

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Grundsätze für Planung, Ausführung und Abnahme  
von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen mit  
Verbrennungskraftmaschinen

VDI 3985

Principles for the design, construction, and  
acceptance of combined heat and power plants with  
internal combustion engines

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 .....	3
Einleitung .....	3
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	3
<b>2 Begriffe</b> .....	4
2.1 Blockheizkraftwerk und periphere Systeme .....	4
2.2 Leistung, Wirkungs- und Nutzungsgrade .....	7
<b>3 Abkürzungen</b> .....	9
<b>4 Grundsätze für die Planung</b> .....	10
4.1 Zuständigkeiten .....	10
4.2 Voruntersuchung .....	11
4.3 Bestandsaufnahme und Energiebedarfsanalyse .....	15
4.4 Energieeinsparung .....	21
4.5 Korrektur des Energiebedarfs .....	22
4.6 Entwicklungen berücksichtigen, die den Energieverbrauch beeinflussen .....	23
4.7 Zukünftiger Energiebedarf .....	24
4.8 BHKW-Einsatzmöglichkeiten .....	25
<b>5 Konzepterstellung für das Blockheizkraftwerk</b> .....	26
5.1 Modulvorauswahl nach Art, Größe und Anzahl .....	26
5.2 Ganglinien für die Strom- und Wärmeerzeugung des BHKW .....	26
5.3 Festlegung der Betriebsweise .....	26
5.4 Energiebilanzen für Strom und Wärme .....	29
5.5 Berücksichtigung der gesetzlichen und umweltrelevanten Vorschriften und der relevanten technischen Regelwerke .....	30
5.6 Energieflussdiagramm für das BHKW-Modul .....	31

Contents	Page
Preliminary note .....	3
Introduction .....	3
<b>1 Scope</b> .....	3
<b>2 Terms and definitions</b> .....	4
2.1 Combined heat and power system and peripheral systems .....	4
2.2 Power output, efficiencies, and utilization ratios .....	7
<b>3 Abbreviations</b> .....	9
<b>4 Basic principles for design</b> .....	10
4.1 Competencies .....	10
4.2 Pre-investigation .....	11
4.3 Assessment of the current situation and analysis of the energy demand .....	15
4.4 Energy saving .....	21
4.5 Correction to energy demand .....	22
4.6 Consideration of developments which influence energy consumption .....	23
4.7 Future energy demand .....	24
4.8 Possible applications for CHPSs .....	25
<b>5 Drawing up a concept for the CHPS</b> .....	26
5.1 Preliminary choice of type, size and number of the single modules .....	26
5.2 Load curves for electricity and heat generation by the CHPS .....	26
5.3 Determination of the operating mode .....	26
5.4 Energy balances for electricity and heat ..	29
5.5 Consideration the legal and environmental regulations and relevant technical standards .....	30
5.6 Energy flow diagram for the CHPS module .....	31

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Energietechnik

VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

Inhalt	Seite
<b>6 Variantenrechnung</b> .....	32
6.1 Variation der Module nach Größe und Anzahl.....	32
6.2 Erstellen von Energiebilanzen für die Varianten.....	32
6.3 Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	32
6.4 Energieflussdiagramme für die Varianten.....	35
<b>7 Wahl der Konzeptvariante</b> .....	35
7.1 Auswahl der BHKW-Module nach Größe und Anzahl .....	35
7.2 Energiebilanz für das ausgewählte BHKW-Modul .....	35
7.3 Hydraulische Einbindung .....	35
7.4 Elektrische Einbindung .....	36
<b>8 Realisierungsentscheidung/ Entscheidung für das Konzept</b> .....	36
<b>9 Detailplanung</b> .....	36
9.1 Ausführungsplanung .....	37
9.2 Genehmigungsplanung.....	37
9.3 Erstellen von Ausschreibungsunterlagen .	37
<b>10 Angebote und Auftragsvergabe</b> .....	40
10.1 Angebotsvergleich .....	40
10.2 Vergabeverhandlung .....	41
<b>11 Aktualisierung der Energiebezugsverträge</b> .....	41
<b>12 Ausführung</b> .....	41
12.1 Vertragsabschluss/Auftrag .....	41
12.2 Festlegung des terminlichen Ablaufs des Auftrags .....	42
12.3 Anpassung der Ausführungsplanung .....	42
12.4 Bauabwicklung .....	43
<b>13 Inbetriebnahme/Abnahme</b> .....	44
13.1 Voraussetzungen zur Inbetriebnahme .....	44
13.2 Inbetriebsetzung .....	44
13.3 Abnahme.....	45
<b>Anhang A</b> Bilanzierung einer Wärme- und Strombedarfstagesganglinie .....	46
<b>Anhang B</b> Wesentliche Betriebseigenschaften der einzelnen in BHKW eingesetzten Verbrennungskraftmaschinen in Kombination mit dem jeweils angewendeten Verfahren zur Verminderung der Abgasschadstoffe .	48
Schrifttum .....	49
Benennungsindex .....	52

Contents	Page
<b>6 Variant calculation</b> .....	32
6.1 Variations in the capacity and number of the modules.....	32
6.2 Drawing up energy balances for various alternatives .....	32
6.3 Methods for evaluating economic efficiency .....	32
6.4 Energy flow diagrams for the alternatives.....	35
<b>7 Selection of the final concept</b> .....	35
7.1 Selection of the capacity and number of the CHPS modules.....	35
7.2 Energy balance for the selected CHPS module .....	35
7.3 Integration into the heat distribution system .....	35
7.4 Integration into the electricity distribution system.....	36
<b>8 Implementation decision/choosing a concept</b> .....	36
<b>9 Detailed design</b> .....	36
9.1 Assembly plan .....	37
9.2 Approval .....	37
9.3 Drawing up tender documents .....	37
<b>10 Bids and contract award procedure</b> .....	40
10.1 Bid evaluation.....	40
10.2 Establishing final contract conditions .....	41
<b>11 Updating the energy procurement contracts</b> .....	41
<b>12 Construction</b> .....	41
12.1 Conclusion of the contract/order.....	41
12.2 Defining the time schedule for the execution phase.....	42
12.3 Adaptation of the assembly plan.....	42
12.4 Construction management .....	43
<b>13 Commissioning/acceptance</b> .....	44
13.1 Conditions for commissioning.....	44
13.2 Start-up .....	44
13.3 Acceptance.....	45
<b>Annex A</b> Setting up of daily demand curves for electricity and heat.....	47
<b>Annex B</b> Important operating characteristics for individual internal combustion engines used in CHPSs depending on measures taken to reduce pollution levels in the exhaust .....	49
Bibliography .....	49
Term index.....	52

## 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.

## Einleitung

Die allgemein anerkannte Umweltproblematik führt dazu, dass in allen Bereichen Initiativen zur Energieeinsparung ergriffen werden. Eine der wichtigsten Maßnahmen ist dabei der Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), insbesondere der Blockheizkraftwerke (BHKW), da diese Technik eine wirtschaftliche und ökologisch sinnvolle Umwandlung der Primärenergieträger in sekundäre Energieformen wie Wärme und Elektrizität ermöglicht.

Die Erfahrungen der Vergangenheit zeigen, dass KWK-Konzepte teilweise unausgereift waren. Anlagen wurden falsch konzipiert, sodass die gewünschte Funktion nicht sichergestellt und die erwarteten Primärenergieeinsparungen und Emissionsreduzierungen nicht erzielt wurden und somit nicht zu der kalkulierten Wirtschaftlichkeit führten. Um diese Ziele zu erreichen, ist ein zunehmend steigendes Qualitätsniveau bei der Realisierung der Technik und für die Nutzung des Potenzials der Kraft-Wärme-Kopplung erforderlich.

Inzwischen sind aber zahlreiche gut geplante und funktionierende Anlagen in Betrieb, die den Beweis für eine erfolgreiche Entwicklung liefern.

Es ist daher notwendig, diese Erkenntnisse festzuhalten und zu formalisieren, damit sie so der fortschreitenden Entwicklung sowie Initiativen neuer Anwender und der Zulieferindustrie von Nutzen sind.

## 1 Anwendungsbereich

BHKW im Sinne dieser Richtlinie sind Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) mit Verbrennungsmotoren oder Gasturbinen, die gleichzeitig Strom und nutzbare Wärme erzeugen, ab einer Brennstoffleistung von 70 kW. Wärme-

## 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.

## Introduction

As a result of the generally recognized problems facing the environment, energy saving measures are being applied in all areas. One of the most important measures is the use of combined heat and power generation (CHP), in particular in combined heat and power systems (CHPS) as this technology represents an economically viable and environmentally friendly method of converting primary energy carriers into secondary forms of energy, such as heat and electricity.

Past experiences have shown that CHP concepts have not always been fully developed. Plants were designed incorrectly so that the desired function was not assured and the expected primary energy savings and reductions in emissions were not achieved and hence the calculated efficiency was not reached. The achievement of these objectives will require a continuous increase in quality both with regard to the implementation of the technology and the utilization of the potential heat and power generation.

However, there are now numerous well-planned and properly functioning plants in operation which are evidence of successful development work.

Therefore, it is now necessary to record and formalise this knowledge so that it may be of benefit to further developments and initiatives on the part of new users and ancillary branches of industry.

## 1 Scope

For the purpose of this standard, CHPSs are combined heat and power plants using internal combustion engines or gas turbines for the combined generation of electricity and usable heat, with a fuel input of 70 kW or more. Heat pumps are beyond

pumpen sollen von dieser Richtlinie nicht eingeschlossen werden.

**Anmerkung:** BHKW mit einer Brennstoffleistung bis 70 kW werden in der Richtlinie VDI 4656 behandelt. In diesem Leistungsbereich entspricht eine Brennstoffleistung bis 70 kW etwa 20 kW elektrischer Leistung.

Die Richtlinie bezieht sich auf folgende Aspekte:

- Grundlagen
- Planung
- Ausführung
- Inbetriebnahme/Abnahme

the scope of this standard.

**Note:** CHPs with a fuel input of up to 70 kW are dealt with in standard VDI 4656. In this capacity range, a fuel input of up to 70 kW corresponds to an electric power of about 20 kW.

The standard covers the following aspects:

- basics
- design
- construction
- commissioning/acceptance