

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEUREPCM-Energiespeichersysteme  
in der GebäudetechnikPCM energy storage systems  
in building services

VDI 2164

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.*

<b>Inhalt</b>	Seite	<b>Contents</b>	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note.....	2
Einleitung .....	2	Introduction.....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>2</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Normative Verweise</b> .....	<b>3</b>	<b>2 Normative references</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>4</b>	<b>3 Terms and definitions</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Formelzeichen und Indizes</b> .....	<b>6</b>	<b>4 Symbols and indices</b> .....	<b>6</b>
<b>5 Grundlagen</b> .....	<b>8</b>	<b>5 Fundamentals</b> .....	<b>8</b>
5.1 Ausführungsformen von Phasenwechselmaterialien .....	8	5.1 Design types of phase change materials.....	8
5.2 Verfahren zur Bestimmung von Eigenschaften durch Messung oder Berechnung .....	15	5.2 Methods for determining properties through measurement or calculation.....	15
5.3 Brandschutz .....	19	5.3 Fire protection.....	19
5.4 Passive und aktive Latentwärmespeichersysteme (mit/ohne Hilfsenergie).....	19	5.4 Passive and active latent heat storage systems (with/without auxiliary energy).....	19
<b>6 Auslegung von PCM- Energiespeichersystemen</b> .....	<b>20</b>	<b>6 Designing of PCM energy storage systems</b> .....	<b>20</b>
6.1 Passive Flächenheiz- und - kühlssysteme .....	20	6.1 Passive panel heating and cooling systems .....	20
6.2 Aktive Flächenheiz- und -kühlssysteme ....	29	6.2 Active panel heating and cooling systems.....	29
6.3 Dezentrale Lüftungssysteme für den Kühlbetrieb .....	36	6.3 Local ventilation systems for cooling operation .....	36
6.4 Zentrale Lüftungssysteme für den Heiz- und Kühlbetrieb.....	47	6.4 Central ventilation systems for heating and cooling operation .....	47
6.5 Energiespeicher in hydraulischen Systemen.....	55	6.5 Energy storage units in hydraulic systems .....	55
<b>7 Leistungsbestimmung von PCM- Energiespeichersysteme</b> .....	<b>61</b>	<b>7 Capacity determination of PCM energy storage systems</b> .....	<b>61</b>
7.1 Passive Flächenheiz- und -kühlssysteme .....	61	7.1 Passive panel heating and cooling systems .....	61
7.2 Aktive Flächenheiz- und -kühlssysteme ....	61	7.2 Active panel heating and cooling systems .....	61
7.3 Dezentrale Lüftungssysteme für den Kühlbetrieb .....	62	7.3 Local ventilation systems for cooling operation .....	62
7.4 Zentrale Lüftungssysteme für den Heiz- und Kühlbetrieb.....	65	7.4 Central ventilation systems for heating and cooling operation .....	65
7.5 Energiespeicher in hydraulischen Systemen.....	67	7.5 Energy storage units in hydraulic systems .....	67
Schrifttum .....	70	Bibliography .....	70

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik  
VDI-Handbuch Raumlufttechnik

## 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

PCM-Energiespeichersysteme, die Phasenwechselmaterialien beinhalten, sind vor allem als Eisspeicher auf Wasserbasis ein seit langer Zeit in der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) bekanntes und oft eingesetztes Mittel. Aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Phasenwechselmaterialien (Phase Change Materials – PCM) haben die Einsatzbereiche in der TGA dabei so weit erweitert, dass vollkommen neue Systeme und Komponenten zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung entstehen.

Über ein Drittel des Energieverbrauchs in Deutschland fällt im Gebäudesektor an. Die größte Möglichkeit zur Senkung des Primärenergieverbrauchs liegt daher in der Steigerung der Energieeffizienz in der Gebäudetechnik sowie bei Beheizung, Kühlung und Belüftung der Gebäude. Neben gesetzlichen Vorgaben, z.B. EnEV, werden diese Ziele durch Einführung weiterer Gesetze, wie das EEWärmeG, für die Nutzung regenerativer Energien verfolgt.

Je mehr unsere Energieversorgung auf regenerative Energiequellen aufbaut, umso häufiger fallen Energiebedarf und Energieerzeugung zeitlich nicht zusammen. Gebäude müssen deshalb verstärkt selbst in der Lage sein, Energien temporär zu speichern.

In dieser Richtlinie werden erstmals die Grundlagen definiert, um Phasenwechselspeichermaterialien in Systemen der technischen Gebäudeausrüstung einsetzen zu können. Aufbauend auf diesen Grundlagen werden PCM-Speichersysteme beschrieben sowie deren Planungs- und Berechnungsverfahren aufgezeigt.

## 1 Anwendungsbereich

In dieser Richtlinie werden Grundbegriffe und Definitionen für PCM-Energiespeichersysteme in der Gebäudetechnik vermittelt und die für diese Systeme erforderlichen Geräte und Verfahren sowie de-

## 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

PCM energy storage systems, which contain phase change materials, have been known and in widespread use in building services for a long time, particularly in the form of water-based ice storage systems. Current developments in the field of phase change materials (PCMs) have extended the applications in the building services to such an extent that completely new systems and components for saving energy and increasing efficiency are obtained.

The building sector accounts for more than a third of energy consumption in Germany. Hence, the largest potential for lowering the primary-energy consumption lies in increasing the energy efficiency in building engineering and in the heating, cooling and ventilation of the buildings. In addition to legal provisions, e.g. EnEV, these goals are pursued by introducing further laws pertaining to the use of renewable energies, such as the EEWärmeG.

The more our energy supplies rely on renewable energy sources, the more often the times of energy demand and energy generation do not coincide. Hence, buildings are increasingly required to be capable of providing temporary energy storage by themselves.

This standard is the first to define the fundamentals underlying the use of PCM storage materials in building services systems. Based on these fundamentals, PCM storage systems are described and procedures for planning and calculating PCM storage systems are presented.

## 1 Scope

This standard conveys fundamental terms and definitions for PCM energy storage systems in the building services and describes the devices and procedures required for these systems as well as their

ren Auslegung und Leistungsparameter beschrieben.

Grundlagen zur Quantifizierung der Reduktion des Energieaufwands und damit der CO<sub>2</sub>-Emission werden beschrieben.

Im Rahmen dieser Richtlinie werden Definitionen sowie Auslegungs- und Berechnungsgrundlagen für folgende PCM-Energiespeichersysteme behandelt:

- passive Flächenheiz- und -kühlsysteme (z.B. Baustoffe, Bauteile)
- aktive Flächenheiz- und -kühlsysteme (z.B. Kühldecken)
- dezentrale Lüftungssysteme für den Kühlbetrieb
- zentrale Lüftungssysteme für den Heiz- und Kühlbetrieb
- Energiespeicher

Eisspeicher und Slurries werden nicht in dieser Richtlinie behandelt.

## 2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

DIN EN 14240:2004-04 Lüftung von Gebäuden; Kühldecken; Prüfung und Bewertung; Deutsche Fassung EN 14240:2004

DIN EN 16798-1:2015-07 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden; Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik; Module M1-6; Deutsche und Englische Fassung prEN 16798-1:2015

DIN EN 16798-3:2015-01 Energieeffizienz von Gebäuden; Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden; Anforderungen an die Leistung von Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlssystemen; (Überarbeitung EN 13779); Deutsche Fassung prEN 16798-3:2014

RAL-GZ 896:2013-11 Phase Change Material (Phasenwechselmaterial); Gütesicherung

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik

VDI 6020 Blatt 1:2001-05 Anforderungen an Rechenverfahren zur Gebäude- und Anlagensimulation; Gebäudesimulation

VDI 6034:2011-02 Raumkühlflächen; Planung, Bau und Betrieb

VDI 6035:2009-09 Raumlufttechnik; Dezentrale Lüftungsgeräte; Fassadenlüftungsgeräte (VDI-Lüftungsregeln)

design and the performance parameters.

Basic principles of quantifying the reduction of energy consumption and, thus, of CO<sub>2</sub>-emissions are described.

This standard deals with definitions and basic design and calculation principles for the following PCM energy storage systems:

- passive panel heating and cooling systems (e.g. building materials, building components)
- active panel heating and cooling systems (e.g. chilled ceilings)
- local ventilation systems for cooling operation
- central ventilation systems for heating and cooling operation
- energy storage systems

Ice storage systems and slurries are not addressed by this standard.

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

DIN EN 14240:2004-04 Ventilation for buildings; Chilled ceilings; Testing and rating; German version EN 14240:2004

DIN EN 16798-1:2015-07 Energy performance of buildings; Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics; Module M1-6; German and English version prEN 16798-1:2015

DIN EN 16798-3:2015-01 Energy performance of buildings; Part 3: Ventilation for non-residential buildings; Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems; (revision of EN 13779); German version prEN 16798-3:2014

RAL-GZ 896:2013-11 Phase Change Material; Quality Assurance

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Terminology of civil engineering and building services

VDI 6020 Part 1:2001-05 Requirements on methods of calculation to thermal and energy simulation of buildings and plants; Buildings

VDI 6034:2011-02 Cooling surfaces for rooms; Planning, installation and operation

VDI 6035:2009-09 Ventilation and air-conditioning technology; Decentralized ventilation systems; Wall-mounted air-conditioners (VDI ventilation code of practice)