
Verbrauchskennwerte 1999

Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland



Forschungsbericht der
ages GmbH, Münster

Kurzfassung

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.

Im Rahmen dieses Projektes werden auf der Grundlage empirischer Daten Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden nach der Methode der VDI-Richtlinie 3807 Blatt 1 ermittelt.

Die Bildung der Kennwerte erfolgt für unterschiedliche Gebäudearten und Gebäudegruppen.

Das Projekt zeichnet sich gegenüber dem Vorgängerbericht dadurch aus, dass

- mit Verbrauchswerten aus den Jahren 1997 und 1998 eine aktuellere Datenbasis zu Grunde liegt,
- der Datenumfang mit ca. 11.400 Objektdaten und mehr als 26.000 Verbrauchsdaten um ca. 50 % vergrößert werden konnte und
- die Anzahl der Datenquellen sich ebenfalls um mehr als 50 % vergrößert hat, was eine verbesserte Repräsentativität ermöglicht.

Weitere Kernpunkte des Projektes sind:

- Vergleich der Kennwerte 1996/1999
- Detaillierte Vergleiche verschiedener Schulformen und -arten

Die Angabe der Energieverbrauchskennwerte für Wärme, Strom und Wasser erfolgt in einer groben Gliederung nach 42 Gebäudegruppen und in einer feineren Auflösung nach 75 Gebäudearten. Je nach Datenmaterial folgen weitere Auswertungen der elektrischen Leistungskennwerte, Kennwerte in Abhängigkeit von Gebäudeflächen, Baualter und Energieträger, Häufigkeitsverteilungen der Gebäudeflächen u. a. Zudem sind Umrechnungsfaktoren für unterschiedliche Flächenangaben sowie verschiedene Bauwerkszuordnungskataloge aufgeführt.

Für die Bildung von Energieverbrauchskennwerten werden die folgenden Datenbestände genutzt:

- Gebäude- und Verbrauchsdaten kommunaler öffentlicher Gebäude aus örtlichen Energiekonzepten,
- Gebäude- und Verbrauchsdaten kommunaler öffentlicher Gebäude, in denen das Energiebewirtschaftungsprogramm **EKOMM** eingesetzt wird,
- Gebäude- und Verbrauchsdaten von Liegenschaften im Zuständigkeitsbereich von sonstigen Kommunen, Kreisen, Bund und Bundesländern,
- Gebäude- und Verbrauchsdaten von Energieversorgungsunternehmen,
- Gebäude- und Verbrauchsdaten von Liegenschaften aus sonstigen Untersuchungen.

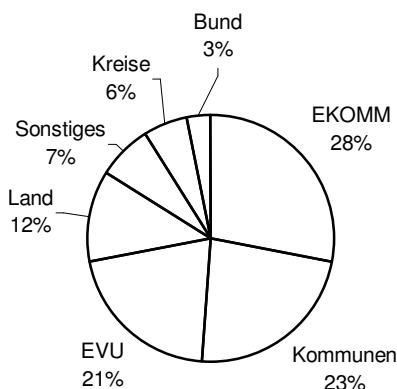


Abb. 1: Datenherkunft nach Quellen

Von den ca. 17.000 zugesagten Objektdaten konnten schließlich über 11.000 Objektdaten aus 119 Quellen mit insgesamt mehr als 26.000 Verbrauchswerten der Medien Wärme (9.566), Strom (9.746) und Wasser (6.751) in die Auswertung mit einbezogen werden konnten.

Datenaufbereitung

Die Verwendung von Verbrauchskennwerten ist im Grunde genommen nur zulässig, wenn die Kennwerte 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.

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.

Als Energiebezugsfläche nach VDI 3807 Blatt 1 wird die Bruttogrundfläche Bereich a (BGFa) der Gebäude verwendet. Dort, wo nur andere Flächenangaben zur Verfügung gestellt wurden, erfolgt eine Umrechnung auf die Energiebezugsfläche unter Heranziehung von Umrechnungsfaktoren.

Zur Herstellung einer Vergleichbarkeit der Heizenergieverbräuche unterschiedlicher Jahre und unterschiedlicher örtlicher Lagen der Gebäude erfolgt eine Bereinigung nach VDI 3807 Blatt 1. Nur durch den Bezug auf einen Klimastandort werden die aus unterschiedlichen Regionen stammenden Heizenergieverbräuche vergleichbar. Die

Heizenergieverbräuche werden über die GT15 des jeweiligen Standorts auf das langjährige Mittel der GT15 von Würzburg (2.524) bereinigt.

Auswertung/Methode

Für die Auswertung der Daten werden der **Stichprobenumfang**, das **arithmetische Mittel**, das **untere Quartilmittel**, der **Modalwert** (häufigster Wert, dichtester Wert, Modus x_d), die **Standardabweichung** und der **Flächendurchschnitt** der Kennwerte für den spezifischen jährlichen Verbrauch von Heizenergie, Strom und Wasser für unterschiedliche Gebäudegruppen und -arten ermittelt.

Für die statistische Auswertung bleiben alle Kennwerte mit 0 und die obersten 5 % der Kennwerte unberücksichtigt.

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

Ergebnisse

Bei der hier vorgenommenen Bildung von Verbrauchskennwerten wird nach Gebäudearten und Gebäudegruppen unterschieden. Dahinter steht der Grundgedanke, dass mit der Zuordnung eines Gebäudes zu einer Gebäudeart wesentliche Bestimmungsgründe der Energie- und Wasserverbräuche erfasst werden. Tatsächlich lässt sich feststellen, dass die Gebäude einer Gebäudeart hinsichtlich Nutzung, Ausstattung und Gebäudegröße ähnlich sind. Voraussetzung dafür ist aber, dass Gebäudetypen gebildet werden, die bezogen auf die wesentlichen, den Energie- und Wasserverbrauch bestimmenden Randbedingungen (Nutzungsintensität, Ausstattungsintensität, Gebäudegröße) ausreichend gleichartig sind.

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:

Tab. 2: Heizenergieverbrauchskennwerte e_{vH}							
BWZ	Gebäudegruppe	Stichproben-Umfang	Arithm. Mittel	Unteres Quartilmittel	Modus	Standardabweichung	Flächendurchschnitt
		Anzahl	kWh/m ² BGF				m ² BGF
1200	Gerichtsgebäude	239	91	62	95	35	7.823

Die Häufigkeitsverteilungen der Verbrauchskennwerte, die im Anhang graphisch dargestellt sind, 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

Eine spiegelbildliche Verteilung der Energieverbrauchskennwerte um den Modalwert herum (Normalverteilung) weist auf eine sehr einheitliche Nutzung hin. Das Fehlen von Ausreißern ist Zeichen eines effektiven Energiecontrollings. Hingegen deuten stark gestreute Verteilungen und Überlagerungen verschiedener Verteilungskurven („Untergruppen“) auf inhomogene Gebäudegruppen bzw. -arten mit unterschiedlichen Ausstattungsstandards und Nutzungsintensitäten hin.

Bei dem Vergleich der Kennwerte 1996 und 1999 zeigen sich teilweise Differenzen. Insgesamt ist eine Erhöhung der arithmetischen Mittel um ca. 12 % erkennbar.

Generell sind einige Aspekte beim Vergleich der Kennwerte von 1999 und 1996 zu beachten.

- Die Erhöhung der Kennwerte hat einen Grund in der Tatsache, dass die Daten im Vergleich zu 1996 in verstärktem Maße von kleineren Kommunen stammen, die zudem erst am Anfang des Energiemanagements stehen.
- Wegen der größeren Anzahl kleinerer Kommunen hat der Anteil von kleineren Gebäuden zugenommen, was eine Reduzierung des Flächendurchschnitts zur Folge hat. Ein geringerer Flächendurchschnitt bedeutet in der Regel einen Anstieg der Heizenergieverbrauchskennwerte.
- In der Regel hat sich der Stichprobenumfang vergrößert, was bei der Auswertung zu belastbareren Ergebnissen führt, so dass die 99er Werte im Zweifelsfalle zu bevorzugen sind.

Weiterhin werden die elektrischen Leistungskennwerte für einige Gebäudegruppen und –arten dargestellt, welche das bei den Stromverbrauchskennwerten gewonnene Bild weitgehend bestätigen.

Des Weiteren werden – sofern es die Datenlage erlaubt – u. a. Auswertungen vorgenommen, die den Einfluss des Baualters, der Flächengröße, des verwendeten Energieträgers und den Zusammenhang zwischen Heizenergieverbrauchskennwert und Stromverbrauchskennwert untersuchen.

In einem eigenen Abschnitt werden die Kennwerte von Schulen unter Berücksichtigung der Ausstattung (Schule mit TH, Schule mit Schwimmhalle etc.) und unter Berücksichtigung der Schulform (Grundschule, Hauptschule etc.) ausgewertet.

Beim Vergleich der Schulformen zeigt sich der deutliche Einfluss der Gebäudegrößen auf die Kennwerte. So weisen z. B. die Grundschulen den höchsten Heizenergieverbrauchskennwert auf, was aufgrund des kleinsten Flächendurchschnitts zu erwarten ist. Entsprechend der geringeren technischen Ausstattung der Grundschulen im Gegensatz zu anderen Schulen ist hingegen ihr Stromverbrauchskennwert am geringsten.

Dem Anspruch auf umfassende Lieferung von Kennwerten für den öffentlichen Bereich wird mit der Auswertung von Kennwerten für Straßenbeleuchtungen Rechnung getragen.

Wir haben in den letzten Jahren viele Anfragen zu Kennwerten von Gebäuden und Einrichtungen aus diversen Branchen erhalten. Mit dieser ersten Fortschreibung des Kennwerteberichtes erweitern wir die Ausweisung von Kennwerten auf andere Branchen.

Ein eigenes Kapitel ist deshalb den Verbrauchskennwerten von Hotels gewidmet.

In Zukunft soll der Kennwertebericht alle 2 Jahre aktualisiert und erweitert werden.

Den vollständigen Forschungsbericht sowie weitere Informationen erhalten Sie über:



ages GmbH Klosterstr. 3 48143 Münster
Tel.: 02 51 / 484 78 10 Fax: 02 51 / 484 78 40
e-mail: KW99@ages-gmbh.de <http://www.ages-gmbh.de>

Für nachfolgende Gebäudegruppen und –arten, nummeriert entsprechend der Systematik des Bauwerkszuordnungskataloges (BWZ) der ARGE BAU (Stand 1991), liegen Daten in statistisch verwertbarem Umfang vor.

Gebäudegruppen

1200	Gerichtsgebäude	Krankenhäuser 0 bis 250 Betten Grundversorgung
1300	Verwaltungsgebäude	Krankenhäuser 251 bis 450 Betten – Regelvers.
2000	Geb. für wiss. Lehre und Forschung	Krankenhäuser 451 bis 650 Betten – Zentralvers.
3200	Krankenhäuser (Bettenzahl)	Krankenhäuser 651 bis 1.000 Betten – Maximalvers.
	Schulen gesamt (o. Schwimmhallen)	Krankenhäuser über 1.000 Betten
	Schulen mit Schwimmhalle	Grundschulen
	Schulen mit Turnhalle	Grundschulen mit Turnhalle
	Schulen nur Schulgebäude	Hauptschulen
	Schul- und Berufsschulzentren	Hauptschulen mit Turnhalle
	Grundschulen gesamt (o. Schwimmhallen)	Grund-/Hauptschulen
	Hauptschulen gesamt (o. Schwimmhallen)	Grund-/Hauptschulen mit Turnhalle
	Realschulen gesamt (o. Schwimmhallen)	Realschulen
	Gymnasien gesamt (o. Schwimmhallen)	Realschulen mit Turnhalle
	Gesamtschulen gesamt (o. Schwimmhallen)	HS/RS (auch Regel-, Mittelschulen)
	Berufsschulen gesamt	HS/RS (auch Regel-, Mittelschulen) mit TH
	Sonderschulen gesamt (o. Schwimmhallen)	Gymnasien
	GS/HS u. GS/HS/RS gesamt (o. Schwimmhallen)	Gymnasien mit Turnhalle
	Haupt-/Realschulen gesamt (o. Schwimmhallen)	Gesamtschulen
	Kindertagesstätten	Gesamtschulen mit Turnhalle
	Kindergärten	Berufsschulen
4500	Weiterbildungseinrichtungen	Berufsschulen mit Turnhalle
5110	Turn- /Sporthallen	Berufsschulzentren
5130	Mehrzweckhallen	Sonderschulen
5210	Hallenbäder	Sonderschulen mit Turnhalle
	Sportplatzgebäude	Schulzentren
	Sportanlagen, -plätze, -zentren	Pavillons
	Freibäder (Beckenoberfläche)	Musikschulen
	Wohnnutzung	Volkshochschulen
6200	Wohnheime	Turnhallen < 1000
6300	Gemeinschaftsunterkünfte	Turn- und Sporthallen 1000-2000
6400	Betreuungseinrichtungen	Turn- und Sporthallen > 2000
6500	Verpflegungseinrichtungen	Hallenbäder/Schwimmhallen 250-500
6600	Beherbergungseinrichtungen	Hallenbäder/Schwimmhallen > 500
7300	Werkstätten	Sportplatzgebäude
7500	Gebäude für Lagerung	Umkleidegebäude
7700	Geb. für öffent. Bereitschaftsdienste	5330 Sportheime
7760	Feuerwehren	Sportanlagen
9140	Veranstaltungsgebäude	Freibäder > 1000
	Gemeinschaftshäuser	Freizeitbäder
9600	Justizvollzugsanstalten	6100 Wohnhäuser
9700	Friedhofsanlagen	Wohnungen
	Toilettenhäuser	Wohnheime, Internate
		Unterkünfte
		Obdachlosen-/Allg.Asyle

Gebäudearten

	Oberste Bu- u. La-Behörden, Parlamente	6420	Altentagesstätten, Altenzentren
1200	Gerichtsgebäude	6430	Jugendzentren
	Gerichtsgebäude norm. techn. Ausstattung		Straßen-, Autobahnmeistereien
	Gerichtsgebäude hohe techn. Ausstattung	7740	Bauhöfe
1300	Verwaltungsgebäude		Feuerwehrhäuser
1310	Verwaltungsgebäude normal		Feuerwachen
	Forstämter		Feuerwehrgerätehäuser
1313	Rathäuser	9120	Ausstellungsgebäude
1315	Finanzämter	9130	Bibliotheksgebäude
1320	Verwaltungsgebäude mit techn. Zusatznutzung	9144	Stadthallen
1341	Polizeipräsidien, -direktionen	9151	Bürgerhäuser, Dorfgemeinschaftshäuser
1342	Polizeiinspektionen, -kommissariate, -reviere		Vereinshäuser/-räume
	Polizei(autobahn)stationen, -posten, Schutzber.		Friedhof-Friedhöfe
	Institute für Sprache, Kultur, Wirtschafts- und Ges.		Friedhof-Aussegnungshallen
	Fachhochschulen		Friedhof-Leichenhallen
			Friedhof-Friedhofskapellen

Vorwort

1. Kurzfassung des Gesamtvorhabens und Problemstellung

2. Arbeitsablauf

- 2.1 Datenherkunft
- 2.2 Datenbestand
- 2.3 Merkmale
- 2.4 Datenaufbereitung
 - 2.4.1 EDV Programm „KENNWERT“
 - 2.4.2 Witterungsbereinigung
 - 2.4.3 Bauwerkszuordnung
 - 2.4.4 Flächenumrechnung

3. Auswertung/Methode

4. Ergebnisse

- 4.1 Kennwerte nach Gebäudegruppen
 - 4.1.1 Heizenergieverbrauchskennwerte nach Gebäudegruppen
 - 4.1.2 Stromverbrauchskennwerte nach Gebäudegruppen
 - 4.1.3 Wasserverbrauchskennwerte nach Gebäudegruppen
 - 4.1.4 Heizenergieverbrauchskennwerte nach Gebäudegruppen - Interpretation der Daten
 - 4.1.5 Stromverbrauchskennwerte nach Gebäudegruppen - Interpretation der Daten
 - 4.1.6 Wasserverbrauchskennwerte nach Gebäudegruppen - Interpretation der Daten
- 4.2 Kennwerte nach Gebäudearten
 - 4.2.1 Heizenergieverbrauchskennwerte nach Gebäudearten
 - 4.2.2 Stromverbrauchskennwerte nach Gebäudearten
 - 4.2.3 Wasserverbrauchskennwerte nach Gebäudearten
 - 4.2.4 Verbrauchskennwerte nach Gebäudearten - Interpretation der Daten
- 4.3 Elektrische Leistungskennwerte
 - 4.3.1 Elektrische Leistungskennwerte nach Gebäudegruppen
 - 4.3.2 Elektrische Leistungskennwerte nach Gebäudearten
- 4.4 Vergleich der Kennwerte 1996 und 1999
 - 4.4.1 Exemplarischer Vergleich einiger Gebäudegruppen
 - 4.4.2 Exemplarischer Vergleich einiger Gebäudearten
- 4.5 Verbrauchskennwerte nach Gebäudefläche
- 4.6 Flächenverteilung (BGF)
- 4.7 Kennwertevergleich verschiedener Schularten
 - 4.7.1 Heizenergieverbrauchskennwerte Schulen
 - 4.7.2 Stromverbrauchskennwerte Schulen
 - 4.7.3 Wasserverbrauchskennwerte Schulen
 - 4.7.4 Verbrauchskennwerte verschiedener Schularten und –formen Interpretation der Daten
- 4.8 Heizenergieverbrauchskennwerte in Abhängigkeit des Baualters
- 4.9 Heizenergieverbrauchskennwert in Abhängigkeit der Vollbenutzungsstunden
- 4.10 Stromverbrauchskennwert in Abhängigkeit der Vollbenutzungsstunden
- 4.11 Elektrischer Leistungskennwert in Abhängigkeit der Vollbenutzungsstunden
- 4.12 Elektrischer Leistungskennwert in Abhängigkeit des Stromverbrauchskennwertes
- 4.13 Heizenergieverbrauchskennwert in Abhängigkeit des Stromverbrauchskennwertes
- 4.14 Energieträgerverteilung des Heizenergieverbrauchs
- 4.15 Heizenergieverbrauchskennwerte differenziert nach Energieträgern

5. Benchmarking und Controlling im Hotelgewerbe

- 5.1 Einführung
- 5.2 Controlling des Energie- und Wasserverbrauchs bei Hotelbetrieben
- 5.3 Benchmarking mit Verbrauchskennwerten

6. Energieeinsparpotenziale in Krankenhäusern

7. Straßenbeleuchtung

- 7.1 Auswertung und Interpretation
 - 7.1.1 Datenbestand
 - 7.1.2 Verbrauchskennwert bezogen auf die Einwohnerzahl
 - 7.1.3 Verbrauchskennwert pro Leuchte
 - 7.1.4 Leistung pro Leuchte
 - 7.1.5 Brenndauer
 - 7.1.6 Verbrauchskennwert pro m Straßenlänge

8. Fortführung/Perspektiven