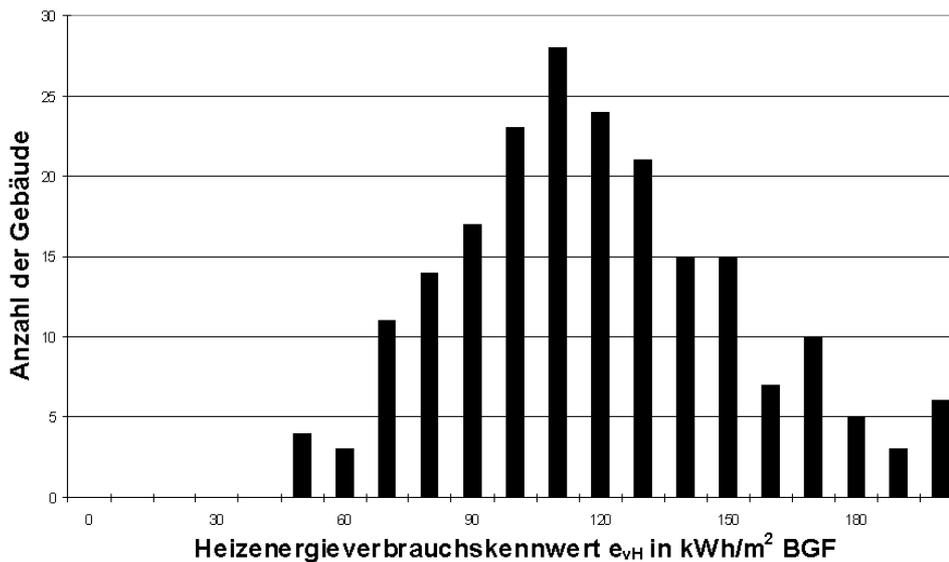
Als Ergebnis dieser Untersuchung werden zunächst die Verbrauchskennwerte Wärme, Strom und Wasser in tabellarischen Übersichten dokumentiert. Die Tabellen weisen in den einzelnen Spalten die folgenden Merkmale auf:

BWZ	Gebäudegruppe	Stichprobe Umfang	Arithm. Mittel	Unteres Quartils-mittel	Modus	Standard-abwei-chung	Flächen-durch-schnitt
		Anzahl	kWh/m² BGF				m² BGF
1200	Gerichtsgebäude	206	107	77	105	35	7.390
1300	Verwaltungsgebäude	1.134	118	67	111	50	5.740

Tab. 2: Heizenergieverbrauchskennwerte  $e_{vH}$

Die Häufigkeitsverteilungen der Verbrauchskennwerte geben weiteren anschaulichen Aufschluß über die statistischen Kenngrößen hinaus. Die Form der Verteilung erlaubt Aussagen zu:

- Einheitlichkeit einer Gebäudeart hinsichtlich Ausstattung und Nutzung
- Ausmaß von Bewirtschaftung und Controlling



So weist z.Bsp. die Häufigkeitsverteilung der Heizenergieverbräuche von Gerichtsgebäuden (Abb. 4) auf sehr einheitliche Nutzung hin. Die fast spiegelbildliche Verteilung der Verbrauchskennwerte um den Modalwert herum bei Fehlen von Ausreißern ist Zeichen eines effektiven Energiecontrollings. Demgegenüber ist bei der Häufigkeitsverteilung von Heizenergieverbrauchskennwerten von Gemeinschaftshäusern eine Überlagerung verschiedener Verteilungskurven erkennbar, womit unterschiedliche Ausstattungsstandards und Nutzungsintensitäten zum Ausdruck kommen. Erkennbar ist eine Vielzahl von Ausreißern im oberen Bereich.

Die mittleren Heizenergieverbrauchskennwerte liegen im Niveau 30 bis 40% unter den bislang bekannten Werten. Das ist - wegen der Verwendung von Modalwerten als Mittelwerten - teilweise methodisch bedingt, teilweise aber auch Ausdruck von erfolgreichen Sporbemühungen. Gleichwohl sind auch immer noch erhebliche Einsparpotentiale erkennbar.

Bei den Stromverbrauchskennwerten ist infolge der Unterschiede bei der Ausstattung (EDV, RLT-Anlagen etc.) und Nutzung eine größere Streuung zu verzeichnen. Bei den Häufigkeitsverteilungen wird vielfach das Bestehen von Untergruppen innerhalb einer Gebäudeart erkennbar. Gegenüber früheren Untersuchungen sind bei den Stromverbrauchskennwerten zwei Tendenzen erkennbar: bei den niedrig technisierten Gebäuden sind geringfügige Einsparungen zu verzeichnen und die Bedeutung technisch höher ausgestatteter Gebäude mithin auch die der Stromverbrauchskennwerte steigt. Die Wasserverbrauchskennwerte unterliegen erheblichen Streuungen. Das hängt einmal mit dem Bezug auf die BGF zusammen, der Unterschiede z.B. bei Bewässerung im Außenbereich nicht angemessen berücksichtigt. Gerade der Verlauf der Häufigkeitsverteilungen mit den vielen Ausreißern bestätigt aber auch die an anderer Stelle gemachte Erfahrung, daß der sparsame und rationelle Umgang mit Wasser noch eine vergleichsweise neue Entwicklung ist.



Den vollständigen Forschungsbericht sowie weitere Informationen können Sie anfordern