

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Wirtschaftlichkeit
gebäudetechnischer Anlagen
Energieaufwand für die Erzeugung
Economic efficiency of
building services installations
Energy effort for generation

VDI 2067

Blatt 40 / Part 40

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	3	Introduction	3
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Normative Verweise	6	2 Normative references	6
3 Begriffe	7	3 Terms and definitions	7
4 Formelzeichen und Indizes	14	4 Symbols and indices	14
5 Wärmeerzeuger und ihre Kenngrößen	16	5 Heat generators and their characteristics	16
5.1 Allgemeines	16	5.1 General	16
5.2 Ausgangsdaten für eine energetische Bewertung	17	5.2 Input data for energy performance evaluation	17
5.3 Nutzungsgradkennlinie	25	5.3 Utilisation-ratio curve	25
5.4 Bewertungsgrößen bei quasistationärem Betrieb	28	5.4 Evaluation quantities for quasi-steady state operation	28
5.5 Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen zur raumweisen Beheizung	31	5.5 Distributed heat generator systems for individual space heating	31
6 Kältemaschinen	31	6 Chillers	31
6.1 Allgemeines	31	6.1 General	31
6.2 Bedarf der Kältemaschine	32	6.2 Chiller demand	32
6.3 Bewertungsgrößen	32	6.3 Evaluation quantities	32
7 Vom Bedarf zum Energieaufwand der Erzeugung	33	7 From the demand to the energy effort for generation	33
7.1 Kessel mit einstufig geschaltetem Brenner (An-Aus-Betrieb nach Abschnitt 5.1)	33	7.1 Boilers with single-stage burner (on/off operation as per Section 5.1)	33
7.2 Pufferspeicher in Kombination mit Wärmeerzeugern	35	7.2 Buffer storage tank combined with heat generators	35
7.3 Kessel mit mehrstufigem oder modulier- rendem Brenner oder mit modulierender Feuerungsführung	36	7.3 Boilers with multi-stage or modulating burner or with modulating furnace control	36
7.4 Elektrozentralheizkessel	37	7.4 Electric central-heating boilers	37
7.5 Wärmepumpen	37	7.5 Heat pumps	37
7.6 Blockheizkraftwerke	37	7.6 Combined heat and power systems	37

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik
VDI-Handbuch Ressourcenmanagement in der Umwelttechnik

	Seite		Page
7.7 Anlagen zur solaren Heizungsunterstützung (Solaranlagen)	38	7.7 Systems for solar heating support (solar heating systems)	38
7.8 Fernwärmeübergabestationen.	38	7.8 District heat transfer stations.	38
7.9 Dezentrale Wärmeerzeuger zur raumweisen Beheizung	38	7.9 Distributed heat generators for individual space heating	38
8 Vom Bedarf zum Energieaufwand der Kälteerzeugung.	42	8 From the demand to the energy effort for cold generation	42
8.1 Stromaufwand bei Kompressionskältemaschinen	42	8.1 Electrical effort for compression chillers	42
8.2 Wärmeaufwand bei Absorptionskältemaschinen	43	8.2 Thermal effort for absorption chillers	43
9 Stromaufwand der Wärmeerzeuger	43	9 Electrical effort for heat generators	43
9.1 Stromaufwand der Zusatzaggregate	43	9.1 Electrical effort for additional components	43
9.2 Stromaufwand der Kessel.	43	9.2 Electrical effort for boilers	43
9.3 Stromaufwand der übrigen Wärmeerzeuger 46	46	9.3 Electrical effort for other heat generators	46
Anhang A Herleitungen	48	Annex A Derivations	48
A1 Nutzungsgradkennlinie für Kessel im An-Aus-Betrieb.	48	A1 Utilisation-ratio curve for boilers in on/off operation	48
A2 Wirkungsgrad-Kennlinie für mehrstufige oder modulierende Brenner oder für modulierende Feuerungsführung	50	A2 Efficiency curve for multi-stage or modulating burners or for modulating furnace control	50
A3 Einfluss der mittleren Kesseltemperatur und der Kondensation der Rauchgasfeuchte 50	50	A3 Influence of mean boiler temperature and flue gas moisture condensation	50
Anhang B Beispiele	53	Annex B Examples	57
B1 Beispiel 1: Ölgefeuerter Kessel für Einfamilienhaus.	53	B1 Example 1: Oil-fired boiler for single-family home.	57
B2 Beispiel 2: Pelletgefeuerter Kessel für Verwaltungsgebäude	55	B2 Example 2: Pellet-fired boiler for administration building.	59
Schrifttum	61	Bibliography	61
Benennungsindex deutsch	62	Term index English	62

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

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2067.

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 specified in the VDI Notices (www.vdi.de/richtlinien).

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

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the internet at www.vdi.de/2067.

Einleitung

Der in der Richtlinienreihe VDI 2067 verfolgte Gedankengang zur energetischen Bewertung von Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung ist insbesondere niedergelegt in Richtlinien VDI 2067 Blatt 10 mit dem Referenz-Energiebedarf, Blatt 20 und Blatt 21 mit dem Energieaufwand der Übergabe sowie dem Blatt 30 mit dem Energieaufwand der Verteilung. Konsequenterweise wird die jahresmittlere Belastung des Erzeugersystems aus dem in den vorausgehenden Subsystemen Übergabe und Verteilung entwickelten Bedarf abgeleitet; von ihr ist der jährliche Aufwand des Erzeugersystems, also auch seine Aufwandszahl abhängig. Dieser Zusammenhang und die strenge begriffliche Abstimmung auf den Gedankengang der Richtlinienreihe VDI 2067 unterscheidet die vorliegende Richtlinie VDI 2067 Blatt 40 von Bewertungsansätzen in anderen Regelwerken.

Es werden alle marktgängigen Erzeugersysteme behandelt, neu auch dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen zur raumweisen Beheizung, die zugleich der Übergabe dienen. Während bei den „Nichtkesselsystemen“ (Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke, Solaranlagen, Fernwärmeübergabestationen, Kälteanlagen) und auch Elektrozentralheizungskesseln vorhandene Berechnungsverfahren angewandt werden können, wird für Kesselsysteme ein den gesamten Belastungsbereich abbildendes, damit auf die vorgeschalteten Anlagenteile Übergabe und Verteilung genauer abstimmbares und zugleich einfacheres Berechnungsverfahren eingeführt. Die zu diesem Zweck theoretisch abgeleiteten Nutzungsgrad- und auch Wirkungsgradkennlinien, für die lediglich Nennwirkungsgrad und Bereitschaftswärmeabgabe bekannt sein müssen, geben die auf einem Prüfstand gemessenen genügend genau wieder.

Als weitere Abweichung von den Gepflogenheiten der Praxis wird im Einklang mit den Gesetzen der Thermodynamik der energetische Gewinn aus der Brennwertnutzung von den Gegebenheiten einer ausreichenden Wasserabkühlung in der Nutzenübergabe abgeleitet und nicht als eine feste Kesseleigenschaft behandelt.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie regelt die Berechnung des Energieaufwands der Erzeugung, also der Wärme- und Kälteerzeugung. Diese im Sinne der Thermodynamik eigentlich unkorrekten Bezeichnungen sind abkürzende Fachausdrücke für Gewinnungsprozesse, mit denen die Nutzenergiearten (Zielenergien) Wärme oder Kälte zum Zweck des Heizens, Trinkwassererwärmens oder Kühlens bereitgestellt werden. Die Ge-

Introduction

The approach to the energy performance evaluation of building services installations as followed by the series of standards VDI 2067 has been elaborated particularly in the standards VDI 2067 Part 10, dealing with the reference energy demand, Part 20 and Part 21, pertaining to the energy effort for transfer, and Part 30, on the energy effort for distribution. Logically, the mean annual load on the generation system results from the demand as derived for the subsystems of transfer and distribution in the preceding standards; this load determines the annual effort for the generation system and, thus, its effort number. It is this correlation, and the strict terminological agreement with the approach of the series of standards VDI 2067, which distinguishes VDI 2067 Part 40 from the evaluation approaches in other technical rules.

All marketable generation systems are considered, also – which is novel – distributed heat generation systems for individual space heating, which serve for transfer at the same time. Existing calculation methods can be used for “non-boiler systems” (heat pumps, combined heat and power systems, solar heating systems, district heat transfer stations, chiller systems) and also for electric central-heating boilers. For boiler systems, however, a calculation method is introduced which maps the entire load range and, therefore, allows closer agreement with the upstream subsystems of transfer and distribution while being less complicated at the same time. The utilisation-ratio and efficiency curves derived theoretically for this purpose, which require only the rated efficiency and standby heat loss to be known, represent the curves measured in a test facility with sufficient accuracy.

As a further deviation from standard practice, in accord with the laws of thermodynamics, the energy gain from the use of the higher heating value is derived from the conditions of sufficient cooling-down of water in the subsystem of benefit transfer, rather than treating it as an invariable boiler characteristic.

1 Scope

The standard specifies the calculation of the energy effort for generation, i.e. generation of heat and cold. These terms, albeit actually incorrect from the viewpoint of thermodynamics, are brief technical terms subsuming extraction processes by which the useful energy types (target energies) heat or cold are made available for the purpose of space heating, potable-water heating or cooling. The extraction processes do

winnungsprozesse beinhalten nicht immer und allein einen Energiewandlungsprozess; sie können auch als Energieübertragungsprozess wirken (Übersicht siehe Bild 1). Dabei können als Einsatzenergien solche aus der Umwelt, aus Brennstoffen (feste, flüssige und gasförmige) oder elektrische Energie dienen.

Meistens sind die Erzeuger neben der Nutzenübergabe und der Verteilung ein Untersystem einer Gesamtanlage und wirken somit indirekt (z.B. mit dem Heizmittel Wasser bei Warmwasserheizung); sie werden aber auch direkt zur Nutzenübergabe eingesetzt (z.B. als Ofen). Im indirekten Einsatz können sie mit Ergänzungseinrichtungen kombiniert sein, mit denen sie wegen der Rückwirkung auf das Betriebsverhalten des Erzeugers gemeinsam energetisch zu bewerten sind. Ergänzungseinrichtungen sind z.B. Puffer-

not always, and not always only, comprise an energy conversion process; they can also act as energy transfer (overview see Figure 1). Input energies can be extracted from the environment, or they can take the form of fuels (solid, liquid and gaseous) or electrical energy.

In most cases, like benefit transfer and distribution, the generators are a subsystem of an overall installation, which means they are indirect-acting (e.g. using water as heat transfer medium in hot-water heating); however, they are also used directly for benefit transfer (e.g. as stove). When used indirectly, they can be combined with supplementary units, and such combinations shall then be treated jointly in the energy performance evaluation because of the repercussions on the operating behaviour of the generator. Examples of

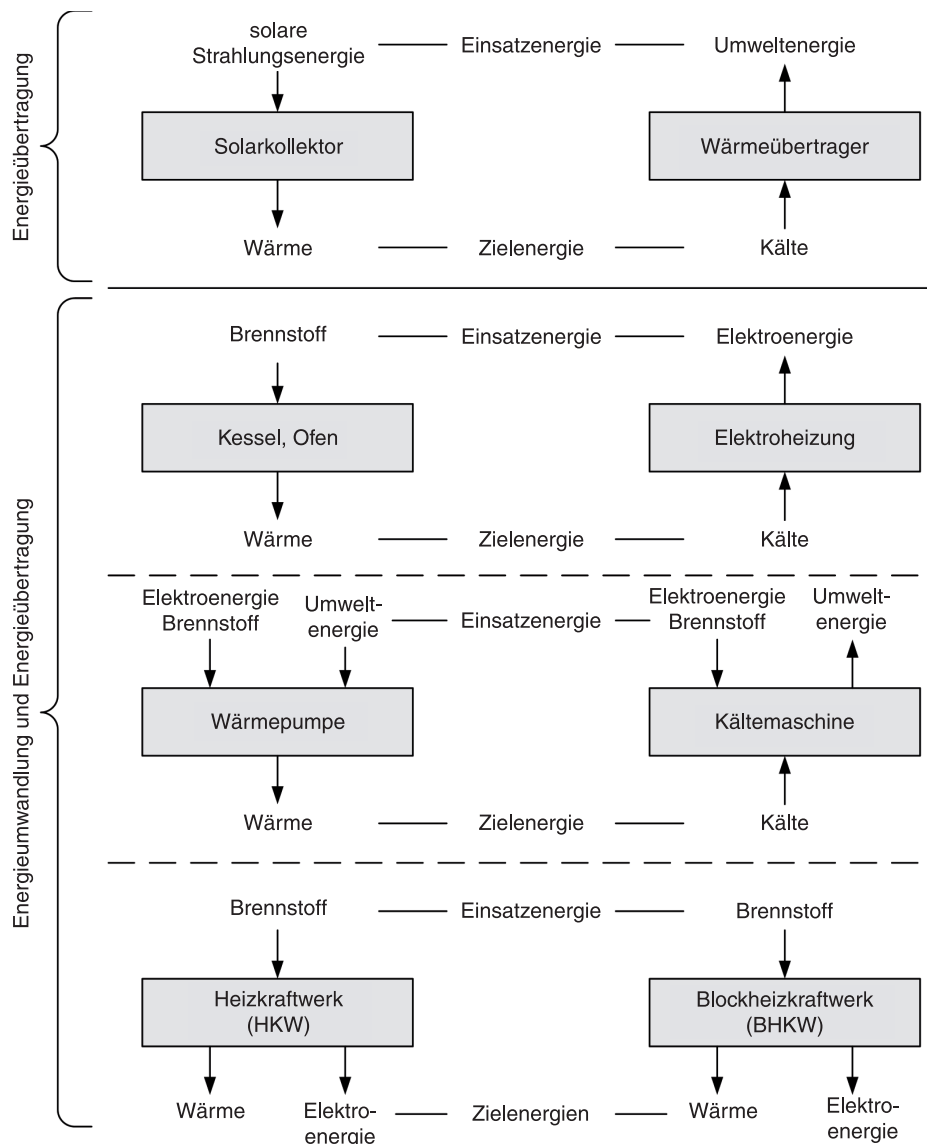


Bild 1. Übersicht über die Möglichkeiten der Wärme- und Kälte-„Erzeugung“ durch Energiewandlung und -übertragung [1]

Anmerkung: Die Pfeile geben die Richtung des Energieflusses an.

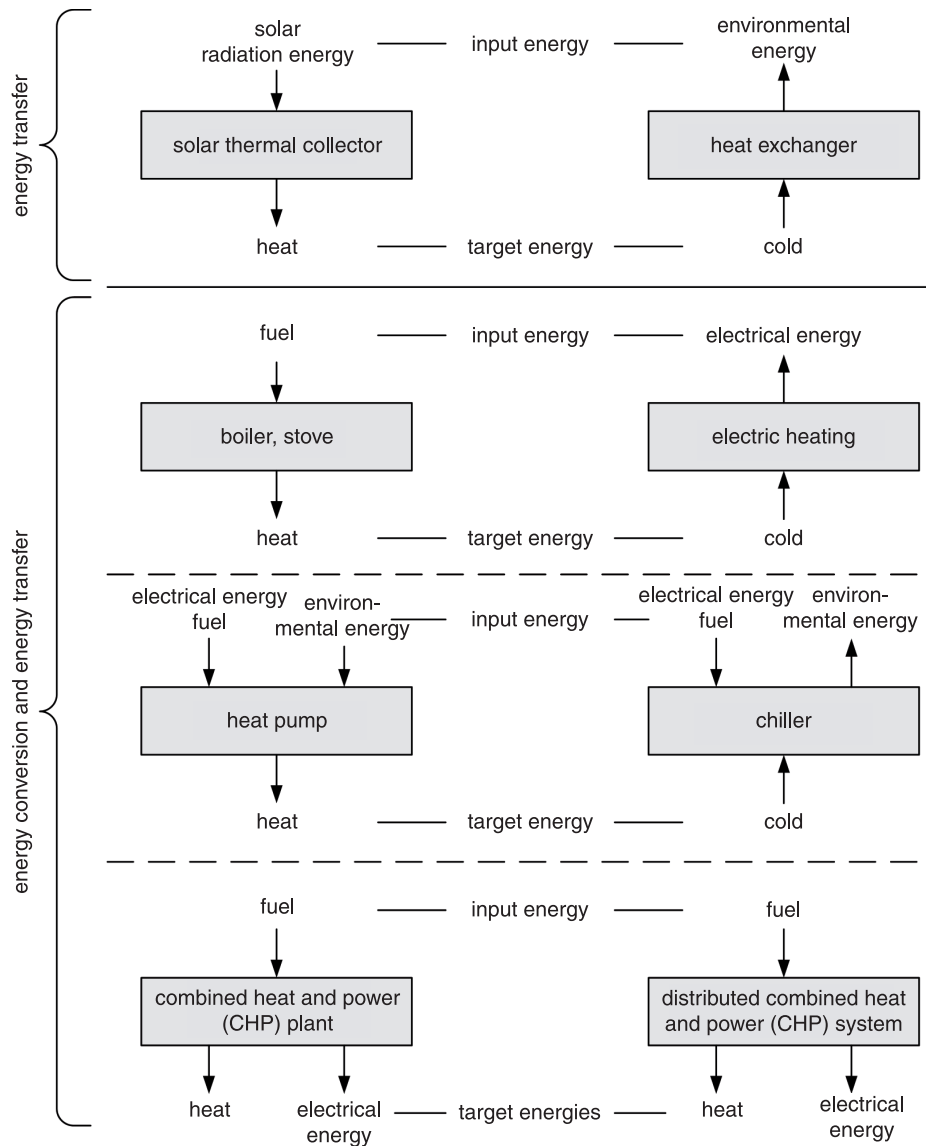


Figure 1. Overview of possibilities of heat and cold “generation” through energy conversion and energy transfer [1]

Note: Arrows indicate the direction of energy flow.

speicher oder hydraulische Weichen sowie zentrale oder dezentrale Trinkwasserspeicher.

Die Richtlinie gilt für alle Erzeuger mit deren Regelung, ebenso für Kombinationen mit Ergänzungseinrichtungen und für Mehrerzeugeranlagen oder Erzeugerkombinationen. Mit ihr können sowohl neue als auch bestehende Erzeuger energetisch bewertet werden. Die angegebenen konkreten Zahlenwerte beziehen sich allerdings ausschließlich auf Aggregate aus dem aktuellen Angebot der Hersteller.

Die Richtlinie stellt zusammen mit den anderen Blättern der Richtlinienreihe VDI 2067 ein System dar und ist im Zusammenhang mit diesen anzuwenden. Grundsätze und Gang der Berechnung sind am Beispiel der Kessel mit kontinuierlicher Brennstoffzu-

supplementary units are buffer storage tanks or hydraulic switches and central or distributed potable-water storage tanks.

The standard applies to all generators and their control systems as well as to combinations with supplementary units and to multiple-generator systems or generator combinations. It can be used for the energy performance evaluation of both new and existing generators. The specific numerical values given, however, refer exclusively to generator sets currently offered by manufacturers.

This standard forms a system along with the other parts in the series of standards VDI 2067 and shall be applied in conjunction with these. Basic principles and the calculation procedure are explained using the example of a boiler with continuous fuel supply. Spe-

fuhr dargelegt. Besonderheiten bei anderen Wärmeerzeugern, wie

- Zentralheizungskessel mit (diskontinuierlicher) Handbeschickung,
- Wärmepumpen,
- Blockheizkraftwerke,
- Anlagen zur solaren Heizungsunterstützung (Solaranlagen),
- Elektrozentralheizungskessel,
- Fernwärmeübergabestationen,
- dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen zur raumweisen Beheizung und
- bei Kälteanlagen,

werden in Abschnitt 5, Abschnitt 8 und Abschnitt 9 behandelt. Die bei ihnen gebräuchlichen besonderen Begriffe sind nach Erzeugerart gegliedert in Abschnitt 3 aufgeführt.

cific features of other heat generators such as

- central-heating boilers with (discontinuous) manual charging,
- heat pumps,
- combined heat and power systems,
- systems for solar heating support (solar heating systems),
- electric central-heating boilers,
- district heat transfer stations,
- distributed heat generator systems for individual space heating and
- chiller systems,

are addressed in Section 5, Section 8 and Section 9. The common special terms pertinent to each generator type are listed separately in Section 3.