

SuESS

Safe- and sustainability-by-design approaches for energy storage systems in a green and circular economy

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Produktionstechnologien, NANO EHS Ausschreibung 2022	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2023	Projektende	31.12.2025
Zeitraum	2023 - 2025	Projektlaufzeit	28 Monate
Keywords	Flow battery; (secondary) Li-ion battery; Safe- and sustainable by Design; Life Cycle Management; Sustainability Assessment		

Projektbeschreibung

Stationärer Energiespeichersysteme (ESS) spielen eine wesentliche Rolle in der Energiewende weshalb Sicherheits- und Nachhaltigkeitsaspekte immer mehr in den Vordergrund rücken. Insbesondere der Anstieg von erneuerbaren Energien trägt zu Instabilitäten im Stromnetz auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene bei. Eine sich abzeichnende Strategie zur Verringerung des Risikos von Stromausfällen ist die Installation von Batteriesystemen für das netzgebundene und netzunabhängige Energiemanagement. In den vergangenen Jahren wurden Lithium-Ionen-Batterien, Flussbatteriesysteme und Kombinationen davon installiert. Diese Systeme haben ihre Vorteile aber auch Grenzen. Zudem haben Stakeholder Bedenken hinsichtlich der Sicherheit und Nachhaltigkeit dieser ESS z.B. hinsichtlich Importabhängigkeit kritischer Rohstoffe sowie möglicher ökologischer und sozioökonomischer Auswirkungen geäußert. Obwohl es einige Fortschritte bei der Entwicklung sicherer und nachhaltiger ESS gibt, sind die Umweltverträglichkeit und die sozialen Auswirkungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette verschiedener ESS-Technologien noch immer unzureichend erforscht. Daher ist ein Ziel vom Forschungsprojekt SuESS den Safe- and Sustainable-by-Design (SSbD)-Ansatz auf ausgewählte ESS umzusetzen, der den gesamten Lebenszyklus berücksichtigt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Flussbatterien (auf Vanadium- oder Vanillinbasis) und Lithium-Ionen-Batterien mit einer Speicherkapazität von >80 kWh. Es wird eine Lebenszyklusanalysen (LCA) und eine sozialen LCA durchgeführt, um ökologische und soziale Hotspots zu identifizieren. Dabei werden Sachbilanzen von Batteriekomponenten erhoben sowie Daten die im Konsortium und in LCA-Datenbanken wie Ecoinvent verfügbar sind, verwendet. Die Ergebnisse werden verglichen und die Vor- und Nachteile der verschiedenen ESS aufgezeigt. Auf Basis der Ergebnisse wird das SSbD-Konzept umgesetzt, welches auch eine Analyse von Gesundheits- und Sicherheitsaspekte am Arbeitsplatz beinhaltet. In den Fällen, in denen keine ausreichenden Informationen zur Öko- und Humantoxizität gefunden werden können, werden toxikologische Tests von Batteriematerialien und -verbindungen mit Modellorganismen (z. B. Daphnien) durchgeführt. Die Implementierung neuer Technologien wird häufig durch Bedenken von Stakeholder auf verschiedenen Ebenen (z.B. Verwaltung, Wissenschaft Gesellschaft) behindert, weshalb relevante Stakeholder durch Expertenbefragungen und Workshops miteinbezogen werden. Das Lebenszyklusmanagement verschiedener ESS kann einen großen Einfluss auf die Nachhaltigkeit haben weshalb reale Daten eines in Betrieb befindlichen ESS und Daten zum End-of-Life-Management gesammelt und mithilfe von Wahrscheinlichkeitssimulationen analysiert werden. Dies ermöglicht einen Einblick in den Einfluss von Zyklenstabilität, Kapazitätsabfall, Selbstentladung sowie von Wartungskosten auf die

Umweltwirkungen. Es wird darauf hingewiesen, dass innerhalb des Konsortiums bereits eine Fülle von Daten verfügbar ist auf denen in SuESS aufgebaut wird. Schließlich werden auf der Grundlage der Projektergebnisse Leitlinien für die Bewertung von Risiken, Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit abgeleitet. Damit soll eine Entscheidungsgrundlage für Green-Deal-Investitionen von ESS geschaffen werden.

Abstract

The safety and sustainability of stationary energy storage systems (ESS) has recently become an urgent issue as ESS play an essential role in a sustainable energy transition. In particular, the steady increase of renewable energy generation via wind and solar parks contribute to instabilities in the electric grid on regional, national and European level. An emerging strategy to reduce the risks of blackouts is to manage fluctuations by battery systems for on-and off-grid energy management. Lithium-ion batteries, flow battery systems, and combinations thereof have been installed in the past years, and both have their inherent advantages and limitations. However, concerns have arisen among stakeholders about the safety and sustainability of battery technologies, especially regarding the import dependence of critical raw materials as well as their possible ecological and socio-economic impacts. Although there has been some progress in developing safe and sustainable ESS, the environmental performance and social impacts along the whole value chain of different ESS technologies are still underexplored topics. Therefore, the research project SuESS aims at developing and implementing the so-called safe- and sustainable-by-design (SSbD) approach considering the whole life cycle of different ESS using life cycle assessment (LCA) and social LCA. Hereby, the focus is on flow batteries (e.g., vanadium- or vanilla-based), and lithium-ion battery systems, including possible substitutes (e.g., sodium-ion batteries) with a storage capacity of >80 kWh. An LCA and social LCA will be performed to identify environmental and social hotspots using life cycle inventories (LCI) of used battery components as well as data that is available in the consortium and LCA databases like Ecoinvent. The results will be compared and the advantages and disadvantages of the ESS illustrated. On the basis of the (social) LCA results, the SSbD concept will be implemented, which also includes a data review regarding occupational health and safety aspects. For those cases where insufficient information on eco- and human toxicity is available in public or commercially available LCI databases, toxicological testing of battery materials and compounds using model organisms (e.g., *Daphnia*) will be conducted and this data will be processed and added to the LCI. In addition, stakeholders will be involved through expert interviews and workshops, as the implementation of new guidelines and technologies is often hampered by stakeholder concerns at the governance, scientific, and social level. Regarding ESS applications, life cycle management of several battery systems is very important. Therefore, real-life data from an operating battery storage system and data on end-of-life management will be collected and analyzed using probability simulations. This enables the evaluation of cycle stability, capacity fading, self-discharge, state-of-health as well as maintenance costs of the ESS. It is noted that a wealth of data is already available within the consortium and will be complemented by battery testing results. Finally, based on the project results, guidelines for risk, sustainability, and circularity assessment will be derived. This is intended to provide a basis for decision-making with regard to Green Deal investments of ESS.

Projektkoordinator

- Universität Graz Institut für Umweltsystemwissenschaften

Projektpartner

- BioNanoNet Forschungsgesellschaft mbH
- ECOLYTE GmbH

- Universität für Bodenkultur Wien Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft (ABF-BOKU)