SAMIB

Sichere Energiespeicherung mit wässrigen Magnesium-Ionen Batterien

Programm / Ausschreibung	EW 24/26, Energieforschung 2025, Energieforschung 2025 FTI -Fokusinitiativen	**Status**	laufend
Projektstart	01.05.2026	**Projektende**	30.04.2027
Zeitraum	2026 - 2027	**Projektlaufzeit**	12 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 249.012		
Keywords	Magnesium-Ionen-Batterien; Legierungen; Elektrolyte; Nachhaltigkeit		

Projektbeschreibung

Die Bereitstellung verlässlicher und sicherer Speichertechnologien für Energie aus erneuerbaren Quellen wird als ein wesentliches Element der Energiewende angesehen. Eine vielversprechende Form sind elektrochemische Energiespeicher, und unter diesen wiederaufladbare Batterien, sog. Akkumulatoren, mit hohen Speicherkapazitäten. Insbesondere werden in diesem Zusammenhang Batterien mit wässrigem Elektrolyten diskutiert, weil sie auf Grund der Nichtbrennbarkeit und der Verfügbarkeit von Wasser als sicher und kostengünstig gelten. Obwohl vorteilhafte Elektrolyteigenschaften des Wassers zwar zu schnellen Redoxreaktionen und schnellem Ionentransport führen, überwiegen bei vielen wässrigen Batteriesystemen, v.a. im Anwendungsbereich hoher Energiedichten, die Nachteile, die sich aus dem mehr als die Hälfte kleineren Stabilitätsfenster im Vergleich zum organischen Elektrolyten ergeben.
In den letzten Jahren gab es Entwicklungen, die eine deutliche Verbesserung der Energiedichte und damit der Attraktivität von wässrigen Metallionenbatterien erwarten lassen: Einerseits wurde das Stabilitätsfenster von Wasser deutlich erweitert, indem Salz in Wasser Elektrolyte oder Eutektische Elektrolyte eingesetzt wurden. Zudem wurde vermehrt an der Insertion von multivalenten Ionen (Zn2+, Mg2+ und Al3+) gearbeitet, die neben der höheren Ladungszahl auch den Vorteil einer höheren Verfügbarkeit im Vergleich zu Li+ für sich verbuchen können. Dabei verdient Mg besondere Beachtung, da es sich durch hohes Vorkommen in Europa und Österreich auszeichnet.
Ziel dieser Sondierung ist es, eine sichere wiederaufladbare Magnesiumionenbatterieprototypenzelle mit wässrigem Elektrolyten im Labormaßstab zu konzipieren, die in einem Nachfolgeprojekt zu einem Demonstrator weiterentwickelt werden kann und so als Energiespeicher erneuerbarer Energien zum Klimaschutz beitragen kann. Unter Berücksichtigung neuester wissenschaftlicher Entwicklungen insbesondre im Bereich wässriger Magnesiumanoden soll diese Prototypzelle eine Energiedichte von mindestens 250 Wh kg-1 bezogen auf die Aktivmaterialienmassen erreichen mit einer Kathode bzw. Anode, die mindestens 280 Ah kg-1 bzw. 350 Ah kg-1 Ladungsdichte erzielen bei einer Zellspannung von 1,8 V. Damit ist diese Zelle kompetitiv und neuartig im Umfeld von wässrigen Postlithium-Ionenbatterien. Diese Zielsetzung soll unter Vermeidung von teuren und/oder seltenen Ausgangsstoffen erreicht werden und so die Grundlage für die Entwicklung einer kostengünstigen und nachhaltigen Energiespeicherlösung liefern.
Die Kathode beruht auf einem bereits gut entwickelten Vanadiumoxid-System mit hohen Kapazitäten in wässrigen

Elektrolyten (> 400 Ah kg-1), das noch nie in einer wässrigen Magnesiumionenvollzelle eingesetzt wurde. Die Anode besteht aus einer Magnesiumlegierung, die die Erkenntnisse, die in den letzten beiden Jahren durch die Realisierung reversibler Magnesiumanoden in wässrigen Elektrolytsystemen gewonnen wurden, mit Fortschritten im Anodenbereich organischer Magnesiumionenbatterien vereint. Der Einsatz von Magnesiumlegierungen in wässrigen Batteriezellen ist neuartig. Daher soll diese Sondierung die Erkenntnis liefern, ob die Funktionalität der Magnesiumlegierungen bezüglich reversibler Mg2+ Abscheidung von organischen Elektrolyten auf wässrige Elektrolyte übertragen werden kann, um so eine Verbesserung gegenüber reinen Mg Anoden zu erreichen.

Abstract

Providing reliable and safe storage technologies for renewable energy is considered a key element of the energy transition. Electrochemical energy storage systems are a promising option, especially rechargeable batteries, known as accumulators, with high storage capacities. Batteries with aqueous electrolytes are discussed in particular in this context, because they are considered safe and inexpensive due to their non-flammability and the availability of water. Although the advantageous electrolyte properties of water lead to rapid redox reactions and fast ion transport, the disadvantages resulting from the more than halved stability window size compared to organic electrolytes prevail in many aqueous battery systems, especially in the application areas of high energy density batteries.
In recent years, there have been developments promising a significant improvement in energy density and thus the attractiveness of aqueous metal ion batteries. The stability window of water has been significantly expanded by using salt in water or eutectic electrolytes and there has been an increase in capacity due to the insertion of multivalent ions (Zn2+, Mg2+ and Al3+), which, in addition to their higher charge number, also have the advantage of higher availability compared to Li+. In this context, Mg deserves special attention because of its abundance in Europe and in Austria.

The aim of this exploratory study is to design a safe, rechargeable magnesium ion battery prototype cell with aqueous electrolytes on a laboratory scale, which can be further developed into a demonstrator in a follow-up project and thus contribute to climate protection as an energy storage device for renewable energies. Taking into account the latest scientific developments, particularly in the field of aqueous magnesium anodes, this prototype cell should achieve an energy density of at least 250 Wh kg-1 based on the active material masses, with a cathode and anode achieving a charge density of at least 280 Ah kg-1 and 350 Ah kg-1, respectively, at a cell voltage of 1.8 V. This makes the cell competitive and innovative in the field of aqueous post-lithium-ion batteries. This objective is to be achieved while avoiding expensive and/or rare raw materials, thus providing the basis for the development of a cost-effective and sustainable energy storage solution.

The cathode is based on a well-developed vanadium oxide system with high capacities in aqueous electrolytes (> 400 Ah kg-1), which has never been used in an aqueous magnesium ion full cell before. The anode consists of a magnesium alloy that combines the findings gained over the last two years through the implementation of reversible magnesium anodes in aqueous electrolyte systems with advances in the anode area of organic magnesium ion batteries. The use of magnesium alloys in aqueous battery cells is novel. Therefore, this exploration aims to determine whether the functionality of magnesium alloys with regard to reversible Mg2+ plating and stripping can be transferred from organic electrolytes to aqueous electrolytes in order to achieve improvements with respect to pure Mg anodes.

Projektkoordinator

- Universität Salzburg Fachbereich Chemie und Physik der Materialien

Projektpartner

- LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH