

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Planung und Integration von Energiespeichern in
Gebäudeenergiesysteme
Thermische Energiespeicher (TES)
Planning and integration of energy storage tanks
into building energy systems
Thermal energy storage tanks (TES)

VDI 4657
Blatt 2 / Part 2

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	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
1 Anwendungsbereich.....	3	1 Scope.....	3
2 Normative Verweise.....	4	2 Normative references.....	4
3 Begriffe.....	4	3 Terms and definitions.....	4
4 Formelzeichen und Abkürzungen.....	5	4 Symbols and abbreviations.....	5
5 Allgemeine Anforderungen bei der Planung eines Speichersystems.....	5	5 General requirements when planning a storage system.....	5
6 Speicherkenngrößen.....	7	6 Storage parameters.....	7
6.1 Referenztemperaturbereiche.....	7	6.1 Reference temperature ranges.....	7
6.2 Nutztemperaturbereich.....	8	6.2 Effective temperature range.....	8
6.3 Theoretische Speicherkapazität.....	9	6.3 Theoretical storage capacity.....	9
6.4 Theoretischer Referenzwärmeinhalt.....	10	6.4 Theoretical reference heat content.....	10
6.5 Tatsächlicher Referenzwärmeinhalt.....	11	6.5 Actual reference heat content.....	11
6.6 Abminderungsfaktor.....	12	6.6 Reduction factor.....	12
6.7 Nutzwärmeinhalt.....	13	6.7 Useful heat content.....	13
6.8 Speicherwirkungsgrad, bezogen auf den Referenzwärmeinhalt.....	13	6.8 Storage efficiency, based on the reference heat content.....	13
6.9 Speicherwirkungsgrad, bezogen auf den Nutzwärmeinhalt.....	15	6.9 Storage efficiency, based on the useful heat content.....	15
6.10 Leistungsabhängiger nutzbarer Wärmeinhalt.....	16	6.10 Performance-dependent usable heat content.....	16
6.11 Speichernutzungsgrad.....	20	6.11 Storage utilisation rate.....	20
7 Planungsgrundlagen.....	21	7 Planning basics.....	21
7.1 Allgemein.....	21	7.1 General.....	21
7.2 Energetische Grunddaten.....	22	7.2 Basic energetic data.....	22
7.3 Systemfindung.....	23	7.3 System identification.....	23
7.4 Anforderungen an den Aufstellraum.....	28	7.4 Requirements for the installation space.....	28
8 Systemeinbindung von Speichern.....	29	8 System integration of storage tanks.....	29
8.1 Allgemein.....	29	8.1 General.....	29
8.2 Systemeinbindung von sensiblen Wärmespeichern.....	30	8.2 System integration of sensitive heat- storage tanks.....	30
8.3 Systemeinbindung von Latentwärmespeichern.....	35	8.3 System integration of latent heat- storage tanks.....	35

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)
Fachbereich Energie- und Umwelttechnik

VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

Inhalt	Seite
9 Bemessung und Auslegung von Speichern	35
9.1 Planung der Wärme-/Kälteversorgung eines Gebäudes mit Unterstützung eines thermischen Speichers	35
9.2 Bemessung und Auslegung von sensiblen Wärmespeichern.....	36
9.3 Bemessung und Auslegung eines Latentwärmespeichers.....	39
10 Wirtschaftlichkeit	41
Anhang A Speicherbauarten	42
Anhang B Berechnungsbeispiele	48
Anhang C Bestimmung der Speicherkenngrößen	66
C1 Be- und Entladeleistung	66
C2 Bestimmung der Speicherkenngrößen	66
C3 Prüfstandkonfiguration.....	72
C4 Messwertaufzeichnung.....	73
C5 Abbruchkriterien	74
C6 Genauigkeit der Sensorik.....	74
C7 Allgemeine Prüfabläufe	74
C8 Praktische Messungen.....	77
C9 Erstellen gebrauchsfähiger Diagramme.....	78
Schrifttum	84

Contents	Page
9 Dimensioning and design of storage tanks	35
9.1 Planning the heating/cooling supply of a building with the support of a thermal storage tank.....	35
9.2 Dimensioning and design of sensitive heat-storage tanks	36
9.3 Dimensioning and design of a latent heat-storage tank.....	39
10 Economy	41
Annex A Storage tank design	42
Annex B Calculation examples	48
Annex C Determination of the storage parameters	66
C1 Charging and discharging capacity	66
C2 Determination of storage parameters	66
C3 Test bench configuration	72
C4 Measurement recording	73
C5 Termination criteria	74
C6 Accuracy of the sensor technology	74
C7 General test procedures.....	74
C8 Practical measurements.....	77
C9 Creating usable diagrams.....	78
Bibliography	84

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), 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/4657.

Einleitung

Thermische Speicher dienen neben der Erfüllung von Zusatzanforderungen, z.B. von solchen der Anlagenhydraulik, vorrangig dem Ausgleich der leistungsmäßigen und zeitlichen Unterschiede zwischen Erzeugung und Bedarf. Damit übernehmen thermische Speicher eine wichtige Funktion im Lastmanagement.

In der Gebäudetechnik wirken zusätzlich die Gebäudemassen und das Verteilsystem (Heiz-/Kühlflächen, Rohrleitungen usw.) indirekt als Wärmespeicher; sie sind jedoch in ihrer Wirkung nicht gezielt als thermische Speicher einsetzbar. Daher ist es für die Erfüllung vorgegebener Anforderungen wichtig, Speichertechnologie und -bauart, Lastmanagement, Einbindung in die Anlagentechnik und die Speichergröße entsprechend auszuwählen und zu dimensionieren. Nachstehend wird zur Vereinfachung bevorzugt die Wärme betrachtet, die aufgenommen oder abgegeben werden kann.

Im Folgenden wird der Planungsprozess beschrieben, mit dem die Auswahl und Bemessung von Speichern für sensible und latente Wärme durchgeführt werden kann. Die Ausführungen beziehen sich auf thermische Energiespeicher in Wärme- und Kälteanwendungen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument soll eine Hilfestellung für Hersteller und TGA-Planerinnen und -Planer zur Bemessung von Speichern sensibler und latenter Wärme sein. Darüber hinaus wird die hydraulische Systemeinbindung von thermischen Energiespeichern

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) 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/4657.

Introduction

Thermal storage tanks primarily serve to compensate for the differences in performance and time between generation and demand, in addition to meeting further requirements, e.g., those of plant hydraulics. Thus, thermal storage tanks play an important role in load management.

In building services, the mass of the building and the distribution system (surface for heating/cooling, piping, etc.) also act indirectly as heat-storage tank; nevertheless, their effect cannot be deployed purposefully. Therefore, to meet specified requirements, it is important to select and dimension the technology and design of the storage tank, the load management, the integration into the system technology, and the storage tank size accordingly. In the following, for the sake of simplicity, the heat that can be absorbed or emitted is the focus of discussion.

The following describes the planning process with which the selection and dimensioning of storage tanks for sensitive and latent heat can be carried out. The explanations refer to thermal energy storage tanks in heating and cooling applications.

1 Scope

This document is intended to be an aid for manufacturers and BS planners for the design of sensitive and latent heat-storage tanks. In addition, the hydraulic system integration of thermal energy storage tanks of different designs and usage requirements in

unterschiedlicher Bauart und Nutzungsanforderung in Gebäuden beschrieben.

Typische Einsatzfälle für TES (thermische Energiespeicher) in der Gebäudetechnik sind:

- a) Speicherung von Wärme-/Kälteenergie zur Entkopplung von Erzeugung und Bedarf, z.B.:
 - 1) Überbrückung von Pausen beim Bezug oder bei der Abnahme von Energie
 - 2) Energiemanagement bei der Verwendung mehrerer Wärme- und Kälteerzeuger
- b) Verschiebung von Lasten (Stunden- oder Tageslasten und saisonale Lasten)
- c) Energiemanagement zur Erhöhung der Eigenstromnutzung im Gebäude oder zur netzreaktiven Regelung
- d) Verringerung der Takthäufigkeit und Erhöhung der Laufzeit während eines Zyklus von Wärme- und Kälteerzeugern im Teillastfall

buildings is described.

Typical applications for TES (thermal energy storage tanks) in building services are:

- a) storage of heating/cooling energy to decouple generation and demand, e.g.:
 - 1) bridging breaks in the purchase or consumption of energy
 - 2) energy management when using multiple heating and cooling generators
- b) shifting of loads (hourly or daily loads and seasonal loads)
- c) energy management to increase the use of self-generated electricity in the building or for grid-reactive control
- d) reduction of cycle frequency and increase of runtime during a cycle of heating and cooling generators in partial load