

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Referenzlastprofile von Wohngebäuden für Strom,  
Heizung und Trinkwarmwasser sowie  
Referenzerzeugungsprofile für Fotovoltaikanlagen

VDI 4655

Reference load profiles of residential buildings for  
power, heat, and domestic hot water as well as  
reference generation profiles for photovoltaic plants

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note .....	2
Einleitung.....	2	Introduction .....	2
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>3</b>	<b>1 Scope .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe.....</b>	<b>3</b>	<b>2 Terms and definitions .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Formelzeichen, Abkürzungen und Indizes .....</b>	<b>6</b>	<b>3 Symbols, abbreviations, and indices.....</b>	<b>6</b>
<b>4 Bilanzgrenzen .....</b>	<b>7</b>	<b>4 System boundaries .....</b>	<b>7</b>
<b>5 Einfluss des Gebäudestandorts .....</b>	<b>10</b>	<b>5 Influence of building site.....</b>	<b>10</b>
5.1 Aufteilung der Testreferenzjahre in Typtagkategorien für Bestandsgebäude.....	13	5.1 Division of the test reference years into typical-day categories for existing buildings .....	13
5.2 Aufteilung der Testreferenzjahre in Typtagkategorien für Niedrigenergiehäuser .....	13	5.2 Division of the test reference years into typical-day categories for low-energy houses .....	13
<b>6 Anwendung der Richtlinie .....</b>	<b>14</b>	<b>6 Application of the standard.....</b>	<b>14</b>
6.1 Festlegung des Gebäudetyps.....	16	6.1 Specification of building type.....	16
6.2 Festlegung des Jahresenergiebedarfs .....	16	6.2 Specification of annual energy demand.....	16
6.3 Zuordnung des Gebäudestandorts .....	17	6.3 Allocation of building site .....	17
6.4 Ermittlung des Lastprofils für einen Typtag aus dem Referenzlastprofil .....	19	6.4 Determination of the load profile for a typical day from the reference load profile..	19
6.5 Ermittlung des Jahresenergiebedarfs.....	21	6.5 Determination of annual energy demand.....	21
6.6 Zusammenstellung mehrtägiger Lastgänge.....	21	6.6 Generation of load profiles over several days.....	21
<b>7 Berücksichtigung von Fotovoltaikanlagen.....</b>	<b>21</b>	<b>7 Consideration of photovoltaic systems .....</b>	<b>21</b>
<b>8 Beispielhafte Anwendung der Richtlinie .....</b>	<b>25</b>	<b>8 Example application of the standard.....</b>	<b>25</b>
8.1 Kenndaten „Haus“ und „Belegung“ .....	25	8.1 Characteristics “house” and “occupancy” ...	25
8.2 Feststellung des Jahresenergiebedarfs.....	25	8.2 Determination of annual energy demand.....	25
8.3 Zuordnung des Gebäudestandorts .....	26	8.3 Allocation of building site .....	26
8.4 Ermittlung der Tagesenergiebedarfe .....	26	8.4 Determination of daily energy demand values.....	26
8.5 Ermittlung der Tagesbedarfsgänge aus den Referenzlastprofilen.....	27	8.5 Determination of daily demand curves from the reference load profiles.....	27
<b>9 Faktoren zur Berücksichtigung des Gebäudestandorts.....</b>	<b>29</b>	<b>9 Factors allowing consideration of the building site.....</b>	<b>29</b>
9.1 Faktoren zur Berücksichtigung des Gebäudestandorts für Bestandsgebäude.....	29	9.1 Factors allowing consideration of the building site for existing buildings .....	29
9.2 Faktoren zur Berücksichtigung des Gebäudestandorts für Niedrigenergiehäuser .....	36	9.2 Factors allowing consideration of the building site for low-energy houses .....	36
<b>Anhang Daten auf der CD-ROM.....</b>	<b>42</b>	<b>Annex Data on the CD-ROM.....</b>	<b>42</b>
Schrifttum .....	52	Bibliography .....	52

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Energietechnik

VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/4655](http://www.vdi.de/4655).

## Einleitung

Die Versorgung von Wohngebäuden mit Strom und Wärme für Heizung und Trinkwarmwasser erfolgt zunehmend durch immer komplexere Systeme. Über Gesetze und Verordnungen ist zudem vorgeschrieben, wie und mit welchen Anteilen Energie aus erneuerbaren Quellen eingesetzt werden muss. Für die Dimensionierung der einzelnen Anlagen gibt es Regelwerke in Form von Richtlinien und Normen, für die Dimensionierung von beliebig zusammengestellten Systemen ist das jedoch noch nicht der Fall. Für die Optimierung solcher Energieversorgungssysteme ist es notwendig, das Nutzerverhalten zu berücksichtigen. Dem Richtlinienausschuss wurden existierende ein- bis zweijährige Messdaten von Ein- und Mehrfamilienhäusern zur Verfügung gestellt – Strom-, Heizwärme- und Trinkwarmwasserlastgänge. Die Messdaten von Ein- und Zweifamilienhäusern liegen als Minutenmittelwerte, die Messdaten von Mehrfamilienhäusern als 15-Minuten-Mittelwerte vor. Im Rahmen der turnusmäßigen Überarbeitung der Richtlinie wurden zusätzlich Zwei-Sekunden-Messdaten von fünf Einfamilienhäusern im Bestand und fünf Niedrigenergiehäusern vom DLR Institut für Vernetzte Energiesysteme (siehe Forschungsvorhaben NOVAREF [1]) bereitgestellt. Aus diesen Messdaten wurden Referenzlastprofile für Bestandsgebäude und Niedrigenergiegebäude für zehn Typtagkategorien generiert.

Diese Richtlinie soll der Optimierung der Auslegung und des Zusammenspiels von Energieversorgungsanlagen und Speichern für Ein- und Mehrfamilienhäuser dienen, um die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des Systems zu verbessern. Energie-

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/4655](http://www.vdi.de/4655).

## Introduction

The systems used to supply electricity and heat for space heating and domestic hot water to residential buildings are becoming more and more complex. Furthermore, acts and ordinances stipulate how to use renewable energy sources, and in what fractions. Regulations in the form of standards are available for the dimensioning of the individual systems; however, this is not yet the case for the dimensioning of any combination of systems. For the optimization of such energy supply systems, it is necessary to consider the user behaviour. The Standard Committee was provided with existing measured data for single- and multi-family houses, namely load curves for electricity, heat for space heating, and heat for domestic hot water, over periods of one to two years. The measured data for detached houses and pairs of semi-detached houses are available as one-minute averages, those for multi-family houses as 15-minute averages. In the course of the periodic revision of the standard, the DLR Institut für Vernetzte Energiesysteme (DLR Institute of Networked Energy Systems) additionally provided two-second measured data for five existing single-family houses and five low-energy houses (see research project NOVAREF [1]). From this measured data, reference load profiles for existing buildings and low-energy buildings were generated for ten typical-day categories.

This standard is intended for the optimization of the design and coordination of energy supply systems and storage systems for single- and multi-family houses in order to improve the energy performance and economic efficiency of the system.

versorgungsanlagen und Speicher im Sinne dieser Richtlinie können sein: NT- und BW-Kessel, BHKW, KWK-Anlagen, Wärmepumpen, Solarthermieanlagen, Fotovoltaikanlagen, Windkraftanlagen, Warmwasserspeicher, Batteriespeicher u.Ä.

Analyse und Auswertung der Messdaten sowie die Ermittlung von Referenzlastprofilen wurden vom Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. und vom DLR Institut für Vernetzte Energiesysteme geleistet. Die Ergebnisse der Auswertung fließen in die Richtlinie ein.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie findet Anwendung für die Deckung des Bedarfs von Strom, Heizwärme und Trinkwassererwärmung in Wohngebäuden. Für Einfamilienhäuser existieren Datensätze für Bestandsgebäude und Niedrigenergiehäuser, für Mehrfamilienhäuser nur im Bestand. Der Geltungsbereich erstreckt sich bei Einfamilienhäusern auf eine maximale Anzahl von sechs Personen und bei Mehrfamilienhäusern auf bis zu 25 Wohneinheiten. Zusätzlich sind Datensätze für die Stromerzeugung aus Fotovoltaikanlagen enthalten.

Diese Richtlinie bietet mit Referenzlastprofilen Grundlagen und ein Instrumentarium für die Auslegung von Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen, z.B. Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmepumpen, Fotovoltaik, Solarthermie, in Wohngebäuden und ihrer Wirtschaftlichkeitsberechnung. Hieraus können unter anderem Prüfbedingungen für die Ermittlung des Nutzungsgrads, Auslegungskriterien und Verfahren zum Testen abgeleitet werden. Ebenso kann diese Richtlinie für Simulationen und Auslegungsberechnungen, z.B. für Wärme- und Stromspeicher, herangezogen werden. Betriebszeiten und Betriebszyklen lassen sich zur Bestimmung von Lebensdauer und Wartungsintervallen nutzen.

Energy supply systems and storage systems as defined by this standard can be low-temperature and condensing boilers, block-type CHP units, CHP systems, heat pumps, solar thermal systems, photovoltaic systems, wind turbines, hot-water storage tanks, battery storage systems, and the like.

The analysis and evaluation of the measured data as well as the determination of reference load profiles were performed by the “Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.” (Gas and Heat Institute Essen) and by DLR Institute of Networked Energy Systems. The results of the evaluation are incorporated into the standard.

## 1 Scope

This standard applies to the coverage of the demand for electricity, heat for space heating, and heat for domestic hot water in residential buildings. Data records are available for existing buildings and low-energy houses in the case of single-family houses, and only for existing buildings in the case of multi-family houses. The standard is valid for single-family houses with a maximum of six occupants and multi-family houses of up to 25 residential units. Additionally, data records for electricity generation by photovoltaic systems are included.

This standard provides reference load profiles which serve as a basis and tool for the design of electricity and heat generators, e.g., combined heat and power systems, heat pumps, photovoltaic systems, solar thermal systems, in residential buildings and for their economic efficiency calculation. Among other things, test conditions for the determination of the system efficiency, design criteria, and test procedures can be derived from it. This standard can also be used for simulations and design calculations, e.g., for heat and power storage systems. Operating times and operating cycles can be used to determine service lives and maintenance intervals.