

Systèmes de stockage par batteries dans les bâtiments

Accumulatori a batteria negli edifici

Battery storage systems in buildings

Batteriespeichersysteme in Gebäuden

2061

Referenznummer
SNR 592061:2021 de

Gültig ab: 2021-08-01

Herausgeber
Schweizerischer Ingenieur-
und Architektenverein
Postfach, CH-8027 Zürich

In der vorliegenden Publikation gelten die männlichen Funktions- und Personenbezeichnungen sinngemäss auch für weibliche Personen.

Allfällige Korrekturen zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter www.sia.ch/korrigenda.

Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

2021-08 1. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Vorwort	4	5 Ausführung	42
0 Geltungsbereich	5	5.1 Gesuche, Anzeigen und Nachweise ..	42
0.1 Abgrenzung	5	5.2 Sicherheit und Zuverlässigkeit	42
0.2 Normative Verweisungen	5	5.3 Installation	43
1 Verständigung	6	6 Inbetriebsetzung und Übergabe	44
1.1 Begriffe und Definitionen	6	6.1 Inbetriebsetzung und Abnahme	44
1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten	9	6.2 Übergabe und Instruktion	44
1.3 Indizes	10	6.3 Dokumentation	45
1.4 Abkürzungen	10	7 Betrieb	46
2 Einsatz von Speichersystemen	11	7.1 Nutzungskonzepte	46
2.1 Einsatzgebiete	11	7.2 Instandhaltung	46
2.2 Betreibermodelle	12	7.3 Überwachung (Monitoring)	47
2.3 Betriebsweisen	17	8 Rückbau	48
3 Systembeschreibung	21	Anhang	
3.1 Einteilung	21	A (informativ) Dimensionierungs-	
3.2 Aufbau und Funktion	22	beispiele	49
3.3 Anforderungen	25	B (informativ) Kennzahlen	56
4 Projektierung	28	C (informativ) AC- und DC-Kopplung ...	59
4.1 Projektart	28	D (informativ) Anforderungen	60
4.2 Dimensionierung	29	E (informativ) Checklisten	63
4.3 Systementscheidungshilfe	35	F (informativ) Nachhaltigkeit	67
4.4 Raumanforderungen	36	G (informativ) Wirtschaftlichkeit	69
4.5 Gebäude- und Personensicherheit ...	37	H (informativ) Publikationen	71
4.6 Schnittstellen	38	I (informativ) Verzeichnis der Begriffe ..	72
4.7 Rechtliche Fragen	41		

VORWORT

Unser Energiesystem befindet sich in einem grundlegenden Wandel: Die Energieversorgung wird immer dezentraler und stärker vernetzt, die Rollen von Erzeugung, Verbrauch und Betrieb werden neu besetzt, gesetzliche Rahmenbedingungen werden angepasst und neue Technologien halten Einzug in Gebäude und Areale.

Batteriespeichersysteme (im Folgenden als Speichersysteme bezeichnet) in Gebäuden sind eine solche Technologie. Immer mehr Eigentümer setzen Speichersysteme in Gebäuden ein, z.B. zur Eigenverbrauchsoptimierung, zur Netzanschlussoptimierung oder für den Betrieb bei Netzausfall (Backup). In Zukunft könnten auch vermehrt Batterien aus Elektrofahrzeugen als Second-Life-Anwendung in Gebäuden zum Einsatz kommen.

Für Architekten und Planer ergeben sich dadurch neue Möglichkeiten und Herausforderungen. Sie haben die neuen Technologien zu verstehen und zum Nutzen des Eigentümers im Rahmen einer Beratung, Planung oder Umsetzung optimal in das Gebäude einzubinden. Ferner haben sie die ändernden technischen, baulichen und regulatorischen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen und die wachsende Komplexität durch Schnittstellen zu anderen Elektrizitätsverbrauchern, Elektrizitätserzeugern und Energiemanagementsystemen zu beherrschen.

Beim Gebäude stehen Werterhaltung, Komfort und Sicherheit im Vordergrund. Weil Eigentümer immer mehr Wärmepumpen, Photovoltaikanlagen und Elektrofahrzeuge einsetzen, gewinnt der Netzanschluss sowie die lokale Elektrizitätsnetzauslastung an Bedeutung. Auch dabei können Speichersysteme eine Rolle spielen.

Das vorliegende Merkblatt zeigt Architekten und Planern den zweckmässigen, sicheren und ökologischen Einsatz von Speichersystemen auf. Es schafft Planungssicherheit und dient als Werkzeug für die Verständigung.

Technik und Markt von Speichersystemen entwickeln sich rasant. Das vorliegende Merkblatt gibt den aktuellen Wissensstand zum Zeitpunkt seiner Erarbeitung wieder und wird bei Bedarf angepasst.

Arbeitsgruppe SIA 2061

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

- 0.1.1 Das vorliegende Merkblatt gilt für:
- stationäre Speichersysteme in Gebäuden, die ans Niederspannungsnetz fest angeschlossen sind und unter SN 411000 fallen,
 - Speichersysteme im Wohnbereich (Haus- bzw. Heimspeicher) und im Gewerbebereich (kleine Gewerbespeicher),
 - Speichersysteme, die bei Netzausfall automatisch in den Backup-Betrieb übergehen oder manuell auf diesen umgeschaltet werden können,
 - auf dem Markt erhältliche Standardlösungen, die ohne Beizug von Batteriespezialisten realisiert werden können.

- 0.1.2 Das vorliegende Merkblatt gilt nicht für
- Kleinstspeichersysteme mit einer Leistung unter 600 W bzw. einer Kapazität unter 1 kWh,¹
 - grössere Gewerbe-, Quartier- oder Netzspeicher,
 - ans Mittel- oder Hochspannungsnetz gekoppelte Speichersysteme,
 - Inselssysteme (vollständige Netzunabhängigkeit bzw. Autarkie),
 - Speichersysteme zum alleinigen Zweck eines Backups oder einer USV.

0.2 Normative Verweisungen

Im Text dieses Merkblatts wird auf die nachfolgend aufgeführten Publikationen verwiesen, die im Sinne der Verweisungen ganz oder teilweise mitgelten. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe (bei SN EN einschliesslich aller Änderungen), bei datierten Verweisungen die entsprechende Ausgabe der betreffenden Publikation.

Die hier angeführten Publikationen beschränken sich auf für den Anwender relevante Aspekte, insbesondere das Speichersystem selbst, den Transport als Gefahrgut, die Handhabung, den Aufstellungsort (Räume, Gebäude und nähere Umgebung) und die Wiederverwendung, Verwertung und Entsorgung.

0.2.1 Publikationen des SIA

SIA 380/1	Heizwärmebedarf
SIA 480	Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau
SIA 2024	Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik
SIA 2040	SIA-Effizienzpfad Energie
SIA 2046	Integrale Tests von Gebäudetechniksystemen
SIA 2056	Elektrizität in Gebäuden – Energie- und Leistungsbedarf
SIA 2060	Infrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden

0.2.2 Normen anderer Fachverbände

SN 411000	Niederspannungs-Installationsnorm (NIN)
SNR 460712	Stationäre elektrische Speichersysteme

0.2.3 Europäische Normen

SN EN 62485-2	Sicherheitsanforderungen an Sekundär-Batterien und Batterieanlagen, Teil 2: Stationäre Batterien
---------------	--

¹ Nicht fest angeschlossen. Benötigen keine speziellen Stecker und auch kein Anschlussgesuch, jedoch eine Installationsanzeige.

1 VERSTÄNDIGUNG

Für die Anwendung des vorliegenden Merkblatts gelten die folgenden Begriffe und Definitionen. Diese Begriffe sind im Anhang I in alphabetischer Reihenfolge in drei Sprachen aufgelistet.

1.1 Begriffe und Definitionen

1.1.1 Gebäude

- | | | |
|---------|------------------------|--|
| 1.1.1.1 | Gebäude | Bauwerk, bestehend aus der Gebäudehülle, den Innenbauteilen und den gebäudetechnischen Anlagen. |
| 1.1.1.2 | Einfamilienhaus (EFH) | Die Gebäudekategorie umfasst Ein- und Zweifamilienhäuser und Reiheneinfamilienhäuser. |
| 1.1.1.3 | Mehrfamilienhaus (MFH) | Die Gebäudekategorie umfasst Mehrfamilienhäuser. |
| 1.1.1.4 | Gewerbegebäude | Stellvertretend für Gebäude mit höherem Elektrizitätsverbrauch, z.B. mit gewerblicher, öffentlicher oder kleinindustrieller Nutzung. |
| 1.1.1.5 | Neubau | Neue Gebäude, Anbauten, Aufstockungen von bestehenden Gebäuden und neubauartige Umbauten. |
| 1.1.1.6 | Umbau | An neue Anforderungen angepasste Gebäude mit wesentlichen Eingriffen in das Bauwerk. |
| 1.1.1.7 | Areal | Klar abgegrenztes Gebiet mit mehreren Gebäuden. |
| 1.1.1.8 | Hausinstallation | Gebäudeseitige elektrische Anlagen bis zum Übergabepunkt. Kann sich bei Arealnetzen oder einem ZEV auch über mehrere Gebäude erstrecken. |

1.1.2 Speichersystem

- | | | |
|---------|------------------------|---|
| 1.1.2.1 | Speichersystem | Wiederaufladbares elektrochemisches Energiespeichersystem (Sekundärelement). Wird auch als Batteriespeichersystem bezeichnet. |
| 1.1.2.2 | Betriebsweise | Funktion des Speichersystems nach dem jeweiligen Optimierungsziel, z.B. Eigenverbrauchsoptimierung oder Backup-Betrieb. Kann von einem oder mehreren Betreibermodellen eingesetzt werden. |
| 1.1.2.3 | Backup, Backup-Betrieb | Versorgung der Elektrizitätsverbraucher durch das Speichersystem während eines Netzausfalls. Nicht zu verwechseln mit einer USV (vgl. 2.3.5.2). |
| 1.1.2.4 | Inselbetrieb | Elektrizitätsversorgung ohne Verbindung zum Elektrizitätsnetz. |
| 1.1.2.5 | Einsatzgebiet | Rahmenbedingungen, unter denen das Speichersystem eingesetzt wird, z.B. Gebäudekategorie oder -nutzung, Art des Bauprojekts, bereits bestehende dezentrale Elektrizitätserzeuger oder Projektart. |
| 1.1.2.6 | Netzbetrieb | Die Hausinstallation inkl. Speichersystem ist am funktionierenden lokalen Elektrizitätsnetz angeschlossen (Normalfall). Wird auch als Netzparallelbetrieb bezeichnet. |

1.1.2.7	AC	Wechselstrom (Alternating Current), typischerweise $1 \times AC 230 V$ oder $3 \times AC 230/400 V, 50 Hz$.
1.1.2.8	AC-Kopplung	Anschluss eines Speichersystems an den AC-Teil (vgl. Figur 21).
1.1.2.9	DC	Gleichstrom (Direct Current).
1.1.2.10	DC-Kopplung	Anschluss eines Speichersystems an den DC-Teil (vgl. Figur 21).
1.1.2.11	Energiemanagement-system (EMS)	Regelt das Speichersystem sowie die Elektrizitätsverbraucher und Elektrizitätserzeuger mit definierten Optimierungszielen gemäss dem gewählten Betreibermodell bzw. der Betriebsweise. Kann ein Bestandteil des Speichersystems sein oder eine eigenständige externe Komponente.
1.1.2.12	Batteriemanagement-system (BMS)	System zur Überwachung und Regelung sowie zum Schutz des Speichersystems. Ist ein fester Bestandteil des Speichersystems.
1.1.2.13	Lade-/Entladeregler	Teil des Batteriemangement-systems, der den Lade- und Entladevorgang des Speichersystems regelt, indem er z.B. Lade- und Entladeströme begrenzt oder Über- und Tiefentladungen verhindert.
1.1.2.14	Batteriewechselrichter	Wandelt bei AC-gekoppelten Speichersystemen den Gleichstrom in Wechselstrom um und umgekehrt. Nicht zu verwechseln mit Hybridwechselrichter.
1.1.2.15	Hybridwechselrichter	PV-Wechselrichter, bei dem das Speichersystem oder der Batteriewechselrichter bereits integriert ist (regelt sowohl die Photovoltaikanlage als auch das Laden/Entladen des Speichersystems).
1.1.2.16	DC/DC-Wandler	Wandelt bei DC-gekoppelten Systemen die Spannung des Gleichstromnetzteils im Gebäude in die Spannung des Speichersystems um und umgekehrt. Wird auch als Gleichspannungswandler bezeichnet.
1.1.2.17	Kapazität kWh ²	Im Speichersystem speicherbare Energiemenge. Es ist zu unterscheiden zwischen Nennkapazität (gesamthaft gespeicherte Energiemenge) und nutzbarer Kapazität (maximale Energieaufnahme/-abgabe des Speichersystems unter Berücksichtigung der maximalen Entladetiefe).
1.1.2.18	Energiedichte (volumetrisch, gravimetrisch) kWh/m ³ , kWh/kg	Energiemenge, die ein bestimmtes Volumen oder eine bestimmte Masse eines Speichersystems aufnehmen kann.
1.1.2.19	Lade-/Entladeleistung kW	Verhältnis von Energiemenge zu Zeiteinheit beim Laden/Entladen. Ergibt sich auch aus der Nennkapazität und der Lade-/Entladerate.
1.1.2.20	Lade-/Entladerate (auch C-Rate) C	Verhältnis von Lade- bzw. Entladeleistung in kW zur Nennkapazität in kWh. 1 C bedeutet, dass das Speichersystem in 1 Stunde geladen/entladen ist. Die Entladerate ist in der Regel gleich gross oder grösser als die Laderate, d.h. Speichersysteme können jeweils schneller entladen als geladen werden.

2 Als Kapazität wird häufig auch die elektrische Ladungsmenge in Amperestunden (Ah) bezeichnet. Dabei gilt:
Gespeicherte Energiemenge (Wh) = elektrische Ladungsmenge (Ah) × Spannung (V)

1.1.2.21	Selbstentladungsrate % pro Monat	Entladung des Speichersystems ohne angeschlossene Elektrizitätsverbraucher oder im ausgeschalteten Zustand. Beeinflusst die Energieeffizienz bzw. den Wirkungsgrad des Speichersystems.
1.1.2.22	Standby-Verbrauch W	Verbrauch des Speichersystems selbst im Bereitschaftsbetrieb. Beeinflusst die Energieeffizienz bzw. den Wirkungsgrad des Speichersystems. Wird auch als Bereitschaftsverlust bezeichnet.
1.1.2.23	Wirkungsgrad	Verhältnis von abgegebener zu aufgenommener Energie.
1.1.2.24	Ladezustand	Verhältnis von aktuell nutzbarer Entladekapazität zu nutzbarer Kapazität (vgl. Figur 8). Wird auch als State of Charge (SOC) bezeichnet.
1.1.2.25	Lebensdauer Jahre	Kalendarische Lebensdauer in Jahren. Alternativ dazu: Lebensdauerangabe in Zyklen (vgl. 1.1.2.30).
1.1.2.26	Maximale Entladetiefe %	Verhältnis von maximaler Energieentnahme zu gesamthaft gespeicherter Energiemenge (Nennkapazität), ohne dass das Speichersystem Schaden nimmt.
1.1.2.27	Ladezyklus	Ladevorgang vom minimalen zum maximalen Ladezustand eines Speichersystems.
1.1.2.28	Entladezyklus	Entladevorgang vom maximalen zum minimalen Ladezustand eines Speichersystems.
1.1.2.29	Vollzyklus	Ein ganzer Lade- und Entladezyklus ergeben zusammen einen Vollzyklus (vgl. Figur 8). Lade- und Entladezyklus können sich aus beliebig vielen Teillade- und Teilentladezyklen zusammensetzen.
1.1.2.30	Zyklusfestigkeit	Lebensdauer des Speichersystems als erreichbare Anzahl Vollzyklen.
1.1.2.31	Second-Life	Steht für die Wiederverwendung eines Speichersystems nach dessen erstmaligen Einsatz, um Ressourcen und Kosten zu sparen.
1.1.3	Weitere Begriffe und Definitionen	
1.1.3.1	Betreibermodell	Geschäftsmodell, welches das Speichersystem für einen bestimmten Zweck einsetzt und dafür eine oder mehrere Betriebsweisen (Funktionen) des Speichersystems nutzt.
1.1.3.2	Autarkie (elektrisch)	Vollständige Eigenversorgung mit Elektrizität, d.h. Unabhängigkeit von einer Fremdversorgung mit Elektrizität.
1.1.3.3	Autarkiegrad (elektrisch)	Anteil der eigenverbrauchten an der insgesamt verbrauchten Elektrizität. Wird auch als Autarkieanteil, Selbstversorgungsgrad oder Selbstversorgungsanteil bezeichnet.
1.1.3.4	Photovoltaik (PV)	Technologie zur direkten Umwandlung von Sonnenstrahlung in elektrische Energie (Solarstrom).
1.1.3.5	Community	Betreibermodell, das mehrere dezentrale Speichersysteme koordiniert nutzt oder zusammenschliesst (Schwarmspeicher).
1.1.3.6	Nutzer	Nutzer des Speichersystems oder Verbraucher der Elektrizität. Ist charakterisiert durch das Nutzerverhalten bzw. -profil. Wird auch als Endverbraucher bezeichnet.

1.1.3.7	Planer	Plant das Speichersystem und dessen Einbindung in das Gebäude und in die Gebäudetechnik. Kann grundsätzlich aus allen themen-nahen Branchen (Energie, Elektro, Photovoltaik, Speicher usw.) und Bereichen (Beratung, Planung, Realisierung usw.) stammen.
1.1.3.8	Eigenverbrauch (elektrisch)	Verbrauch von vor Ort erzeugter Elektrizität.
1.1.3.9	Eigenverbrauchsanteil (elektrisch)	Verhältnis von Eigenverbrauch zu vor Ort erzeugter Elektrizität. Wird auch als Eigenverbrauchsgrad bezeichnet.
1.1.3.10	Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV)	Zusammenschluss mehrerer Endverbraucher zu einem einzigen Endverbraucher (gemäss SR 730.0 Energiegesetz, Art. 17), um vor Ort erzeugte Energie innerhalb des ZEV gemeinsam verbrauchen zu können.
1.1.3.11	Systemdienstleistungen (SDL)	Massnahmen zur Stabilisierung des Elektrizitätsnetzes, indem Frequenz, Spannung und Belastung des Elektrizitätsnetzes inner-halb der erlaubten Toleranzen gehalten werden.
1.1.3.12	Elektrizitätsverbraucher	Gerät, das im Austausch mit dem Speichersystem steht, wie Wassererwärmer, Wärmepumpe, Elektrofahrzeug usw.
1.1.3.13	Gleichzeitigkeitsfaktor	Korrekturfaktor mit Wert zwischen 0 und 1. Steht im Verhältnis zur Wahrscheinlichkeit, dass der jeweilige Elektrizitätsverbraucher gleichzeitig mit den anderen Elektrizitätsverbrauchern betrieben wird. ³
1.1.3.14	Elektrizitätserzeuger	Dezentrale Elektrizitätserzeugungsanlage, z. B. Photovoltaikanlage.
1.1.3.15	Niederspannungs-installation	Installationen im Rahmen von SN 411000 mit höchstens 1000 V Wechselspannung oder 1500 V Gleichspannung.
1.1.3.16	Aussenleiter	Stromführender Leiter in einem Elektrizitätsnetz. Speichersys-teme können an einen oder mehrere Aussenleiter angeschlossen werden, typischerweise 1 × AC 230 V oder 3 × AC 230/400 V.
1.1.3.17	Elektrisches Schutzkonzept	Elektrische und räumliche Schutzmassnahmen, inkl. Trenn- und Sicherheitsschalter, Überspannungsschutz und FI-Schalter, wel-che die technischen Anschlussbedingungen gemäss [21] erfüllen.

1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten

Symbol	Begriff	Einheit
E	Energie	kWh
f	Faktor, Verhältnis, Grad	–, %
k	Korrekturfaktor	–
l	Distanz	km
n	Anzahl	–
P	Leistung	kW
R	Einnahmen	CHF
S	Einsparungen	CHF
t	Zeit	h
η	Wirkungsgrad	–
ρ	spezifischer Energiebedarf	kWh/100 km

³ Mit dieser Annahme über die zeitliche Verteilung der Lasten bei zunehmender Anzahl Elektrizitätsverbraucher oder Nutzer, z.B. in Mehrfamilienhäusern, soll ein unrealistisches Worst-Case-Szenarium mit einem gleichzeitigen Auf-treten aller Lasten verhindert werden, um eine Überdimensionierung des Speichersystems zu vermeiden.

1.3 Indizes

Die Indizes leiten sich im Allgemeinen aus der englischen Sprache ab.

	Deutsch	Englisch	Französisch	Italienisch
<i>am</i>	Abschreibung, amortisation	amortisation	amortissement	amortizzazione
<i>au</i>	Autonomie	autonomy	autonomie	autonomia
<i>avg</i>	Durchschnitt	average	moyenne	media
<i>B</i>	Backup	backup	alimentation de secours	backup
<i>CC</i>	Vollzyklus	complete cycle	cycle complet	ciclo completo
<i>E</i>	Energie	energy	énergie	energia
<i>el</i>	Elektrizität	electricity	électricité	elettricità
<i>G</i>	Netz	grid	réseau	rete
<i>i</i>	Hilfsindex	indices	indices auxiliaires	indici ausiliari
<i>I</i>	Investition	investment	investissement	investizione
<i>max</i>	maximal	maximum	maximum	massimo
<i>N</i>	Nominal, Nenn-	nominal	nominal	nominale
<i>nsh</i>	Nennbetriebsstunden	nominal service hours	heures à pleine charge	ore di esercizio nominale
<i>sc</i>	Eigenverbrauch	self consumption	consommation propre	consumo proprio
<i>sp</i>	Eigenproduktion	self production	production propre	produzione proprio
<i>op</i>	Betrieb	operating	mode actif	in servizio
<i>RP</i>	Wirkleistung	real power	puissance active	potenza attiva
<i>PV,STC</i>	Standard-Testbedingungen für Photovoltaik	standard test conditions for photovoltaics	conditions d'essai standard pour photovoltaïque	condizioni di test standard per il fotovoltaico
<i>SS</i>	Speichersystem	storage system	système de stockage	sistema di accumulazione
<i>tot</i>	gesamt, total	total	total	totale
<i>an</i>	Jahr, Jahres-	annual	an, annuel	anno

1.4 Abkürzungen

AC	Wechselstrom (Alternating Current)
BMS	Batteriemanagementsystem
COP	Coefficient of Performance (Leistungszahl einer Wärmepumpe)
DC	Gleichstrom (Direct Current)
EFH	Einfamilienhaus
EMS	Energiemanagementsystem
ESTI	Eidgenössisches Starkstrominspektorat
MFH	Mehrfamilienhaus
PV	Photovoltaik
SDL	Systemdienstleistungen
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VKF	Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen
ZEV	Zusammenschluss zum Eigenverbrauch

2 EINSATZ VON SPEICHERSYSTEMEN

Das Merkblatt unterscheidet zwischen Einsatzgebieten, Betreibermodellen und Betriebsweisen: Der Eigentümer setzt das Speichersystem in einem bestimmten Rahmen (Einsatzgebiet) für einen bestimmten Zweck (Betreibermodell) ein. Dazu werden eine oder mehrere Funktionen des Speichersystems (Betriebsweisen) unter verschiedenen Anordnungen genutzt.

2.1 Einsatzgebiete

2.1.1 Das Merkblatt unterscheidet zwischen folgenden Einsatzgebieten für Speichersysteme in Gebäuden:

- Nach Gebäudekategorie und -nutzung: EFH, MFH, Areal oder Gewerbegebäude.
- Nach Art des Bauprojekts: Gebäudeneubau, -umbau oder -sanierung.
- Nach dezentralem Elektrizitätserzeuger: Mit oder ohne bestehendem Elektrizitätserzeuger.
- Nach Projektart: Vorbereitung, Erstausrüstungs-, Erweiterungs- oder Ersatzprojekt.

2.1.2 Den Einsatzgebieten lassen sich typische Betriebsweisen und Aspekte für die Auswahl, Dimensionierung und Nutzung des Speichersystems zuordnen. Der Eigentümer kann selbstverständlich projektspezifisch davon abweichen.

Tabelle 1 Typische Betriebsweisen und Aspekte verschiedener Einsatzgebiete (Stand heute)

Einsatzgebiet	Nutzung des Speichersystems (typische Betriebsweisen) und relevante Aspekte	Referenz (Ziffer)
EFH	<ul style="list-style-type: none"> – Nutzung für Eigenverbrauchsoptimierung und als Backup, ggf. auch für Lastspitzenoptimierung. – Auswahl und Dimensionierung aufgrund der Leistung der Photovoltaikanlage, der Nutzer- und Verbrauchsprofile oder des vorhandenen Budgets. – Stärkere Gewichtung individueller Kriterien, z.B. hoher Eigenverbrauchsanteil, Nachhaltigkeit usw. 	2.3.2 2.3.5 3.3.6
MFH	<ul style="list-style-type: none"> – Nutzung für Eigenverbrauchsoptimierung und als Backup, ggf. auch für Lastspitzenoptimierung. – Auswahl und Dimensionierung aufgrund der Leistung der Photovoltaikanlage (für PV maximal nutzbare Dachfläche) sowie der Nutzer- und Verbrauchsprofile. – Vertragliche Regelung der Nutzung und der Besitzverhältnisse. 	2.3.2 2.3.5 2.2.6
Areal	<ul style="list-style-type: none"> – Nutzung für Eigenverbrauchsoptimierung, als Backup und zur Lastspitzenoptimierung. – Auswahl und Dimensionierung aufgrund der Leistung der Photovoltaikanlage, der Nutzer- und Verbrauchsprofile sowie spezifischer elektrischer Hauptverbraucher. – Dimensionierung oft mittels dynamischer Simulation. 	2.3.2 4.2.1.7
Gewerbegebäude	<ul style="list-style-type: none"> – Nutzung für Lastspitzenoptimierung, Eigenverbrauchsoptimierung und Backup. – Auswahl und Dimensionierung aufgrund der Verbrauchsprofile der elektrischen Hauptverbraucher und aufgrund des betrieblichen Risikos (kritische Prozesse). 	2.3.3 2.3.5
Gebäudeneubau	<ul style="list-style-type: none"> – Vorgehen gemäss Systementscheidungshilfe. – Raumanforderungen. – Ggf. spätere Anschaffung vorbereiten. 	4.3 4.4 Tabelle 7
Gebäudeumbau	<ul style="list-style-type: none"> – Raumanforderungen, insbesondere Zugänglichkeit und Platzbedarf. – Änderungen beim Gebäude und den Elektrizitätsverbrauchern (Energie- und Leistungsbedarf). 	4.4 4.2

Tabelle 1 Typische Betriebsweisen und Aspekte verschiedener Einsatzgebiete (Stand heute)
(Fortsetzung)

Einsatzgebiet	Nutzung des Speichersystems (typische Betriebsweisen) und relevante Aspekte	Referenz (Ziffer)
Gebäude-sanierung	<ul style="list-style-type: none"> – Raumanforderungen, insbesondere Zugänglichkeit und Platzbedarf. – Änderungen beim Gebäude und den Elektrizitätsverbrauchern (Energie- und Leistungsbedarf). 	4.4 4.2
Mit bestehender Photovoltaik-anlage	<ul style="list-style-type: none"> – Kompatibilität zur bestehenden Photovoltaikanlage und den Elektrizitätsverbrauchern.¹ – Speichersystem ggf. vom Hersteller der Photovoltaik-anlage. 	3.3,4.3 Anhang C
Ohne be-stehende Photo-voltaikanlage	<ul style="list-style-type: none"> – Vorgehen gemäss Systementscheidungshilfe. – Ggf. Photovoltaikanlage und Speichersystem vom gleichen Hersteller.² 	4.3
Vorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> – Raumanforderungen. – Schnittstellen. 	4.4 4.6
Erstausrüstungs-projekt	<ul style="list-style-type: none"> – Vorgehen gemäss Systementscheidungshilfe. – Aufeinander abgestimmte Systeme (optimiertes Gesamtsystem). – Eventuelle spätere Erweiterungen (Raumanforderungen, Schnittstellen). 	4.3 4.4 4.6
Erweiterungs-projekt	<ul style="list-style-type: none"> – Vorgehen gemäss Systementscheidungshilfe. – Raumanforderungen. – Schnittstellen. – Hersteller der Photovoltaikanlage und der Elektrizitäts-verbraucher. 	4.3 4.4 4.6
Ersatzprojekt	<ul style="list-style-type: none"> – Vorgehen gemäss Systementscheidungshilfe. – Hersteller der Photovoltaikanlage und der Elektrizitäts-verbraucher. 	4.3

¹ AC-gekoppelte Systeme sind nachträglich meist einfacher integrierbar als DC-gekoppelte Systeme.

² Oder Wahl eines Hybridwechselrichters.

2.1.3 Kennzahlen für Nennkapazitäten und Lade-/Entladeleistungen für EFH, MFH und Areale/Gewerbegebäude sind in Tabelle 10 aufgeführt.

2.2 Betreibermodelle

Durch den grundlegenden Wandel der Energieversorgungssysteme⁴ entstehen neue Betreibermodelle, welche teilweise zu Anpassungen bei den Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Energieversorgungsunternehmen, Verteilnetzbetreiber und Eigentümer führen.

2.2.1 Übersicht

2.2.1.1 Akteure mit neuen Rollen sind z. B.

- der Eigentümer des Speichersystems oder der Liegenschaft,
- der Betreiber oder Nutzer des Speichersystems,
- der Eigentümer des Elektrizitätserzeugers (z. B. der Photovoltaikanlage),
- der Betreiber eines ZEV,
- der Betreiber einer Community.⁵

⁴ Die aufkommenden erneuerbaren Energien (dezentrale Elektrizitätserzeugung); die zunehmende Vernetzung von Elektrizitätsverbrauchern, Elektrizitätserzeugern, Energieversorgungsnetzen und Abrechnungssystemen; die dezentrale Elektrizitätsspeicherung; die neuen Möglichkeiten des privaten Betriebs lokaler Elektrizitätsnetze (Areale, ZEV).

⁵ Derzeit ist das Betreibermodell *Betrieb einer Community* nur für Endverbraucher im freien Markt möglich. Die aktuellen rechtlichen Voraussetzungen sind jeweils zu prüfen (vgl. 2.2.3.2).

- 2.2.1.2 Es lassen sich folgende Betreibermodelle für Eigentümer mit eigenem Speichersystem aufstellen:
- teilweise Eigenversorgung,
 - Betrieb einer Community,
 - Elektrizitätsankauf und -verkauf,
 - Netzanschluss- und Leistungsoptimierung.

Tabelle 2 Übersicht über Betreibermodelle für Eigentümer mit eigenem Speichersystem

Aufgabe, Zweck	Betreibermodell	Betriebsweise gemäss 2.3 (Steuerung des Speichersystems)		Heutige Relevanz
Energiebezogene Kosten reduzieren Eigenverbrauchsanteil erhöhen	Teilweise Eigenversorgung	Backup-Betrieb ¹ (Steuerung durch EMS)	Eigenverbrauchs-optimierung (Steuerung durch EMS)	Hoch
	Betrieb einer Community	Elektrizitätsaustausch (Steuerung durch Community)		Gering ²
Stabiler Netzbetrieb	Elektrizitätsankauf und -verkauf	Elektrizitätsaustausch (Steuerung durch EMS oder Verteilnetzbetreiber)		Gering
Einnahmen generieren				
Netzanschluss- oder leistungsbezogene Kosten reduzieren	Netzanschluss- oder Leistungsoptimierung	Lastspitzenoptimierung (Steuerung durch EMS)		Hoch

¹ Sofern vom Eigentümer gewünscht und in der Verschaltung berücksichtigt, kommt der Backup-Betrieb bei allen Betreibermodellen zum Einsatz.

² Bisher nur für Endverbraucher im freien Markt möglich (vgl. 2.2.3.2).

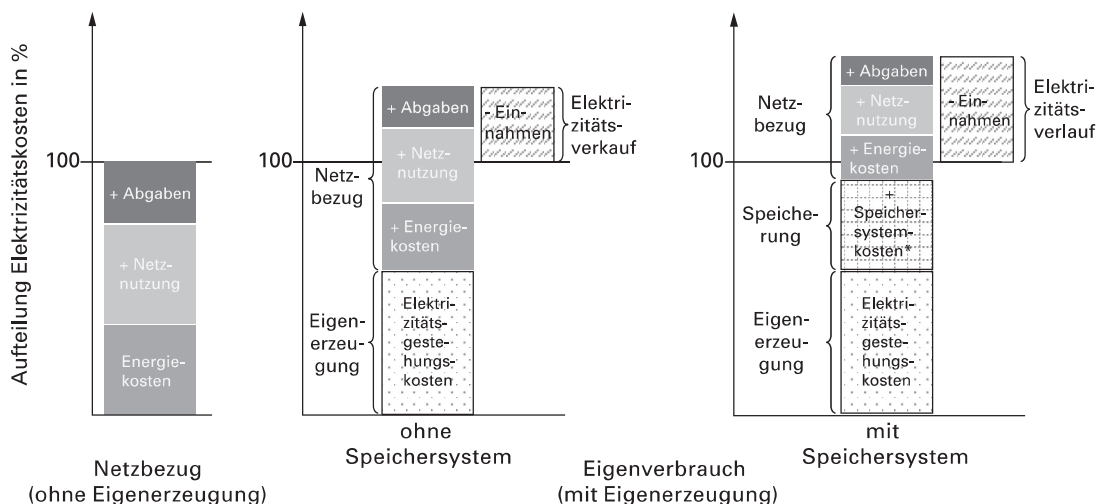
- 2.2.1.3 Die Besitzverhältnisse, wie Pacht-, Miet- und Leasingverhältnisse, sind im jeweiligen Betreibermodell angemessen zu berücksichtigen und vertraglich festzuhalten.
- 2.2.1.4 Die Betreibermodelle können aufgrund der dynamischen preislichen und technischen Entwicklung bei den Speichersystemen künftig stark ändern.
- 2.2.1.5 Entsprechend der starken jahreszeitlichen Schwankungen von Erzeugung (z.B. Solarstrom) und Verbrauch (z.B. Wärmepumpen) ändert auch der Nutzen eines Speichersystems über das Jahr.
- 2.2.1.6 Um die Wirtschaftlichkeit gegebenenfalls zu erhöhen, sollte geprüft werden, ob das Speichersystem für mehrere Betreibermodelle eingesetzt werden kann bzw. mehrere Betriebsweisen zu einem neuen Betreibermodell kombiniert werden können.
- 2.2.1.7 Für die Abklärung der Machbarkeit sollte mittels Simulation vorgängig sichergestellt werden, dass das Speichersystem
- die ihm zugeordnete Funktion auch effektiv wahrnehmen kann,
 - über das Jahr gesehen genügend genutzt wird bzw. genügend Elektrizität für einen wirtschaftlichen Betrieb zwischengespeichert werden kann und
 - hinsichtlich Speicherzyklen und Lade-/Entladerate derart genutzt wird, dass es die geplante Lebensdauer auch erreicht.

2.2.2 Betreibermodell «Teilweise Eigenversorgung»

- 2.2.2.1 Bei der *teilweisen Eigenversorgung* nutzt der Eigentümer das Speichersystem, um die selbst erzeugte Elektrizität zeitlich flexibel zur eigenen Versorgung und zur Kostenersparnis oder zum Backup-Betrieb (Betrieb bei Netzausfall) einzusetzen.

- 2.2.2.2 Die *teilweise Eigenversorgung* hat gegenüber dem Netzbezug heute den finanziellen Vorteil, dass auf der selbst erzeugten Elektrizität keine Netznutzungsgebühren und Abgaben erhoben werden.⁶
- 2.2.2.3 Die Ausgaben für den Elektrizitätsbezug aus dem Netz sind ferner höher als die Einnahmen durch die Rückspeisung von selbst erzeugter Elektrizität ins Netz.
- 2.2.2.4 Der Eigentümer beurteilt die Wirtschaftlichkeit des Speichersystems, indem er die eingesparten Netznutzungsgebühren und Abgaben den Kosten für Anschaffung, Installation, Betrieb und Instandhaltung sowie Entsorgung des Speichersystems gegenüberstellt.

Figur 1 Zusammensetzung der Elektrizitätskosten bei Netzbezug und bei Eigenverbrauch mit und ohne Speichersystem (Prinzipdarstellung)



* Speichersystemkosten vgl. Anhang G.3

- 2.2.2.5 Die *teilweise Eigenversorgung* kann auch durch mehrere Nutzer erfolgen, z.B. in Form eines ZEV oder im Rahmen eines Verteilnetzbetreibermodells.⁷
- 2.2.2.6 Sowohl beim ZEV als auch beim Verteilnetzbetreibermodell ist das Energieversorgungsunternehmen für die Sicherstellung der Grundversorgung verantwortlich.
- 2.2.2.7 Beim Verteilnetzbetreibermodell ist das lokale Energieversorgungsunternehmen weiterhin für Lieferung, Messung und Abrechnung der Elektrizität an jeden einzelnen Mieter, Pächter oder Eigentümer zuständig. In einem ZEV übernimmt der Eigentümer diese Aufgaben.
- 2.2.2.8 Bei der *teilweisen Eigenversorgung* im ZEV nutzt der Eigentümer das Speichersystem, um die selbst erzeugte Elektrizität unabhängig vom lokalen Energieversorgungsunternehmen an die Mitglieder des ZEV⁸ zu verkaufen. Diese setzen die Elektrizität zur eigenen Versorgung oder zum Backup-Betrieb ein.
- 2.2.2.9 Befindet sich das Speichersystem im Besitz mehrerer Parteien, so wird empfohlen, Besitzverhältnisse, Instandhaltung und Nutzung (Messung, Priorisierung, Abrechnung usw.) vertraglich festzuhalten.

6 Z.B. Abgaben an die Gemeinde (Konzessionen), Abgaben für Systemdienstleistungen (SDL), Abgaben für die Einspeisevergütung, Mehrwertsteuer usw. Diese Bedingungen gelten heute und können sich ändern.

7 Auch als Praxismodell VNB bezeichnet.

8 Dabei handelt es sich um eine Form des Contracting, mit dem Eigentümer als ZEV-Betreiber bzw. Contractinggeber und den Mitgliedern des ZEV als Contractingnehmer.

2.2.3 **Betreibermodell «Betrieb einer Community»⁹**

- 2.2.3.1 Im Fall einer vollständigen Elektrizitätsmarktöffnung, insbesondere im Zusammenhang mit der Einführung flexibler Elektrizitätspreise, können sich neue Betreibermodelle und Chancen eröffnen.
- 2.2.3.2 Die rechtlichen Voraussetzungen bezüglich Einführung und Betrieb von Communities befinden sich im Umbruch und sind zum gegebenen Zeitpunkt zu prüfen. Derzeit ist das Betreibermodell *Betrieb einer Community* nur für Endverbraucher im freien Markt möglich.
- 2.2.3.3 Die Mitglieder einer Community erzeugen, verbrauchen oder tauschen Elektrizität untereinander aus. Sie können dabei Speichersysteme einsetzen, um ihre Ziele besser zu erreichen. Im Gegensatz zu einem ZEV können die Mitglieder einer Community räumlich getrennt sein.
- 2.2.3.4 Eine Community steuert ein Speichersystem
 - zur eigenverbrauchsoptimierten Elektrizitätsversorgung innerhalb der Community oder
 - zur gemeinsamen Erbringung von Systemdienstleistungen (SDL), insbesondere als Zusammenschluss zu Schwarmspeichern bzw. zu virtuellen Kraftwerken (Virtual Power Plants, VPP).
- 2.2.3.5 Der Eigentümer dimensioniert das Speichersystem in der Regel aufgrund
 - der Grösse der Elektrizitätserzeuger,
 - seinen finanziellen Möglichkeiten (Budget) oder
 - als wirtschaftliche Optimierung, abhängig vom Preismodell der jeweiligen Community.

2.2.4 **Betreibermodell «Elektrizitätsankauf und -verkauf»**

- 2.2.4.1 Der *Elektrizitätsankauf und -verkauf* erbringt Systemdienstleistungen (SDL) oder nutzt Preisunterschiede, um Einnahmen zu generieren.
- 2.2.4.2 Die Elektrizität wird selbst erzeugt oder bei tiefen Bezugstarifen bzw. Überkapazitäten im Netz dem lokalen Elektrizitätsnetz entnommen. Bei hohen NetZRückspeisetarifen bzw. Unterkapazitäten im Netz wird die Elektrizität zeitversetzt wieder ins lokale Elektrizitätsnetz eingespeist.
- 2.2.4.3 Wird das Speichersystem ohne weitere Elektrizitätsverbraucher betrieben, dann werden die vom lokalen Elektrizitätsnetz bezogenen Energiemengen bis auf die Verluste wieder vollständig zurückgespeist und daher nicht mit Netznutzungsgebühren belegt. Bei Mischformen mit Elektrizitätsverbrauchern sind demgegenüber Netznutzungsgebühren für die bezogenen Energiemengen zu entrichten; vgl. [22] und [23].
- 2.2.4.4 Der Eigentümer beurteilt die Wirtschaftlichkeit des Speichersystems, indem er die Investitions-, Betriebs- und Instandhaltungskosten des Speichersystems den Erträgen aus dem Elektrizitätsankauf und -verkauf gegenüberstellt.
- 2.2.4.5 Bei der Nutzung von Preisunterschieden steuert das EMS das Speichersystem.
- 2.2.4.6 Bei der Erbringung von Systemdienstleistungen (SDL) wird die Steuerung des Speichersystems mit dem Abnehmer der SDL vereinbart.
- 2.2.4.7 In der Schweiz können bisher nur grosse, professionelle Anbieter Systemdienstleistungen erbringen.
- 2.2.4.8 Betreibt der Eigentümer eine Photovoltaikanlage im Rahmen der Einspeisevergütung, so wird aus wirtschaftlichen Gründen in der Regel die gesamte erzeugte Elektrizität ins Elektrizitätsnetz eingespeist. Speichersysteme kommen in diesen Fällen nur als Backup zur Anwendung.

⁹ Englisch für Gemeinschaft.

2.2.5 **Betreibermodell «Netzanschluss- und Leistungsoptimierung»**

- 2.2.5.1 Die *Netzanschlussoptimierung* verzögert oder vermeidet einen Ausbau des Netzanschlusses.
- 2.2.5.2 Die *Leistungsoptimierung* reduziert bei der Anwendung von Leistungstarifen die grössten Bezugsleistungen.
- 2.2.5.3 Die *Netzanschluss- und Leistungsoptimierung* basiert auf der Lastspitzenoptimierung (vgl. 2.3.3).
- 2.2.5.4 Die *Netzanschluss- und Leistungsoptimierung* soll grundsätzlich durch
 - ein Reduzieren der grössten Lasten,
 - das gegenseitige, zeitliche Versetzen der grössten Lasten (sog. Last- oder Demand Side Management),
 - eine lokale Elektrizitätserzeugung während der Lastspitzen oder
 - das Einbringen von zwischengespeicherter Energie aus Speichersystemen erreicht werden.
- 2.2.5.5 Der Eigentümer dimensioniert das Speichersystem in der Regel aufgrund der grössten Lasten. Diese ergeben sich aus dem bisherigen Lastprofil oder aufgrund von Simulationen.¹⁰
- 2.2.5.6 Die Lastspitzenoptimierung ist insbesondere dann effektiv, wenn
 - Lastspitzen von mehreren Elektrizitätsverbrauchern ohne Nachteile zeitlich versetzt oder
 - kurz andauernde Lastspitzen von Elektrizitätsverbrauchern mit relativ kleinen Speichersystemen geglättet werden können.

2.2.6 **Besitzverhältnisse**

- 2.2.6.1 Bei mehreren Parteien (vgl. 2.2.1.1) wird empfohlen, relevante Informationen vertraglich festzuhalten, wie z. B.
 - Systemauswahl,
 - Finanzierung (Anschaffung, Betrieb und Ersatz) und Besitzverhältnisse,
 - Nutzung, Betrieb und Ersatz (organisatorisch und technisch),
 - Abrechnungssystem und -modalitäten.
- 2.2.6.2 Die Lebensdauer des Speichersystems liegt in der Regel deutlich unter derjenigen einer Photovoltaikanlage bzw. der Gebäudehülle. Dementsprechend sollte ein Erneuerungs- und Instandhaltungsfonds unterhalten werden.

2.2.7 **Datenschutz**

- 2.2.7.1 Werden im Zusammenhang mit dem Betrieb des Speichersystems oder im Rahmen eines ZEV persönliche Daten verarbeitet, z. B. Nutzerprofile gespeichert, so muss der verantwortliche Akteur dies gemäss SR 235.1 [1] tun.

¹⁰ Das elektrische Lastprofil stellt den Eingang, den geglätteten Verlauf und den Ausgang des Speichersystems die Optimierungsgrösse für die Simulation. Die in der Simulation verwendeten Algorithmen sind häufig fallspezifisch anzupassen.

2.3 Betriebsweisen

2.3.1 Übersicht

2.3.1.1 Speichersysteme in Gebäuden können im Rahmen des jeweiligen Betreibermodells (vgl. Tabelle 2) auf verschiedene Weise betrieben werden.

Tabelle 3 Betriebsweisen von Speichersystemen in Gebäuden

Betriebsweise	Beschreibung	Heutige Relevanz
Eigenverbrauchs-optimierung	– Weniger Netznutzungsgebühren und Abgaben. – Minimierung von Netzbezug und Netzeinspeisung.	Hoch
Lastspitzenoptimierung (Peak Shaving)	– Tiefere Kosten infolge tieferer Leistungsmaxima. – Netzanschlussoptimierung.	Gewerbe: Hoch Wohnen: Gering
Elektrizitätsaustausch	– Elektrizitätsaustausch mit dem lokalen Netz zum <i>Betrieb einer Community</i> , zum Verkauf von Regelleistung oder zur Ausnutzung von Preisunterschieden.	Gering
Backup (Betrieb bei Netzausfall)	– Überbrückung eines Netzausfalls mittels Speichersystem mit Backup-Funktion.	Mittel

2.3.1.2 Folgende Betriebsweisen sind gemäss 0.1.2 nicht Gegenstand dieses Merkblatts:

- USV,¹¹
- Autarkie.¹²

2.3.1.3 Die Optimierung der Energieeffizienz zur Schonung der Ressourcen und als Massnahme gegen den Klimawandel wird ebenfalls nicht als eigenständige Betriebsweise aufgeführt (vgl. Anhang F).

2.3.2 Betriebsweise «Eigenverbrauchsoptimierung»

2.3.2.1 Bei der Eigenverbrauchsoptimierung wird möglichst wenig Überschusselektrizität ins Netz abgegeben. Dazu wird möglichst viel von der selbst erzeugten Elektrizität

- zeitgleich verbraucht, insbesondere durch Lastverschiebung in den Zeitraum der Elektrizitätserzeugung, oder
- zeitversetzt verbraucht, insbesondere mittels Zwischenspeicherung im Speichersystem (vgl. Figur 2).

2.3.2.2 Bei der Eigenverbrauchsoptimierung geht es um eine wirtschaftliche Optimierung unter Nutzung des finanziellen Vorteils beim Eigenverbrauch (vgl. Figur 1).

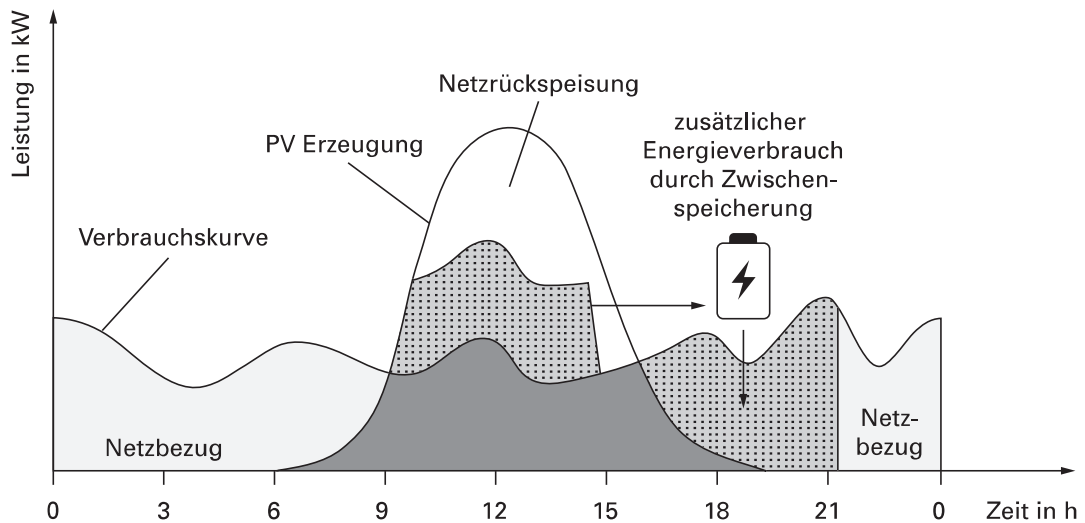
2.3.2.3 Je kleiner die Jahreselektrizitätserzeugung, z. B. der Photovoltaikanlage, im Vergleich zum Jahreselektrizitätsverbrauch ist, umso grösser wird der Eigenverbrauchsanteil (vgl. Figur 13). Das Ziel der Eigenverbrauchsoptimierung ist jedoch nicht eine möglichst kleine Elektrizitätserzeugung, sondern ein hoher Eigenverbrauchsanteil, kombiniert mit einem hohen Autarkiegrad, d. h. mit einer angemessenen hohen Elektrizitätserzeugung.

11 Speichersysteme für die USV sind stark auf das jeweilige Objekt bzw. die jeweilige Anwendung ausgerichtet und haben speziellen Anforderungen zu genügen. USV-Anlagen sind ferner nicht ruhestromfrei und benötigen für den Eigenbetrieb Energie.

12 Die vollständige Netzunabhängigkeit (Autarkie) mit einem Inselssystem ohne physische Anbindung an das lokale Elektrizitätsnetz bedingt deutlich grössere Speicherkapazitäten oder ist mit Komforteinbussen verbunden. Sie kommt daher in der Regel nur bei entsprechenden Randbedingungen (z. B. abgelegene Lage) oder einer entsprechenden Priorisierung der Netzunabhängigkeit zur Anwendung.

2.3.2.4 Ein Speichersystem erlaubt einen zeitverzögerten Verbrauch, was die Flexibilität und damit den Eigenverbrauchsanteil erhöht.

Figur 2 Speichersystemeinsatz bei der Eigenverbrauchsoptimierung (Prinzipdarstellung ohne Verbrauchsbeeinflussung durch das Energiemanagementsystem)



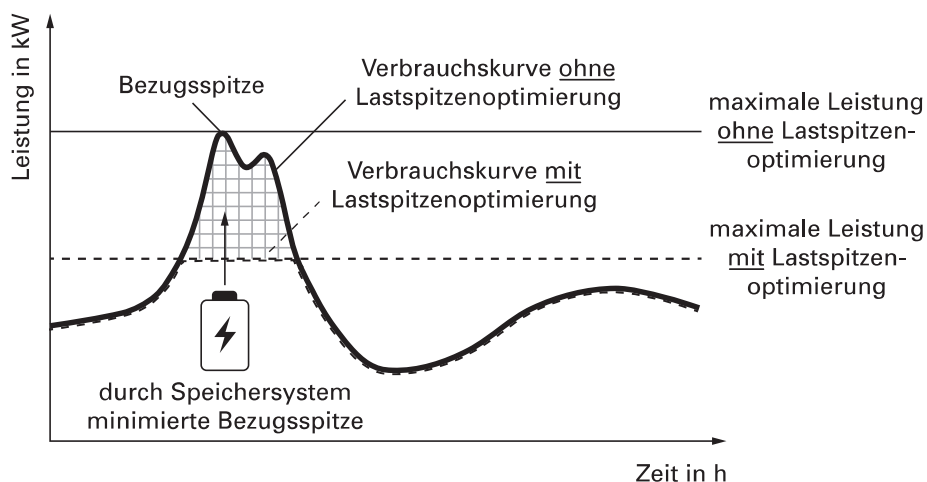
2.3.2.5 Das Potenzial eines Speichersystems zur Eigenverbrauchsoptimierung ist vorgängig abzuschätzen. Der Eigentümer oder Planer kann dazu entweder bestehende Erfahrungen mit dem Elektrizitätserzeuger und den Elektrizitätsverbrauchern beziehen oder den künftigen Betrieb des Speichersystems mittels Simulationen voraussagen.

2.3.2.6 Weitere gesetzliche, wirtschaftliche und organisatorische Informationen zum Eigenverbrauch finden sich in [23] und [26].

2.3.3 Betriebsweise «Lastspitzenoptimierung»

2.3.3.1 Bei der *Lastspitzenoptimierung* (Peak Shaving) werden sowohl Netzbezugs- als auch Netzurückspeisespitzen zeitlich verschoben und geglättet, um entweder den Netzanschluss oder die Leistungskosten zu optimieren.

Figur 3 Speichersystemeinsatz am Beispiel einer Bezugsspitzenminimierung



2.3.3.2 Die Lastspitzenoptimierung steuert dazu Elektrizitätsverbraucher oder nutzt Speichersysteme, um elektrische Energie zeitversetzt an die Elektrizitätsverbraucher oder an das Elektrizitätsnetz abzugeben.

2.3.3.3 Der Eigentümer nutzt die Netzanschlussoptimierung, um den Netzanschluss auf eine bestimmte Leistung zu begrenzen oder dessen Ausbau zu verzögern.

2.3.3.4 Der Eigentümer nutzt die Leistungsoptimierung,¹³ um die Leistungsspitzen zu optimieren, welche die Kosten bestimmen.

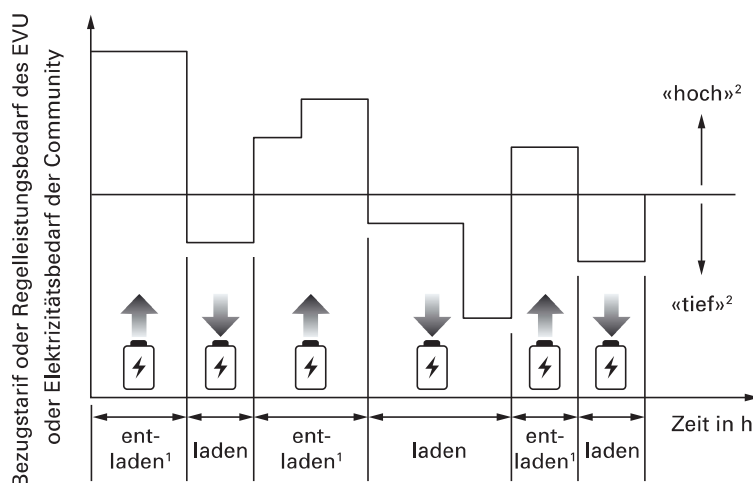
2.3.4 Betriebsweise «Elektrizitätsaustausch»

2.3.4.1 Der Elektrizitätsaustausch zwischen Speichersystem und lokalem Elektrizitätsnetz ermöglicht den Betrieb einer Community (vgl. 2.2.3) oder dient dem Generieren von Einnahmen (vgl. 2.2.4).

2.3.4.2 Beim Elektrizitätsaustausch nimmt das Speichersystem Elektrizität aus dem lokalen Netz auf oder speist diesen ins lokale Netz ein, abhängig von

- den gerade gültigen Bezugs- und NetZRückspeisetarifen,
- dem Bedarf an Regelleistung durch den lokalen Verteilnetzbetreiber bzw. Übertragungsnetzbetreiber sowie
- dem (virtuellen) Elektrizitätsbedarf oder -angebot der Community.

Figur 4 Speichersystemeinsatz beim Elektrizitätsaustausch



¹ Speichersystem speist Elektrizitätsverbraucher oder ins Netz

² Unterschiedliche Verläufe für Bezugstarif, Regelleistungsbedarf und Elektrizitätsbedarf. Zeitlich fix (Bezugstarif heute) oder variabel.

2.3.4.3 Der Eigentümer stellt sicher, dass

- die Konformität des Speichersystems für dessen jeweiligen Einsatz vom Hersteller nachgewiesen ist,
- das Mess- und Abrechnungswesen gemäss [22] einen unerlaubten Vorteil¹⁴ aus geförderten Elektrizitätsprodukten, z.B. aus der Einspeisevergütung oder dem Verkauf von Herkunftsnachweisen, verhindert.

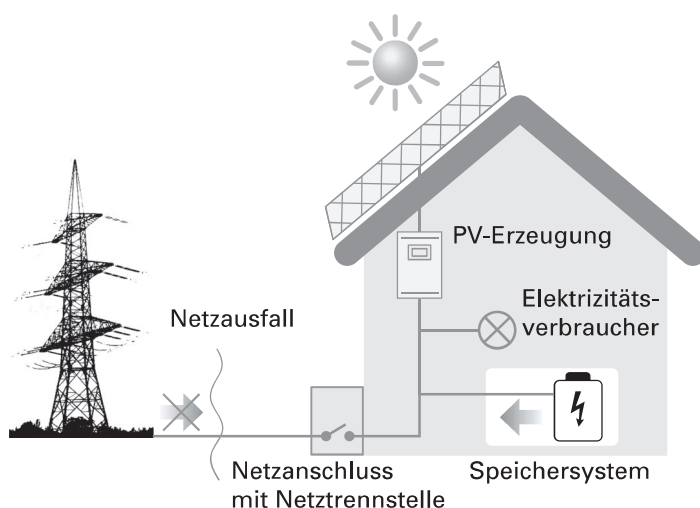
¹³ Leistungstarife werden im Niederspannungsbereich vor allem bei grösseren Elektrizitätsverbrauchern, wie Gewerbe- und Landwirtschaftsbetrieben, beim gemeinsamen Eigenverbrauch sowie bei Elektrizitätsverbrauchern mit stark variierendem Leistungsbedarf angewendet. Der anzuwendende Leistungstarif hängt in der Regel davon ab, wie die Lastspitzen definiert sind (Dauer) und wie sie verrechnet werden (Abrechnungsperioden bzw. Rückstelldauer, häufig 15 Minuten).

¹⁴ Sog. Greenwashing, wenn z.B. der aus dem Netz bezogene und zwischengespeicherte Elektrizitätsmix später als scheinbarer Solarstrom wieder ins Netz eingespeist würde.

2.3.5 Betriebsweise «Backup»

- 2.3.5.1 Beim Backup-Betrieb versorgt das Speichersystem die Elektrizitätsverbraucher für die Dauer eines Netzausfalls¹⁵ mit elektrischer Energie. Dazu muss das Speichersystem über eine Backup-Funktion (Notstromfähigkeit) verfügen und die Installation muss entsprechend ausgeführt sein (korrekte Netztrennung).
- 2.3.5.2 Der Eigentümer legt die Elektrizitätsverbraucher fest, die bei einem Netzausfall im Backup-Betrieb mit Elektrizität zu versorgen sind.
- 2.3.5.3 Der Backup-Betrieb ist nicht zu verwechseln mit der USV:
– Der Backup-Betrieb weist eine kurze Unterbrechung der Elektrizitätsversorgung während des Umschaltvorgangs auf.
– Die USV weist keine Unterbrechung auf.
- 2.3.5.4 Bei einem Netzausfall geht das Speichersystem automatisch vom Netzbetrieb in den Backup-Betrieb über oder kann manuell umgeschaltet werden.

Figur 5 Speichersystemeinsatz beim Backup-Betrieb



- 2.3.5.5 Das Speichersystem versorgt im Backup-Betrieb die mit ihm verdrahteten Elektrizitätsverbraucher.
- 2.3.5.6 Auf die Versorgung von weniger relevanten Elektrizitätsverbrauchern sollte im Backup-Betrieb weitestgehend verzichtet werden, um den Backup-Betrieb möglichst lange bzw. mit einem möglichst kleinen Speichersystem aufrecht zu erhalten.
- 2.3.5.7 Der Backup-Betrieb umfasst dementsprechend meist nur die kurzzeitige Grundversorgung relativ kleiner Elektrizitätsverbraucher (z.B. Beleuchtung) oder die Versorgung von Informations- und Kommunikationsgeräten.
- 2.3.5.8 Der Eigentümer dimensioniert das Speichersystem in der Regel aufgrund des primären Betreibermodells und nicht aufgrund des Backup-Betriebs (vgl. 4.2.2).
- 2.3.5.9 Je nach Verschaltung und Steuerung ist es möglich, das Speichersystem bei Netzausfall mit einem dezentralen Elektrizitätserzeuger zu versorgen oder nicht.¹⁶
- 2.3.5.10 Beispiele für Schemata mit Schaltungen für den Backup-Betrieb finden sich im Anhang von [21].

¹⁵ Die Schweiz verfügt über eine sehr hohe Elektrizitätsversorgungssicherheit; vgl. [33].

¹⁶ Z. B. kann eine Photovoltaikanlage bei entsprechender Verschaltung und Steuerung das Speichersystem im Backup-Betrieb weiter mit Solarstrom versorgen und dadurch die mögliche Überbrückungszeit erhöhen.

3 SYSTEMBESCHREIBUNG

3.1 Einteilung

- 3.1.1 Die im Merkblatt behandelten Speichersysteme gelten als
- Niederspannungsanlagen mit höchstens 1000 V Wechselspannung oder 1500 V Gleichspannung und
 - Starkstromanlagen mit Strömen, die Personen oder Sachen gefährden können.
- 3.1.2 Speichersysteme lassen sich auf verschiedene Arten einteilen. Am häufigsten geschieht dies nach Zelltyp oder Technologie.

Tabelle 4 Mögliche Einteilung von Speichersystemen in Gebäuden

Einteilungskriterien	Beispiele	Bemerkungen
Zelltypen*	Lithium (Li)-, Nickel (Ni)-, Blei (Pb)-, Cadmium (Cd)-, Eisen (Fe)-Speichersysteme	Derzeit am weitesten verbreitet sind lithiumbasierte Speichersysteme.
Technologien	Speichersysteme mit flüssigem oder Polymer-Elektrolyt, Feststoff- (oder Festkörper-), Metall-Luft-, Redox-Flow- (Fluss)-, Thermal-, Hoch-/Tief-temperatur- und Salzschnmelz-Speichersysteme	Speichersysteme mit flüssigem oder Polymer-Elektrolyt sind am weitesten verbreitet. Weitere Technologien sind nur wenig verbreitet und haben unterschiedlichen Entwicklungsstand und Wartungsaufwand.
Gebäudekategorie und -nutzung	EFH, MFH, Areale, Gewerbegebäude	Dieses Merkblatt beschränkt sich auf Haus-, Areal- und Gewerbespeichersysteme.
Speicherdauer	Kurzzeit- (Sekunden bis Tage), Langzeit- (Wochen bis Monate)-Speichersysteme	Dieses Merkblatt beschränkt sich auf Kurzzeit-Speichersysteme.
Elektrische Einbindung in die Hausinstallation	AC-Kopplung oder DC-Kopplung, 1-phasig oder 3-phasig	1-phasiger Anschluss nur bis 3,6 kW zulässig; vgl. [21].
Elektrische Einbindung ins lokale Elektrizitätsnetz	Netzgekoppelte Systeme, Inselssysteme	Dieses Merkblatt beschränkt sich auf netzgekoppelte Systeme.
Bauform	Kompaktsysteme, modular aufgebaute Systeme	
Einsatzort	Stationär, mobil	Dieses Merkblatt beschränkt sich auf stationäre Systeme.
Kompatibilität	Herstellerspezifische (proprietäre) Systeme, offene Systeme (frei kombinierbar mit Standardschnittstellen)	Abhängig vom Batterie- und Energiemanagementsystem.

* Unterscheidung nach verwendeten Materialien (für Elektroden und Elektrolyt)

3.2 Aufbau und Funktion

3.2.1 Speichersysteme sowie angrenzende Komponenten und Systeme

3.2.1.1 Das Speichersystem tauscht mit der Hausinstallation bzw. den angrenzenden Komponenten und Systemen (z.B. Elektrizitätsverbrauchern und -erzeugern oder Smart-Home-Systemen) Elektrizität und Informationen aus.

Figur 6 Speichersystem sowie angrenzende Komponenten und Systeme

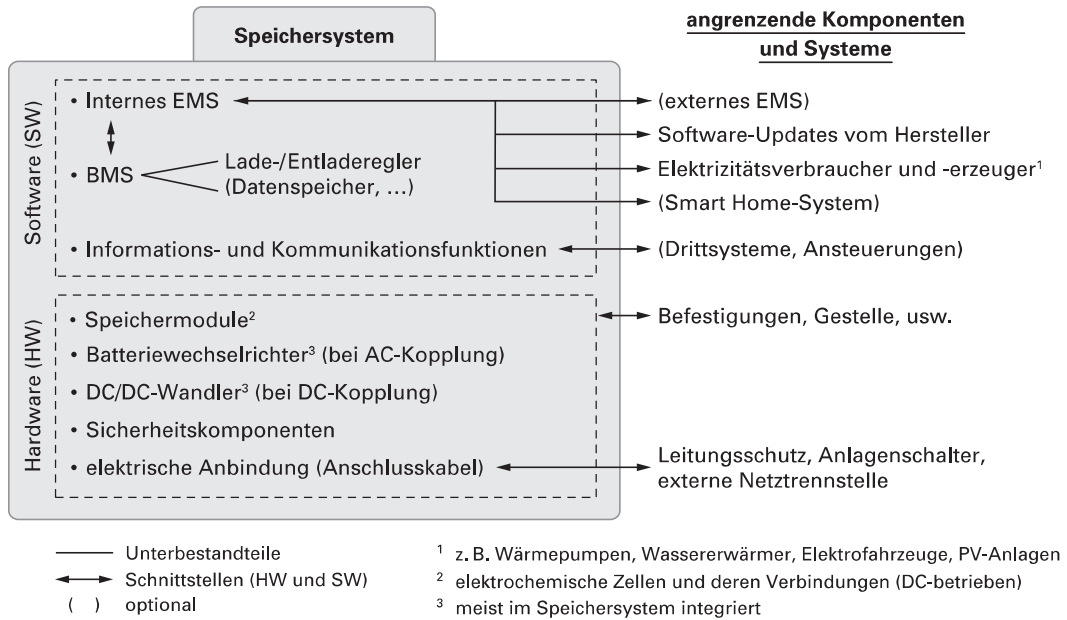


Tabelle 5 Bestandteile des Speichersystems und ihre Aufgaben

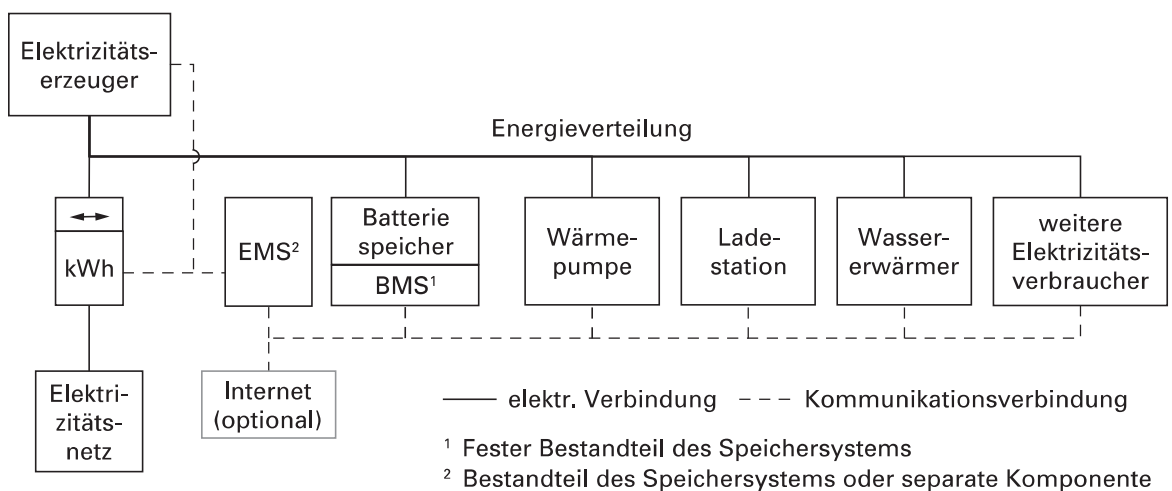
Bestandteil	Aufgabe
Energiemanagementsystem (EMS)	Steuert, regelt und optimiert das Energiesystem. Gegebenenfalls erkennt oder berechnet es auch Netzbelastungen oder Ladezustände anderer Elektrizitätsverbraucher, verwendet Prognosen oder selbstlernende Algorithmen und bezieht diese in die Regelung mit ein. Das EMS speichert Daten und ermöglicht den Empfang und die Ausgabe von Daten und Befehlen über die dazugehörigen Kommunikationsschnittstellen. Das EMS ist dem Batteriamanagementsystem übergeordnet.
Batteriamanagementsystem (BMS)	Überwacht, regelt und schützt die Speichermodule. Der Lade-regler erkennt den Ladezustand der Zellen und steuert die Lade- und Entladezyklen mittels Algorithmen. Gegebenenfalls beinhaltet das BMS noch weitere Bestandteile, wie Firmware (z. B. für Wartungszwecke), Datenspeicher, Kommunikationsschnittstellen usw. Kommt ein EMS zum Einsatz, ist das BMS dem EMS untergeordnet.
Informations- und Kommunikationsfunktionen (ICT)	Beinhalten Funktionen für Datenverarbeitung und Kommunikation sowie eventuelle dazugehörige Schnittstellen zu externen Systemen, die weder dem BMS noch dem EMS zuzuordnen sind.
Speichermodule	Bestehen aus miteinander verbundenen Zellen, die elektrische in elektrochemische Energie umwandeln und speichern.
Batteriewechselrichter	Funktioniert bei AC-gekoppelten Systemen als Gleich- und Wechselrichter, der den Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt und umgekehrt (meist im Speichersystem integriert).

Tabelle 5 Bestandteile des Speichersystems und ihre Aufgaben (Fortsetzung)

Bestandteil	Aufgabe
DC/DC-Wandler (Gleichspannungswandler)	Wandelt die Spannung der Speichermodule in die Spannung des Speichersystems um (meist im Speichersystem integriert).
Sicherheitskomponenten	Sicherheitskomponenten schützen das Speichersystem und die Hausinstallation vor ungewollten Belastungen und Betriebszuständen.
Elektrische Anbindung	Anschlusskabel verbinden das Speichersystem mit der Hausinstallation.

3.2.1.2 Das EMS ist in der Regel Bestandteil des Speichersystems, kann aber auch eine eigenständige externe Komponente mit Schnittstellen zum Speichersystem und weiteren beteiligten Elektrizitätsverbrauchern und -erzeugern sein. Das EMS ist dem BMS übergeordnet.

Figur 7 Schnittstellen zum EMS



3.2.1.3 Das EMS steuert das Laden und Entladen des Speichersystems. Dies geschieht z. B. aufgrund

- der lokalen Elektrizitätserzeugung,
- des Ladezustands des Speichersystems,
- des Ladezustands anderer Energiespeicher im oder am Gebäude, wie Wasssererwärmer oder Elektrofahrzeuge,
- des Energiebedarfs der Elektrizitätsverbraucher.

3.2.1.4 Das EMS umfasst in der Regel:

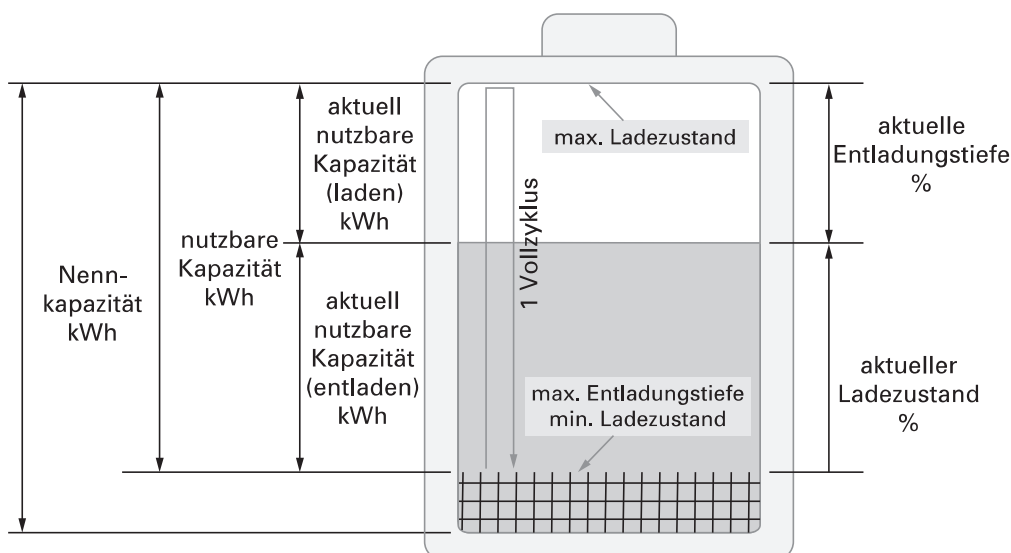
- die Möglichkeit von Nutzereingriffen, wie Parametereinstellungen, zeitliche Programmierungen oder manuelle Übersteuerungen des Batteriemanagementsystems,
- ein Störungsmanagement, insbesondere die Alarmierung und Aufzeichnung,
- die Überwachung und Visualisierung des Speichersystems (vgl. 7.3) sowie der angeschlossenen Elektrizitätsverbraucher und Elektrizitätserzeuger,
- eine Software, mit Datenmodell, Datenaufbereitung (Speicherung, Konsolidierung, Auswertung und Visualisierung), Firewall,
- Schnittstellen zur Bedienung und zur automatischen Kommunikation.¹⁷

3.2.1.5 Verarbeitet das EMS die persönlichen Daten Dritter, so muss der Eigentümer des Energiemanagementsystems den Datenschutz gemäss den geltenden Gesetzen und Vorschriften gewährleisten. Dies gilt insbesondere, wenn die Daten im Internet verarbeitet werden.

¹⁷ Das EMS ist entweder proprietär, d.h. nur mit Komponenten des gleichen Herstellers kompatibel, oder offen, d.h. mit Standardschnittstellen und Kommunikationsmöglichkeiten zu Komponenten anderer Hersteller, aufgebaut. Allerdings sind auch offene Systeme nicht zwangsläufig immer kompatibel.

- 3.2.1.6 Die für die Funktion eines Speichersystems massgeblichen Grössen sind die nutzbare Kapazität und die Leistung. Die nutzbare Kapazität steht für die Energiemenge, die für die Funktion des Speichers maximal nutzbar ist.
- 3.2.1.7 In Bezug auf die Lebensdauer des Speichersystems (Zyklusfestigkeit) kann sich ein Vollzyklus auch aus beliebig vielen Teillade- und Teilentladezyklen zusammensetzen.

Figur 8 Energiemengen und Ladezyklus des Speichersystems



3.2.2 Funktionen des Speichersystems

- 3.2.2.1 Speichersysteme nehmen elektrische Energie aus lokalen Quellen oder dem Elektrizitätsnetz auf, speichern diese und geben sie zeitverzögert wieder an lokale Elektrizitätsverbraucher oder das Elektrizitätsnetz¹⁸ ab.
- 3.2.2.2 Speichersysteme in Gebäuden eignen sich heute insbesondere als Kurzzeitspeicher für einen Speicherzeitraum von einigen Stunden bis maximal wenige Tage.
- 3.2.2.3 Die Möglichkeit der Zwischenspeicherung elektrischer Energie mittels Speichersystem führt zu mehr Flexibilität im Energiesystem, was mit dem zunehmenden Anteil an erneuerbaren Energien an Bedeutung gewinnt.
- 3.2.2.4 In Abhängigkeit von lokaler Elektrizitätserzeugung, Verbrauch, Lokalnetz und Betriebsweise sind folgende Betriebszustände und teilweise auch ihre Kombinationen möglich:
- Elektrizität wird erzeugt oder verbraucht,
 - das Speichersystem wird geladen, ist auf Abruf oder wird entladen,
 - Elektrizität wird vom Netz bezogen oder ins Netz eingespeist oder es fließt keine Elektrizität zwischen Netz und Gebäude,
 - Netzbetrieb oder Backup-Betrieb durch das Speichersystem.
- 3.2.2.5 Der Planer bzw. Installateur des Speichersystems stellt sicher, dass genutzte Funktionen bzw. Betriebsweisen zulässig sind und richtig erfasst werden, indem er
- das Anschluss- und Messkonzept korrekt ausführt,
 - das Speichersystem richtig konfiguriert, vgl. [22] und
 - die lokalen Vorschriften beachtet.

¹⁸ Eine Netzeinspeisung ist zu messen und nachzuweisen (vgl. 4.6.1.6).

3.3 Anforderungen

3.3.1 Übersicht

3.3.1.1 Die Anforderungen an das Speichersystem gelten für den gesamten Lebenszyklus und lassen sich thematisch in folgende Bereiche und die entsprechenden Bewertungskriterien gliedern:

Tabelle 6 Anforderungsbereiche an das Speichersystem

Festforderungen	
Sicherheit und Schutz	Einhaltung der Vorschriften und Gesetze Geringe Gefährdung hinsichtlich Brand und elektrischen Schlags Wenig schädliche oder gefährliche Substanzen Sichere Bedienung
Anforderungen zur Optimierung	
Wirtschaftlichkeit	Tiefe Investitionskosten Tiefe Betriebskosten Günstiger Ersatz und Austausch
Funktionalität	Erforderliche Betriebsweise möglich Gute Leistungsmerkmale (entsprechend der Betriebsweise) Angemessene Funktionen und Ausstattung, inkl. Schnittstellen
Einfache Anwendung	Hohe Kompatibilität (Soft- und Hardware), inkl. Schnittstellen Einfacher Ein- und Ausbau Einfacher Betrieb und Überwachung
Nachhaltigkeit	Geringer Ressourcen- und Energieeinsatz Hohe Lebensdauer Weitestgehende Wiederverwendung und Recycling

3.3.1.2 Eine detaillierte Auflistung einzelner Anforderungen befindet sich im Anhang D.

3.3.1.3 Anforderungen hinsichtlich Integration des Speichersystems ins Gebäude finden sich unter 4.4.

3.3.1.4 Anforderungen hinsichtlich Integration des Speichersystems in die Gebäudetechnik finden sich unter 4.6 und in den Herstellerangaben (Produkthandbücher, Installationsnormen und Datenblätter).

3.3.1.5 Neben den Anforderungen sind die Vorschriften des lokalen Verteilnetzbetreibers zu berücksichtigen.

3.3.2 Sicherheit und Schutz

3.3.2.1 Der Eigentümer ist für die Sicherheit des Speichersystems verantwortlich und muss dies mit einem gültigen Sicherheitsnachweis jederzeit belegen können (vgl. 5.1). Der Sicherheitsnachweis wird durch den Installateur des Speichersystems oder ein unabhängiges Kontrollorgan erstellt.

3.3.2.2 Die Anforderungen an die Sicherheit und den Schutz des Speichersystems sind in SN 411000 aufgeführt. Diese umfassen insbesondere

- den Schutz gegen elektrischen Schlag, thermische Einflüsse (Brand, Hitze) und Explosionen,
- den Schutz beim Trennen und Schalten, bei Unterspannung, Überspannung und Überstrom.

3.3.2.3 Ein Speichersystem muss über einen Netz- und Anlagenschutz (NA-Schutz) verfügen. Die genaue Ausführung der sicheren Netztrennstelle muss entsprechend der gewählten Betriebsweise und den gesetzlichen Bestimmungen erfolgen; vgl. [21], [24], [25].

3.3.2.4 Handelsübliche Speichersysteme für Gebäude stellen gemäss VKF nur ein geringfügig erhöhtes Brandrisiko dar und gelten nicht als gefährliche Stoffe. Beim Brand von Speichersystemen können gemäss [28] dennoch relevante Energiemengen und toxische Stoffe mit Kontaminationsrisiken freigesetzt werden.

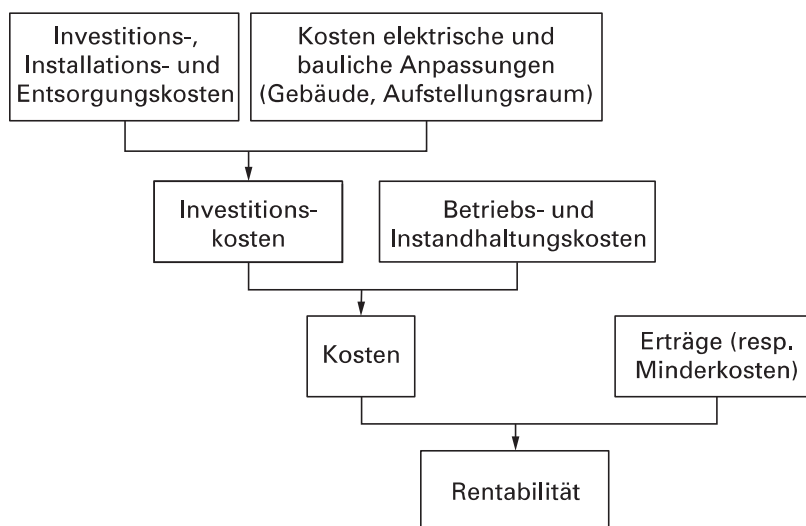
3.3.2.5 Speichersysteme haben den aktuellen Zertifikaten und Zulassungsbedingungen zu entsprechen.

3.3.3 Wirtschaftlichkeit

3.3.3.1 Die Wirtschaftlichkeit eines Speichersystems ergibt sich im Wesentlichen durch

- die Einnahmen bzw. die eingesparten Ausgaben in Form von Tarifunterschieden oder Abgaben und Gebühren,
- die Ausgaben in Form von Anschaffungs-, Installations-, Betriebs-, Überwachungs- und Instandhaltungskosten sowie Kosten für die Entsorgung.

Figur 9 Vorgehen bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung



3.3.3.2 Weitere wichtige Einflussgrößen auf die Wirtschaftlichkeit des Speichersystems sind:

- die Lebensdauer des Speichersystems (inkl. die Verfügbarkeit von Ersatzteilen),
- die Nutzung des Speichersystems (Betreibermodell bzw. Betriebsweisen und deren Kombinationen),
- das Nutzerverhalten,
- die Elektrizitätsverbraucherprofile,
- die Tarife und Preise,
- der Wirkungsgrad bzw. die Verluste.

3.3.3.3 Der Eigentümer kann die Wirtschaftlichkeit des Speichersystems erhöhen, indem er mehrere Betreibermodelle oder Betriebsweisen geeignet miteinander kombiniert, sofern das EMS dies erlaubt.

3.3.3.4 Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind insbesondere die unterschiedlichen Investitionszeiträume für das Speichersystem, die Gebäudehülle und die elektrischen Anlagen und Leitungen zu berücksichtigen. Hierzu kann SIA 480 beigezogen werden. In der Regel besteht kein Restwert für ein stationäres Speichersystem, weil dieses meist bis ans Ende des Lebenszyklus verwendet wird und daher vollständig abgeschrieben werden muss.

3.3.3.5 Die Wirtschaftlichkeit hängt ferner von einer Vielzahl von Annahmen und von der Art der Wirtschaftlichkeitsberechnung selbst ab (vgl. Anhang G).

3.3.4 Funktionalität

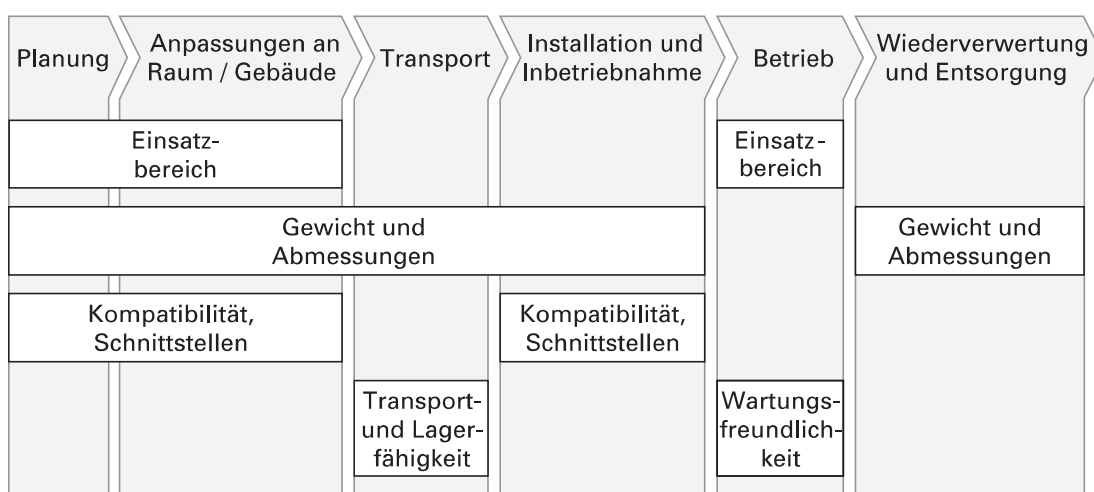
3.3.4.1 Der Hersteller muss gemäss [22] die Konformität des Speichersystems mit der jeweiligen Betriebsweise nachweisen.

- 3.3.4.2 Zu den Anforderungen an die Funktionalität zählen neben dem Betrieb gemäss der gewünschten Betriebsweise insbesondere die Leistungsfähigkeit und die Handhabung des Speichersystems. Für letztere stehen aus Sicht des Anwenders die Bedienungsschnittstellen und hilfreiche Zusatzfunktionen im Zentrum. Dazu gehören z.B. Apps zur Überwachung der Elektrizitätsverbraucher und -erzeuger oder Steuerungseingriffe zum Laden eines Elektrofahrzeugs.
- 3.3.4.3 Es ist auf offene Schnittstellen und eine gute Kompatibilität zu anderen Elektrizitätsverbrauchern und -erzeugern sowie zu Drittsystemen (z.B. Smart-Home-Systeme) zu achten, weil Speichersysteme in der Regel vielfältige Schnittstellen aufweisen.

3.3.5 Einfache Anwendung

- 3.3.5.1 Das Speichersystem soll in allen Phasen seines Lebenszyklus und für alle Beteiligten einfach anwendbar sein. Die relevanten Kriterien ergeben sich im Wesentlichen aus Speichersystemtechnologie und -typ (Aufbau, Stoffe, Materialien).

Figur 10 Kriterien für eine einfache Anwendung während des Lebenszyklus des Speichersystems



- 3.3.5.2 Eine einfache Anwendung führt insbesondere zu
- tieferen Kosten,
 - einer geringeren Fehleranfälligkeit,
 - einer einfacheren Integration ins Gebäude und in die Gebäudetechnik (vgl. 4.4 und 4.6),
 - einer einfacheren und sichereren Handhabung bei Transport, Installation, Betrieb und Entsorgung.

3.3.6 Nachhaltigkeit

- 3.3.6.1 Es sind Speichersysteme mit einer möglichst langen Lebensdauer zu verwenden, da dies – neben dem Ressourcen- und Energieeinsatz für die Bereitstellung – den grössten positiven Effekt auf die Nachhaltigkeit hat.
- 3.3.6.2 Es sind Speichersysteme mit einem möglichst geringen Anteil an schädlichen oder gefährlichen Stoffen zu verwenden, die sich spätestens bei der Entsorgung oder bei Zwischenfällen (z. B. Brand, Leckagen) negativ auf Mensch und Umwelt auswirken.
- 3.3.6.3 Second-Life-Speichersysteme, z. B. aus der Elektromobilität, haben für den stationären Einsatz im Gebäude das Potenzial, die Nachhaltigkeit des Speichersystemeinsatzes zu erhöhen.
- 3.3.6.4 Weitere Informationen zum Thema Nachhaltigkeit und Second-Life-Speichersysteme finden sich in Anhang F.

4 PROJEKTIERUNG

4.1 Projektart

4.1.1 Die Projektart bezeichnet den gewünschten Endzustand – und damit den Zeitpunkt und Umfang des Speichersystem-Projekts – und hängt häufig mit der aktuellen Lebensdauerphase des Gebäudes zusammen.

Tabelle 7 Projektarten

Projektart	Möglicher Umfang bzw. Schwerpunkte
Vorbereitung	Erstellen der Leitungsinfrastruktur für Elektrizitätsversorgung und Kommunikation, z. B. Leerrohre und Kabeltragsysteme.
	Sicherstellen der Zugänglichkeit zum Aufstellungsraum und der Platzreserven im Aufstellungsraum für das Speichersystem.*
	Sicherstellen der Platzreserven im Verteiler für die elektrischen Schutzeinrichtungen und für allfällige Elektrizitätszähler.
	Berücksichtigung der Schnittstellen zu angrenzenden Komponenten und Systemen (vgl. Figur 6) hinsichtlich Kompatibilität mit dem späteren Speichersystem.
Erstausrüstungsprojekt	Volle Ausrüstung und Inbetriebsetzung des Speichersystems mit allen erforderlichen Bestandteilen gemäss Figur 6.
Erweiterungsprojekt	Anpassung der Kapazität des Speichersystems.
	Anschluss weiterer Elektrizitätsverbraucher und Elektrizitätserzeuger an das Speichersystem.
	Umverkabelungen oder Anpassung der Speichersystem-Konfiguration, z. B. für den Einsatz im Rahmen eines anderen oder zusätzlichen Betreibermodells.
Ersatzprojekt	Austausch des Speichersystems inkl. der ändernden Schnittstellen.

* Diese variieren stark mit der Dimensionierung und der Speichersystemtechnologie bzw. -energiedichte (vgl. 3.4.1 und 4.4.1).

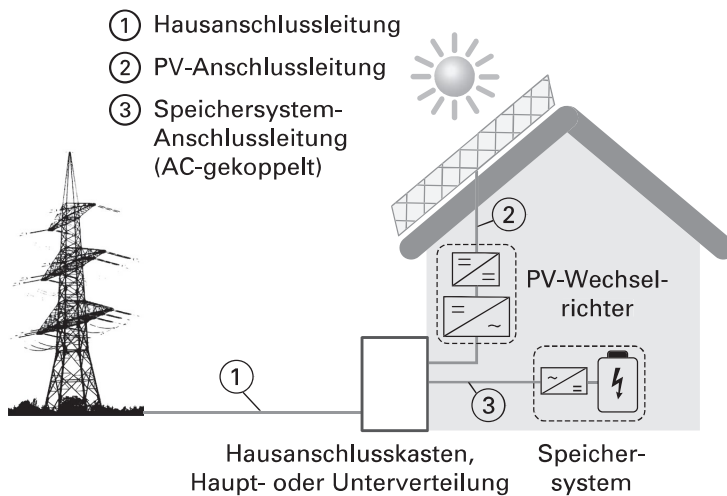
4.1.2 Den unterschiedlichen Projektarten kommt insbesondere Bedeutung zu, weil die Lebensdauer des Speichersystems deutlich unter derjenigen von Photovoltaikanlagen oder der Gebäudehülle liegt und die Kostenentwicklung bei Speichersystemen in Zukunft einen vermehrten Einsatz dieser Systeme erwarten lässt.

Tabelle 8 Unterschiedliche Lebensdauern Im Gebäudebereich (aus [30])

Was	Lebensdauer Jahre
Gebäude(hülle)	40–80
Innenausbau	20–60
Gebäudetechnik	10–40 (z. B. PV-Anlage: 25–40)

4.1.3 Neubauten sollten grundsätzlich für den Anschluss von Photovoltaikanlagen und Speichersystemen angemessen vorbereitet werden (vgl. Tabelle 7, Vorbereitung).

Figur 11 Verschiedene Anschlussleitungen am Beispiel eines AC-gekoppelten Systems (vgl. Anhang C)

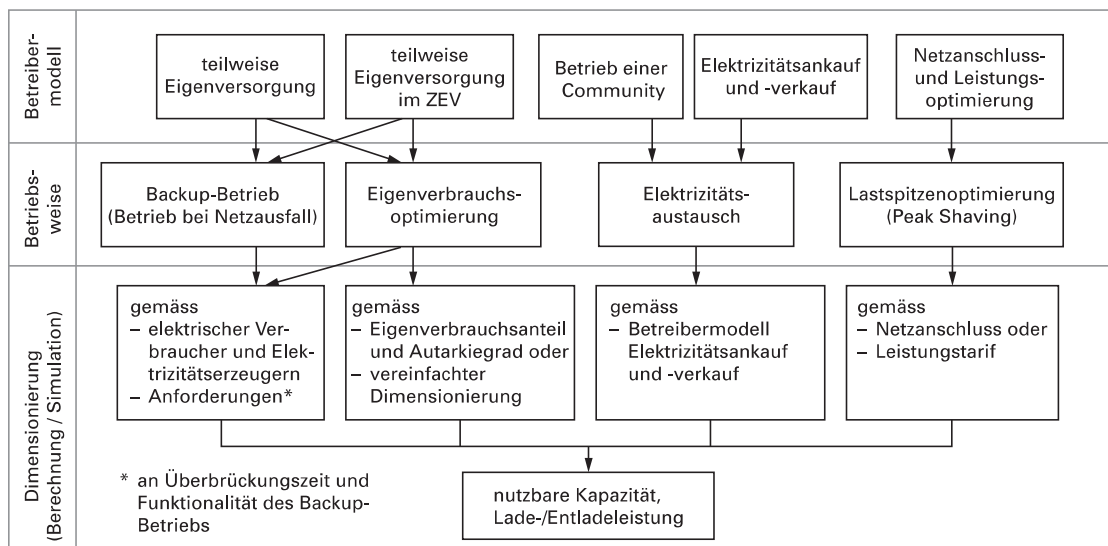


4.2 Dimensionierung

4.2.1 Übersicht

- 4.2.1.1 Vor der Dimensionierung des Speichersystems ist eine Optimierung
- der Effizienz der Elektrizitätsverbraucher und Elektrizitätserzeuger,
 - bestehender Wärmespeicher, die elektrisch versorgt werden, und
 - der Nutzer- bzw. Lastprofile vorzunehmen.
- 4.2.1.2 Die Dimensionierung ist Gegenstand der eigentlichen Planungsaufgabe.
- 4.2.1.3 Der Planer legt mit der Dimensionierung die nutzbare Kapazität sowie die Lade- und Entladeleistung des Speichersystems fest.
- 4.2.1.4 Die Dimensionierung ergibt sich aus den energetischen Anforderungen der Betreibermodelle bzw. der dazugehörigen Betriebsweisen.

Figur 12 Vorgehen bei der Dimensionierung des Speichersystems



- 4.2.1.5 Die Dimensionierung fliesst in die System- und Produktauswahl ein (vgl. Figur 17).
- 4.2.1.6 Die Dimensionierung hat im vorliegenden Merkblatt informativen Charakter. Konkrete Dimensionierungsbeispiele finden sich in Anhang A.
- 4.2.1.7 Die Dimensionierung kann sich infolge der dynamischen Technologie- und Preisentwicklungen bei den Speichersystemen verhältnismässig stark und schnell ändern.
- 4.2.1.8 Die Dimensionierung kann auch durch den Speichersystemhersteller selbst, mit einer herstellerunabhängigen Software oder mit einem der diversen Online-Eigenverbrauchsrechner durchgeführt werden. Die verschiedenen Dimensionierungsmöglichkeiten können sich dabei in Aufwand und Genauigkeit erheblich unterscheiden.
- 4.2.1.9 Der Planer achtet bei der Dimensionierung oder Simulation darauf, dass
- die Nutzerprofile, insbesondere die Gleichzeitigkeit der Elektrizitätsverbraucher,¹⁹ sowie
 - die Betreibermodelle und Betriebsweisen des Speichersystems²⁰ möglichst praxisnah abgebildet bzw. soweit möglich abgeschätzt werden.
- 4.2.1.10 Der Planer berücksichtigt bei der Dimensionierung, wenn mehrere Betreibermodelle oder Betriebsweisen miteinander kombiniert werden, z. B. mit einem Backup-Betrieb.
- 4.2.1.11 Der Planer stellt sicher, dass in der Dimensionierung nur Elektrizitätsverbraucher und -erzeuger berücksichtigt werden, die über die erforderlichen Schnittstellen verfügen, um mit dem Speichersystem verbunden zu werden.
- 4.2.1.12 Der Planer prüft zusammen mit dem Eigentümer Alternativen zum Speichersystem (vgl. F.3) und stellt damit sicher, dass das Speichersystem notwendig ist und nicht zu gross dimensioniert wird.
- 4.2.2 **Backup-Betrieb**
- 4.2.2.1 Der Planer stellt mit der Dimensionierung sicher, dass das Speichersystem die für den Backup-Betrieb ausgewählten Elektrizitätsverbraucher während eines Netzausfalls ausreichend mit Elektrizität versorgt.
- 4.2.2.2 Der Eigentümer legt die Anforderungen an den Backup-Betrieb fest, insbesondere
- die zu versorgenden Elektrizitätsverbraucher,
 - die geforderte Funktionalität der zu versorgenden Elektrizitätsverbraucher während des Backup-Betriebs (volle, teilweise oder reduzierte Funktionalität),
 - die erforderliche Überbrückungszeit,
 - die Möglichkeit, das Speichersystem bei Netzausfall mit einem dezentralen Elektrizitätserzeuger (z. B. einer Photovoltaikanlage) versorgen zu können,
 - einen parallelen Einsatz des Speichersystems für weitere Betreibermodelle oder Betriebsweisen,
 - die Wirtschaftlichkeit.
- 4.2.2.3 Die erforderliche Überbrückungszeit kann z. B. aus der Dauer der Stromunterbrüche²¹ oder den Ladezeiten der Elektrizitätsverbraucher (vgl. Tabelle 12) ermittelt werden.

¹⁹ Annahme über die zeitliche Verteilung der Lasten bei zunehmender Anzahl Elektrizitätsverbraucher oder Nutzer (vgl. 1.1.3.13).

²⁰ Es ist der effektive Einsatz des Speichersystems abzubilden und nicht nur eine Potenzialabschätzung durch Vergleich der Kapazitäten von Speichersystem, Elektrizitätsverbrauchern und -erzeuger. Hierzu müssen auch das EMS und das Verhalten (die Steuerungen) der relevanten Elektrizitätsverbraucher bekannt sein oder – weil häufig nicht der Fall – abgeschätzt werden.

²¹ Für die Schweiz im Jahr 2018 im Schnitt rund 70 Minuten für die Betroffenen (137043322 Unterbrechungsminuten verteilt auf 1972934 betroffene Endverbraucher, vgl. [33]).

- 4.2.2.4 Die erforderliche Leistung für den Backup-Betrieb berechnet sich aus der Summe der Leistungen der ausgewählten Elektrizitätsverbraucher. Dabei handelt es sich um eine Worst-Case-Betrachtung unter Berücksichtigung möglicher Leistungsspitzen beim Einschalten bzw. Anfahren und ohne Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit:

$$P_B = \sum P_{B,i} \quad (1)$$

P_B Leistungsbedarf für den Backup-Betrieb (Entladeleistung des Speichersystems), in kW
 $P_{B,i}$ Leistungsbedarf des ausgewählten Elektrizitätsverbrauchers i im Backup-Betrieb, in kW

- 4.2.2.5 Die erforderliche Energie für den Backup-Betrieb berechnet sich aus der Summe der Energien für die ausgewählten Elektrizitätsverbraucher. Dabei handelt es sich um eine Worst-Case-Betrachtung ohne Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit:

$$E_B = \sum E_{B,i} = \sum (P_{B,i} \cdot t_{B,i}) \quad (2)$$

E_B Energiebedarf für den Backup-Betrieb (nutzbare Mindestkapazität des Speichersystems), in kWh
 $E_{B,i}$ Energiebedarf des ausgewählten Elektrizitätsverbrauchers i im Backup-Betrieb, in kWh
 $P_{B,i}$ Leistungsbedarf des ausgewählten Elektrizitätsverbrauchers i im Backup-Betrieb, in kW
 $t_{B,i}$ Dauer des Backup-Betriebs des Elektrizitätsverbrauchers i während der Überbrückungszeit, in h

- 4.2.2.6 Das Speichersystem ist nicht unter die Mindestkapazität zu entladen, die den Backup-Betrieb garantieren kann. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Speichersystem noch für weitere Betreibermodelle oder Betriebsweisen eingesetzt wird. Die erforderliche Mindestkapazität variiert unter Umständen im Jahresverlauf und steht für die weiteren Betreibermodelle oder Betriebsweisen dann nicht mehr zur Verfügung.

4.2.3 Eigenverbrauchsoptimierung

- 4.2.3.1 Die Eigenverbrauchsoptimierung nutzt den finanziellen Vorteil des Eigenverbrauchs (vgl. Figur 1) für eine wirtschaftliche Optimierung.

- 4.2.3.2 Der Planer dimensioniert das Speichersystem so, dass Eigenverbrauchsanteil, Autarkiegrad und Wirtschaftlichkeit optimal aufeinander abgestimmt sind bzw. das vom Eigentümer gewünschte Verhältnis erreichen.

- 4.2.3.3 Der Eigenverbrauchsanteil berechnet sich aus dem Verhältnis von Eigenverbrauch zu Eigenerzeugung:

$$f_{sc} = 100 \cdot \frac{E_{sc}}{E_{sp}} = 100 \cdot \frac{E_t - E_G}{E_{sp}} \quad (3)$$

f_{sc} Eigenverbrauchsanteil, in %
 E_{sc} Eigenverbrauch, in kWh
 E_{sp} Eigenerzeugung, in kWh
 E_t Gesamtverbrauch, in kWh
 E_G Netzbezug, in kWh

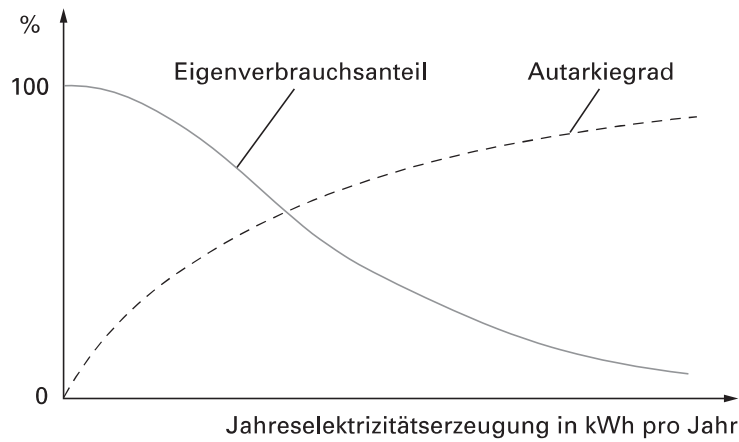
- 4.2.3.4 Der Autarkiegrad steht für die Unabhängigkeit vom externen Elektrizitätsnetz und berechnet sich aus dem Verhältnis von Eigenverbrauch zu Gesamtverbrauch:

$$f_{au} = 100 \cdot \frac{E_{sc}}{E_t} = 100 \cdot \frac{E_t - E_G}{E_t} \quad (4)$$

f_{au} Autarkiegrad, in %
 E_{sc} Eigenverbrauch, in kWh
 E_t Gesamtverbrauch, in kWh
 E_G Netzbezug, in kWh

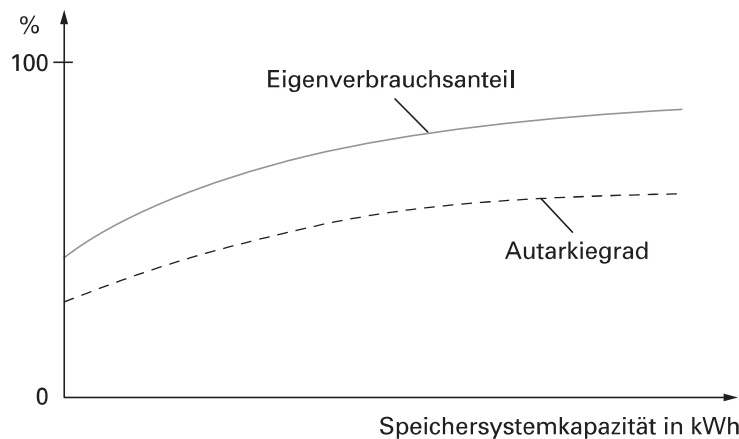
4.2.3.5 Ohne Speichersystem nimmt mit zunehmender Leistung des Elektrizitätserzeugers der Eigenverbrauchsanteil ab und der Autarkiegrad zu.

Figur 13 Qualitativer Verlauf von Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad in Abhängigkeit von der Leistung des Elektrizitätserzeugers (ohne Speichersystem)



4.2.3.6 Mit einem Speichersystem nehmen mit zunehmender Speichersystemkapazität sowohl der Eigenverbrauchsanteil als auch der Autarkiegrad zu.

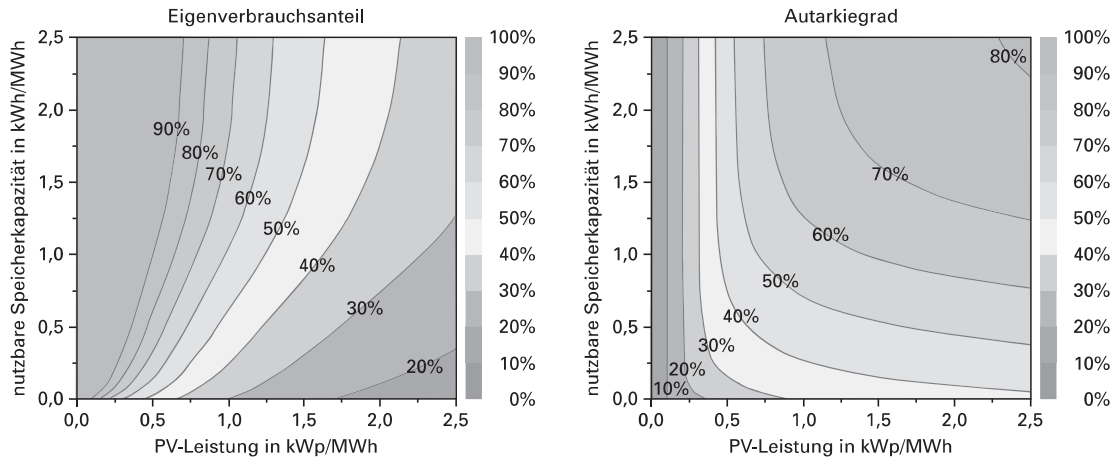
Figur 14 Qualitativer Verlauf²² von Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad in Abhängigkeit von der Speichersystemkapazität (abgeleitet aus Figur 15)



22 Die relative Lage der Kurven zueinander hängt von der Leistung des Elektrizitätserzeugers ab.

4.2.3.7 Die Kapazität (Grösse) des Speichersystems kann aus der Leistung des Elektrizitätserzeugers und dem Jahreselektrizitätsverbrauch ermittelt werden (vgl. Dimensionierungsbeispiel unter A.1.4).

Figur 15 Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad für einen Haushalt, in Abhängigkeit von der nutzbaren Speicherkapazität und der PV-Leistung, jeweils normiert auf den Jahreselektrizitätsverbrauch [32]



kWp/MWh steht für die Nennleistung der Photovoltaikanlage unter Standard-Testbedingungen (in der Einheit kWp bzw. Kilowatt-Peak) bezogen auf den Jahreselektrizitätsverbrauch des Haushalts (in MWh)

4.2.3.8 Für die Kapazität des Speichersystems können zum Vergleich auch statische und stark vereinfachte Dimensionierungsverfahren beigezogen werden, die weder auf das effektive Nutzerprofil noch auf die bestehenden Elektrizitätsverbraucher näher eingehen.²³

4.2.3.9 Vereinfachte Bestimmung der Kapazität des Speichersystems aufgrund eines typischen Tagesüberschusses der Photovoltaikanlage; vgl. [27]:

$$E_{SS} = t_{nsh} \cdot P_{PV,STC} = 1,0 \dots 2,0 \cdot P_{PV,STC} \quad (5)$$

E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh

t_{nsh} Annahme für die Überschuss produzierenden Betriebsstunden des Elektrizitätserzeugers, in h

$P_{PV,STC}$ DC-Nennleistung der Photovoltaikanlage, in kW

4.2.3.10 Vereinfachte Bestimmung der Kapazität des Speichersystems aufgrund eines halben Tageselektrizitätsverbrauchs; vgl. [27]:

$$E_{SS} = \frac{E_y}{2 \cdot 365} \quad (6)$$

E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh

E_y Jahreselektrizitätsverbrauch, in kWh

4.2.3.11 Die Kapazität des Speichersystems wird durch wirtschaftliche, ökologische, aufstellungs- und sicherheitstechnische Aspekte begrenzt, wie vorhandenes Investitionsvolumen, Materialeinsatz oder räumliche und bauliche Gegebenheiten.

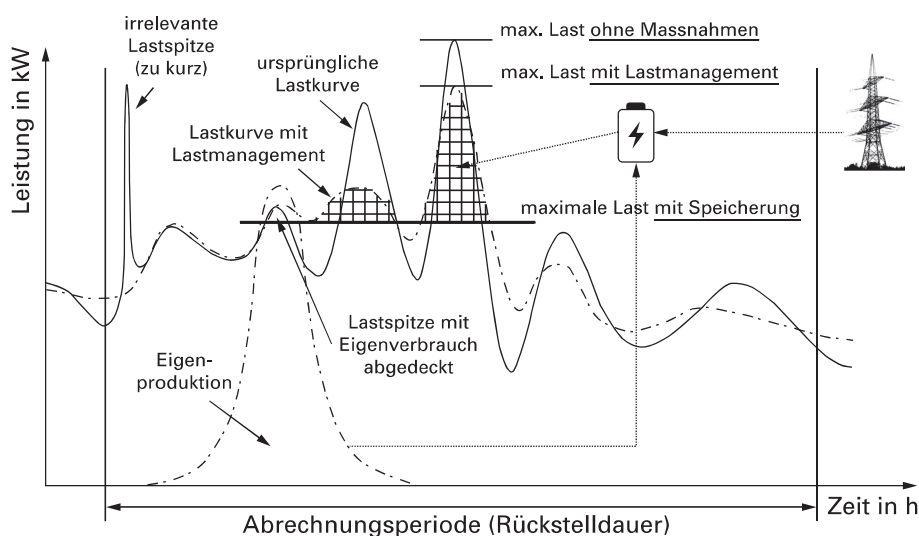
4.2.4 Elektrizitätsaustausch

4.2.4.1 Der Planer führt eine wirtschaftliche Optimierung für die zugrundeliegenden Betreibermodelle *Elektrizitätsankauf und -verkauf* oder *Betrieb einer Community* aus.

²³ Häufig verwendete, vereinfachte Annahmen: Eine Photovoltaikanlage erzeugt pro kW ihrer DC-Nennleistung rund 1000 kWh im Jahr. Der Jahreselektrizitätsverbrauch einer Person beträgt rund 1000 kWh.

- 4.2.4.2 Der Planer stellt die erwarteten Erträge (aus Preisunterschieden beim An- und Verkauf oder beim Verkauf von Regelleistung) den Kosten des Speichersystemeinsatzes gemäss Figur 9 gegenüber.
- 4.2.4.3 Grössere Speichersysteme können von gewissen Skaleneffekten profitieren, tragen aber auch das höhere Risiko, dass ihre verfügbare Kapazität nicht vollständig genutzt werden kann.
- 4.2.4.4 Der Nutzungsgrad des Speichersystems stellt die grösste wirtschaftliche Unbekannte beim Elektrizitätsaustausch dar, insbesondere da er nur bedingt beeinflusst werden kann.
- 4.2.5 **Lastspitzenoptimierung (Peak Shaving)**
- 4.2.5.1 Der Planer stellt die erwarteten Einsparungen beim Netzanschluss²⁴ oder bei der Anwendung von Leistungstarifen²⁵ den Kosten des Speichersystemeinsatzes gemäss Figur 9 gegenüber.
- 4.2.5.2 Entscheidend für die Dimensionierung des Speichersystems sind
- der Verlauf des fluktuierenden Leistungsbedarfs, insbesondere die Höhe und Dauer der Lastspitzen,
 - die Dauer zwischen den Lastspitzen, um das Speichersystem wieder aufzuladen,
 - die Vorhersagbarkeit des Leistungsbezugs, um den Ladezustand und damit die Wirksamkeit des Speichersystems zu optimieren,
 - der mögliche Miteinbezug des Nutzers in die Optimierung, falls der Verbrauch eine gewisse Flexibilität aufweist und nicht vollständig durch die Anwendung vorgegeben wird.

Figur 16 Prinzipdarstellung einer Lastspitzenoptimierung als Kombination von Eigenverbrauch, Lastmanagement und Speicherung



- 4.2.5.3 Die Dimensionierung des Speichersystems sollte aufgrund von Simulationen oder – soweit vorhanden – aufgrund der bisherigen Betriebserfahrungen mit den Elektrizitätsverbrauchern durchgeführt werden.
- 4.2.5.4 Je besser vorhersagbar die Lastkurve ist, desto optimierter kann das Speichersystem ausgelegt werden.
- 4.2.5.5 Bei der Speichersystemkapazität bzw. bei der Flexibilität der Elektrizitätsverbraucher sollte eine gewisse Reserve vorgesehen werden, weil gemäss Definition des Leistungstarifs eine einzelne Lastspitze in der Abrechnungsperiode zur Ermittlung der Leistungskosten massgebend ist.
- 4.2.5.6 Ein Dimensionierungsbeispiel zur Netzanschlussoptimierung findet sich im Anhang A.4.

²⁴ Bei der Netzanschlussoptimierung stellen Speichersystem und EMS (Lastmanagement) sicher, dass der Netzanschluss nicht überlastet wird bzw. kleiner ausgeführt werden kann.

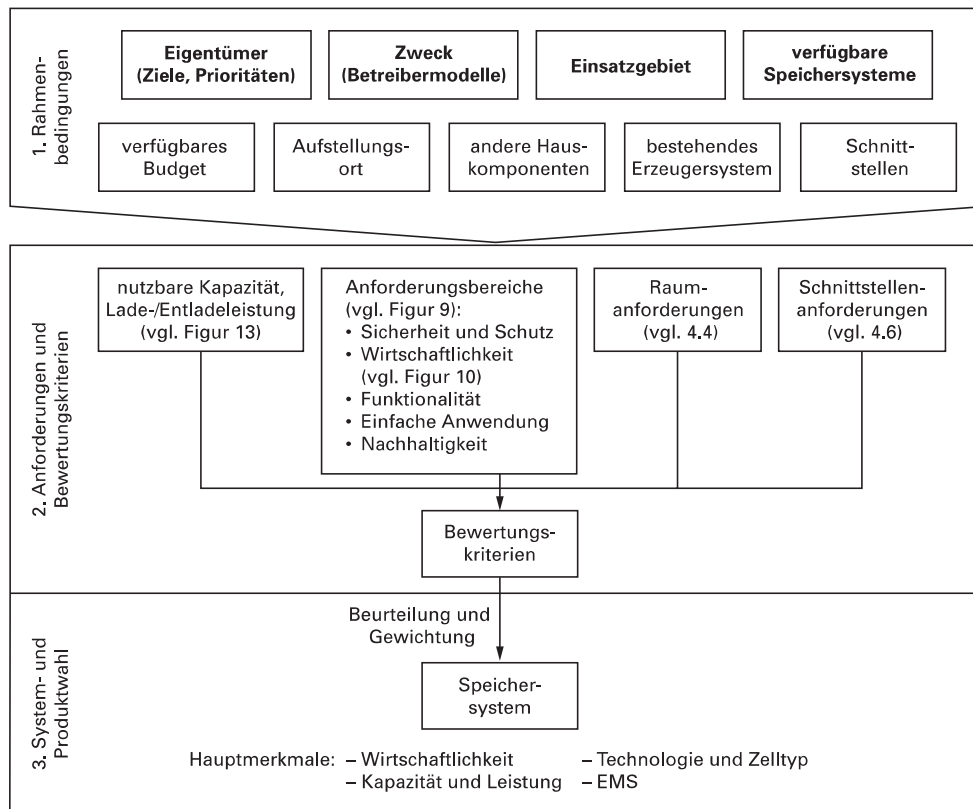
²⁵ Tiefere Kosten infolge tieferer Leistungsmaxima.

4.3 Systementscheidungshilfe

4.3.1 Vorgehen bei der System- und Produktauswahl²⁶

- 4.3.1.1 Die Auswahl des Speichersystems kann in drei Schritte gegliedert werden:
1. Aufzeigen der relevanten Rahmenbedingungen.
 2. Aufstellen der Bewertungskriterien aus den verschiedenen Anforderungen.
 3. Auswahl des Speichersystems (Hersteller und Typ).

Figur 17 Vorgehen bei der Auswahl des Speichersystems



4.3.2 Rahmenbedingungen

4.3.2.1 Der Planer klärt mit dem Eigentümer

- den Zweck des Speichersystems, die Prioritäten und das verfügbare Budget,
- den geeigneten Aufstellungsraum und gegebenenfalls notwendige Vorkehrungen oder Anpassungen,
- bereits bestehende oder geplante Elektrizitätsverbraucher oder -erzeuger.

4.3.2.2 Der Planer klärt mit dem Eigentümer ab, ob mehrere Gebäudetechniksysteme ganz oder teilweise von demselben Hersteller gewählt werden sollen oder nicht.²⁷

4.3.2.3 Der Planer bezieht den lokalen Verteilnetzbetreiber frühzeitig in den Prozess ein.

²⁶ Alternativ zum hier vorgestellten Ansatz zur Auswahl des Speichersystems können auch andere Bewertungsansätze, wie Nutzwertanalysen, Lebenszyklusbetrachtungen, systemische Analysen oder Vergleichstabellen, beigezogen werden. In jedem Fall ist darauf zu achten, dass die Bewertung bzw. Auswahl möglichst einfach und nachvollziehbar bleibt. Die rasanten preislichen und technischen Entwicklungen im Markt für Speichersysteme können ferner dazu führen, dass sich die System- und Produktauswahl künftig stark verändert oder an Bedeutung verliert.

²⁷ Insbesondere betreffend Photovoltaikanlagen, Speichersystem, Ladesäulen, Energiemanagement- und Smart-Home-Systeme. Offene Systeme mehrerer Hersteller sind einzeln zu konfigurieren und es kann zu Überlappungen kommen. Dafür sind sie flexibel kombinier- und anpassbar und es bestehen kaum Abhängigkeiten zu Herstellern oder Lieferanten. Ein proprietäres System eines Herstellers ist demgegenüber mit kompatiblen Systemen schneller und einfacher zu installieren. Dafür besteht eine Herstellerabhängigkeit hinsichtlich Preisen, Wechselaufwand, Datenhoheit und Verfügbarkeit (Single-Source-Risiko).

4.3.3 **Anforderungen und Bewertungskriterien**

- 4.3.3.1 Der Planer klärt mit dem Eigentümer die Priorisierung der Anforderungsbereiche, insbesondere auch in Bezug auf die Nachhaltigkeit.
- 4.3.3.2 Der Planer klärt mit dem Eigentümer, welche Funktionen das EMS zu erfüllen hat und ob weitere Systeme eingesetzt werden sollen (z. B. Smart Home).
- 4.3.3.3 Der Planer klärt die Anforderungen an die Schnittstellen ab, insbesondere an die baulichen und elektrischen Schnittstellen sowie an die Softwarekompatibilität, z. B. für die Kommunikation.

4.3.4 **System- und Produktwahl**

- 4.3.4.1 Der Planer vergleicht und beurteilt verschiedene in Frage kommende Speichersysteme hinsichtlich Erfüllung der Bewertungskriterien.
- 4.3.4.2 Die Auswahl des Speichersystems – d. h. die Beurteilung und Gewichtung der Bewertungskriterien – soll mittels Bewertungsmatrix durchgeführt werden, welche die Gewichtungen bzw. Präferenzen des Eigentümers berücksichtigt.
- 4.3.4.3 Alternativ dazu können vereinfachte, qualitative Speichersystemvergleiche verwendet werden, die sich meist auf verschiedene Zelltypen und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile beziehen.²⁸
- 4.3.4.4 Der Planer prüft abschliessend, dass das ausgewählte Speichersystem mit den angrenzenden Komponenten und Systemen optimal aufeinander abgestimmt sowie voraussichtlich robust im Betrieb und flexibel für eventuelle spätere Anpassungen ist.

4.4 **Raumanforderungen**

4.4.1 **Generelle Raumanforderungen**

- 4.4.1.1 Der Planer klärt die Raumanforderungen mit dem Lieferanten bzw. dem Hersteller des Speichersystems ab.
- 4.4.1.2 Speichersysteme sind in geeigneten Räumen unterzubringen. Dazu zählen typischerweise Technikräume, Keller, Garagen oder Dachböden, sofern diese die Raumanforderungen erfüllen und ein geringes Brandrisiko aufweisen. Weniger geeignet sind Wohnräume oder Räume ausserhalb der gedämmten Gebäudehülle.
- 4.4.1.3 Der Aufstellungsraum soll
 - leicht zugänglich sein, insbesondere über eine ausreichende Türbreite für das Speichersystem selbst und eventuelle Transporthilfen verfügen,
 - genügend Platz für das Speichersystem selbst, die erforderlichen Sicherheitsabstände sowie für einen möglichen späteren Ausbau aufweisen,
 - die geforderte Tragfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit des Fussbodens aufweisen,
 - eine einfache Leitungsverlegung erlauben und für das Verlegen von elektrischen Kabeln und die Kommunikationsleitungen vorbereitet sein,
 - ausreichend beleuchtet sein, um Kontroll- und Wartungsarbeiten ausführen zu können,
 - frei von Staub, leichtentzündlichen, korrosiven und explosiven Materialien und Gasen sein.
- 4.4.1.4 Die vom Hersteller geforderten Sicherheitsabstände sind einzuhalten.
- 4.4.1.5 Eine direkte Wärmeeinwirkung durch andere Geräte ist zu vermeiden.
- 4.4.1.6 Es sollen keine Gegenstände direkt auf oder vor dem Speichersystem platziert werden.

28 Z. B. der Technologievergleich zwischen Blei- und Lithium-Speichersystemen in [27] oder die Auflistung von Kennzahlen sowie Vor- und Nachteilen von Flow-, Lithium-Ionen-, Blei-Säure- und Hochtemperatur-Speichersystemen in [31].

- 4.4.1.7 Besteht das Risiko von Beschädigungen oder Fehlmanipulationen, soll der Zugang zum Aufstellungsraum angemessen eingeschränkt werden.
- 4.4.1.8 Die Schallemissionen, die von Speichersystemen ausgehen, liegen meist unter 40 dB(A) und können in der Regel vernachlässigt werden
- 4.4.1.9 Weitere Hinweise zum Aufstellungsort und zu den Raumanforderungen finden sich in SN EN 62485-2.

4.4.2 **Raumklima**

- 4.4.2.1 Es wird eine Raumtemperatur zwischen 10°C und 25°C empfohlen.
- 4.4.2.2 Es wird eine Luftfeuchte unter 80% empfohlen.
- 4.4.2.3 Direkte Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden.

4.4.3 **Belüftung**

- 4.4.3.1 Die gängigen Kombinationen von Speichersystem und Aufstellungsraum erfordern keine zusätzliche Raumbelüftung.²⁹
- 4.4.3.2 Eine Raumbelüftung ist sicherzustellen, wenn
- der vom Hersteller geforderte Temperatur- oder Feuchtebereich nicht mehr eingehalten wird (vgl. 4.4.2),
 - Speichersysteme mit Zelltypen verwendet werden, die beim Laden Knallgas entwickeln.

4.4.4 **Brandschutz**

- 4.4.4.1 Gemäss VKF unterliegen Speichersysteme in Gebäuden keinen speziellen Brandschutzvorschriften. Es wird jedoch empfohlen, Speichersysteme mit einer Kapazität über 15 kWh in einem separaten Brandabschnitt mit mindestens Feuerwiderstand EI 60 oder im Freien oder in einem Gebäude aus Baustoffen der Brandverhaltensgruppe RF1 sowie mit ausreichenden Schutzabständen aufzustellen; vgl. [13].
- 4.4.4.2 Speichersysteme dürfen nicht
- in einem Fluchtweg,
 - in einem feuer- oder explosionsgefährdeten Raum,
 - in Bereichen mit hohem Brandrisiko oder
 - in Lüftungszentralen installiert werden.
- 4.4.4.3 In Räumen mit Speichersystemen mit Zelltypen, die beim Laden Knallgas bilden, sind Zündquellen zu vermeiden.

4.5 **Gebäude- und Personensicherheit**

- 4.5.1 Ein sicherer Betrieb beugt Personen-, Sach- und Umweltschäden vor und gewährleistet eine hohe Verfügbarkeit des Speichersystems.
- 4.5.2 Der Planer und der Installateur stellen die Einhaltung der Vorgaben zu Installation und baulichem Brandschutz sicher. Die Vorgaben sind enthalten in:
- SN 411000,
 - SNR 460712,
 - VKF-Brandschutznorm, VKF-Brandschutzrichtlinien und VKF-Brandschutzmerkblättern, insbesondere Begriffe und Definitionen (10–15), Verwendung von Baustoffen (14–15) und Brandschutzabstände, Tragwerke, Brandabschnitte (15–15), Lithium-Ionen-Batterien (2005-15).

²⁹ Beim Laden des Speichersystems wird bis zu 10% der Ladeleistung als Abwärme an die Umgebung abgegeben.

- 4.5.3 Die häufigsten Ursachen für unerwünschte Zustände und Gefährdungen sind mangelhafte Speichersysteme (Produkt- oder Herstellungsfehler), fehlerhafte Installationen oder unsachgemässe Wartungen.³⁰

4.6 Schnittstellen

4.6.1 Anschluss-, Mess- und Abrechnungskonzept

- 4.6.1.1 Der Anschluss eines Speichersystems darf keinen negativen Einfluss auf den Netzanschluss oder das öffentliche Netz haben.³¹
- 4.6.1.2 Die Anschluss- bzw. Verbindungsleitungen sind gemäss SN 411000 und [21] zu dimensionieren.
- 4.6.1.3 Für den Anschluss von Speichersystemen gelten die gleichen Bestimmungen wie für vergleichbare Elektrizitätserzeuger oder -verbraucher,³² insbesondere
- SR 730.01 Energieverordnung, Artikel 17 und
 - die Vorgaben des lokalen Verteilnetzbetreibers, wie z.B. die technischen Anschlussbedingungen (TAB) oder die Werkvorschriften (WV).
- 4.6.1.4 Das Anschluss- und Messkonzept muss die gewählte Betriebsweise und die Kopplungsart des Speichersystems (AC- oder DC-Kopplung) berücksichtigen. Die verschiedenen Anschluss- und Messkonzepte sind in [22] beschrieben.
- 4.6.1.5 Das Mess- und Abrechnungskonzept (Anschlüsse, Verschaltung, Messpunkte, Abrechnung) hängt von der Anordnung des Speichersystems ab, insbesondere:
- mit oder ohne Elektrizitätserzeuger,
 - mit oder ohne Elektrizitätsverbraucher,
 - mit oder ohne Netzladung,
 - mit oder ohne Netzeinspeisung.
- 4.6.1.6 Ist das Speichersystem mit lokalen Elektrizitätserzeugern oder -verbrauchern verbunden und kann ins Elektrizitätsnetz rückspeisen, ist dies gemäss SR 730.01 [3] zu messen und nachzuweisen.
- 4.6.1.7 Kann das Speichersystem entweder nur vom Netz laden oder nur ins Netz rückspeisen,
- ist dies durch einen Energieflussrichtungs-Sensor (EnFluRi-Sensor)³³ sicherzustellen,
 - sind die Messeinrichtungen für den Elektrizitätserzeuger bzw. für die Elektrizitätsverbraucher in der Regel auch für das Speichersystem ausreichend.
- 4.6.1.8 Kann das Speichersystem sowohl vom Netz laden als auch ins Netz rückspeisen, ist ein Messkonzept gemäss [22] nötig, um z.B. das Ausstellen eines falschen Herkunftsnachweises zu vermeiden.
- 4.6.1.9 Die Messung erfolgt saldierend über alle Aussenleiter.³⁴

30 Unerwünschte Zustände und Gefährdungen ergeben sich z.B. aus auslaufenden Flüssigkeiten, entweichenden Gasen, Beschädigungen des Speichersystems oder Verletzungen infolge stromführender Teile oder spitzer und scharfer Kanten.

31 Umfasst z.B. Spannung, Strom, Frequenz, Phasenverschiebung oder Oberwellen, die die Netzbelastung oder -stabilität negativ beeinflussen.

32 Beim Laden verhält sich das Speichersystem wie ein Elektrizitätsverbraucher, beim Entladen wie ein Elektrizitätserzeuger.

33 Der EnFluRi-Sensor ist eine technische Einrichtung zur Ermittlung der Energieflussrichtung mit kommunikativer Kopplung zum Speichersystem oder Wechselrichter. In der Regel handelt es sich um einen privaten Smart Meter des Speichersystemlieferanten.

34 Für die Eigenverbrauchsoptimierung spielt es daher keine Rolle, an welchem Aussenleiter das Speichersystem angeschlossen ist.

4.6.2 Verbindungsleitungen im Gebäude

- 4.6.2.1 Die Verbindungsleitungen im Gebäude haben den Vorgaben von SN 411000 zu entsprechen.³⁵
- 4.6.2.2 Verbindungsleitungen von Speichersystemen dürfen nicht in Fluchtwegen verlegt werden.
- 4.6.2.3 Werden Leerrohre für ein Speichersystem verlegt, sind ihre Durchmesser gemäss SN 411000 zu bemessen, sodass sich Kabel einfach und beschädigungsfrei einziehen lassen.
- 4.6.2.4 Speichersysteme mit einer Anschlussleistung über 3,6 kW sind 3-phasig an die Hausinstallation anzuschliessen; vgl. [21].
- 4.6.2.5 Speichersysteme mit einer Anschlussleistung unter 3,6 kW können 1-phasig an die Hausinstallation angeschlossen werden.
- 4.6.2.6 Das Speichersystem kann an den AC- oder den DC-Teil angeschlossen werden (AC- oder DC-Kopplung, vgl. Anhang C).
- 4.6.2.7 Werden 1-phasig angeschlossene Speichersysteme für den Backup-Betrieb eingesetzt, können nur Elektrizitätsverbraucher versorgt werden, die am gleichen Aussenleiter angeschlossen sind.

4.6.3 Elektrisches Schutzkonzept³⁶

- 4.6.3.1 Das elektrische Schutzkonzept ist für alle Betriebsweisen und Betriebszustände zu gewährleisten.
- 4.6.3.2 Die elektrischen Schutzeinrichtungen sind für die Fälle *Laden des Speichersystems aus dem Netz* bzw. *Entladen des Speichersystems ins Netz* auf ihre Funktionserfüllung hin zu überprüfen.
- 4.6.3.3 Bei einem Netzausfall muss ein Kuppelschalter die Anlage allpolig galvanisch vom Netz trennen, um eine Rückspeisung ins Netz zu verhindern (Netz- und Anlagenschutz; vgl. [21]).
- 4.6.3.4 Die Sicherheit ist durch die richtige Auslegung der Schutzelemente und die Art der Erdverbindung³⁷ gemäss SN 411000 zu gewährleisten.

4.6.4 Energiemanagementsystem

- 4.6.4.1 Für den Einsatz eines Energiemanagementsystems müssen sowohl das Speichersystem selbst als auch die gesteuerten Elektrizitätsverbraucher und Elektrizitätserzeuger über die notwendigen Schnittstellen und die gewünschten Funktionalitäten verfügen.
- 4.6.4.2 Verfügt das Speichersystem nicht über ein integriertes Energiemanagementsystem, so ist es für die meisten Betriebsweisen auf ein externes EMS angewiesen.

4.6.5 Backup-Betrieb

- 4.6.5.1 Sofern ein Backup-Betrieb vorgesehen ist, muss das Speichersystem über eine entsprechende Backup-Funktion verfügen.
- 4.6.5.2 Der Planer bzw. der Installateur legt die Backup-berechtigten Elektrizitätsverbraucher gemäss den Prioritäten des Eigentümers und hinsichtlich einer zweckmässigen Umsetzung fest.

35 Die Leiter- und Kabelquerschnitte hängen u. a. vom Leitermaterial, der Isolation, der Verlegeart, der Strombelastbarkeit, der Umgebungstemperatur ab.

36 Gemäss den Regeln der Technik gilt der Personenschutz als erfüllt, wenn im Normalbetrieb die Betriebsspannung unter 50 V AC bleibt und im Fehlerfall der Berührstrom unter 0,5 mA, die Fehlerspannung unter 50 V oder die Abschaltzeit unter 0,4 s bleibt.

37 Leiteranordnung und System nach Art der Erdverbindung (TN-S, für Wechsel- oder Gleichstrom).

- 4.6.5.3 Der Planer bzw. der Installateur stellt die Verdrahtung aller Backup-gespeisten Elektrizitätsverbraucher sicher. Sie werden typischerweise zusammengefasst und an das Speichersystem angeschlossen.
- 4.6.5.4 Der Planer bzw. der Installateur stellt einen sicheren Wechsel zwischen netzparallelem Betrieb und Backup-Betrieb sicher³⁸ und gewährleistet
- die Netztrennung und -zuschaltung; vgl. [24],
 - ein funktionierendes Erdungssystem (TN- oder IT-Netz),
 - die automatische Abschaltung von Geräten,
 - die Kopplung der Aussenleiter,
 - die Auslegung des Systems für möglicherweise entstehende Asymmetrien.
- 4.6.5.5 Anforderungen an den Backup-Betrieb und Beispiele für Schaltungen von typischen Anordnungen mit Speichersystemen³⁹ finden sich in SNR 460712 und in [21].
- 4.6.6 **Automatische Kommunikation**
- 4.6.6.1 Die automatische Kommunikation umfasst den Austausch von Daten und Informationen zwischen dem Speichersystem und den angrenzenden Komponenten und Systemen (vgl. Figuren 6 und 7).
- 4.6.6.2 Der Planer legt die geeignete Datenübertragung (kabelgebunden oder kabellos) fest.⁴⁰ Dabei berücksichtigt er
- den Installations- und Konfigurationsaufwand,
 - die erforderliche Reichweite,⁴¹
 - den Energiebedarf,
 - die Übertragungsgeschwindigkeit,
 - die Verfügbarkeit,
 - die Datenspeicherung,⁴²
 - die Datensicherheit und -integrität.
- 4.6.6.3 Zwischen dem lokalen Datennetz und dem Internet sollten angemessene Schutzmassnahmen gegen unberechtigte Manipulationen, z.B. wartbare Firewalls, vorgesehen werden. Diese sind entweder Teil einer aktiven Netzwerk-Komponente oder als separate Komponente vor- oder nachgelagert.
- 4.6.6.4 Daten sollten grundsätzlich verschlüsselt übertragen werden.⁴³ Dies betrifft insbesondere die Kommunikation mit einem externen Energiemanagementsystem.
- 4.6.7 **Manuelle Bedienung**
- 4.6.7.1 Ein manueller Zugriff auf das Speichersystem kann am Speichersystem selbst, über ein lokales Netzwerk oder über einen externen Server, z.B. via App, erfolgen.
- 4.6.7.2 Mögliche Eingriffe betreffen z.B. den Gerätezustand (ein/aus), einen Wechsel der Betriebsweise, eine zeitliche Programmierung oder eine manuelle Übersteuerung.

38 Im Fall eines Backups verschiebt sich eventuell der Netzsternpunkt und die Kurzschlussströme (die für eine automatische Abschaltung im Fehlerfall und damit für den Schutz von Personen und Sachen relevant sind) ändern sich.

39 AC- und DC-Kopplung, Abgänge mit und ohne Backup-Berechtigung, Elektrizitätsverbraucher und -erzeuger sowie Zähler.

40 Kabelgebundene Systeme sind in der Regel leistungsfähiger, zuverlässiger (stabiler) und sicherer als kabellose Funkverbindungen. Zudem kommen sie ohne dezentrale Elektrizitätsversorgung aus. Der Vorteil von kabellosen Systemen liegt demgegenüber in der Flexibilität, z.B. für Nachrüstungen in Bestandsbauten oder in Bezug auf Steuerungszentralen.

41 Speichersysteme in Gebäuden werden häufig in Kellern platziert, deren Decke aus Beton mit Eisenbewehrungen besteht. Dies kann Drahtlosnetzwerke bzw. Funkverbindungen beeinträchtigen oder gar verunmöglichen.

42 Im Speichersystem (integrierter Datenspeicher), in einem separaten Datenlogger oder auf einem externen Server (Cloud-Lösungen).

43 Voraussetzung dafür ist, dass die Produkte über eine verschlüsselte Kommunikation verfügen. Dann kann der Eigentümer über die Produktwahl bzw. der Installateur bei der Systemkonfiguration Einfluss auf die Verschlüsselung nehmen.

4.6.8 **Externe Eingriffe in die Steuerung des Speichersystems**

- 4.6.8.1 Der lokale Verteilnetzbetreiber kann – im Rahmen der Netzstabilität und falls es die lokalen Werkvorschriften vorsehen – den Energieaustausch zwischen Speichersystem und Lokalnetz unterbinden, z. B. mittels Rundsteuersignal.
- 4.6.8.2 Die Vorgaben des lokalen Verteilnetzbetreibers zu Schnittstellen sind zu beachten.
- 4.6.8.3 Externe Systeme können mit Zustimmung des Eigentümers des Speichersystems auf das Speichersystem zugreifen, z. B. für Systemdienstleistungen oder den Betrieb einer Community.

4.7 **Rechtliche Fragen**

- 4.7.1 Es werden nur Speichersysteme eingesetzt, die alle erforderlichen
 - Prüfungen, Zertifizierungen und Konformitätserklärungen gemäss [22],
 - Kennzeichnungen gemäss SNR 460712 und
 - Dokumentationen (CE, ISO, Brand- und Giftklassen)aufweisen.
- 4.7.2 Der Installateur führt die sach- und fachgerechte Installation gemäss SN 411000, den Werkvorschriften des jeweiligen Verteilnetzbetreibers, den Werkvorschriften CH des VSE und der Suva aus.
- 4.7.3 Der Eigentümer erfüllt die Vorgaben für eine elektrische Installation gemäss SN 411000.
- 4.7.4 Der Eigentümer holt die erforderlichen Gesuche ein, beantragt die notwendigen Bewilligungen und stellt die Melde- und Kontrollpflicht sowie die verlangten Nachweise sicher (vgl. Anhang E).
- 4.7.5 Der Eigentümer des Speichersystems gewährleistet den sicheren und schadenfreien Betrieb gemäss
 - SN EN 62485-2,
 - den Werkvorschriften des jeweiligen Verteilnetzbetreibers,
 - den Werkvorschriften CH des VSE,
 - den Anschlussbedingungen gemäss [24],
 - der VKF,
 - der Suva sowie
 - dem Umweltschutzgesetz.
- 4.7.6 Der Eigentümer des Speichersystems stellt den Datenschutz⁴⁴ sicher. Vom Datenschutz betroffen sind insbesondere Angaben zu Installationen oder Verbrauch (Nutzerprofile), die innerhalb eines ZEV oder einer Community mit externen Energiemanagementsystemen oder mit Cloud-Lösungen ausgetauscht werden.
- 4.7.7 Der Eigentümer beauftragt den Ausführenden mit dem sach- und fachgerechten Abbau sowie der Rückgabe bzw. Entsorgung des Speichersystems gemäss SR 814.620 [4].

44 Der Datenschutz regelt den Umgang mit personenbezogenen Daten und legt die Rechte der betroffenen Personen fest. Die Datenverarbeitung, d. h. die Erfassung, Verarbeitung, Übertragung und Speicherung, muss gemäss SR 235.1 erfolgen.

5 AUSFÜHRUNG

5.1 Gesuche, Anzeigen und Nachweise

- 5.1.1 Für Speichersysteme sind bezüglich Meldewesen, Anschluss und Betrieb die gleichen Bestimmungen wie für Elektrizitätsverbraucher und -erzeuger einzuhalten; vgl. [21].
- 5.1.2 Speichersysteme benötigen gemäss SN 411000, [21] und [25]
- ein technisches Anschlussgesuch (TAG),
 - einen Vermerk im Gesuch für Energieerzeugungsanlagen (EEA),
 - eine Installationsanzeige bzw. einen Vermerk zum Speichersystem in der Installationsanzeige,
 - einen Sicherheitsnachweis.
- 5.1.3 Eine ESTI-Planvorlage ab einer Lade-/Entladeleistung von 30 kVA⁴⁵ gemäss [25] ist für Speichersysteme erst in Diskussion.

5.2 Sicherheit und Zuverlässigkeit

5.2.1 Ganzheitlicher Ansatz

Alle Beteiligten tragen in ihrem Wirk- und Verantwortungsbereich zu einer hohen Sicherheit und Zuverlässigkeit des Speichersystems bei.

Tabelle 9 Beteiligte und Verantwortlichkeiten

Beteiligte	Wirk- und Verantwortungsbereich
Hersteller, Händler	Produktsicherheit, Zulassungen, Zertifikate, Konformitätserklärungen, Lagerung
Transporteur	Lagerung, Transport
Planer, Installateur	Sicherheitsvorschriften, Normen, Lagerung, Installation, Inbetriebsetzung, Instruktion, Sicherheitsnachweis
Eigentümer	Sicherheitsnachweis, Lagerung, Instandhaltung
Betreiber	Lagerung, Überwachung, Instandhaltung
Entsorger	Transport, Lagerung, Entsorgung, Recycling

5.2.2 Elektrische Sicherheit

- 5.2.2.1 Das Speichersystem muss derart gebaut sein und betrieben werden können, dass die Sicherheit von Personen und der Schutz der Infrastruktur jederzeit gegeben ist.⁴⁶
- 5.2.2.2 Die elektrische Sicherheit umfasst
- die Vermeidung von Fehlerströmen,
 - die Vermeidung von Stromschlägen durch Aufladen des Speichersystemgehäuses,
 - den Netz- und Anlageschutz; vgl. [21] und [24].
- 5.2.2.3 Für die elektrische Sicherheit sind die Betriebszustände Normalbetrieb, Backup-Betrieb, Überlast und Kurzschluss zu berücksichtigen.
- 5.2.2.4 Speichersysteme beinhalten in der Regel keinen Fehlerstrom-Schutzschalter.
- 5.2.2.5 Anforderungen an die elektrische Sicherheit sind in D.1 aufgeführt.

45 Für die Lade-/Entladeleistung werden die Einheiten kW und kVA verwendet, wobei die Angabe in kW für die Wirkleistung, die Angabe in kVA für die auslegungsrelevante Scheinleistung steht.

46 Geschützt werden muss insbesondere gegen Brand, elektrischen Schlag, Überstrom, Über- und Unterspannung sowie bei Trenn- und Schaltvorgängen.

5.3 Installation

- 5.3.1 Bei einem Speichersystem handelt es sich um eine Elektroinstallation, die von einer dafür qualifizierten Fachperson⁴⁷ und gemäss den geltenden Gesetzen, Vorschriften und Normen zu installieren ist, insbesondere gemäss SN 411000, den Werkvorschriften des jeweiligen Verteilnetzbetreibers, den Werkvorschriften CH des VSE, den Vorgaben der Suva und dem Umweltschutzgesetz.
- 5.3.2 Der Installateur berücksichtigt die Anforderungen an die Schnittstellen (vgl. 4.6). Insbesondere hält der Installateur die vom Hersteller angegebenen Mindestabstände ein.

⁴⁷ Wer elektrische Installationen erstellt, muss über eine Installationsbewilligung des eidg. Starkstrominspektorats ESTI verfügen.

6 INBETRIEBSETZUNG UND ÜBERGABE

6.1 Inbetriebsetzung und Abnahme

- 6.1.1 Der Eigentümer oder dessen Vertreter informiert den Netzbetreiber und ggf. das ESTI frühzeitig über eine geplante Inbetriebnahme.⁴⁸
- 6.1.2 Der Eigentümer oder dessen Vertreter reicht die notwendigen Dokumente ein, insbesondere das elektrische Schutzkonzept.
- 6.1.3 Der Eigentümer oder dessen Vertreter organisiert eine gemeinsame Abnahme und macht dazu frühzeitig Terminvorschläge.
- 6.1.4 Der Installateur führt die Inbetriebsetzung und Abnahme des Speichersystems durch. Dies umfasst:
- den erstmaligen einwandfreien Betrieb des Speichersystems (ausgenommen vorangegangene Tests);
 - die Überprüfung der Sicherheit von
 - regulären und aussergewöhnlichen Betriebszuständen,
 - Schutz- und Trennschaltern,
 - geplanten Sicherheitsvorkehrungen;
 - funktionelle Prüfungen sowohl unter betriebsnahen als auch unter extremen (zulässigen) Bedingungen;
 - nutzerspezifische integrale Tests gemäss SIA 2046, insbesondere für
 - die technische Kommunikation und das Funktionieren des Speichersystems mit anderen Elektrizitätsverbrauchern und -erzeugern,
 - die Raum- und Raumklimaanforderungen,
 - den Netzausfall;
 - die Kommunikation mit dem EMS und die Anbindung ans Internet;
 - das Ausfüllen, Unterzeichnen und Austauschen der Protokolle;
 - die Fertigstellungsanzeige an den Verteilnetzbetreiber.

6.2 Übergabe und Instruktion

- 6.2.1 Der Installateur übergibt das einwandfreie, voll funktionsfähige Speichersystem an den Betreiber, inkl.
- der Dokumentation,
 - dem Übergabe- und Abnahmeprotokoll; vgl. [34],
 - dem Sicherheitsnachweis gemäss SN 411000.
- 6.2.2 Der Installateur instruiert den Betreiber, insbesondere hinsichtlich
- Kontaktangaben für den Störungs- oder Schadenfall,
 - sicheren Betriebs und des Umgangs mit Störungen,⁴⁹
 - Instandhaltung,
 - Anlagenüberwachung (Monitoring),
 - Abbau und Entsorgung des Speichersystems.

48 Betrifft Neuanlagen, Ersatzanlagen, Ersatz von Steuerungskomponenten mit Schutzfunktion oder eine Änderung der Anordnung gemäss 4.6.1.5.

49 Wer ist zu informieren, aufzubieten, miteinzubeziehen? Welche Informationen werden benötigt?

6.3 Dokumentation

- 6.3.1 Der Eigentümer muss die Dokumentation gut sichtbar und dauerhaft beim Speichersystem aufbewahren.
- 6.3.2 Die Dokumentation der Hersteller, Lieferanten, Planer und Installateure umfasst:
- Kontaktangaben,
 - Verträge und Garantieleistungen.
- 6.3.3 Die Produktdokumentation umfasst:
- technische Produktbeschreibungen,⁵⁰
 - Datenblätter,
 - Zertifikate, Konformitätsnachweise, Entsorgungshinweise,
 - Angaben für den Störfall,
 - Garantiedokumente.
- 6.3.4 Die Dokumentation der Installation, des Betriebs und der Entsorgung umfasst:
- Elektroschema bzw. Elektroschaltplan,
 - Betriebsanleitung (Bedienung, Störungsbehebung, Angaben zum technischen Support),
 - Netzersatzbetrieb gemäss SNR 460712,
 - Instandhaltungsplanung (Angaben über Wartungsarbeiten und -intervalle, Verbrauchsmaterial, Ersatzkomponenten),
 - Nachweisdokumente (Gesuche, Inbetriebsetzungsprotokolle, Sicherheitsnachweise),
 - Entsorgung (Rechte und Pflichten, Risiken, Kontaktangaben zu spezialisierten Entsorgungsfirmen),
 - Schutzkonzept.

⁵⁰ Installationsanleitung (inkl. Vorbereitung, Sicherheitsvorkehrungen und Ausführung) sowie Benutzerhandbuch.

7 BETRIEB

7.1 Nutzungskonzepte

7.1.1 Nutzung des Speichersystems

7.1.1.1 Der Eigentümer nutzt das Speichersystem im Rahmen des von ihm gewählten Betreibermodells (vgl. 2.2) bzw. bei mehreren Beteiligten im Rahmen der vertraglichen Vereinbarungen.

7.1.1.2 Das Speichersystem wird dabei über das EMS entsprechend der jeweiligen Betriebsweisen (vgl. 2.3) geregelt. Gegebenenfalls kann das Speichersystem auch über ein externes Signal, z. B. ein Rundsteuersignal, oder manuell über eine Nutzerschnittstelle, z. B. eine App, übersteuert werden.

7.1.2 Anpassungen

7.1.2.1 Der Eigentümer kann das Betreibermodell oder die Betriebsweise des Speichersystems anpassen, sofern

- die entsprechenden vertraglichen Vereinbarungen vorliegen,
- die Funktionalität des Energiemanagementsystems dies ermöglicht,
- die Verschaltungen und das Messkonzept sicherheits- und vorschriftsgemäss ausgeführt sind,
- die Konformität des Speichersystems mit der jeweiligen Betriebsweise vom Hersteller nachgewiesen wurde.

7.1.2.2 Die Dimensionierung sollte erneut geprüft und das EMS gegebenenfalls angepasst werden, wenn

- bestehende Elektrizitätsverbraucher oder -erzeuger ändern oder
- das Speichersystem erweitert wird.

7.1.3 Verrechnung bei mehreren Nutzern

7.1.3.1 Der Betreiber erfasst die Aufwände und Erträge verursachergerecht und verrechnet diese transparent und nachvollziehbar. Dies ist gegebenenfalls mittels Messeinrichtungen⁵¹ zu belegen.

7.1.3.2 Der Eigentümer muss bei Verrechnungen die gesetzlichen Bestimmungen einhalten.⁵²

7.2 Instandhaltung

7.2.1 Der Betreiber führt die Instandhaltung – bestehend aus Inspektionen, Wartung, Instandsetzung und Software-Updates – gemäss den Angaben des Herstellers in der Anlagedokumentation aus.

7.2.2 Der Installateur weist bereits bei der Übergabe des Speichersystems auf die richtige Instandhaltung hin (vgl. 6.2).

51 Messeinrichtungen sind gemäss der Elektrischen Messmittelverordnung (EMmV) auszuführen.

52 SR 730.0 [2] und SR 730.01 [3].

7.3 Überwachung (Monitoring)

- 7.3.1 Die Überwachung des Speichersystems erfolgt automatisch durch das Batterie- oder Energiemanagementsystem.
- 7.3.2 Der Betreiber kann das Speichersystem in der Regel über eine geeignete Nutzerschnittstelle, z. B. das lokale Netzwerk oder das Nutzerportal bzw. die App des Herstellers, überwachen.
- 7.3.3 Die Überwachung des Speichersystems sollte mindestens
- eine Statusanzeige (Ladezustand, Lade-/Entladeleistung),
 - die Erfassung der Betriebszustände (Logbuch) sowie
 - eine Benachrichtigung im Störfall umfassen.
- 7.3.4 Zusätzlich kann die Effektivität des Speichersystems in der gewählten Betriebsweise bewertet werden und es können Grenzwertverletzungen und Störungen analysiert werden sowie Aufforderungen zu Instandhaltungsaktivitäten erfolgen.

8 RÜCKBAU

- 8.1.1 Speichersysteme unterliegen der vorgezogenen Recyclinggebühr (vRG), d.h. die Entsorgung des Speichersystems ist im Kaufpreis inbegriffen (ohne Transport zur Rücknahmestelle) und ausgediente Speichersysteme müssen von Herstellern und Importeuren, vom Handel und von Sammelstellen kostenlos zurückgenommen und dem eRecycling-Kreislauf zugeführt werden.⁵³
- 8.1.2 Der Eigentümer baut das Speichersystem gemäss den geltenden Gesetzen, Vorschriften und Normen zurück, insbesondere gemäss SR 814.620 [4], der Suva sowie dem Umweltschutzgesetz.
- 8.1.3 Der Eigentümer soll folgende Priorisierung einhalten:
- 1) Wiederverwendung des Speichersystems, z.B. als Second-Life-Batterie in einer anderen Anlage.
 - 2) Wiederverwertung der wertvollen Rohstoffe bzw. Recycling (vgl. Anhang F.7).
 - 3) Thermische Verwertung (Energierückgewinnung).
 - 4) Fach- und umweltgerechte Entsorgung, insbesondere der Schwermetalle.
- 8.1.4 Der Rückbau muss durch eine dafür qualifizierte Fachperson erfolgen.
- 8.1.5 Diese Fachperson achtet darauf, dass
- weder Personen noch Geräte oder Infrastruktur Schaden nehmen und
 - mit den im Speichersystem enthaltenen Wert- und Schadstoffen angemessen umgegangen wird.
- 8.1.6 Der Eigentümer organisiert den Rücktransport des Speichersystems zum Hersteller oder zur Entsorgungsstelle gegebenenfalls als Gefahrguttransport (abhängig von Speichersystemtyp und -gewicht).

⁵³ Der Hersteller in der Schweiz bzw. der Importeur von Speichersystemen aus dem Ausland ist bei INOBAT (vgl. www.inobat.ch oder www.swissrecycling.ch) meldepflichtig. Hersteller und Importeure von Speichersystemen können die Melde- und Gebührenpflicht gegenüber INOBAT erfüllen, indem sie sich einer Organisation anschliessen, z.B. SENS (Stiftung für eRecycling), die auch Recyclingpartner und Sammelstellen aufführt.

Anhang A (informativ)

Dimensionierungsbeispiele

Die aufgeführten Beispiele zur Dimensionierung von Speichersystemen beziehen sich auf verschiedene Betriebsweisen und Anwendungsfälle. Das Nutzer- bzw. Lastprofil hat auf die Dimensionierung einen entscheidenden Einfluss. Der in den Beispielen jeweils angenommene Jahreselektrizitätsverbrauch und Leistungsbedarf orientiert sich an den Standardwerten von SIA 2024.

A.1 EFH mit Eigenverbrauchsoptimierung

A.1.1 Kurzbeschreibung

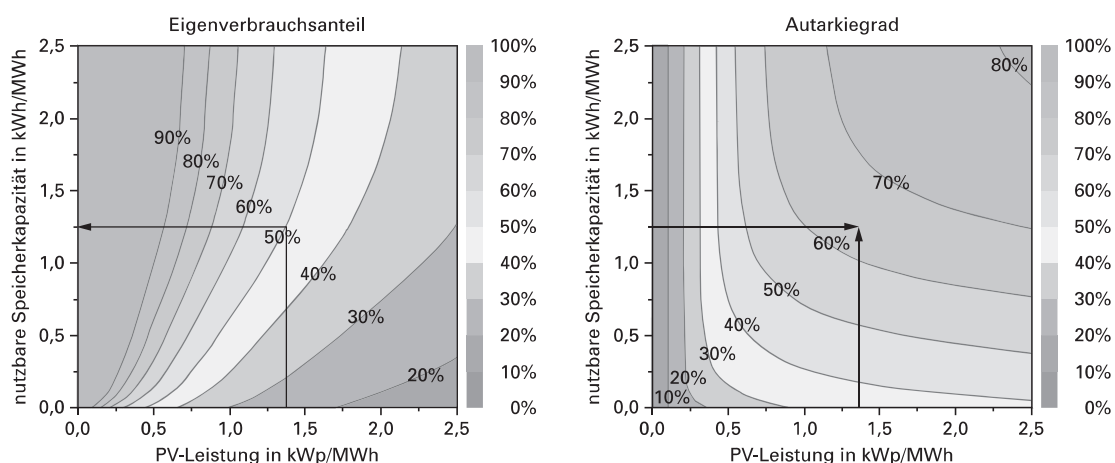
Objekt	EFH mit Photovoltaikanlage und Speichersystem
Zweck des Speichersystems	Kosten reduzieren
Betreibermodell	Teilweise Eigenversorgung
Betriebsweise	Eigenverbrauchsoptimierung
Steuerung	Durch das Speichersystem bzw. das Energiemanagementsystem
Heizung/Warmwasser	Luft-Wasser-Wärmepumpe (COP = 3,6, Deckungsgrad = 50%)

A.1.2 Eingabedaten

Gebäude	EFH, Wohnen, ohne Lüftung oder Kühlung
Anzahl Bewohner	4
Energiebezugsfläche	200 m ²
DC-Nennleistung Photovoltaikanlage	5 kW
Eigenverbrauchsanteil	50%
Jahreselektrizitätsverbrauch ⁵⁴	3650 kWh
Leistungsbedarf ⁵⁴	2,15 kW

A.1.3 Dimensionierungsvariante 1: Graphische Dimensionierung des Speichersystems über den Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad nach V. Quaschnig.

Figur 18 Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad für einen Haushalt, in Abhängigkeit von der Leistung der Photovoltaikanlage; Quelle: [32]



kWp/MWh steht für die Nennleistung der Photovoltaikanlage unter Standard-Testbedingungen (in der Einheit kWp bzw. Kilowatt-Peak) bezogen auf den Jahreselektrizitätsverbrauch des Haushalts (in MWh)

54 Für den Wohnbereich: Geräte und Beleuchtung, ohne Raumheizung und Warmwasser.

$$\text{Normierte PV-Leistung} = \frac{5 \text{ kWp}}{3,65 \text{ MWh}} = 1,37 \cdot \frac{\text{kWp}}{\text{MWh}} \text{ (aus Eingabedaten)} \quad (7)$$

Eigenverbrauchsanteil (gemäss Eingabedaten) = 50 %
 → nutzbare Speicherkapazität (aus Figur 18): 1,25 kWh/MWh
 → Autarkiegrad (aus Figur 18): 63,5 %

$$E_{SS} = \text{nutzbare Speicherkapazität} \cdot \text{Jahreselektrizitätsverbrauch} = 1,25 \frac{\text{kWp}}{\text{MWh}} \cdot 3,65 \text{ MWh} = 4,56 \text{ kWh} \quad (8)$$

E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh

A.1.4 Dimensionierungsvariante 2: Vereinfachte Bestimmung der Kapazität des Speichersystems aufgrund der Nennbetriebsstunden und der DC-Nennleistung der Photovoltaikanlage gemäss Gleichung 5:

$$E_{SS} = t_{nsh} \cdot P_{PV,STC} = 1,0 \dots 2,0 \cdot P_{PV,STC} = 1,0 \dots 2,0 \cdot 5 \text{ kW} = 5 \dots 10 \text{ kWh} \quad (9)$$

E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh
 t_{nsh} tägliche Nennbetriebsstunden des Elektrizitätserzeugers, in h
 $P_{PV,STC}$ DC-Nennleistung der Photovoltaikanlage, in kW

A.1.5 Dimensionierungsvariante 3: Vereinfachte Bestimmung der Kapazität des Speichersystems aufgrund des halben Tageselektrizitätsverbrauchs gemäss Gleichung 6:

$$E_{SS} = \frac{E_{an}}{2 \cdot 365} = \frac{3650 \text{ kWh}}{2 \cdot 365} = 5 \text{ kWh} \quad (10)$$

E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh
 E_{an} Jahreselektrizitätsverbrauch, in kWh

A.1.6 In Abhängigkeit von der verwendeten Dimensionierungsvariante ergibt sich damit eine rechnerische Speichersystemkapazität zwischen 4,56 kWh nach Gleichung 8 und 10 kWh nach Gleichung 9.

A.1.7 Lediglich die grafische Methode nach V. Quaschnig (Dimensionierungsvariante 1) bezieht den Eigenverbrauchsanteil und den Autarkiegrad mit ein. Werden diese höher angesetzt (z.B. ein Eigenverbrauchsanteil von 55% anstelle von 50%), steigt die erforderliche Speichersystemkapazität rasch an (von 4,56 kWh auf 6,40 kWh).

A.2 MFH mit ZEV

Das Vorgehen bei der Dimensionierung eines ZEV ist das gleiche wie bei der Eigenverbrauchs-optimierung.

A.2.1 Kurzbeschreibung

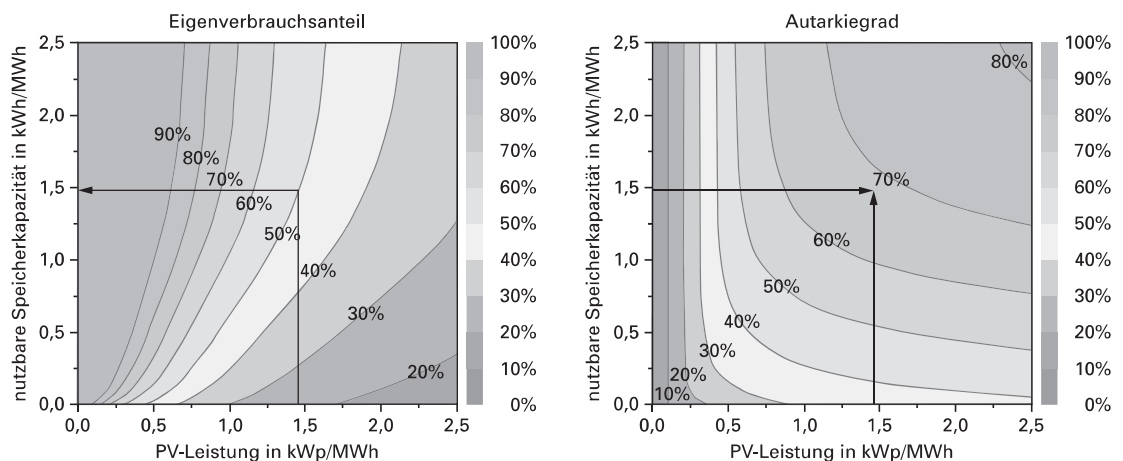
Objekt	MFH mit Photovoltaikanlage und Speichersystem
Zweck des Speichersystems	Kosten reduzieren
Betreibermodell	Teilweise Eigenversorgung
Betriebsweise	Eigenverbrauchsoptimierung
Steuerung	Durch das Speichersystem bzw. das Energiemanagementsystem
Heizung/Warmwasser	Luft-Wasser-Wärmepumpe (COP = 3,6, Deckungsgrad = 50%)

A.2.2 Eingabedaten

Gebäude	MFH, ohne Lüftung oder Kühlung
Anzahl Wohnungen	6
Anzahl Bewohner	15
Energiebezugsfläche	450 m ²
DC-Nennleistung Photovoltaikanlage	12 kW
Eigenverbrauchsanteil	50 %
Jahreselektrizitätsverbrauch ⁵⁵	8200 kWh
Leistungsbedarf ⁵⁵	4,83 kW

A.2.3 Dimensionierungsvariante 1: Graphische Dimensionierung des Speichersystems über den Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad nach V. Quaschnig.

Figur 19 Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad für einen Haushalt, in Abhängigkeit von der Photovoltaikanlagenleistung; Quelle: [32]



kWp/MWh steht für die Nennleistung der Photovoltaikanlage unter Standard-Testbedingungen (in der Einheit kWp bzw. Kilowatt-Peak) bezogen auf den Jahreselektrizitätsverbrauch des Haushalts (in MWh)

$$\text{Normierte PV-Leistung} = \frac{12 \text{ kWp}}{8,2 \text{ MWh}} = 1,46 \cdot \frac{\text{kWp}}{\text{MWh}} \quad (\text{aus Eingabedaten}) \quad (11)$$

Eigenverbrauchsanteil (gemäss Eingabedaten) = 50 %
 → nutzbare Speicherkapazität (aus Figur 19): 1,48 kWh/MWh
 → Autarkiegrad (aus Figur 19): 67,5 %

55 Für den Wohnbereich: Geräte und Beleuchtung, ohne Raumheizung und Warmwasser, gesamtes MFH (Summe aller Wohnungen).

Speicherkapazität:

$$E_{SS} = \text{nutzbare Speicherkapazität} \cdot \text{Jahreselektrizitätsverbrauch} = 1,48 \frac{\text{kWp}}{\text{MWh}} \cdot 8,2 \text{ MWh} = 12,14 \text{ kWh} \quad (12)$$

E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh

A.2.4 Dimensionierungsvariante 2: Vereinfachte Bestimmung der Kapazität des Speichersystems aufgrund der Nennbetriebsstunden und der DC-Nennleistung der Photovoltaikanlage gemäss Gleichung 5:

$$E_{SS} = t_{nsh} \cdot P_{PV,STC} = 1,0 \dots 2,0 \cdot P_{PV,STC} = 1,0 \dots 2,0 \cdot 12 \text{ kW} = 12 \dots 24 \text{ kWh} \quad (13)$$

E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh

t_{nsh} tägliche Nennbetriebsstunden des Elektrizitätserzeugers, in h

$P_{PV,STC}$ DC-Nennleistung der Photovoltaikanlage, in kW

A.2.5 Dimensionierungsvariante 3: Vereinfachte Bestimmung der Kapazität des Speichersystems aufgrund des halben Tageselektrizitätsverbrauchs gemäss Gleichung 6:

$$E_{SS} = \frac{E_{an}}{2 \cdot 365} = \frac{8200 \text{ kWh}}{2 \cdot 365} = 11,23 \text{ kWh} \quad (14)$$

E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh

E_{an} Jahreselektrizitätsverbrauch, in kWh

A.2.6 In Abhängigkeit von der verwendeten Dimensionierungsvariante ergibt sich damit eine rechnerische Speichersystemkapazität zwischen 11,23 kWh nach Gleichung 14 und 24 kWh nach Gleichung 13.

A.2.7 Der Elektrizitätsverbrauch im MFH verteilt sich aufgrund der höheren Anzahl Bewohner in der Regel zeitlich besser als im EFH, was sich positiv auf den Eigenverbrauchsanteil auswirkt.

A.3 Teilversorgung Elektromobilität⁵⁶

A.3.1 Kurzbeschreibung

Objekt	MFH mit Photovoltaikanlage, Ladestationen für Elektromobilität und Speichersystem
Zweck des Speichersystems	Erhöhung des Eigenverbrauchsanteils (durch zeitversetzte Teilversorgung der Elektrofahrzeuge mit selbst erzeugter Elektrizität)
Betreibermodell	Teilweise Eigenversorgung
Betriebsweise	Eigenverbrauchsoptimierung
Steuerung	Durch die Ladestation oder das Energiemanagementsystem

A.3.2 Eingabedaten

Gebäude	MFH
Anzahl Wohnungen	6
Anzahl Ladestationen	3
Ladehäufigkeit	Täglich (sog. gewöhnliches Laden)
Anwenderklasse	Parkplätze für PW der Bewohner
Elektrofahrzeuge	Batteriekapazität 30 kWh, Verbrauch 16 kWh pro 100 km, Ladeleistung 11 kW, mittlere Tagesdistanz 32 km, (Teil-)Laden an 340 Tagen im Jahr
Speichersystem	Entladerate 0,8 und Laderate 0,6

⁵⁶ Genaue Begriffsdefinitionen, Gleichungen und Durchschnittswerte vgl. SIA 2060.

A.3.3 Elektrizitätsverbrauch und Leistungsbedarf der drei Ladestationen beim gewöhnlichen Laden.⁵⁷

A.3.3.1 Der Jahreselektrizitätsverbrauch der Ladeanlage ergibt sich aus der jährlich gefahrenen Distanz und dem spezifischen Elektrizitätsverbrauch:

$$E_{an,i} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{100} \cdot \rho_i \cdot l_i \right) = 3 \cdot \left(\frac{1}{100} \cdot 16 \frac{\text{kWh}}{100 \cdot \text{km}} \cdot (32 \cdot 340) \text{ km} \right) = 5223 \text{ kWh} \quad (15)$$

$E_{an,i}$ Jahreselektrizitätsverbrauch der Ladeanlage i , in kWh
 n Anzahl Elektrofahrzeuge
 ρ_i spezifischer Elektrizitätsverbrauch des Elektrofahrzeugs i in kWh pro 100 km
 l_i jährlich gefahrene Distanz des Elektrofahrzeugs i in km

Der Tageselektrizitätsverbrauch für 3 Fahrzeuge ergibt sich damit zu $5223 \text{ kWh} : 340 = 15,4 \text{ kWh}$

Dies entspricht pro Fahrzeug einer Ladezeit von $\frac{15,4 \text{ kWh}}{3 \cdot 11 \text{ kW}} = 0,47 \text{ h}$ ⁵⁸

A.3.3.2 Der Leistungsbedarf ergibt sich aus der Anzahl Ladestationen, der zugehörigen Nennleistung, der Anwenderklasse und dem Gleichzeitigkeitsfaktor.⁵⁹

$$P = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot k_i) = 3 \cdot (11 \text{ kW} \cdot 0,5) = 16,5 \text{ kW} \quad (16)$$

P Leistung der Ladeanlage, in kW
 n Anzahl Ladestationen
 P_i Nennleistung der Ladestation i , in kW
 k_i Gleichzeitigkeitsfaktor der Ladestation i gemäss SIA 2060

A.3.4 Die Dimensionierung des Speichersystems folgt aus der restriktiveren Anforderung an Energie und Leistung, wobei diese Werte mittels Entladerate miteinander verglichen werden können:

Tageselektrizitätsverbrauch: 15,4 kWh, entspricht einem Speichersystem mit 12,3 kWh
(Entladerate 0,8)

Leistungsbedarf: 16,5 kW, entspricht einem Speichersystem mit 20,6 kWh
(Entladerate 0,8)

Damit bestimmt der Leistungsbedarf ein Speichersystem mit einer Entladeleistung von 16,5 kW und einer Kapazität von 20,6 kWh.

A.3.5 Mit der vorliegenden Dimensionierung ist das Speichersystem im Gebäude für den typischen Tageselektrizitätsverbrauch bzw. dem dazugehörigen Leistungsbedarf der Elektrofahrzeuge ausgelegt.

A.3.6 Sollte der Anspruch bestehen, die Speichersysteme der Elektrofahrzeuge über den typischen Tageselektrizitätsverbrauch hinaus oder gar zu einem relevanten Teil ihrer Kapazität zu füllen, so wäre ein entsprechend grösseres Speichersystem im Gebäude zu wählen.

A.3.7 Soll der Netzanschluss weniger belastet werden, so kann ein Speichersystem mit gleicher Kapazität, aber tieferer Entladerate gewählt werden.

⁵⁷ Sind Fahrzeugtypen und Nutzung bekannt, so können die effektiven Werte für Nennleistung, spezifischen Elektrizitätsverbrauch und jährlich gefahrene Distanz verwendet werden.

⁵⁸ Ladezeit für das Zurücklegen der mittleren Tagesdistanz gemäss SIA 2060: 5 bis 120 Minuten.

⁵⁹ Korrekturfaktor für die Gleichzeitigkeit des jeweiligen Elektrizitätsverbrauchers (vgl. 1.1.3.13).

A.4 Netzanschlussoptimierung

A.4.1 Kurzbeschreibung

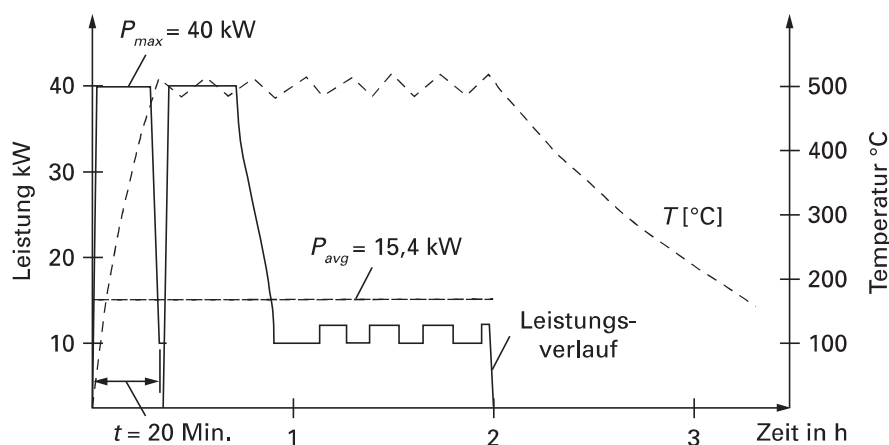
Objekt	Backstube mit Elektroofen in MFH, Photovoltaikanlage und Speichersystem
Zweck des Speichersystems	Netzanschlusskosten reduzieren
Betreibermodell	Netzanschlussoptimierung
Betriebsweise	Lastspitzenoptimierung (Peak Shaving)
Steuerung	Durch das Energiemanagementsystem

A.4.2 Eingabedaten

Gebäude	MFH mit Backstube, ohne Lüftung oder Kühlung
Anzahl Wohnungen	2
Anzahl Bewohner	6
Energiebezugsfläche	200 m ²
DC-Nennleistung Photovoltaikanlage	30 kW
Backstube	Elektroofen mit Anschlussleistung 40 kW, Jahreselektrizitätsverbrauch von rund 10000 kWh, Zeit mit Leistungsbedarf: 2 h frühmorgens, an 300 Tagen im Jahr (600 h pro Jahr).
Speichersystem	Entladerate 1

A.4.3 Elektrizitäts- und Leistungsbedarf

Figur 20 Leistungsverlauf Elektrobackofen



Der Leistungsbedarf ergibt sich aus dem maximalen Leistungsbezug während des Aufheizens und beträgt 40 kW.

Der Elektrizitätsbedarf, um die Lastspitze während des Aufheizens mit dem Speichersystem zu brechen, ergibt sich aus dem maximalen Leistungsbezug sowie der Aufheizzeit und beträgt:

$$E = P_{max} \cdot t = 40 \text{ kW} \cdot 0,33 \text{ h} = 13,2 \text{ kWh} \quad (17)$$

E Elektrizitätsbedarf zum Aufheizen, in kWh
 P_{max} maximale Leistung während des Aufheizens, in kW
 t Aufheizzeit, in h (20 Minuten = 0,33 h)

A.4.4 Die Dimensionierung des Speichersystems folgt wie bereits unter A.3 aus der restriktiveren Bedarfsanforderung an Energie und Leistung, diesmal während der Aufheizphase des Backofens, wobei diese Werte mittels Entladerate miteinander verglichen werden können:

Energiebedarf: 13,2 kWh, entspricht einem Speichersystem mit 13,2 kW (Entladerate 1)

Leistungsbedarf: 40 kW, entspricht einem Speichersystem mit 40 kWh (Entladerate 1)

Damit bestimmt der Leistungsbedarf das Speichersystem mit einer Leistung von 40 kW und einer Kapazität von 40 kWh.

A.4.5 Mit der vorliegenden Dimensionierung wird das Speichersystem auf den klar definierten Zeitraum des maximalen Leistungsbezugs ausgelegt. Da die maximale Leistung deutlich über der durchschnittlichen Leistung liegt, macht die Verwendung eines Speichersystems mit einer möglichst hohen Entladungsrate Sinn.

Anhang B (informativ) Kennzahlen

B.1 Typische Kennzahlenbereiche und Eigenschaften von Speichersystemen⁶⁰

Tabelle 10 Typische Kennzahlenbereiche für Speichersysteme für verschiedene Gebäudekategorien und -nutzungen (aktueller Stand)

		EFH	MFH	Areale, Gewerbegebäude
Nennkapazität*	kWh	2–15	10–50	50–100
Lade-/Entladeleistung	kW	1–10	5–30	20–50

* Wird das Speichersystem für Systemdienstleistungen verwendet, so kann die nutzbare Kapazität durch die Verwendung eines Energiemanagementsystems mit Prognosefunktion erhöht werden.

Tabelle 11 Typische Kennzahlenbereiche und Eigenschaften von Blei-Säure- und Li-basierten Speichersystemen in Gebäuden (aktueller Stand)

		Blei-Säure-Speichersysteme	Li-basierte Speichersysteme ¹
Funktionelle und betriebliche Aspekte			
Leistungsdichte	W/kg	100–500	700–1500
Lade- bzw. Entladerate ²	C	0,1–0,2	0,5–1,0
Lebensdauer	Jahre	5–15	10–20
Zyklenfestigkeit		500–2000	2000–10 000
Produktgarantie	Jahre	2–5	5–10
Wirkungsgrad	%	70–80	85–95
Jährliche Ladezyklen ³		20–300	20–300
Lagerfähigkeit ⁴	Monate	2–6	6–12
Selbstentladungsrate ⁵	% pro Monat	2–5	1–3
Restkapazität	% nach 10 Jahren	30–50	80–90
Bauliche Aspekte			
Gravimetrische Energiedichte	kWh/kg	0,025–0,05	0,1–0,2
Volumetrische Energiedichte	kWh/l	0,05–0,1	0,3–0,6
Temperatur im Aufstellungsraum	°C	5–30	10–30
Feuchte im Aufstellungsraum	%	50–80	
Gefahren		giftig, ätzend, ausgasend, umweltschädlich	giftig, entflammbar, explosiv
Umweltaspekte			
Umweltbelastung ⁶ , kg CO ₂ pro kWh Kapazität		30–150	
Recycling		rezyklierbar	nur Downcycling

¹ Vor allem Lithium-Eisenphosphat (LiFePO₄).

² Verhältnis von Lade bzw. Entladeleistung zu Nennkapazität. Die Lade-/Entladezeiten entsprechen dem Kehrwert von C, d. h. 1 C entspricht 1 h oder 0,5 C entsprechen 2 h.

³ Quelle: Swissolar, Merkblatt Photovoltaik Nr. 13, PV-Anlagen mit Batterien.

⁴ Wegen Selbstentladungsrate (Tiefentladung).

⁵ Quelle u. a. [27], [31].

⁶ Verschiedene Messgrößen, wie Graue Energie, Umweltbelastungspunkte oder CO₂-Emissionen. Werte stark abhängig von Herstellungsland (Elektrizitätsmix), Grösse der Produktionsstätte (Skaleneffekte) usw.

60 Die Kennzahlen von Speichersystemen unterscheiden sich z. T. deutlich, selbst innerhalb der angegebenen Einsatzgebiete, Zelltypen und Technologien. Mit den aufgeführten Werten wird dennoch versucht, eine grobe Orientierung zu geben.

- B.1.1 Punktuelle Auswahl spezifischer Aspekte von Zelltypen und Technologien (aktueller Stand):⁶¹
- Derzeit dominieren lithiumbasierte Speichersysteme den Markt im Gebäudesegment.⁶²
 - Natrium-Ionen-Speichersysteme (sog. Salzwasser-Speichersysteme) sind ressourcenschonend, ungiftig und nicht brennbar, weisen dafür aber eine geringere Energie- und Leistungsdichte auf.
 - Bei Redox-Flow-Speichersystemen kann durch die Bauweise die Kapazität unabhängig von der Lade-/Entladeleistung skaliert werden. Sie verfügen ferner über eine hohe Zyklenfestigkeit und einfache Wartung.
 - Feststoff-Batterien verfügen über eine hohe Energiedichte, eine lange Lebensdauer und eine geringe Brennbarkeit. Mit der Markteinführung ist allerdings nicht vor 2025 zu rechnen.
 - Mit zunehmender Elektromobilität werden in den nächsten Jahren auch vermehrt gebrauchte Fahrzeugbatterien anfallen (meist Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxide (NMC)-Batterien), die in Form von Second-Life-Speichersystemen eine stationäre Anwendung in Gebäuden finden könnten.
- B.1.2 Weitere Zelltypen und Technologien (vgl. Tabelle 4) befinden sich heute noch in Entwicklung oder werden in Gebäuden aufgrund ihrer Grösse oder ihres Wartungsaufwands erst wenig eingesetzt.

B.2 Kennzahlen angrenzender Systeme

Die Kennzahlen angrenzender Systeme (vgl. Figur 6), die im Austausch mit dem Speichersystem stehen, sind entscheidend für die Dimensionierung und den Betrieb. Zu diesen angrenzenden Systemen zählen neben elektrischen auch thermische Verbraucher und Erzeuger sowie das Gebäude selbst, da Elektrizität und Wärme über Wärmepumpen gekoppelt sind und das Gebäude – neben dem Erdreich bei Erdsonden-Wärmepumpen – die mit Abstand grösste thermische Speicherkapazität darstellt.

Tabelle 12 Beispiele für Ladezeiten, Leistungen und nutzbare Energieinhalte energetisch relevanter Systeme¹

Komponente	Ladezeit, Laufzeit, Trägheit h	Elektrische Leistung kW	Nutzbarer Energieinhalt ²	
			elektrisch kWh	thermisch kWh
Wärmepumpe	0,2-permanent	2–12	–	–
Pufferspeicher (V = 200 l bis 800 l, $\Delta T = 30$ K)	–	–	2–7	7–27
Elektrischer Wassererwärmer oder Zusatzheizung ⁶³ (V = 100 l bis 300 l, $\Delta T = 35$ K)	0,2-permanent	1–5	4–12	4–12
Elektrofahrzeug	0,5–20	3,6–22	10–100	–
Gebäude ³				
Bauweise schwer	Tage		17	60
Bauweise mittel	Stunden bis Tage		9	32
Bauweise leicht	Stunden		3	12
Bauweise sehr leicht	Stunden		1	4
Photovoltaikanlage	–	1,5–50	–	–

¹ Werte bezogen auf ein EFH mit einer Energiebezugsfläche von 200 m² und einer Temperaturdifferenz von 2 °C.

² Die für das Speichersystem relevante elektrische Energiemenge muss gegebenenfalls noch aus der thermischen Energiemenge abgeleitet werden, z. B. beim Einsatz von Wärmepumpen mittels Teilen durch den COP der Wärmepumpe. Annahme: COP = 3,6.

³ Abhängig von der Wärmespeicherfähigkeit der Bauweise. Werte aus SIA 380/1.

61 Der Markt für Speichersysteme unterliegt einer rasanten Entwicklung im Hinblick auf Hersteller, Technologien, Zelltypen, Einsatzgebiete, Vorschriften, Förderung und Kosten. Haupteinflussfaktoren dabei sind die weiteren Entwicklungen der Elektromobilität und der Elektrizitätspreise. Der Markt für Speichersysteme befindet sich dementsprechend immer noch in der Anfangsphase, ist dynamisch und fragmentiert.

62 Aufgrund von Rohstoffengpässen und der Problematik der Rohstoffgewinnung, insbesondere bei Kobalt und Lithium, kommen jedoch immer mehr Alternativen auf den Markt, wie Metall-Schwefel-Akkus, Metall-Luft-Akkus, Redox-Flow-Batterien oder Flussbatterien.

63 Muss den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) in den jeweiligen Kantonen entsprechen.

B.3 Kennzahlen steuerbarer Lasten und Nutzerverhalten

- B.3.1 Die steuerbaren Lasten und das Nutzerverhalten umfassen insbesondere die Bereiche Heizung (Wärmepumpe, Wassererwärmer), Kühlung und Elektrofahrzeuge.
- B.3.2 Abschätzungen des Jahreselektrizitätsverbrauchs und des elektrischen Leistungsbedarfs in Abhängigkeit von der Gebäudekategorie und der Raumnutzung finden sich in SIA 2024 und in SIA 2056.
- B.3.3 Weitere Anhaltspunkte zum Jahreselektrizitätsverbrauch und zum elektrischen Leistungsbedarf liefern z.B. die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) sowie die Minergie-Standards.
- B.3.4 Hinsichtlich des unterschiedlichen Heizwärmebedarfs von Alt-, Um- und Neubauten wird auf SIA 380/1 verwiesen.

Anhang C (informativ) AC- und DC-Kopplung

- C.1 Speichersysteme und Stromarten:
- Das Lokalnetz arbeitet mit Wechselstrom und versorgt die Hausinstallation (AC-Teil).
 - Erzeugt der Elektrizitätserzeuger Gleichstrom, z.B. eine Photovoltaikanlage, so arbeitet die Hausinstallation im Bereich der Photovoltaikanlage (zwischen Solarmodulen und PV-Wechselrichter) mit Gleichstrom (DC-Teil).
 - Speichersysteme arbeiten mit Gleichstrom (DC).
- C.2 AC-Kopplung: Für einen Anschluss des Speichersystems an den AC-Teil ist ein zusätzlicher Batteriewechselrichter zwischenzuschalten. Diese zusätzliche Komponente verteuert das System, macht es aber auch flexibler, weil das Speichersystem unabhängiger vom Elektrizitätserzeuger wird. Diese Art der Einbindung eignet sich daher insbesondere für einen nachträglichen Speichersystemeinbau.
- C.3 DC-Kopplung: Das Speichersystem kann über einen DC/DC-Wandler direkt an den DC-Teil angeschlossen werden. Die Anforderungen an die Kompatibilität zwischen Elektrizitätserzeuger und Speichersystem sind dabei meist höher als bei einer AC-Kopplung, weshalb sich diese Art der Einbindung vor allem bei Neuinstallationen eignet.
- C.4 Vergleich von AC- und DC-Kopplung

Figur 21 AC- und DC-gekoppelte Speichersysteme mit Photovoltaikanlage

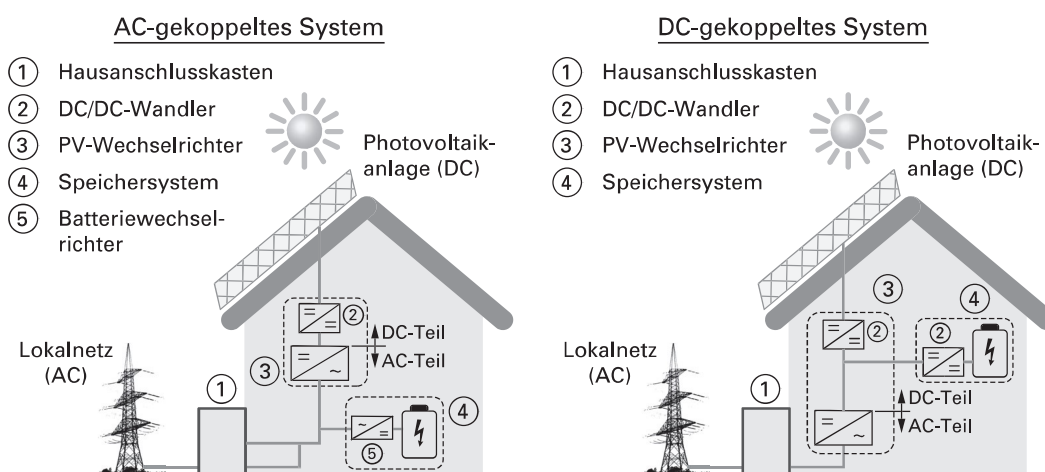


Tabelle 13 Merkmale der AC- und DC-Kopplung

Merkmale	AC-Kopplung	DC-Kopplung
Einbau des Speichersystems	Im AC-Teil zwischen PV-Wechselrichter und Netzanschluss	An (Hybrid-)Wechselrichter
Zusätzlich benötigte Komponenten (meist im Speichersystem integriert)	Batteriewechselrichter	DC/DC-Wandler
Schnittstellen	Zum AC-Teil	Zur Photovoltaikanlage
Backup-Betrieb	Möglich	Möglich
Wirkungsgrad	Umwandlungsverluste Batteriewechselrichter	Umwandlungsverluste DC/DC-Wandler (geringer als bei AC-Kopplung)

Anhang D (informativ) Anforderungen

Die Anforderungsbereiche an das Speichersystem gemäss Tabelle 6 lassen sich in die folgenden Einzelanforderungen aufteilen.

D.1 Sicherheit und Schutz

- D.1.1 SN 411000 beschreibt, wie die elektrische Sicherheit des Speichersystems erreicht wird (vgl. 5.2.2).
- D.1.2 Die gesundheitliche und ökologische Sicherheit umfasst:
- Vorbeugung vor Verletzungen, z. B. durch scharfe Kanten;
 - Vermeidung der Freisetzung schädlicher Substanzen, insbesondere
 - gesundheitsgefährdender und/oder korrosiver Gase,
 - gesundheitsgefährdender und/oder korrosiver Flüssigkeiten,
 - chemische Gefährdungen durch Substanzen, die zur Kontamination von Räumen oder ganzen Gebäuden führen können, insbesondere Schwermetallemissionen in Form von Aerosolen; vgl. [28].
- D.1.3 Der Brandschutz zur Minimierung des Brandrisikos umfasst:
- Schutz gegen externe mechanische und thermische Einwirkungen;
 - Schutz gegen Selbstentzündung, z. B. durch interne Kurzschlüsse;
 - Schutz gegen atmosphärische Überspannungen (Blitzeinschlag);
 - Minimierung der Brandlast des Speichersystems.
- D.1.4 Die betriebliche Sicherheit umfasst:
- Trennen und Schalten;
 - netzparalleler Betrieb und Backup-Betrieb sowie den Wechsel zwischen beiden;
 - Schutz vor elektrischen und elektromagnetischen Effekten (elektromagnetische Verträglichkeit, EMV);
 - Einflüsse auf den Netzanschluss und das öffentliche Netz;
 - Instandhaltungsarbeiten;
 - Demontage und Entsorgung.

D.2 Wirtschaftlichkeit

- D.2.1 Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit umfassen in der Regel
- tiefe Investitionskosten;
 - hohe Lebensdauer (Anzahl Speicherzyklen);
 - gute und langfristige Verfügbarkeit von Ersatzteilen;
 - hohen Wirkungsgrad bzw. geringe Verluste;
 - geringe Betriebskosten;
 - geringe Raumanforderungen;
 - modularen Aufbau (Teilaustausch);
 - hohe Garantieleistungen auf Material und Austausch;⁶⁴
 - Wiederverwertungsmöglichkeiten (Restwert).

⁶⁴ Dabei ist zu unterscheiden zwischen Neuwertgarantie, Zeitwertersatzgarantie, Garantie auf das gesamte Speichersystem oder nur auf einzelne Module.

D.3 Funktionalität

- D.3.1 Anforderungen an die Funktionalität umfassen in der Regel
- die Wahl der gewünschten Betriebsweise;
 - eine angemessene, d. h. zweckmässige Leistungsfähigkeit, insbesondere
 - die nutzbare Kapazität,
 - die Lade-/Entladeleistung,
 - eine schnelle Reaktion auf Bedarfsschwankungen (geringe Regelträgheit),
 - einen hohen Systemwirkungsgrad;
 - eine hohe Zuverlässigkeit; insbesondere darf das Gerät nur für Wartungs- und Servicezwecke ausgeschaltet werden, um das Speichersystem vor einer Tiefentladung zu schützen;
 - die erforderlichen Schnittstellen und eine hohe Kompatibilität (offene, nicht proprietäre Schnittstellen) zu anderen Hausinstallationen und externen Systemen, wie
 - Elektrizitätserzeugern,
 - Elektrizitätsverbrauchern, z.B. Wärmepumpen oder Ladestationen für Elektromobilität,
 - externen Systemen, z.B. Ladegeräte, Stromrichter, Energiemanagement-, Monitoring- und Smart-Home-Systeme oder virtuelle Kraftwerke (Virtual Power Plants, VPP);
 - eine Informationsanzeige, die den Ladevorgang, den Ladezustand und allfällige Störungen anzeigt;
 - die Möglichkeit von manuellen Eingriffen bzw. einer manuellen Übersteuerung des Batteriemanagementsystems.
- D.3.2 Optionale Anforderungen an die Funktionalität des Speichersystems umfassen z.B.
- Backup-Fähigkeit für den Betrieb bei Netzausfall, insbesondere hinsichtlich Netztrennung und Abschaltung, gegebenenfalls mit einer Priorisierung der zu versorgenden Elektrizitätsverbraucher;
 - Anlagen- bzw. Fernüberwachung;
 - automatische Erkennung von Elektrizitätsverbrauchern und -erzeugern für das Energiemanagement;
 - Möglichkeit für den Verteilnetzbetreiber, das Speichersystem für einen möglichen Last- oder NetZRückspeiseabwurf sperren zu können;
 - Standardschnittstellen, z.B. hinsichtlich des sich in Entwicklung befindlichen Smart Grid Ready Label.
- D.3.3 Optionale Anforderungen an das EMS umfassen z.B.
- Kompatibilität zu Speichersystemen und anderen Elektrizitätsverbrauchern und Elektrizitätserzeugern für den Datenaustausch (kabelgebunden oder kabellos);
 - automatische Geräteerkennung;
 - Datenaufbereitung (Speicherung, Auswertung und Visualisierung);
 - prognosefähig und selbstlernend hinsichtlich Wetter, Nutzerverhalten sowie Verhalten von Elektrizitätsverbrauchern und Elektrizitätserzeugern;
 - Unterstützung von Abrechnungssystemen, insbesondere die Erfassung abrechnungsrelevanter Daten und Schnittstellen zu Abrechnungssystemen.

D.4 Einfache Anwendung

- D.4.1 Anforderungen an eine einfache Anwendung umfassen in der Regel
- einfachen Einsatz im Aufstellungsraum, insbesondere
 - wenig Platzbedarf (kompakte Bauweise),
 - geringes Gewicht (hohe Energiedichte),
 - kleine erforderliche Sicherheitsabstände,
 - keine aufwendigen Schränke, Gestelle oder Auffangwannen,
 - möglichst keine gefährlichen oder korrosiven Substanzen,
 - geringe elektromagnetische Emissionen und hohe elektromagnetische Verträglichkeit,
 - wenig Abwärme und Robustheit gegenüber Temperatur, Feuchte und Sonneneinstrahlung,
 - geringe Staubempfindlichkeit;
 - einfachen Ein- und Ausbau sowie Austausch, insbesondere hinsichtlich
 - Anzahl und Art der Verbindungen und Schnittstellen,
 - Gewicht und Abmessungen (Energiedichte),
 - modularen Aufbaus,
 - erforderlicher (Sicherheits-)Vorkehrungen;
 - geringen Wartungsaufwand;
 - hohe Kompatibilität zu anderen Elektrizitätsverbrauchern und -erzeugern sowie zu externen Systemen;
 - einfachen Transport, insbesondere
 - keine Bewilligungen,
 - keine Gefahrguttransporte,
 - geeignete Transporthilfen, z. B. Befestigungsmöglichkeiten;
 - hohe Lebensdauer;
 - problemlose Wiederverwendung, Wiederverwertung oder Entsorgung.

D.5 Nachhaltigkeit

- D.5.1 Anforderungen an die Nachhaltigkeit umfassen in der Regel
- hohe Lebensdauer, insbesondere
 - hohe Zyklfestigkeit,
 - unproblematisches Tiefentladeverhalten,
 - hohe Lagerfähigkeit,
 - langlebige oder austauschbare Elektronik,
 - aktualisierbare oder austauschbare Software;
 - geringen Ressourceneinsatz, insbesondere von seltenen Stoffen;
 - geringen Einsatz von Stoffen, deren Abbau, Verarbeitung, Transport oder Einsatz im Betrieb Umweltschäden verursachen können;
 - geringen Bedarf an Grauer Energie für Herstellung, Transport und Entsorgung;
 - hohe Energieeffizienz bzw. hohen Wirkungsgrad durch geringe Verluste;⁶⁵
 - Möglichkeiten
 - zum Recycling,
 - zur Integration von gebrauchten Batterien (Second-Life-Nutzung von Autobatterien),
 - zur kontrollierten Entsorgung;
 - menschenwürdige Arbeitsbedingungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

⁶⁵ Insbesondere Umwandlungs-, Regelungs-, Energiemanagement- oder Bereitschaftsverluste (Standby-Verbrauch) und Verluste infolge von Leckströmen (Selbstentladung).

Anhang E (informativ) Checklisten

Die folgenden Checklisten dienen als Hilfestellung in den jeweils angegebenen Projektphasen.

Grundsätzlich und vorrangig sind immer die produktspezifischen Herstellerangaben zu befolgen. Dies gilt insbesondere auch im Hinblick auf die Garantiebestimmungen.

E.1 Checkliste zu Projektierung und Ausführung

Sinnvoller Einsatz:

- Ein Speichersystem soll nur angeschafft werden, wenn
 - Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit gewährleistet werden können,
 - über das Jahr gesehen genügend Überschusselektrizität anfällt, um das Speichersystem mit der gewünschten Betriebsweise sinnvoll betreiben zu können (gegebenenfalls mittels Simulation abzuklären),
 - Massnahmen, wie der gemeinsame Eigenverbrauch, ein intelligentes Lastmanagement oder bestehende und zusätzliche Wärmespeicher schlechter abschneiden.

Standort:

- Gilt der Transport als Gefahrgut, so muss dieser möglich und erlaubt sein (z.B. bei lithium-basierten Speichersystemen). Die entsprechenden Vorschriften sind einzuhalten (Kennzeichnung, Bewilligung).
- Besteht Überflutungsgefahr, so ist auf den Einsatz eines Speichersystems zu verzichten.
- Ist die Umgebungsluft am Aufstellungsraum salz- oder ammoniakhaltig, so muss das Speichersystem über einen angemessenen Korrosionsschutz verfügen.

Gebäudeart:

- Spezifische Vorschriften für die vorliegende Gebäudeart (Wohngebäude, Gewerbegebäude, Lagerhalle, feuergefährdete Betriebsstätte usw.) sind einzuhalten, z.B. hinsichtlich Brandschutz.

Produkt:

- Es sind nur Speichersysteme mit den erforderlichen Nachweisen, Zertifikaten und Kennzeichnungen zu verwenden.
- Es sollen nur hochwertige und langlebige Speichersysteme verwendet werden.
- Es sollen nur Speichersysteme mit ausreichenden Garantieleistungen verwendet werden.
- Es sollen möglichst wartungsfreie Speichersysteme verwendet werden.

Dimensionierung:⁶⁶

- Die Elektrizitätsverbraucher und -erzeuger werden korrekt berücksichtigt.
- Die berücksichtigten Elektrizitätsverbraucher und -erzeuger können auch wirklich mit dem Speichersystem verbunden werden (kompatible Schnittstellen und Protokolle).
- Das Betreibermodell und die Betriebsweise werden korrekt simuliert.
- Die Steuerungen der relevanten Elektrizitätsverbraucher und -erzeuger werden richtig berücksichtigt.
- Das Berechnungs- oder Simulationsprogramm simuliert den effektiven Einsatz und Nutzen des Speichersystems (nicht nur Potenzialausweisung).
- Im Falle eines separaten Energiemanagementsystems ist dieses auch richtig implementiert.
- Ein möglicher späterer Ausbau des Speichersystems soll gegebenenfalls berücksichtigt werden.

⁶⁶ Vereinfachte Bestimmung, genaue Berechnung oder dynamische Simulation.

Raumanforderungen:

- Der Aufstellungsraum sollte gut zugänglich sein (insbesondere ausreichende Türbreite) und ausreichend Platz für Installation, Wartung und Demontage aufweisen.
- Die Zutrittsberechtigung sollte in Abhängigkeit von Gebäudekategorie und Nutzung geregelt werden.
- Der Aufstellungsraum sollte wenig betreten werden, um möglichen Beschädigungen und Verletzungen vorzubeugen.
- Der Boden muss eine ausreichende statische Tragfähigkeit aufweisen.
- Der Boden muss eine ausreichende chemische Widerstandsfähigkeit aufweisen. Andernfalls ist eine Bodenwanne zu verwenden.
- Es ist für eine ausreichende Be- und Entlüftung zu sorgen.
- Die Raumtemperatur sollte typischerweise zwischen 10°C und 25°C betragen.
- Die Luftfeuchtigkeit sollte unter 85% (nicht kondensierend) liegen.
- Die Staubbelastung sollte gering sein.
- Leichtentzündliche Materialien sollten sich nicht in der Nähe befinden.
- Direkte Sonneneinstrahlung sollte vermieden werden.
- Korrosive Medien, z.B. ammoniakhaltige Luft in Landwirtschaftsbetrieben, sollten vermieden werden.
- Ein möglicher späterer Ausbau des Speichersystems soll gegebenenfalls berücksichtigt werden.⁶⁷

Blitz- und Überspannungsschutz:

- Das Speichersystem ist ausreichend vor Blitzeinschlag und Überspannungen zu schützen.

Brandschutz:

- Das Speichersystem und zugehörige Installationen dürfen nicht in Fluchtwegen, feuer- oder explosionsgefährdeten Räumen, Bereichen mit hohem Brandrisiko oder Lüftungszentralen installiert werden.
- Es ist für eine ausreichende Be- und Entlüftung zu sorgen.
- Speichersysteme mit einer Kapazität über 15 kWh sollten in einem separaten Brandabschnitt mit mindestens Feuerwiderstand EI 60 oder im Freien oder in einem Gebäude aus Baustoffen der Brandverhaltensgruppe RF1 sowie mit ausreichenden Schutzabständen aufgestellt werden.
- Im Zweifelsfall ist die Gebäudeversicherung beizuziehen, die den Brandschutz im Rahmen eines Bewilligungsverfahrens beurteilt.

Gesuche und Anzeigen:

- Anschlussgesuch bzw. Vermerk im Anschlussgesuch
- Installationsanzeige
- Sicherheitsnachweis

Elektrische Einbindung:

- Der lokale Verteilnetzbetreiber ist für die örtlichen Netzanschlussbedingungen frühzeitig anzugehen (Anschlussgesuch).
- Wird ein Elektrizitätszähler benötigt, ist das Messkonzept frühzeitig mit dem Verteilnetzbetreiber abzusprechen.
- Die Hausleitungen sind für die vorgesehenen Lasten auszulegen.
- Die vorgeschriebenen Schutzeinrichtungen sind vorzusehen.
- Elektrische Leitungen sind möglichst kurz zu halten.
- Leitungskreuzungen sind möglichst zu vermeiden.
- AC- und DC-Leitungen sind getrennt zu führen.
- Für die Leitungsführung sind ausreichend dimensionierte und gut zugängliche Steigzonen vorzusehen.
- Elektrische Leitungen in Fluchtwegen sind möglichst zu vermeiden.⁶⁸
- Im Fall eines Backup-Betriebs sind die Backup-berechtigten Elektrizitätsverbraucher und die Netztrennung festzulegen.

Kommunikative Einbindung:

- Wird das Energiemanagement nicht durch das Speichersystem ausgeführt, so ist die Anbindung des Batteriemagementsystems an das EMS sicherzustellen.
- Der Datenschutz ist zu gewährleisten.

⁶⁷ Hinsichtlich Platz, Leitungen und Schutzvorrichtungen.

⁶⁸ Gegebenenfalls bestehen erhöhte Anforderungen oder die Leitungen sind unzulässig.

E.2 Checkliste zu Installation, Inbetriebnahme, Übergabe und Betrieb

Entgegennahme des Speichersystems vor der Installation:

- Das Speichersystem ist fachgerecht zu lagern und zu transportieren.
- Die Verpackung darf keine Beschädigungen aufweisen.
- Das Speichersystem ist in einwandfreiem Zustand anzuliefern.
- Das Speichersystem ist innerhalb der vom Hersteller angegebenen Zeit anzuschliessen.
- Der Ladezustand des angelieferten Speichersystems sollte frühestmöglich gemäss den Herstellerangaben überprüft werden.⁶⁹
- Das Speichersystem muss ausreichend dokumentiert sein. Die Dokumentation umfasst insbesondere:
 - Produkthandbuch,
 - Installationsanleitung,
 - Betriebsanleitung,
 - Netzersatzbetrieb gemäss SNR 460712,
 - erforderliche Nachweise und Zertifikate (z.B. Typzulassungen und Konformitätserklärungen),
 - Garantiebescheinigungen,
 - Übersicht über Ersatzteile und Verbrauchsartikel,
 - Angaben zur fachgerechten Entsorgung.
- Das Speichersystem muss ausreichend gekennzeichnet sein (Typenschild, Warnhinweise, IP-Schutz).
- Wartungsmaterial sollte in ausreichender Menge mitgeliefert werden, z. B. Ersatzfilter.

Produkt:

- Das Speichersystem muss eine ausreichende IP-Schutzart aufweisen.⁷⁰
- Das Speichersystem verfügt über eine ausreichende Stossfestigkeit nach SN EN 62262 [12].
- Das Speichersystem weist eine ausreichende Schutzklasse auf.⁷¹

Gesuche, Anzeigen und Nachweise:

- Installationsanzeige an den zuständigen Verteilnetzbetreiber.
- Meldepflicht gemäss SN 411000 und Werkvorschriften CH, inkl. den spezifischen Bestimmungen der Werke.
- Technisches Anschlussgesuch (TAG) des VSE, inkl. technische Unterlagen wie Datenblätter oder Schemata.
- Sicherheitsnachweis.

Installation:

- Die Installation muss gemäss den geltenden Gesetzen, Vorschriften und Normen erfolgen.⁷²
- Das Speichersystem ist von einer dafür qualifizierten Fachperson zu installieren.
- Die angegebenen Mindestabstände sind bei der Installation einzuhalten.
- Ein möglicher späterer Ausbau des Speichersystems soll gegebenenfalls berücksichtigt werden.⁷³
- Der sichere netzparallele Betrieb und der Backup-Betrieb sowie der Wechsel zwischen beiden ist zu überprüfen.⁷⁴
- Der Blitz- und Überspannungsschutz ist zu überprüfen.
- Die Zutrittsberechtigung ist gemäss den Vorgaben umzusetzen (Beschilderung, Abschliessen).

⁶⁹ Je nach Art und Ausgangszustand der Lieferung. Bei tiefentladenen Li-Ionen-Batterien ist gegebenenfalls Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen.

⁷⁰ Gehäuseschutz gegen Berührung und Eindringen von Staub und Wasser; nach SN EN 60529 [11].

⁷¹ Schutz gegen gefährliche Spannungen an berührbaren Teilen.

⁷² Insbesondere SN 411000, Werkvorschriften CH, Werkvorschriften des jeweiligen Verteilnetzbetreibers, Vorgaben der Suva und Umweltschutzgesetz.

⁷³ Hinsichtlich Platz, Leitungen und Schutzvorrichtungen.

⁷⁴ Umfasst Erstprüfung, Sichtprüfungen, Überprüfung der Herstellerangaben für einen einwandfreien Betrieb und Einhaltung der Anforderungen.

Brandschutz:

- Es ist für eine ausreichende Be- und Entlüftung zu sorgen.

Inbetriebsetzung und Übergabe:

- Die Installation ist auf Vollständigkeit und Vertragserfüllung hinsichtlich Leistungsverzeichnis, Produkt- und Systemanforderungen zu prüfen (vgl. SIA 2046).
- Die Funktionskontrolle umfasst insbesondere auch eine Überprüfung der Netzwerkeinstellungen und einer funktionierenden Datenverbindung.
- Die Inbetriebsetzung und Übergabe ist zu protokollieren; vgl. [34].
- Bei der Inbetriebnahme ist der Eigentümer über den sachgemässen Umgang mit dem Produkt zu instruieren:
 - erforderliche und verbotene Manipulationen im Betrieb,
 - Vorgehen im Störfall,
 - fachgerechte Entsorgung.
- Dem Eigentümer sind Kontaktangaben für den Störfall anzugeben.
- Ein allfälliges Überwachungssystem ist miteinzubeziehen.
- Alle relevanten Dokumente sind zu übergeben und beim Speichersystem gut sichtbar aufzubewahren.

Regelmässige Wartung:

- Speichersysteme sind gemäss den Herstellerangaben regelmässig zu warten. Dies gilt insbesondere für Blei-Säure-Speichersysteme.

Speichersystemersatz:

- Speichersysteme sollten nach dem Grundsatz *so früh wie nötig und so spät wie möglich* ersetzt werden.

Datenschutz:

- Der Datenschutz ist im Sinn des Auftraggebers und gemäss SR 235.1 [1] zu gewährleisten.

E.3 Checkliste zu Rückbau

- Der Rückbau muss gemäss den geltenden Gesetzen, Vorschriften und Normen erfolgen.
- Rückbauten sind dem Verteilnetzbetreiber zu melden.

Speichersystemersatz:

- Speichersysteme sind fachgerecht über INOBAT zu entsorgen.

Demontage:

- Das Speichersystem ist von einer dafür qualifizierten Fachperson zu demontieren.

Entsorgung:

- Speichersysteme enthalten wertvolle Rohstoffe sowie schädliche Schwermetalle und sind fachgerecht zu entsorgen.
- Der Kaufpreis des Speichersystems enthält eine vorgezogene Recyclinggebühr (vRG). Hersteller, Importeure, Handel und Sammelstellen sind zur kostenfreien Rücknahme der Speichersysteme verpflichtet (ohne Transport).
- Der Rücktransport des Speichersystems zum Hersteller oder zur Entsorgungsstelle ist gegebenenfalls als Gefahrguttransport zu organisieren (abhängig von Speichersystemtyp und -gewicht).⁷⁵

Second-Life-Einsatz:

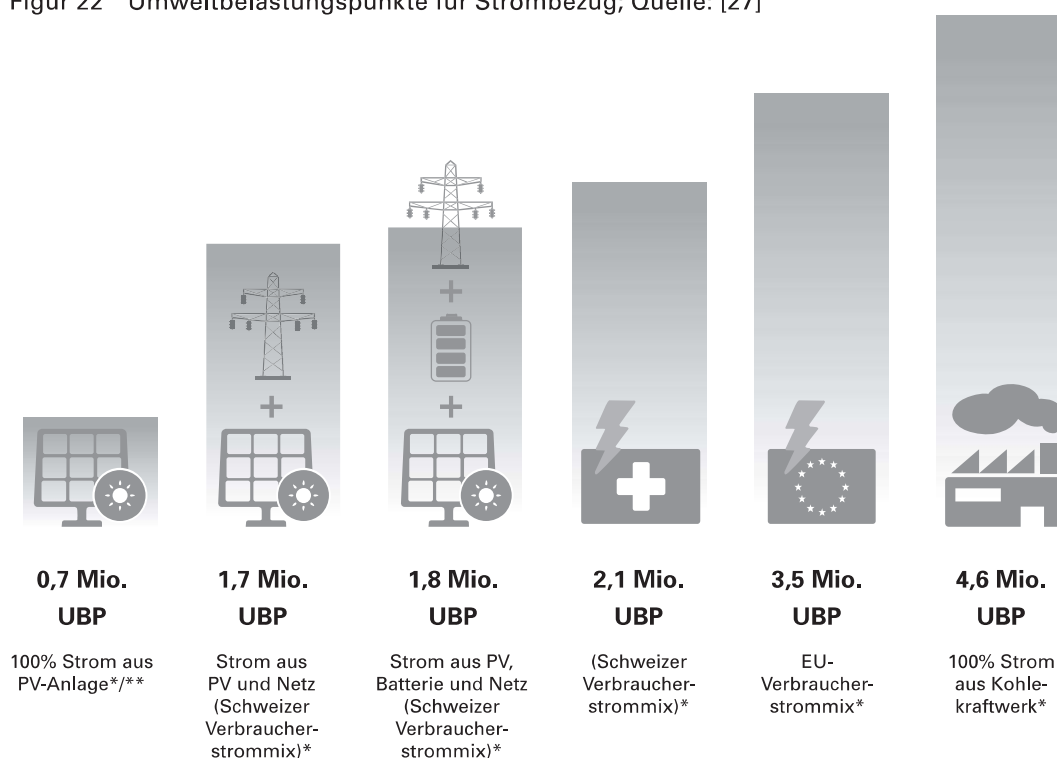
- Die Wiederverwendung ist einer Entsorgung oder Wiederverwertung aus ökologischen Gründen vorzuziehen.

⁷⁵ Informationen finden sich unter INOBAT (www.inobat.ch) bzw. Swiss Recycling (www.swissrecycling.ch).

Anhang F (informativ) Nachhaltigkeit

- F.1 Die Nutzung von Solarstrom weist in Kombination mit einem Speichersystem eine höhere Umweltbelastung auf, als wenn kein Speichersystem verwendet wird. Dies gilt insbesondere in den Fällen, in denen durch das Speichersystem weder die Energieeffizienz gesteigert noch ein Anschluss- oder Netzausbau verhindert oder hinausgezögert werden kann.

Figur 22 Umweltbelastungspunkte für Strombezug; Quelle: [27]



* Stromverbrauch eines Haushalts mit 6000 kWh/a

** in der Praxis ohne Speicher nicht umsetzbar

- F.2 Speichersysteme in Gebäuden können nur ökologische Vorteile bringen, wenn durch ihren Einsatz mehr Energie oder Ressourcen eingespart werden, als für deren Herstellung, Transport, Betrieb und Entsorgung aufgewendet werden müssen.
- F.3 Vor der Anschaffung eines Speichersystems sind folgende Alternativen mit dem Eigentümer zu prüfen:
- Kann der Elektrizitätsverbrauch reduziert bzw. minimiert werden? (vgl. SIA 2040)
 - Kann die Energie besser verteilt oder genutzt werden, z.B. mittels intelligentem Lastmanagement oder gemeinsamem Eigenverbrauch?
 - Können bestehende oder zusätzliche Wärmespeicher, wie Wassererwärmer oder Fussbodenheizungen, die Speicherfunktion übernehmen?
 - Kann mit einem kleineren Speichersystem begonnen werden, um dieses bei erfolgreichem Einsatz und zusätzlichem Bedarf später zu erweitern?
- F.4 Nachhaltige Speichersysteme
- gefährden weder Menschen noch Infrastrukturen,
 - sind ressourcensparend, d.h. sie bestehen aus unproblematischen Materialien, sind energieschonend herzustellen, langlebig und werden nach Möglichkeit mehrfach genutzt,
 - sind einfach, sicher und umweltschonend zu entsorgen,
 - stellen geringe Raumanforderungen,
 - weisen eine hohe Energieeffizienz bzw. einen hohen Wirkungsgrad auf,
 - zeigen Kostenwahrheit und sind dennoch wirtschaftlich einsetzbar.

- F.5 Eine geeignete Messgrösse für die Nachhaltigkeit von Speichersystemen wären Umweltbelastungspunkte (UBP). Deren Erhebung ist jedoch aufwendig und entsprechende Daten für Speichersysteme fehlen meist.
- Für den Bereich des nachhaltigen Bauens listet eco-bau Umweltbelastungspunkte für verschiedene Baustoffe auf. Die für Speichersysteme relevanten Stoffe sind dort jedoch nicht enthalten.
 - Für den Bereich Elektromobilität wurden bereits mehrere Studien erstellt, die primär den Einfluss der Elektromobilität auf den Klimawandel, insbesondere die CO₂-Bilanz, behandeln. Die zugrundeliegenden Annahmen sind jedoch kritisch zu hinterfragen und nicht einfach auf stationäre Speichersysteme in Gebäuden zu übertragen.
- F.6 Die ökologischen Nachteile von Speichersystemen betreffen vor allem
- den Energiebedarf bei der Speichersystemproduktion, insbesondere an Produktionsstandorten mit hohem Anteil fossiler Primärenergie am Elektrizitätsmix, wie dies z. B. in China der Fall ist,
 - die Rohstoffgewinnung, z.B. von Lithium (problematisch hinsichtlich lokalen (Grund-)Wassers, freigesetzter Giftstoffe, Zerstörung lokaler Ökosysteme), oder des Bedarf an seltenen Erden,
 - eine kurze Lebensdauer, ein unsachgemässes Recycling oder eine unsachgemässe Entsorgung.
- Der Bevölkerung und den Ökosystemen in den von Abbau und Entsorgung betroffenen Ländern stehen dabei häufig wirtschaftliche Interessen der Rohstoffunternehmen gegenüber, was dazu führt, dass Vorgaben in der Lieferkette weitergereicht, nicht angemessen überprüft und kaum sanktioniert werden.
- F.7 Die Wiederverwertung der wertvollen Rohstoffe im Rahmen des Recyclings ist heute technisch grundsätzlich möglich. Bis zur Etablierung eines funktionierenden, wirtschaftlich und ökologisch nachhaltigen Recyclingsystems sind jedoch noch einige grundlegende Aspekte zu klären, die massgeblich von der Elektromobilität geprägt werden:
- Wie sieht die Entwicklung des Marktes für gebrauchte Speichersysteme (Second-Life-Batterien) aus?
 - Wie entwickeln sich die Preise für neue Speichersysteme und für ihre wichtigsten Rohstoffe?
 - Wo sollen sinnvollerweise welche Recyclingkapazitäten für Speichersysteme aufgebaut werden?
 - Welche wirtschaftlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen werden vonseiten der Politik gesetzt?
- F.8 Die Schwerpunkte bei der ökologischen Optimierung von Speichersystemen liegen heute bei
- Technologien mit weniger problematischen Materialien,
 - der Verwendung von erneuerbarer Elektrizität für die Herstellung von Speichersystemen,
 - geschlossenen Materialkreisläufen, insbesondere beim Recycling.
- F.9 Second-Life-Speichersysteme sind ökologisch sehr sinnvoll. Ihr Einsatz muss jedoch von Anfang an, d.h. bereits vom Hersteller, berücksichtigt werden, um den Aufwand und die Kosten für die Umnutzung vom First- zum Second-Life gering zu halten. Wirtschaftlichkeit und Marktpotenzial von Second-Life-Speichersystemen sind heute nur schwer abschätzbar, insbesondere weil
- neue Speichersysteme rasch leistungsfähiger und günstiger werden,
 - eine Umnutzung noch aufwendig ist (unterschiedliche Geometrien, Batteriemanagementsysteme usw.),
 - die Bestimmung des Zustands eines alten Speichersystems (State of Health, SOH) noch schwierig und aufwendig ist, aber für Regelung von Zellenblöcken mit unterschiedlichen Zuständen auch wichtig ist,
 - Garantie- und Gewährleistungsfragen, die das Investorenrisiko mitbestimmen, erst ungenügend geklärt sind,
 - sich Verfügbarkeit und Bedarfsentwicklung von Second-Life-Speichersystemen erst noch einander anzupassen haben.

Anhang G (informativ) Wirtschaftlichkeit

G.1 Informationen zum Vorgehen bei der wirtschaftlichen Beurteilung von Speichersystemen finden sich in SIA 480.

G.2 Mögliche Methoden zur Wirtschaftlichkeitsberechnung sind:

- Angebotsvergleich (schlüsselfertiges Speichersystem),
- Amortisationsrechnung,
- Kapitalwert- oder Barwertmethode,
- interne Zinsfuss-Methode,
- Nutzwertanalyse,
- Kosten-Nutzen-Analyse,
- Speichersystemkosten bzw. Levelized Cost of Storage (LCOS).

G.3 Folgende Gleichung kann für eine vereinfachte Berechnung der spezifischen Speichersystemkosten verwendet werden:

$$K_{SS} = \frac{K_{I,SS} + K_{op}}{E_{SS} \cdot n_{CC} \cdot \eta} \quad (18)$$

K_{SS} spezifische Speichersystemkosten⁷⁶, in CHF/kWh
 $K_{I,SS}$ Investitionskosten für das schlüsselfertige Speichersystem, in CHF
 K_{op} Betriebskosten über die gesamte Lebensdauer des Speichersystems, in CHF
 E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh
 n_{CC} Anzahl Vollzyklen über die gesamte Lebensdauer des Speichersystems
 η Wirkungsgrad des Speichersystems, zwischen 0 und 1

G.4 Folgende Gleichung kann für eine vereinfachte Berechnung der Amortisationszeit verwendet werden:

$$t_{am} = \frac{K_{SS} \cdot E_{SS}}{R_{an} + S_{an}} \quad (18)$$

t_{am} Abschreibungszeit, in Jahren
 K_{SS} spezifische Speichersystemkosten, in CHF/kWh
 E_{SS} Kapazität des Speichersystems, in kWh
 R_{an} jährliche Einnahmen, in CHF/Jahr
 S_{an} jährliche Einsparungen, in CHF/Jahr

G.5 Die Genauigkeit bzw. die Unsicherheit einer Wirtschaftlichkeitsberechnung hängen insbesondere von den getroffenen Annahmen ab:

- Elektrizitätsverbrauch bzw. Nutzerverhalten (Nutzerprofil),
- Wirksamkeit des Speichersystems,⁷⁷
- Elektrizitätspreisentwicklung,
- Entwicklung der Netznutzungstarife,
- Zinsentwicklung,
- Lebensdauer des Speichersystems,
- Betriebs- und Instandhaltungskosten.

G.6 Haupteinflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit betreffen die Erträge (abhängig vom Betreibermodell bzw. von der Betriebsweise), die Investitionskosten⁷⁸ (inkl. möglicher Finanzierungskosten, Förderbeiträge und Steuerabzüge), die Lebensdauer, die Betriebskosten (Wirkungsgrad und Wartungsaufwand), die Elektrizitätstarife (für Bezug und Einspeisung) und die Kapitalverzinsung.

⁷⁶ Gesamtkosten des Speichersystems über die gesamte Lebensdauer, bezogen auf dessen Kapazität.

⁷⁷ Vor allem abhängig vom Einsatz des Speichersystems sowie vom eingesetzten Energiemanagementsystem.

⁷⁸ Vor allem abhängig von Zelltyp und Nennkapazität des Speichersystems.

- G.7 Die Kapazität des Speichersystems hat zwei gegenläufige Effekte auf die Wirtschaftlichkeit zur Folge: Grössere Speichersysteme sind spezifisch günstiger, allerdings durch den geringeren Eigenverbrauchsanteil auch weniger effektiv.
- G.8 Die Wirtschaftlichkeit eines Speichersystems lässt sich gegebenenfalls mit einer mehrfachen Nutzung erhöhen, indem das EMS mehrere Betriebsweisen, wo möglich und sinnvoll, optimal miteinander kombiniert.
- G.9 Speichersysteme werden in der Anschaffung immer günstiger. Die Gründe dafür sind
- Speichertechnologien und -kapazität,
 - steigende Nachfrage, getrieben durch die Elektromobilität,
 - steigende Kapazitäten durch den Bau von Grossfabriken (sog. Giga Factories).
- Verteuernd wirkt sich demgegenüber der Bedarf an seltenen Materialien bzw. Erden, insbesondere an Kobalt, aus.

Anhang H (informativ) Publikationen

Dieser Anhang verweist auf Publikationen zum Thema des vorliegenden Merkblatts.

H.1 Gesetze und Verordnungen

- [1] SR 235.1 *Bundesgesetz über den Datenschutz (DSG)*
- [2] SR 730.0 *Energiegesetz (EnG)*
- [3] SR 730.01 *Energieverordnung (EnV)*
- [4] SR 814.620 *Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG)*

H.2 Normen und Merkblätter

- [11] SN EN 60529 *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*
- [12] SN EN 62262 *Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel (Ausrüstung) gegen äussere mechanische Beanspruchungen (IK-Code)*
- [13] VKF Brandschutzmerkblatt 2005-15 *Lithium-Ionen-Batterien*

H.3 Weitere Publikationen

- [21] VSE, *Werkvorschriften CH – Technische Anschlussbedingungen (TAB) für den Anschluss von Verbraucher-, Energieerzeugungs- und Speichieranlagen an das Niederspannungsnetz, Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, www.strom.ch*
- [22] VSE, *Handbuch Speicher (HBSP), www.strom.ch*
- [23] VSE, *Handbuch Eigenverbrauchsregelung (HER), www.strom.ch*
- [24] VSE, *Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen, www.strom.ch*
- [25] ESTI, *Weisung, Energieerzeugungsanlagen (EEA) im Parallel- oder im Inselbetrieb mit dem Niederspannungsverteilstromnetz, Nr. 219, Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI, www.esti.admin.ch*
- [26] EnergieSchweiz, *Leitfaden Eigenverbrauch, www.energieschweiz.ch*
- [27] EnergieSchweiz, *Stationäre Batteriespeicher in Gebäuden, 2018, www.bundespublikationen.admin.ch, Art. Nr. 805.091.D*
- [28] Bundesamt für Strassen ASTRA, *Elektromobilität und Tunnelsicherheit – Gefährdungen durch Elektrofahrzeugbrände, Forschungsbericht Nr. 1630, Zürich, 2018*
- [29] BFE, *Markterhebung Sonnenenergie 2018, 2019, Bundesamt für Energie, www.bfe.admin.ch*
- [30] CRB, LCC *Handbuch, Instandhaltung und Instandsetzung von Bauwerken, 2011, Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, www.crb.ch*
- [31] RWTH Aachen, iSEA, *Technologischer Überblick zur Speicherung von Elektrizität, 2012, Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA), RWTH Aachen, www.isea.rwth-aachen.de*
- [32] HTW Berlin, *Dezentrale Solarstromspeicher für die Energiewende, 2015, Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin, http://pvspeicher.htw-berlin.de*
- [33] EICom, *Stromversorgungsqualität 2018, 2019, Eidgenössische Elektrizitätskommission EICom*
- [34] SIA 1029, *Abnahme-Formular, Abnahme des Werkes, Prüfungs-Protokoll, www.webnorm.ch*

Anhang I (informativ) Verzeichnis der Begriffe

Tabelle 14 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe

Deutsch	Französisch	Ziffer
AC	AC	1.1.2.7
AC-Kopplung	Couplage AC	1.1.2.8
Areal	Site	1.1.1.7
Aussenleiter	Phase	1.1.3.16
Autarkie	Autarcie	1.1.3.2
Autarkiegrad, Autarkieanteil	Degré d'autarcie	1.1.3.3
Backup, Backup-Betrieb	Alimentation de secours	1.1.2.3
Batteriemanagementsystem	Système de gestion des batteries	1.1.2.12
Batteriewechselrichter	Onduleur de batterie	1.1.2.14
Betreibermodell	Modèle d'exploitation	1.1.3.1
Betriebsweise	Type d'exploitation	1.1.2.2
Community	Modèle communautaire	1.1.3.5
DC	DC	1.1.2.9
DC/DC-Wandler	Convertisseur DC/DC	1.1.2.16
DC-Kopplung	Couplage DC	1.1.2.10
Eigenverbrauch	Consommation propre	1.1.3.8
Eigenverbrauchsanteil, Eigenverbrauchsgrad	Part de consommation propre	1.1.3.9
Einfamilienhaus	Habitat individuel	1.1.1.2
Einsatzgebiet	Domaine d'application	1.1.2.5
Elektrisches Schutzkonzept	Concept de protection électrique	1.1.3.17
Elektrizitätserzeuger	Producteur d'électricité	1.1.3.14
Elektrizitätsverbraucher	Consommateur électrique	1.1.3.12
Energiedichte	Densité énergétique	1.1.2.18
Energiemanagementsystem	Système de gestion de l'énergie	1.1.2.11
Entladezyklus	Cycle de décharge	1.1.2.28
Gebäude	Bâtiment	1.1.1.1
Gewerbegebäude	Bâtiment à usage industriel ou artisanal	1.1.1.4
Gleichzeitigkeitsfaktor	Facteur de simultanéité	1.1.3.13
Hausinstallation	Installation domestique	1.1.1.8
Hybridwechselrichter	Onduleur hybride	1.1.2.15
Inselbetrieb	Fonctionnement en îlot	1.1.2.4
Kapazität	Capacité	1.1.2.17
Lade-/Entladeleistung	Puissance de charge/décharge	1.1.2.19
Lade-/Entladerate	Régime de charge/décharge	1.1.2.20
Lade-/Entladeregler	Régulateur de charge/décharge	1.1.2.13
Ladezustand	État de charge	1.1.2.24
Ladezyklus	Cycle de charge	1.1.2.27
Lebensdauer	Durée de vie	1.1.2.25
Maximale Entladetiefe	Profondeur de décharge maximale	1.1.2.26

Tabelle 14 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe (Fortsetzung)

Deutsch	Französisch	Ziffer
Mehrfamilienhaus	Habitat collectif	1.1.1.3
Netzbetrieb, Netzparallelbetrieb	Fonctionnement en parallèle au réseau	1.1.2.6
Neubau	Nouvelle construction	1.1.1.5
Niederspannungsinstallation	Installation à basse tension	1.1.3.15
Nutzer	Utilisateur	1.1.3.6
Photovoltaik	Photovoltaïque	1.1.3.4
Planer	Concepteur	1.1.3.7
Second Life	Seconde vie	1.1.2.31
Selbstentladungsrate	Taux d'autodécharge	1.1.2.21
Speichersystem	Système de stockage	1.1.2.1
Standby-Verbrauch	Consommation en mode veille	1.1.2.22
Systemdienstleistungen	Services-système	1.1.3.11
Umbau	Transformation	1.1.1.6
Vollzyklus	Cycle complet	1.1.2.29
Wirkungsgrad	Rendement	1.1.2.23
Zusammenschluss zum Eigenverbrauch	Regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP)	1.1.3.10
Zyklusfestigkeit	Stabilité des cycles	1.1.2.30

In der Kommission SIA 387 vertretene Organisationen

AHB Stadt Zürich	Amt für Hochbauten der Stadt Zürich
EIT.swiss	Verband der Schweizerischen Elektrobranche
Electrosuisse	Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
EnFK	Energiefachstellenkonferenz
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
SIA BGT	Berufsgruppe Technik des SIA
SIA KGE	SIA-Kommission für Gebäudetechnik- und Energienormen
SLG	Schweizer Licht Gesellschaft

In der Arbeitsgruppe SIA 2061 vertretene Organisationen

CEN/TC 247	CEN Technisches Komitee Gebäudeautomation und Gebäudemanagement
Electrosuisse	Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
ewz	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
Swissolar	Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Kommission SIA 387, Elektrizität in Gebäuden

		Vertreter von
Präsident	Volker Wouters, dipl. El.-Ing. HTL/SIA, Horw	SIA KGE, HSLU
Mitglieder	Jürg Bichsel, Prof. Dr., dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Gipf-Oberfrick Olivier Brenner, dipl. Ing. HTL, Herisau Kevin Furrer-Meier, BSc Gebäudetechnik FHZ, Zürich Stefan Gasser, dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Zürich Rudolf Geissler, dipl. El.-Ing. FH, Zürich Martin Ménard, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, Zürich Jürg Nipkow, dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Zürich Josef Schmucki, eidg. dipl. Elektroinstallateur, Fehraltorf Markus Simon, dipl. Energietechniker HF, Zürich Jürg Tödtli, Dr. sc. techn., dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Zürich Daniel Tschudy, dipl. Arch. ETH/SIA, Zollikerberg Werner Ulrich, Nyon Beat Willi, eidg. dipl. Elektroinstallateur, Zürich	SIA, Beratung EnFK Planung SIA KGE, Planung Planung SIA KGE, Planung SIA KGE Electrosuisse AHB Stadt Zürich SIA Planung, SLG Planung EIT.swiss

Arbeitsgruppe SIA 2061, Batteriespeichersysteme in Gebäuden

		Vertreter von
Vorsitz	Jürg Bichsel, Prof. Dr., dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Gipf-Oberfrick	Beratung
Mitglieder	Christof Bucher, Dr. sc. ETHZ, MSc ETH ITET, Zürich Tara Feizi, MSc RWTH Elektrotechnik, Zürich Mario Roost, BSc ZFH Umweltingenieurwesen, Zürich Josef Schmucki, eidg. dipl. Elektroinstallateur, Fehraltorf Ralph Schnyder, dipl. Arch. ETH, Gelterkinden Olivier Stössel, dipl. El.-Ing. ETH, Madetswil Samuel Summermatter, BSc Elektrotechnik, Luzern Roland Ullmann, dipl. Ing. FH/MBA, Zug Volker Wouters, dipl. El.-Ing. HTL/SIA, Horw	BFH ewz Planung Electrosuisse Planung VSE Swissolar Hersteller, CEN/TC 247 SIA 387, Planung

Sachbearbeitung René Hoffmann, dipl. Masch.-Ing. ETH, Zürich

Verantwortliche SIA Geschäftsstelle Hager Al Laham, MSc IBS ETH/SIA, Zürich

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat das vorliegende Merkblatt SIA 2061 am 1. Juni 2021 genehmigt.

Es ist gültig ab 1. August 2021.

Copyright © 2021 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe und Speicherung sowie das der Übersetzung, sind vorbehalten.