

# AUSLEGUNG VON HYBRIDEN ENERGIESPEICHERN

Alexander EMDE<sup>1\*</sup>, Benedikt KRATZER<sup>1</sup>, Alexander SAUER<sup>2</sup>

## Kurzfassung

In diesem Beitrag wird eine Methode zur Auslegung von hybriden Energiespeichern vorgestellt. Im ersten Schritt wird ein Konzept für hybride Energiespeicher, bestehend aus Energiespeichern mit unterschiedlichen Nutzenergieformen, beschrieben. Im Anschluss wird die Auslegung von hybriden Energiespeichern beschrieben. Dazu wird ein mathematisches Modell mithilfe einer linearen Optimierung erstellt. Zur Validierung der Methode und des Konzepts wird eine Fallstudie zwischen einer Einzelenergiespeicherlösung auf elektrochemischer Basis mit einer hybriden Energiespeicherspeicherlösung vorgestellt und verglichen.

**Keywords:** Hybride Energiespeicher, sektorgekoppelte Energiespeicher, Multi-Storage-System, Sektorkopplung, elektrische Energiespeicher, elektrochemische Energiespeicher, mechanische Energiespeicher, thermische Energiespeicher, chemische Energiespeicher, Auslegung von hybriden Energiespeichern

## Motivation

Industrieunternehmen zeigen zunehmend Interesse sich mit den Technologien der Energiespeicherung auseinander zu setzen, um sich so vom öffentlichen Energienetz unabhängiger zu machen und schwankende Energiepreise ausgleichen zu können. Die Probleme bei der Auslegung, der Nutzung und der Betriebsführung von Energiespeichern, liegen allerdings hauptsächlich an den hohen Investitionskosten im Vergleich zum erwirtschafteten Erlös. [1]

Eine potenzielle Lösung bieten hybride Energiespeicher [1, 2]. Hybride Energiespeicher bieten eine Reduktion der Investitionskosten, erhöhen die Systemeffizienz und bieten eine höhere Lebenserwartung im Vergleich zu „Single“-Speicherlösungen [2, 3].

Neben der etablierten Kombination von elektrischen und elektrochemischen Energiespeichern steigt auch das Interesse andere Energiespeicher, wie thermische und elektrochemische, zu einem hybriden Energiespeicher zu kombinieren. [1]

Im Sinne des vorliegenden Beitrags wird unter hybriden Energiespeichern ein Energiespeichersystem verstanden, bei dem mindestens zwei Energiespeicher zum Einsatz kommen, welche gegenseitige Schwächen ausgleichen. Beispielsweise wird ein Energiespeicher mit hoher Energiedichte, einer geringen Leistungsdichte und geringen spezifischen Investitionskosten mit einem Energiespeicher mit einer hohen Leistungsdichte, einer geringen Energiedichte und hohen spezifischen Investitionskosten kombiniert. [1, 2, 4]

## Konzeptvorstellung

Abbildung 1 zeigt eine konzeptionelle Einbindung von verschiedenen Energiespeicher im industriellen Kontext. Dieses Konzept beschreibt verschiedene Energiespeichertechnologien mit unterschiedlichen Nutzenergieformen. Für die Nutzung von hybriden Energiespeichern wird ein gemeinsames Anwendungsziel, wie beispielsweise Peak-Shaving benötigt. Zur Erfüllung dieses Ziels können thermische, chemische, elektrochemische und mechanische Energiespeicher eingesetzt werden. Um die elektrische Leistung zu senken können entweder die Energiewandlungstechnologien abgeschaltet werden, wobei der Produktionsprozess mithilfe des Energiespeichers weiter betrieben wird, oder die Energie rückgewandelt werden. Eine Kombination von mehreren Energiespeichertechnologien mit unterschiedlichen Nutzenergieformen kann somit als hybrider Energiespeicher oder hybrides Energiespeichersystem beschrieben werden.

---

<sup>1</sup> Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Deutschland, +49 711 970 1916., alexander.emde@ipa.fraunhofer.de, <https://www.ipa.fraunhofer.de>

<sup>2</sup> Universität Stuttgart, Institut für Energieeffizienz in der Produktion, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Deutschland

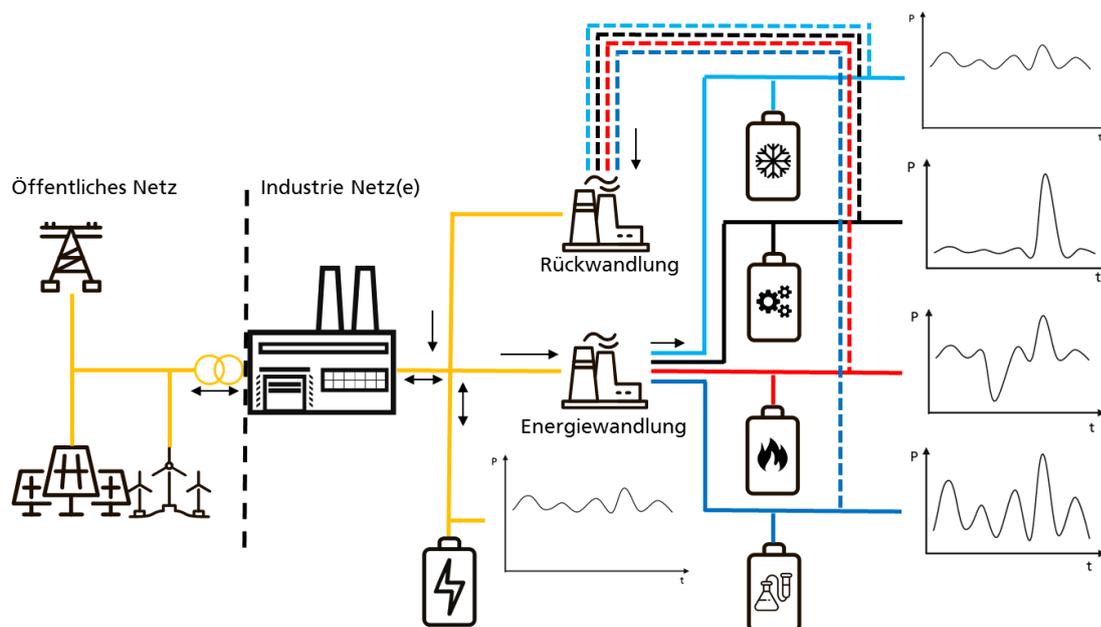


Abbildung 1: Konzept "Hybrides Energiespeichersystem im Industrienetz"

## Ausblick auf die Ergebnisse

Mithilfe eines mathematischen Modells und einer linearen Optimierungsmethode können hybride Energiespeicher ausgelegt werden. Die Optimierung soll die Gesamtkosten (Investitions-, Betriebs- und Energiekosten) eines hybriden Energiespeichers mit dazugehörigen Energiewandlungstechnologien für das Anwendungsziel Peak-Shaving minimieren. Als Fallstudie wird ein Kostenvergleich zwischen einem hybriden Energiespeicher und einem elektrochemischen Energiespeicher durchgeführt. Dabei werden die Gesamtkosten und die optimale Betriebsführung betrachtet. Die in der Literatur beschriebenen positiven Aspekte eines hybriden Energiespeichers, wie eine erweiterte Lebenserwartung oder eine höhere Systemeffizienz, werden dabei vernachlässigt, da es sich um eine rein ökonomische Optimierung handelt.

Hinweis: Nachwuchsautoren bitte mit (\*) kennzeichnen

## Referenzen

- [1] Zimmermann, Fabian; Emde, Alexander; Laribi, Raoul; Wang, Diana; Sauer, Alexander (2019): Energiespeicher in Produktionssystemen, zuletzt geprüft am 16.10.2019.
- [2] Bocklisch, Thilo (2015): Hybrid Energy Storage Systems for Renewable Energy Applications. In: Energy Procedia 73, S. 103–111. DOI: 10.1016/j.egypro.2015.07.582.
- [3] Chong, Lee Wai; Wong, Yee Wan; Rajkumar, Rajprasad Kumar; Rajkumar, Rajpartiban Kumar; Isa, Dino (2016): Hybrid energy storage systems and control strategies for stand-alone renewable energy power systems. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 66, S. 174–189. DOI: 10.1016/j.rser.2016.07.059.
- [4] Sterner, Michael; Stadler, Ingo (2019): Handbook of Energy Storage. Demand, Technologies, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, zuletzt geprüft am 14.10.2019.