

Schlussbericht

Anforderungen zur Leistungsbewertung gewerblicher und industrieller (G&I) Batteriespeichersysteme (AnLeiBat)

Zuwendungsempfänger Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. Bereich: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE Elektrische Energiespeicher ELS		Förderkennzeichen 03TN0030B
Projektleiter Sebastian Beer		Te.l.: 076145882593 E-Mail: sebastian.beer@ise.fraunhofer.de
Laufzeit des Vorhabens von: 01.09.2021	bis: 31.12.2023	
Berichtszeitraum von: 01.09.2021	bis: 31.12.2023	Datum 05.06.2024

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

I. Kurzdarstellung

I.1. Aufgabenstellung

Die deutsche Wirtschaft ist von einer günstigen und stabilen Stromversorgung abhängig. Mit wachsendem Anteil erneuerbarer Energiequellen an der Stromversorgung steigen die Herausforderungen, die damit einhergehenden Fluktuationen in der Energieerzeugung mit den Energiebedarfsprofilen der Verbraucher in Einklang zu bringen. Neben den technischen Anforderungen an die Stabilisierung der Energieversorgung sind hieraus auch Auswirkungen auf die Energie- und Leistungspreise in Form stärkerer und dynamischerer Schwankungen zu erwarten. Energiespeicher werden ein zentrales Element dieses Umbaus sein, da sie sowohl einen technischen als auch wirtschaftlichen Ausgleich von diesen Fluktuationen ermöglichen.

Im Bereich der G&I-Speichersysteme wird daher ein massiver Zubau vorhergesagt. Typische Leistungs- und Kapazitätsbereiche dieser Speicher liegen um Größenordnungen über denen im bereits recht weit entwickelten Heimspeicherbereich. Entsprechend größer ist die Bedeutung einer effizienten und effektiven Nutzung dieser Systeme für die Sicherung einer stabilen Energieversorgung einzuschätzen – entsprechend größer werden aber auch die Investitionskosten.

Mit dem Vorhaben wurde zum einen das Ziel verfolgt, Vorschläge für Richtlinien zu erarbeiten, anhand derer eine Bewertung der Performance von Energiespeichersystemen in typischen G&I-Anwendungen (inkl. Multi-Use-Cases) vorgenommen werden kann. Damit sollte eine gute Qualitätssicherung im „Roll-out“ von G&I-Speichersystemen sichergestellt und durch praktische Handreichungen wie Vorlagen für Spezifikationsunterlagen zusätzlich unterstützt werden. Außerdem sollten die Projektergebnisse die Unternehmen dabei unterstützen, die Wirtschaftlichkeit ihrer Investitionen zuverlässiger abschätzen zu können und dem Betreiber der Anlagen einen effizienten und effektiven Betrieb zu ermöglichen. Die erarbeiteten Vorschläge für Richtlinien sollten während und über das Projekt hinaus in die zuständigen Normungsgremien eingebracht werden.

I.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Vorhaben „Anforderungen zur Leistungsbewertung gewerblicher und industrieller (G&I) Batteriespeichersysteme“ wurde im Rahmen des Programms „WIPANO – Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Die Laufzeit des Projektes betrug nach kostenneutraler Verlängerung zwei Jahre und vier Monate.

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme bringt umfangreiche Kompetenz im Bereich der Batteriesystemtechnik, der Systemintegration, Simulation und Betriebsführung. Durch bedeutende Forschungsprojekte konnte reichlich Erfahrung für dieses Themengebiet gesammelt werden. Außerdem wurden Aufgaben der Standardisierung übernommen, einschließlich der Umsetzung der VDE-AR-E 2510-50. Eine weitere Arbeitsbemühung fand für den BVES/BSW Effizienzleitfaden statt.

I.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Eine zielführende Bearbeitung der geplanten Arbeiten im Projektverbund wurde durch einen zuvor erarbeiteten Ablaufplan gewährleistet. Der zeitliche Verlauf des Arbeitsplans ist aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich. Da das Projekt drei Monate später als ursprünglich geplant begonnen wurde, wurde der Projektplan in Abbildung 1 im Vergleich zur Antragsfassung entsprechend angepasst.

	2021				2022												2023							
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
AP1																								
AP2																								
AP3																								
AP4																								
AP5																								
AP6																								

Abbildung 1: Ablaufplan

Der Plan wurde im Wesentlichen eingehalten. Jedoch ergaben sich bei drei der vier Projektpartner Mitarbeiterwechsel, so dass es durch zeitweise Lücken in der Bearbeitung und die Einarbeitungszeit der neuen Mitarbeiter zu einer Verzögerung des Gesamtprojektes von vier Monaten kam. Die Verzögerung konnte durch die kostenneutrale Verlängerung aufgeholt werden.

Der Ablauf des Vorhabens begann mit der Recherchearbeit über den Stand der Technik und dem Abgleich der bestehenden Normung. In diesem Rahmen wurden hierfür eigene Vorarbeiten genutzt, um die Dokumentation über Technik und Normung zu vervollständigen. Anschließend begann die Identifikation der unterschiedlichen Use-Cases, um die Rahmenbedingungen für die ermittelten Performance-Indikatoren eingrenzen zu können. Mithilfe der durchgeführten Simulationen und der Identifikation von Use-Cases, welche im Rahmen von Workshops stattgefunden haben, war es möglich, diese Ergebnisse in den Arbeitskreis einzubringen.

Die Ergebnisse des Expertenworkshops I und II wurden analysiert und zusammen mit der bisherigen Projektarbeit abgeglichen. Hieraus sind Erkenntnisse entwickelt worden, welche in den Anwenderleitfaden eingearbeitet worden sind. Auch diese Erkenntnisse wurden im letzten Workshop vorgestellt sowie das Vorhandensein fehlender Inhalte evaluiert.

I.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Im März 2017 wurde der erste sogenannte „Effizienzleitfaden für PV-Speichersysteme“ [1] veröffentlicht. Neben den Herausgebern BVES (Bundesverband Energiespeicher) und dem BSW (Bundesverband Solarwirtschaft) haben eine Vielzahl von Firmen und Instituten an dem Leitfaden mitgewirkt. Ergänzend wurde von der Hochschule für Technik und Wirtschaft (htw) Berlin der sogenannte System

Performance Index (SPI) entwickelt [2]. Dieser setzt die Kosteneinsparung des realen Systems ins Verhältnis zu einem idealen Speichersystem und ermöglicht somit die Abschätzung der realen Verluste auf Grund des Systemwirkungsgrads.

Neben dem auf Bundesebene bedeutenden Effizienzleitfaden sind vor allem zwei weitere Dokumente zu nennen, die sich mit der Performance von Speichern beschäftigen.

1. Die US-Amerikanische Vereinigung National Electrical Manufacturers Association (NEMA) hat Anfang 2019 das Dokument „Standard for Uniformly Measuring and Expressing the Performance of Electrical Energy Storage Systems“ herausgegeben [3], das zuvor als „Protokoll“ vom U.S. Department of Energy in Zusammenarbeit mit dem Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) and Sandia National Laboratories (SNL) entworfen wurde. In dem Dokument werden Messprozeduren für die Systemperformance beschrieben und einige Anwendungsfälle aufgenommen. Da sich das Dokument auf alle elektrischen Speichertechnologien (bis hin zu großen Pumpspeicherkraftwerken) muss hier genauer untersucht werden, welche Elemente für die hier betrachteten G&I Speichersysteme von Interesse sind.

2. Die „Recomended practice“ mit dem Titel „Safety, operation and performance of grid connected energy storage systems“ wurde von der internationalen Klassifikationsgemeinschaft DNV-GL herausgegeben [4]. Auch dort sind neben den Messprozeduren einige Anwendungsfälle beschrieben für die spezifische Leistungsparameter von Bedeutung sind. Da sich das Dokument aber sehr umfassend auch mit den Feldern Sicherheit und Betriebsführung beschäftigt, sind einige leistungsspezifische Aspekte vergleichsweise kurzgehalten.

I.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Konsortium bestand aus den Projektpartnern:

Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (DKE)
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)
StoREgio GmbH (StoREgio)
VDE Renewables GmbH (VDE)

Zur Einbringung in den Standardisierungsprozess wurde das Projekt und seine Zwischenergebnisse im AK 371.1.9 „Kennwerte von stationären Batteriespeichern“ auf dessen Sitzung am 13.02.2023 vorgestellt und mit den Mitgliedern diskutiert.

Für die Erarbeitung der VDE SPEC wurde zudem als weiterer Partner die BASF Stationary Energy Storage GmbH hinzugezogen.

Eine darüber hinaus gehende Zusammenarbeit mit Dritten war in diesem Vorhaben nicht vorgesehen und fand auch nicht statt.

II. Eingehende Darstellung

II.1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

AP 1: Stand der Technik / Forschung

Das Ziel dieses Arbeitspaketes war es, eine ausführliche Übersicht über verwandte Normen und die verwendbaren Inhalte zu erstellen und eine Zusammenstellung weiterer wichtiger technischer und regulatorischer Rahmenbedingungen zu erarbeiten.

Inhalte des Arbeitspakets

- Detailanalyse von existierenden themenverwandten Richtlinien, technischen Regeln und Normen auf nationaler und internationaler Ebene.
- Prüfung dieser existierenden Dokumente auf ihre Anwendbarkeit auf gewerbliche und industrielle Speichersysteme in Deutschland und Europa.
- Zusammenstellung weiterer wichtiger technischer und regulatorischer Rahmenbedingungen, die den Normungsprozess beeinflussen können.
- Aufbauend auf der Fachrecherche werden auch Akteure aus den Netzwerken der Verbundpartner eingebunden, um die zusammengestellten Informationen mit der praktischen Erfahrung von Marktakteuren zu vergleichen.

Das Ergebnis des Arbeitspakets ist eine Übersicht über alle bisher erarbeiteten normativen Dokumente und andere relevante Aspekte für die Realisierung eines Standards für kommerzielle und industrielle Speicher als Grundlage für die nachfolgenden APs.

Durchführung

In diesem Arbeitspaket wurde zunächst in den entsprechenden Datenbanken (Nautos, VDE Verlag) eine Normrecherche durchgeführt und eine vorläufige Liste an Normen und Standards erstellt. Diese Liste wurde durch für Batteriespeicher relevante Richtlinien ergänzt.

In einem zweiten Arbeitsschritt wurden die Dokumente auf dieser ersten Liste inhaltlich in Bezug auf die Anwendbarkeit für G&I-Speicher in den Bereichen Sicherheit, Netzanschluss, Performance und Haltbarkeit analysiert und bewertet (Relevanz von eins bis fünf).

Die bewertete Normrecherche wurde durch weitere Hinweise von Teilnehmern aus den Workshops (siehe AP 2 und AP 6) vervollständigt.

Die fertige Übersicht (siehe **Anhang 1**) wird auch im Anhang der im Projekt erarbeiteten VDE SPEC zu finden sein und kann als Referenz für die Projektplanung herangezogen werden.

Während der erste Teil des APs planmäßig durchgeführt wurden, fand eine weitere Bewertung der Rechercheergebnisse auf Basis der Ergebnisse des zweiten Workshops im Juli 2023 statt, so dass das AP mit Verzögerung abgeschlossen wurde.

AP 2: Anwendungsbereich – Rahmenbedingungen & Anforderungen

Das Ziel dieses Arbeitspaketes war die Festlegung einer Systembeschreibung von G&I-Speichersystemen mit den zu betrachtenden Anwendungen und daraus folgenden Performancekriterien als Untersuchungsraum für die zu erarbeitenden leistungsbezogenen Parameter.

Inhalte des Arbeitspaketes

- Festlegung einer Systembeschreibung: Was wird unter einem G&I-Speicher verstanden? Welche Speichertechnologien werden einbezogen? Gibt es Abgrenzungen bzgl. minimaler oder maximaler Kapazitäten? Welche Peripherieanlagen werden als Bestandteil des Speichersystems gesehen?
- Identifikation und Definition möglicher Standort-, Umwelt- und Einsatzbedingungen
- Identifikation typischer (auch zukünftiger) Anwendungen (Use Cases) und der damit einhergehenden Anforderungen
- Bestandsaufnahme und Zuordnung bereits existierender Standard-Lastprofile für die Use Cases.
- Bewertung der Anbindung und des Funktionsumfangs des obligatorischen Energiemanagementsystems (EMS): Ist es integraler Teil des Speichersystems? Welche Funktionalität stellt es zur Verfügung? Welche Anpassungsmöglichkeiten an geänderte Einsatzbedingungen oder angeschlossene Anlagen bestehen? Über welche Schnittstellen und Protokolle lässt sich das Speichersystem ansprechen? Ist eine Einbindung in übergeordnete SCADA-Systeme gegeben?
- Bewertung der administrativen und regulatorischen Rahmenbedingungen solcher Anwendungen und deren Konsequenzen für Performance-Kriterien.
- Identifikation der wichtigsten Performance Indikatoren für den Betrieb von G&I Speichersystemen (z. B. Effizienz, Reaktionsgeschwindigkeit, Verfügbarkeit).

Ergebnis des Arbeitspakets ist eine Systembeschreibung von G&I-Speichersystemen, eine Übersicht über mögliche Anwendungen (Use Cases) von G&I Speichersystemen sowie über die für die Anwendungen benötigten Performance-Parameter.

Durchführung

Das übergeordnete Ziel vom Arbeitspaket war die Festlegung einer Systembeschreibung in G&I-Speichersystemen. Die Systembeschreibung ermöglicht die Unterscheidung verschiedener Batteriesysteme sowie deren Topologien. Auch wird damit verstanden, welche Komponenten zusammenhängen und welche Aufgaben die einzelnen Komponenten im Batterie- Energiespeichersystem bewältigen.

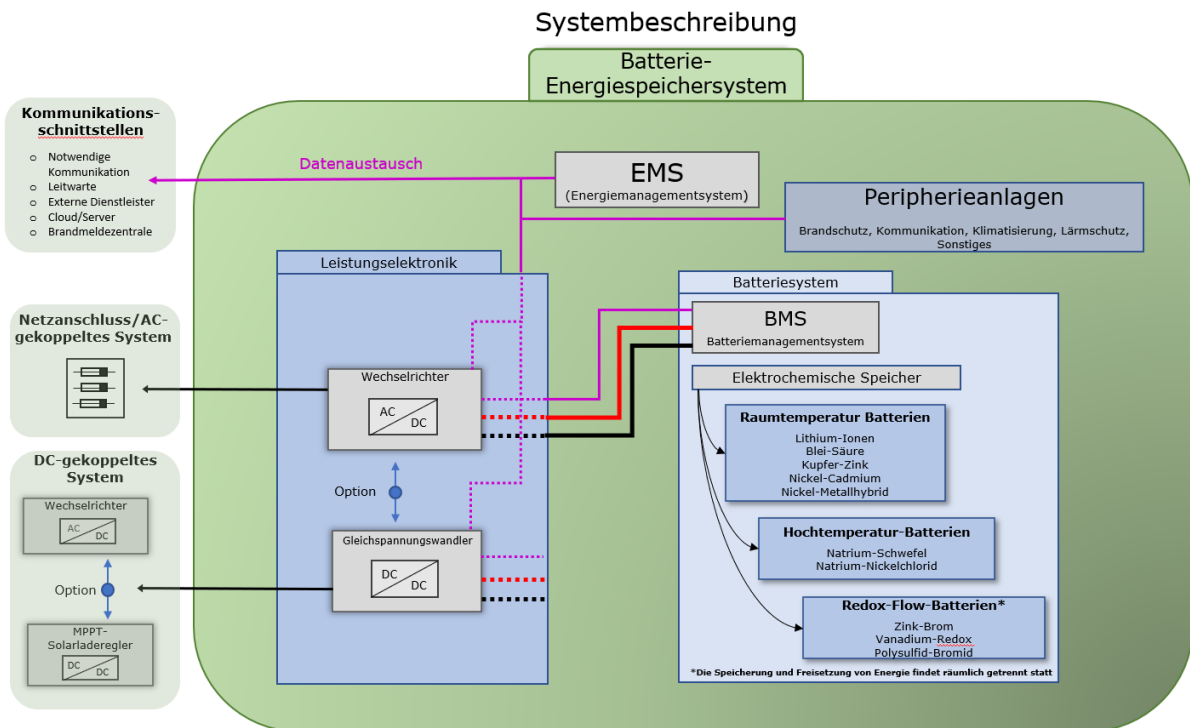


Abbildung 2: Systembeschreibung für G&I-Speicher

Es wurde identifiziert, welche Standort-, Umwelt- und Einsatzbedingungen G&I-Speicher aufweisen müssen. Dies war ein wichtiges Element, denn die Anwendungen (Use Cases) korrelieren mit den einhergehenden regulatorischen Bedingungen sowie den gesetzlichen Vorgaben.

Diese Arbeit war die Grundlage für die Bestandsaufnahme der bestehenden Lastprofile, welche mit den Anwendungen (Use-Cases) interagieren.

AP 3: Technische Bewertung der Performance-Indikatoren von G&I-Speichersystemen

Das Ziel dieses Arbeitspaketes war es, eine vollständige Charakterisierung der Performance-Parameter durchzuführen, und zu bewerten, welche Relevanz die jeweiligen Indikatoren für die verschiedenen Use Cases haben.

Inhalte des Arbeitspakets

- Von den in AP 2 ermittelten Performance-Indikatoren können einige mit Hilfe von Simulationsmodellen in ihrer Charakteristik nachgebildet werden. In diesem AP sollen bestehende Modelle überprüft und neue Modelle für die ermittelten Performance Indikatoren entwickelt werden. Als Basis für diesen Arbeitsschritt dienen mögliche Logging-Daten von im Feld betriebenen Speichersystemen.
- Beschreibung möglicher messtechnischer Verfahren zur Ermittlung der in AP 2 identifizierten leistungsbezogenen Parameter.
- Bedeutung der Performance Indikatoren für unterschiedliche Use Cases:
 - o Erstellung einer Matrix, in der für die unterschiedlichen Use Cases aus AP 2 die Performance-Indikatoren bezüglich ihrer Relevanz bewertet werden (technische Bewertung).
 - o Einfluss der Alterung auf die Performance-Indikatoren und Auswirkungen auf die unterschiedlichen Use Cases.
 - o Neben dem Schwerpunkt der technischen Bewertung wird zusätzlich auch eine ökonomische Bewertung der Performance-Indikatoren in Form einer Sensitivitätsanalyse vorgenommen, um mögliche Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit des Speichersystems zu berücksichtigen.
 - o Gesonderte Betrachtung und Bewertung bzgl. der Anforderungen und Besonderheiten bei dem parallelen Einsatz eines Speichersystems in unterschiedlichen Use Cases (Mehrfachnutzung).
- Kontinuierliche Einbeziehung der Netzwerke der Verbundpartner zur Ermittlung von Anforderungen und Validierung der aus dem Vorhaben resultierenden Ergebnisse im realen Einsatz.

Das Ergebnis des Arbeitspakets ist eine vollständige Charakterisierung der Performance-Parameter sowie eine Matrix, in der die Relevanz der verschiedenen Performance-Parameter für die möglichen Anwendungen bewertet wird.

Durchführung

Mit den ermittelten Performance-Parametern gelang eine Charakterisierung der unterschiedlichen Use Cases. Hierbei wurden Modelle überprüft, welche für das Ergebnis eine hohe Relevanz darstellen.

Die Matrix mit den Performance-Parametern wurde in dem Expertenworkshop vorgestellt, um eine feste Diskussionsgrundlage zu schaffen. Ein zentrales Element des Workshops waren die Leistungs- und die Energieanwendungen. Ziel war es, eine scharfe Unterscheidung zwischen den jeweiligen Anwendungen zu schaffen, um die jeweiligen Parameter abgrenzen zu können.

Zwischenergebnis Anwendungsmatrix

	2 End-User Peak Shaving	29 Frequency Containment Reserve	6 Particular Requirements in Power Quality	5 Limitation of Upstream Disturbances	7 Compensation of reactive power	3 Continuity of Energy Supply	12 System Electricity Supply Capacity	22 Investment Deferral	1 Maximising Self-Production /-Consumption of Electricity	4 Time-of-Use Energy Cost Management	11 Arbitrage
2 End-User Peak Shaving	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
29 Frequency Containment Reserve	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
6 Particular Requirements in Power Quality	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5 Limitation of Upstream Disturbances	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
7 Compensation of reactive power	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
3 Continuity of Energy Supply	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
12 System Electricity Supply Capacity	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
22 Investment Deferral	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
1 Maximising Self-Production /-Consumption of Electricity	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4 Time-of-Use Energy Cost Management	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
11 Arbitrage	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Abbildung 3: Matrix Leistungs- und Energieanwendungen mit den jeweils relevanten Parametern

Auf der Grundlage des ersten Expertenworkshops und der ermittelten Performance-Parameter wurden Simulationen durchgeführt. Der Fokus lag auf die Anwendung der Eigenverbrauchsoptimierung (Self Consumption Optimisation) und der Lastspitzenkappung (End-User Peak Shaving). Hierbei wurden die Anwendungen jeweils einzeln auf deren Performance geprüft und auch in Kombination simuliert.

Zusätzlich wurde eine ökonomische Bewertung der Anwendungen durchgeführt, welche erlaubt, die Wirtschaftlichkeit eines Speichersystems zu bewerten (siehe **Anhang 2_Simulationsergebnisse**).

Die Simulationen ermöglichen eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Anwendungen und deren Auswirkungen, was die weitere Arbeit im Projekt erheblich unterstützt. Besonders zielführend erwies sich das entwickelte Simulationsmodell, welches erlaubt, zwei Anwendungen zu kombinieren und sowohl die Auswirkung als auch die Wirtschaftlichkeit des Batterie-Energiespeichersystems zu analysieren.

Die Ergebnisse der Simulationen wurden im zweiten Expertenworkshop zusammen mit der Leistungs- und Energieanwendung vorgestellt. Aufkommende Fragen zur Wechselwirkung der verschiedenen Anwendungen und der wichtigsten Parameter konnten während des Diskussionsblocks 1: „*Was sind zukünftige Anwendungskombinationen von Großspeichern?*“ und nach dem Expertenworkshop beantwortet werden.

Die erarbeiteten Ergebnisse der Simulationen und die technische Bewertung der Performance Indikatoren wurden in das AP 4 und AP 5 überführt.

AP 4: Verifikation der Simulationsmodelle und Spezifikation von Dokumentationspflichten, Datenblatt- und Typenschildangaben, Vorlage für Spezifikationsunterlagen

Dieses AP verfolgte die beiden Ziele, die in AP 3 erarbeiteten Simulationsmodelle durch entsprechende Messungen zu verifizieren und ggf. weiterzuentwickeln und die für den Kunden für den Kauf einer Energiespeicheranlage ausschlaggebenden Informationen zu definieren, die in Datenblattangaben einfließen. Die Informationen sollen ferner in Vorlagen zur Erstellung von Spezifikationsunterlagen einfließen.

Inhalte des Arbeitspakets

- Bewertung, welche der in AP 3 identifizierten Parameter verpflichtend auf Datenblättern und Typenschildern aufgenommen werden sollen, um für die relevantesten der in AP 2 identifizierten Use Cases ausreichend Transparenz zu schaffen.
- Sichten von bestehenden Anforderungen an Datenblatt- und Typenschildangaben. Zusammenstellen von Erweiterungen für künftige Angaben.
- Planung von Prüfeinrichtungen, mit denen untersucht und geprüft werden kann, welche der in AP 2 ermittelten Messverfahren am besten zur Bestimmung der festgelegten Performance Indikatoren geeignet sind, um diese in die Simulationsmodelle in AP 3 zu integrieren.
- Ableiten von Prüfvorschriften als Vorstufe für die spätere Normung.
- Erstellung einer Vorlage für Spezifikationsunterlagen.

Durchführung

Mit den erarbeiteten Simulationsmodellen im AP 3 wurden die Beispieldatenblattangaben und die Prüfvorschriften mit der Vornorm verglichen. Hierbei wurde zunächst geprüft, welche Prüfvorschriften bereits existieren und welche noch relevant sind, um den Kauf einer Energiespeicheranlage für den Kunden zu vereinfachen.

Zudem wurden Anforderungen von Batteriespeichersystemen mit Datenblatt- und Typenschildangaben verglichen und für die spätere Arbeit im AP 5 aufgenommen.

AP 5: Weiterentwicklung relevanter Normen und Standards hinsichtlich leistungsspezifischer Parameter

Ziel dieses APs war es, die in AP 2, AP 3 und AP 4 erarbeiteten Ergebnisse bzgl. leistungsspezifischer Parameter so aufzubereiten, dass sie in die nationale und/oder internationale Standardisierung und Normung einfließen können.

Inhalte des Arbeitspaketes

- Gründung eines Arbeitskreises zur Entwicklung eines Standards.
- Aktive Mitarbeit der Partner im Arbeitskreis.
- Teilnahme an den Arbeitskreistreffen.
- Aufbereiten der erforderlichen Dokumente (z. B. Entwurf einer VDE-Anwendungsregel).
- Vorstellen und Diskutieren der Ergebnisse in den zuständigen Gremien im Workshop-Charakter.

Am 13. Februar 2023 stellten die Projektpartner das Projekt AnLeiBat im Rahmen einer Sitzung des DKE/AK 371.1.9 *Kennwerte stationärer Batteriespeicher* (vormals DKE/AK 371.0.9, neue Nummer aufgrund einer Umstrukturierung im K 371 und seinen Unterkomitees) vor. Der Arbeitskreis bearbeitet bereits eine Vornorm zur Effizienz stationärer Speicher und ist an den Ergebnissen des Projektes AnLeiBat interessiert. Während der Präsentation wurden die bisherigen Projektergebnisse sowie die Ziele des Projekts vorgestellt.

Es war geplant, die Ergebnisse des Projektes AnLeiBat in diesen bereits bestehenden Arbeitskreis DKE/AK 371.1.9 einzubringen. Dieser Arbeitskreis bearbeitet auch die Vornorm DIN VDE V 0510-200 *Kennwerte stationärer Batteriespeichersysteme* [5], die im Rahmen des WIPANO-Projektes TEST-BENCH (Testverfahren zur Bestimmung der Effizienz von PV-Speichersystemen – Vom Leitfaden zum Standard) auf Basis des Effizienzleitfadens für PV-Speichersysteme des BVES erstellt wurde.

Der Entwurf der Vornorm wurde durch die Projektpartner darauf geprüft, ob für Großspeicher abweichende Performance-Parameter oder weitergehende Tests durchzuführen sind. Als Basis für diese Prüfung wurden die Ergebnisse aus den APs 2 und 3 herangezogen. Das Ergebnis war, dass die Inhalte der im Projekt AnLeiBat geplanten VDE Anwendungsregel größtenteils mit dem bereits bestehenden Entwurf zur Vornorm DIN VDE V 0510-200 *Kennwerte stationärer Batteriespeichersysteme* überschneiden würden. Die Erstellung einer zusätzlichen Anwendungsregel für Großspeicher wäre daher nicht sinnvoll.

Es wurde daher beschlossen, sich im Projekt auf eine VDE SPEC als Anwenderleitfaden bei der Projektierung von Großspeicherprojekten zu konzentrieren. Die Arbeiten hierzu werden im Folgenden dargestellt.

Die Ergebnisse des Projektes, die sich mit der Leistungsbewertung befassen, sollen in verschiedenen Arbeitskreisen der DKE einfließen, die sich im Zuge der anstehenden Batterieverordnung mit ähnlichen Aspekten befassen (bspw. Bestimmung des State-of-Health).

Erarbeitung der VDE SPEC

Bevor mit der Erarbeitung der VDE SPEC begonnen wurde, wurde ein Geschäftsplan erstellt und für vier Wochen zur Kommentierung auf der [Website der DKE](#) veröffentlicht. Es ging ein Kommentar von der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) ein mit der Rückfrage, ob Arbeitsschutzthemen von der VDE SPEC abgedeckt werden.

Das Kickoff-Meeting für die VDE SPEC 90030 „Anwenderleitfaden zur Planung von Batteriegroßspeichern“ fand am 30. Oktober 2023 statt. Neben den Partnern des Projektes AnLeiBat wurde der Kreis der Mitarbeitenden um die BASF Stationary Energy Storage GmbH ergänzt.

Die VDE SPEC gibt den Projektleitenden einen Überblick über wichtige Aspekte, die bei der Planung und Durchführung von Speicherprojekten zu beachten sind. Sie beschreibt die typischen Fragestellungen und Anforderungen über den Projektlebenszyklus hinweg mit Fokus auf die anwendungsbezogene Auslegung und Dimensionierung für einen wirtschaftlichen Betrieb.

Außerdem liefert die VDE SPEC über das Ergebnis der Normrecherche aus AP 1 einen Überblick zum derzeitigen Stand verschiedener Großspeicheranwendungen und deren Kombinationsmöglichkeiten sowie über die anzuwendenden Normen und Standards. Es werden keine Sicherheits-, Gesundheits- oder Arbeitsschutzanforderungen festgelegt.

Das Ziel der VDE SPEC ist es, Projektleitenden eine Hilfestellung beim Projektmanagement zu bieten. Die Beachtung der Randbedingungen bei der Planung der Anwendungskombinationen ermöglicht es auch, die Wirtschaftlichkeit der Investition besser abzuschätzen.

Die VDE SPEC gibt zunächst einen Überblick über die Klassifikation und die Anforderungen an G&I-Speicheranwendungen. Hier konzentriert sich der Leitfaden auf die elektrochemischen Speicher, die in der Regel für G&I-Anwendungen eingesetzt werden. Nach einem Abschnitt zur Beschreibung der einzelnen Bestandteile von G&I-Speichersystemen folgt ein Überblick über die Aspekte der neuen Batterieverordnung (EU) 2023/1542, die für Leiter von G&I-Speicherprojekten relevant sind. Dies sind vor allem die Gesichtspunkte Wirtschaftlichkeit (z.B. anhand ermittelter Leistungs- und Alterungszustände), Nachhaltigkeit sowie verwendete Technologien.

Im Anschluss folgt das Kapitel zu Projektphasen und zum Lebenszyklus von Batteriespeichersystemen. Über die Projektphasen Machbarkeit, Konzeption, Anbieterauswahl, Realisierung, Betrieb und Rückbau werden die wichtigsten Aufgaben und Fragen für den Projektleitenden adressiert.

Insgesamt fanden drei Sitzungen des gesamten VDE SPEC Teams zur Diskussion der Inhalte (online) statt, an denen jeweils alle Partner teilnahmen. Die Inhalte der VDE SPEC wurden von allen Partnern auf der letzten Sitzung am 21. März 2024 verabschiedet.

Die VDE SPEC ist als kostenloser Download auf der Website der DKE erhältlich.

AP 6: Projektkoordination und Öffentlichkeitsarbeit

Dieses Arbeitspaket diente neben der Koordination des Verbundprojektes und der Abstimmung mit dem Fördergeber insbesondere der Verbreitung der erarbeiteten Ergebnisse und der Unterrichtung der Fachöffentlichkeit.

Inhalte des Arbeitspakets:

- Vor- und Nachbereitung von Präsenztreffen, Sitzungen und Webmeetings.
- Administrationsaufgaben
- Öffentlicher Workshop für die Fachöffentlichkeit zur Informationsweitergabe und zum Einholen von Rückmeldungen
- Erstellen von Publikationen und Halten von Vorträgen

Zur Koordination und Administration des Projektes fanden regelmäßige virtuelle Projekttreffen statt, bei denen alle Partner vertreten waren. Diese Projekttreffen fanden in der zweiten Projekthälfte im monatlichen Rhythmus statt. Sie dienten dem Austausch der Projektpartner zum aktuellen Stand, zur Präsentation von Zwischenergebnissen sowie zur Abstimmung der nächsten Schritte.

Zum Austausch mit der Fachöffentlichkeit wurden insgesamt drei Workshops organisiert, die online durchgeführt wurden, um eine größere Anzahl von Teilnehmern zu erreichen. Beworben wurden die Workshops über folgende Kanäle:

- Über einen entsprechenden E-Mail-Verteiler des BVES
- Rundschreiben in den relevanten Gremien der DKE
- Auf der DKE-Website über eine Veranstaltungsseite und die Projektseite
- Über den DKE-Newsletter.

Der erste Expertenworkshop am 26.04.2022 fand in Kooperation mit dem BVES statt. Das Projekt AnLeiBat und seine Ziele wurden vorgestellt. Anschließend wurde mit Unterstützung des Umfrage-tools Mentimeter Rückmeldung von den Teilnehmenden zu folgenden Diskussionspunkten eingeholt:

- Welche Anwendungen sind dem G&I-Bereich zuzurechnen?
- Welche technischen Parameter müssen für eine vergleichende Leistungsbewertung von G&I-Speichern in diesen Anwendungen herangezogen werden?
- Welche Stakeholder sind für das Gelingen eines G&I-Speicherprojekts in welcher Phase erforderlich?
- Welche Herausforderungen bestehen im Lebenszyklus eines G&I-Speicherprojekts, die nicht durch Normen und Standards gelöst werden können?

Wie würden Sie die Kernanwendungen nach Relevanz priorisieren?

Mentimeter



Abbildung 4: Ausschnitte aus der Auswertung der durchgeführten Umfragen

Betrachten Sie diese Kernanwendungen eher als Leistungs(1)- oder als Energie(3)-Anwendungen?

Mentimeter



Abbildung 5: Ausschnitte aus der Auswertung der durchgeführten Umfragen

Die Ergebnisse wurden als Basis für die weitere Arbeit im Projekt herangezogen.

Beim zweiten Expertenworkshop wurde am 27.06.2023 durchgeführt. Es nahmen 38 Personen teil.

- Begrüßung und Projektvorstellung
 - Ablauf und Zielsetzung des Workshops
 - Ergebnisse seit dem ersten Workshop und Folgerungen
(Kern- und Zusatzanwendungen, wichtige Parameter, Anwendungskombinationen, anstehende Normungsarbeit)
 - Diskussionsblock 1: Was sind zukünftige Anwendungskombinationen von Großspeichern?
- Pause
- Ausblick auf die geplante VDE SPEC zum Anwenderleitfaden
 - Diskussionsblock 2: Was hilft Projektleitenden bei der Planung und Durchführung eines Großspeicherprojekts?
 - Wrap-up und Ausblick

Abbildung 6: Agenda des zweiten Expertenworkshops

Zunächst wurden als Zwischenergebnisse des Projektes die weitergehende Analyse der Performance-Parameter und die daraus abgeleitete Matrix sowie das Ergebnis der Simulationen zur Kombination verschiedener Anwendungen vorgestellt. Anschließend wurde auch bei diesem Workshop wieder Rückmeldung von den Experten eingeholt, dieses Mal über das Tool Conceptboard.



Abbildung 7: Ausgangspunkt des zweiten Diskussionsblocks zu wichtigen Fragestellungen in den einzelnen Projektphasen eines Speicherprojektes

Im dritten und letzten Workshop „Planung von Batteriegroßspeichern - Was ist für eine effiziente Projektabwicklung zu beachten?“, der am 12.12.2023 abgehalten wurde, nahmen 68 Personen teil. Dieser Workshop diente in erster Linie zur Präsentation der Ergebnisse und zur Vorstellung der Inhalte der zukünftigen VDE SPEC. Dennoch konnten auch hier noch einige Anmerkungen von Experten mitgenommen und in die VDE SPEC mit aufgenommen werden.

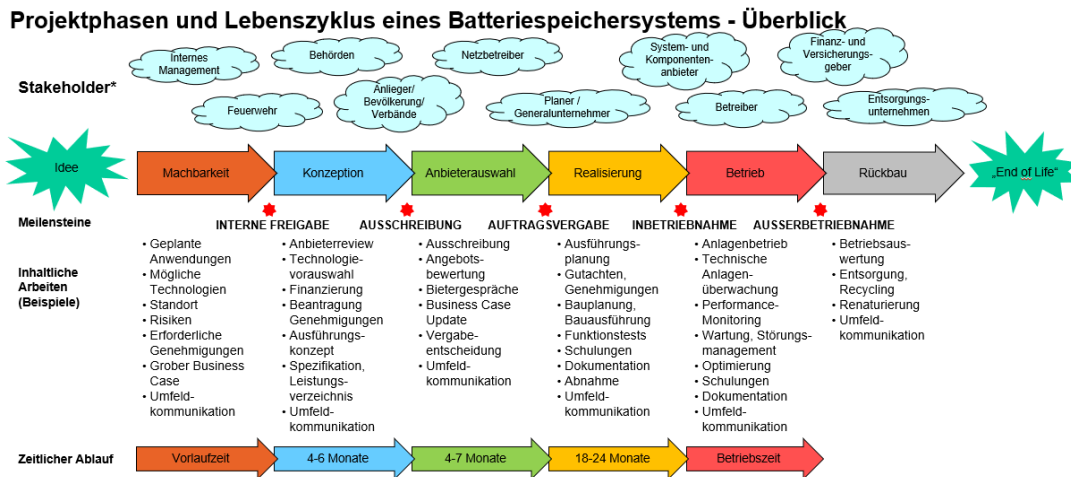


Abbildung 8: Projektphasen und Lebenszyklus eines Batteriespeichersystems mit den inhaltlich möglichen Arbeiten

II.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Der zahlenmäßige Nachweis kann der Anlage 3 entnommen werden.

II.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Wirtschaft ist von einer günstigen und stabilen Stromversorgung abhängig. Der Energiesektor stellt damit ein sehr wichtiges Element in der Wertschöpfung dar. Der Anteil an regenerativen Energien in Deutschland steigt und damit nimmt gleichzeitig die fluktuierende Energieversorgung zu. Die Aufgabe besteht nun, die Energieversorgung mit den Verbrauchsanforderungen in Einklang zu bringen. Energiespeicher sind hierbei ein zentrales Element, dieser Herausforderung entgegenzuwirken.

Energiespeicher weisen eine große Anzahl an Unterschieden aus, die sich in ihrer Effizienz, Lebensdauer, Kapazität, Kosten und spezifischen Einsatzmöglichkeiten zeigen, wodurch eine detaillierte Bewertung und Anpassung an die jeweiligen Anwendungsanforderungen unerlässlich ist. Die Auswahl der geeigneten Energiespeicher, die sowohl den spezifischen Einsatzanforderungen als auch ökonomischen Gesichtspunkten gerecht werden, stellt eine erhebliche Herausforderung dar.

Unternehmen stehen vor der Entscheidung, die geeigneten Energiespeichersysteme auszuwählen. Jedoch fehlt es an verfügbaren Informationen über Vor- und Nachteile der jeweiligen Speichertechnologien. Wird nicht verstanden, welche Anwendung und welcher Speicher für den jeweiligen Anwendungsfall am geeignetsten sind, erschwert dies die Entscheidungsfindung erheblich.

Es besteht die Notwendigkeit, eine bessere Bewertungsmöglichkeit zu schaffen, welches Unternehmen erlaubt alle notwendigen Aspekte vor einer meist großen Investition besser beurteilen zu können. Damit besteht eine bessere Planbarkeit für Unternehmen, die eine große Investition vermeiden würden.

II.4. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts AnLeiBat wurde die VDE SPEC „Anwenderleitfaden zur Planung von Batteriegroßspeichern“ verfasst. Die VDE SPEC als kostenloser Download erhältlich und liefert Projektleitenden Informationen, welche für die Projektplanung von hoher Bedeutung sind. Zudem werden die Speichertechnologien klassifiziert, um die Unterschiede und die Funktionsweise zwischen den elektrochemischen Speichern zu verstehen. Zum Verständnis wird gegeben, dass der Leitfaden keine Technologien ausschließt, die nicht in der VDE SPEC enthalten sind. Der Fokus lag aber auf den elektrochemischen Speichern, da diese weit verbreitet sind. Dennoch ist die VDE SPEC auf andere Technologien anwendbar. Im Weiteren wird auf die Anwendung sowie die Anwendungskombination eingegangen. Dies ermöglicht den Projektleitenden eine bessere Bewertung für das eigene Vorhaben im Unternehmen und verringert damit das Risiko einer Fehlinvestition. Ebenso werden die einzelnen Projektphasen vom Beginn der Idee bis zum Rückbau eines Speicherprojekts ausführlich beschrieben, sodass sich Projektleitende eine gute Hilfestellung und Beachtung wichtiger Auflagen, wie Brandschutz, Verordnungen und Gesetze, verschaffen können.

Wirtschaftliche Verwertung

Die Arbeiten im Projekt sollen die zukünftige Planung und Installation von G&I-Speichern maßgeblich unterstützen. In dieser Hinsicht bieten die VDE SPEC die Beachtung wichtiger Aspekte von der Planung bis zum Rückbau eines Batteriespeicherprojekts.

Wissenschaftlich/technische Verwertung

Die Ergebnisse können die Umsetzung von wissenschaftlichen Forschungsprojekten und Industrieprojekten fördern, welche eine labor- oder feldnahe Betrachtung von Speichern zum Ziel haben.

Wissenschaftliche/wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Die Ergebnisse des Projekts können Grundlage für weiterführende Standardisierungsaktivitäten im Bereich G&I-Speicher sein. Zudem finden aktuell Arbeiten und die Umsetzung (ab 18.02.2024) der Batterieverordnung EU-BattV statt.

II.5. Fortschritt bei anderen Stellen

Siehe Darstellung des AP 5 in Abschnitt II.1.

II.6. Veröffentlichungen

Veröffentlichungen:

- Dr. Eckerle, Peter; Fabricius, Alexandra; Grünewald, Arne; Uscinowicz, Hubert: AnLeiBat – Leistungsbewertung von G&I-Batteriespeichersystemen (DIN-Mitteilungen, Juli 2023)

Darüber hinaus wurden die Arbeiten und Ergebnisse auf folgenden Projektworkshops präsentiert:

- Expertenworkshop I am 26.04.2022 (online)
- Expertenworkshop II am 27.06.2023 (online)
- Workshop „Planung von Batteriegroßspeichern - Was ist für eine effiziente Projektabwicklung zu beachten?“ am 12.12.2023 (online)

Des Weiteren wurde im Webauftritt der DKE eine [Projekt-Homepage](#) veröffentlicht, auf der das Vorhaben vorgestellt wird. Diese bleibt auch nach dem Projektende weiterhin öffentlich zugänglich.

Anlagen

- Anlage 1 – Erfolgskontrollbericht (nicht öffentlich)
- Anlage 2 – Berichtsblatt und Document Control Sheet (kann veröffentlicht werden)
- Anlage 3 – Verwendungsnachweis (nicht öffentlich)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablaufplan	3
Abbildung 2: Systembeschreibung für G&I-Speicher	4
Abbildung 3: Matrix Leistungs- und Energieanwendungen mit den jeweils relevanten Parametern....	9
Abbildung 4: Ausschnitte aus der Auswertung der durchgeführten Umfragen	13
Abbildung 5: Ausschnitte aus der Auswertung der durchgeführten Umfragen.....	13
Abbildung 6: Agenda des zweiten Expertenworkshops	14
Abbildung 7: Ausgangspunkt des zweiten Diskussionblocks zu wichtigen Fragestellungen in den einzelnen Projektphasen eines Speicherprojektes	14
Abbildung 8: Projektphasen und Lebenszyklus eines Batteriespeichersystems mit den inhaltlich möglichen Arbeiten	15

Literaturangaben

- [1] BVES und BSW Solar (2019): Effizienzleitfaden für PV-Speichersysteme.
- [2] Weniger, Johannes; Tjaden, Tjarko; Quaschnig, Volker (2017): Vergleich verschiedener Kennzahlen zur Bewertung der energetischen Performance von PV-Batteriesystemen.
- [3] NEMA (2019): Standard for Uniformly Measuring and Expressing the Performance of Energy Storage Systems.
- [4] DNVGL-RP-0043, 2017: Safety, operation and performance of grid-connected energy storage systems.
- [5] E DIN VDE V 0510-200 (VDE V 0510-200):2024 Kennwerte stationärer Batteriespeichersysteme.