

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Planung und Dimensionierung von
Mikro-KWK-Anlagen
Design and dimensioning of
micro combined heat and power plants

VDI 4656

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
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweise	3
3 Begriffe	4
4 Formelzeichen und Indizes	7
5 Planung	7
5.1 Energiebedarfsanalyse	8
5.2 Analyse der örtlichen Gegebenheiten	12
5.3 Rechtliche und vertragliche Rahmenbedingungen	13
6 Konzepterstellung der Mikro-KWK-Anlage	13
6.1 Mikro-KWK-Technologien	14
6.2 Charakteristika von Mikro-KWK-Anlagen	16
6.3 Vorauswahl möglicher Mikro-KWK- Geräte	19
7 Variantenrechnung mithilfe des Berechnungsprogramms	20
7.1 Generierung der Jahreslastgangkurven	21
7.2 Integration der Anlagencharakteristika	21
7.3 Detaillierte Jahressimulation für eine Mikro-KWK-Anlagenvariante	22
7.4 Interpretation der Berechnungsergebnisse und Auswahl der Mikro-KWK-Anlage	24
8 Detailplanung	25
8.1 Dokumentation der ausgewählten Mikro- KWK-Anlage	25
8.2 Energiebilanz für das ausgewählte Mikro- KWK-Modul	25
8.3 Technische Detailplanung	25
8.4 Inbetriebnahme	28
Anhang A Kurzanleitung zum beigefügten Berechnungsprogramm gemäß Richtlinie VDI 4656	29
A1 Installation des Berechnungsprogramms	29
A2 Start des Berechnungsprogramms	30
A3 Neues Projekt anlegen	31
A4 Gebäudedaten eingeben/Jahreslastgänge erstellen	31
A5 Parameterdatei der Mikro-KWK-Anlage einlesen	33
A6 Auswertung der Simulationsergebnisse	37

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Normative references	3
3 Terms and definitions	4
4 Symbols and indices	7
5 Design	7
5.1 Analysis of energy demand	8
5.2 Analysis of local circumstances	12
5.3 Legal and contractual conditions	13
6 Establishment of the conceptual design for the micro CHP plant	13
6.1 Micro CHP technologies	14
6.2 Characteristics of micro CHP plants	16
6.3 Preselection of possible micro CHP devices	19
7 Variant calculation with the aid of the calculation program	20
7.1 Generation of the annual load profile curves	21
7.2 Integration of the plant characteristics	21
7.3 Detailed annual simulation for a micro CHP plant variant	22
7.4 Interpretation of the calculation results and selection of the micro CHP plant	24
8 Detail design	25
8.1 Documentation of the selected micro CHP plant	25
8.2 Energy balance for the selected micro CHP module	25
8.3 Technical detail design	25
8.4 Commissioning	28
Annex A Quick guide to the attached calculation program in accordance with standard VDI 4656	29
A1 Installation of the calculation program	29
A2 Starting the calculation program	30
A3 Creating a new project	31
A4 Entering building data/creating annual load profile curves	31
A5 Loading the parameter file for the micro CHP plant	33
A6 Evaluation of the simulation results	37

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)
Fachbereich Energiewandlung und -anwendung

VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

Inhalt	Seite
Anhang B Beispielrechnungen mit dem Berechnungsprogramm.....	40
B1 Berechnungsbeispiel Einfamilienhaus	40
B2 Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus	42
Anhang C Näherungsverfahren zur Ermittlung des Jahresenergiebedarfs	45
C1 Heizenergiebedarf.....	45
C2 Trinkwarmwasserbedarf	46
C3 Elektrischer Energiebedarf	46
Anhang D CO ₂ -Äquivalente	47
Schrifttum.....	48

Contents	Page
Annex B Example calculations with the calculation program	40
B1 Example calculations for a single family house.....	40
B2 Example calculations for a multi-family house.....	42
Annex C Approximation procedure for calculation of the annual energy demand	45
C1 Demand for heating energy.....	45
C2 Demand for domestic hot water	46
C3 Demand for electrical energy.....	46
Annex D CO ₂ equivalents.....	47
Bibliography.....	48

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.

Einleitung

Bei der Generierung von elektrischer Energie entsteht aufgrund des begrenzten Umwandlungswirkungsgrads immer auch Wärme. Dieser Prozess ist unabhängig von der Art des Energiewandlungsprozesses sowie des verwendeten Brennstoffs. Wird sowohl die elektrische als auch die thermische Energie einer Nutzung zugeführt, so spricht man von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

Die für den Einsatz in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie Kleingewerbebetrieben konzipierten Mikro-KWK-Anlagen – bestehend aus Mikro-KWK-Gerät, optionalem Zusatzheizgerät und Kombispeicher – weisen eine Brennstoffleistung von maximal 70 kW auf und werden in der vorliegenden Richtlinie adressiert. Im Vergleich zur zentralen Erzeugung elektrischer Energie in Großkraftwerken und der lokalen Wärmeerzeugung in Kesselanlagen reduziert der hohe Gesamtnutzungsgrad von Mikro-KWK-Anlagen die zur Versorgung des Objekts notwendige Primärenergie und damit auch die anfallenden CO₂-Emissionen. Ein hoher elektrischer Nutzungsgrad verstärkt diesen Effekt.

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.

Introduction

When electrical power is generated, heat is always produced in addition due to the limited efficiency of the conversion process. This process is irrespective of the nature of the energy conversion process and the fuel used. If both the electrical and thermal energy are used, the process is known as combined heat and power generation (CHP).

The micro CHP plants designed for use in single family houses, multi family houses and small industrial units – consisting of the CHP device, an optional additional heater and combination storage tank – have a maximum fuel input of 70 kW and are addressed in this standard. The high total utilisation ratio of micro CHP plants reduces the amount of primary energy required to supply the building, and therefore also the CO₂ emissions, in comparison with central generation of electrical power in large-scale power plants and local generation of heat in boilers. The high electrical utilisation ratio enhances this effect.

Die Normheizlast eines Objekts zur Auslegung der Wärmeerzeugerleistung wird gemäß DIN EN 12831 ermittelt. Die vorliegende Richtlinie beschreibt basierend darauf die Planung und Dimensionierung der oben genannten Komponenten einer Mikro-KWK-Anlage. Die gegenseitige Beeinflussung der Anlagenkomponenten, die Wechselwirkung zwischen eingespeistem und selbstgenutztem KWK-Strom und die zu berücksichtigenden elektrischen und thermischen Lastgänge des Objekts stellen dabei erhöhte Anforderungen an den Planungs- und Dimensionierungsprozess.

Die in der Richtlinie entwickelten Methoden basieren im Standardanwendungsfall auf dem Einsatz der Referenzlastprofile nach VDI 4655. Die Verwendung der Referenzlastprofile ermöglicht es, den Vergleich verschiedener Mikro-KWK-Technologien und unterschiedlicher Komponentendimensionierungen unter gleichen Rahmenbedingungen im Planungs- und Dimensionierungsprozess durchzuführen. Die notwendigen Berechnungen, inklusive der Generierung der Referenzlastprofile, werden durch ein Berechnungsprogramm unterstützt. Für die objektbezogene Planung besteht die Möglichkeit die konkreten Lastgänge des Objekts in das Berechnungsprogramm aufzunehmen, das im Auftrag des VDI von der EUtech Scientific Engineering erstellt wurde. Das Berechnungsprogramm sowie das zugehörige Benutzerhandbuch sind auf der beiliegenden CD-ROM verfügbar.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie findet Anwendung für netzparallel betriebene Mikro-KWK-Anlagen mit einer Brennstoffleistung bis 70 kW für den Einsatz in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie Kleingewerbebetrieben. Bei Verwendung der Referenzlastprofile nach VDI 4655 erstreckt sich der Geltungsbereich auf Einfamilienhäuser bis zu einer maximalen Personenzahl von zwölf Personen und auf Mehrfamilienhäuser mit bis zu 40 Wohneinheiten.

The design heat load of a building, used to determine the rated capacity of the heat generator, is calculated in accordance with DIN EN 12831. On that basis, this standard describes the design and dimensioning of the above-mentioned components of a micro CHP plant. The mutual influence of the plant components, the interaction between CHP electricity fed into the grid and that used in-house, and the electrical and thermal load profiles of the building increase the stringency of the demands placed on the design and dimensioning process.

In the standard use case, the methods developed in the standard are based on the reference load profiles set out in VDI 4655. Use of the reference load profiles enables various micro CHP technologies and different component dimensions to be compared in the design and dimensioning process under the same conditions. The necessary calculations, including generation of the reference load profiles, are supported by a calculation program. For building-related planning, there is an opportunity to enter the real load profiles of the building into the calculation program, which was compiled by EUtech Scientific Engineering on behalf of VDI. The calculation program and the corresponding user manual are available on the enclosed CD-ROM.

1 Scope

This standard is applicable to grid-connected micro CHP plants with a fuel input of up to 70 kW for use in single family houses, multi family houses and small industrial units. When the reference load profiles presented in VDI 4655 are used, the scope extends to single family houses for up to twelve occupants and multi-family houses with up to 40 residential units.