

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Planung und Integration von Energiespeichern in
Gebäudeenergiesystemen
Elektrische Stromspeicher (ESS)

Planning and integration of energy storage
systems in energy building systems
Electrical storage

VDI 4657

Blatt 3 / Part 3

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.....	4	1 Scope.....	4
2 Normative Verweise.....	4	2 Normative references.....	4
3 Begriffe	5	3 Terms and definitions	5
4 Formelzeichen und Abkürzungen	8	4 Symbols and abbreviations	8
5 Anwendungsfälle und Nutzeranforderungen	12	5 Use cases and user requirements.....	12
5.1 Erhöhung der Eigenversorgung.....	12	5.1 Increase of the self-supply.....	12
5.2 Netzeinspeisung	13	5.2 Peak shaving of the grid feed.....	13
5.3 Spitzenkappung des Netzbezugs.....	14	5.3 Peak shaving of the grid consumption.....	14
5.4 Stromautarke Versorgung	17	5.4 Off-grid supply	17
5.5 Notstrom und Ersatzstrom	18	5.5 Emergency current and backup current ...	18
5.6 Teilnahme am Energiehandel.....	19	5.6 Participation in energy trade.....	19
5.7 Strombezugskostenoptimierung.....	20	5.7 Optimisation of electricity procurement costs	20
5.8 Weitere System- und Netzdienstleistungen	20	5.8 Other system and grid services	20
5.9 Versorgungssicherheit- und Wiederaufbau.....	22	5.9 Security of supply and rebuilding.....	22
6 Technologien der Stromspeicher.....	22	6 Electricity storage technologies.....	22
6.1 Charakterisierung der Technologien.....	22	6.1 Characterisation of the technologies.....	22
6.2 Eignungsanalyse	26	6.2 Suitability analysis.....	26
7 Allgemeine Systemeigenschaften	29	7 General system properties	29
7.1 Systemtopologien.....	29	7.1 System topologies.....	29
7.2 Phasenzahl.....	31	7.2 Number of phases	31
7.3 Notstrom-Funktionalitäten.....	33	7.3 Emergency current functionalities	33
7.4 Batterietechnologie	34	7.4 Battery technology.....	34
7.5 Wasserstoffspeichertechnologie.....	44	7.5 Hydrogen storage technology	44
7.6 Alterung und Lebensdauer	44	7.6 Ageing and lifetime	44
7.7 Effizienzkriterien	46	7.7 Efficiency criteria	46
8 Allgemeine Kennzahlen.....	48	8 General key figures	48
8.1 Technische Kennzahlen	48	8.1 Technical key figures.....	48
8.2 Ökonomische Kennzahlen	50	8.2 Economic key figures	50

VDI- Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)
Fachbereich Energietechnik

VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

Inhalt	Seite
9 Auslegungsplanung und ökonomische Bewertung	51
9.1 Zuordnung des Lastprofils	52
9.2 Erhöhung der Eigenversorgung.....	55
9.3 Spitzenkappung des Netzbezugs	74
9.4 Multi-Use-Speicher.....	80
10 Sonstige Anforderungen	81
10.1 Anschluss am Verteilnetz.....	81
10.2 Aufstellbedingungen und Brandschutz für Großspeicher ab 50 kWh	84
Anhang A Beschreibung der HiSim-Simulationen und des Webtools	92
Anhang B Auslegungsbeispiel.....	94
Anhang C Ausgewählte Auslegungsnomogramme	97
Anhang D Erforderliche Kennzeichnungen für Batterieräume nach DGUV Information 211-041.....	104
Schrifttum	106

Contents	Page
9 Design planning and economic evaluation	51
9.1 Load profile assignment	52
9.2 Increase self-supply	55
9.3 Peak shaving of the grid consumption	74
9.4 Multi-use storage	80
10 Other requirements	81
10.1 Connection to the distribution grid	81
10.2 Installation conditions and fire protection for large storage tanks of 50 kWh and more.....	84
Annex A Description of the HiSim-simulations and of the webtool	92
Annex B Design example.....	94
Annex C Design nomograms.....	97
Annex D Required markings for battery rooms according to DGUV Information 211-041	105
Bibliography	106

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

Die Erzeugung von elektrischer Energie („Strom“) und deren Verteilung innerhalb des Stromnetzes befindet sich seit Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Wandel. Klassisch erfolgte die Bereitstellung der elektrischen Leistung von Großkraftwerken über die verschiedenen Netzebenen bis in die Verteilnetze.

Verschiedene technische, ökonomische, ökologische und soziale Faktoren resultierten in einer zunehmenden Verbreitung dezentraler Erzeuger im Verteilnetz. Damit einher geht eine grundlegende Veränderung des Leistungsflusses innerhalb des Stromversorgungsnetzes bis hin zur Rückeinspeisung von elektrischer Energie auf höhere Spannungsebenen des Verteilnetzes und in das Übertragungsnetz.

Im Gebäudebereich war bisher der Einsatz von Systemen zur Speicherung elektrischer Energie weder erforderlich noch wirtschaftlich abbildbar. Eine Ausnahme bildeten hier Stromspeicher im Offgrid- und Notstrombereich. Mittlerweile ist im Wohngebäudebereich die Installation von Batteriespeichern in Kombination mit PV-Anlagen zur Erhöhung des Eigenverbrauchs sehr weit verbreitet.

Auch im Gewerbe- und Industriebereich werden zunehmend Batteriespeicher in verschiedenen Anwendungsfällen eingesetzt. Dazu zählen unter anderem die Erbringung von Netzdienstleistungen oder auch die Bezugs- und Einspeiseoptimierung zur Reduzierung der Stromversorgungskosten. Diese Richtlinie schafft eine Grundlage für die Auswahl und Dimensionierung von elektrischen Stromspeichern für den Einsatz in unterschiedlichen Anwendungsgebieten.

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

The generation of electrical energy (“electricity”) and its distribution within the electricity grid has been in a state of flux since the Renewable Energy Sources Act (EEG) came into force. Traditionally, the provision of electrical power was carried out by large power plants via the various grid levels to the distribution grids.

Various technical, economic, ecological, and social factors have resulted in an increasing spread of decentralised generation in the distribution grid. This is accompanied by a fundamental change in the power flow within the electricity supply grid, up to and including the feeding of electrical energy back into higher voltage levels of the distribution grid and into the transmission grid.

In the building sector, the use of systems for storing electrical energy was previously neither necessary nor economically feasible. Electricity storage systems in the off-grid and emergency power sector were an exception. In the meantime, the installation of battery storage in combination with PV systems to increase self-consumption is very widespread in the residential sector.

Battery storage is also increasingly being used in various applications in the commercial and industrial sectors. These include, among others, the provision of grid services or the optimisation of procurement and feed-in to reduce electricity supply costs. This standard provides a basis for the selection and dimensioning of electrical storage systems for use in different areas of application.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie findet Anwendung bei der Planung und Dimensionierung von elektrischen Stromspeichersystemen für den Einsatz in Gebäuden mit Anschluss an das Verteilnetz unter Maßgabe der VDE-AR-N 4105 und VDE-AR-N 4110. Vordergrundig geht es dabei um Anwendungsfälle zur Energiekostenoptimierung und Netzentlastung. Der Geltungsbereich umfasst dabei Speichersysteme in der elektrischen Leistungsklasse von einem bis mehrere hundert kW Leistung bzw. kWh Kapazität. Sie richtet sich an alle Akteure, die Berührungspunkte mit Fragestellungen der Gebäudeenergiesysteme haben; darunter TGA-Planungsunternehmen, Energieberatende, Planungs- und Installationsbetriebe sowie Herstellungsunternehmen von elektrischen Erzeugungsanlagen und Speichern.

Nach einer Beschreibung der möglichen Anwendungsfälle von Stromspeichern in Gebäuden und einer Vorstellung verfügbarer Technologien werden allgemein relevante Systemeigenschaften beschrieben. In den anschließenden Auslegungsabschnitten in Abschnitt 9 erfolgt die Darstellung der energetischen Planung und Dimensionierung sowie ökonomischen Bewertung von Speichersystemen. Dies erfolgt für die Anwendungsfälle:

- Erhöhung der Eigenversorgung (Abschnitt 9.2)
- Spitzenkappung des Netzbezugs (Abschnitt 9.3)

Aufgrund der komplexen Abhängigkeiten bietet diese Richtlinie keine Unterstützung zu Anwendungsfällen mit Stromspeichern, bei denen Dritte über externe Geschäftsmodelle, z.B. durch Teilnahme am Energiehandel, involviert sind. Zudem werden mobile Speicher, Traktionsbatterien von Elektrofahrzeugen sowie Vehicle-to-Building-Anwendungsfälle in der Richtlinie nicht betrachtet.

1 Scope

This standard applies to the planning and dimensioning of electrical electricity storage systems for use in buildings connected to the distribution grid in accordance with VDE-AR-N 4105 and VDE-AR-N 4110. The main focus is on applications for optimising energy costs and relieving the load on the grid. The scope includes storage systems in the electrical power class from one to several hundred kW power or kWh capacity. It is aimed at all stakeholders who have contact with issues relating to building energy systems, including building services planning companies, energy consultants, planning and installation companies, as well as manufacturing companies of electrical generation plants and storage systems.

After a description of the possible applications of electricity storage in buildings and a presentation of available technologies, generally relevant system properties are described. The subsequent design sections in Section 9 describe the energy planning and dimensioning as well as the economic evaluation of storage systems. This is done for the application cases:

- increasing self-supply (Section 9.2)
- peak shaving (Section 9.3) of the grid consumption

Due to the complex interdependencies, this standard does not provide support for electricity storage use cases where third parties are involved via external business models, e.g., through participation in energy trade. In addition, mobile storage units, electric vehicle traction batteries and vehicle-to-building use cases are not considered in the standard.