

Josef Meiers, Georg Frey

Universität des Saarlandes, Lehrstuhl für Automatisierungs- und Energiesysteme, D-66123 Saarbrücken

E-Mail: josef.meiers@aut.uni-saarland.de

Mit dem Klimaschutzgesetz hat die Bundesregierung erstmals gesetzlich verbindliche Klimaziele und jährlich sinkende Emissionsmengen für alle Wirtschaftssektoren vorgeschrieben. Das Gesetz zielt auf die Treibhausgasneutralität Deutschlands bis 2045 hin. Je mehr erneuerbare Energien genutzt werden, desto flexibler muss das Gesamtsystem werden. Batterie-speicher stellen dabei einen wichtigen Baustein der Energiewende dar und erhöhen die Flexibilität im Stromnetz. Sie sind in der Lage das Angebot und die Nachfrage von elektrischer Energie auszugleichen und zahlreiche Systemdienstleistungen (z.B. Regelleistung) bereitzustellen, die die Systemstabilität unterstützen. Sie erhöhen die lokale bzw. inländische Wertschöpfung da nicht verbrauchte elektri-

sche Energie nicht exportiert werden muss und sie fördern die Integration von Strom aus Erneuerbaren Energiequellen in den Markt.

Der Fokus des Forschungsvorhabens liegt in der systematischen Untersuchung stationärer Stromspeicher als Baustein der Energiewende hinsichtlich ihres Flexibilitäts-Potentials für die beiden Akteure Anlagenbetreiber und Netzbetreiber, in einem Multi-Use-Betrieb, d. h. durch die Kombination mehrerer Anwendungen. In Simulationsstudien sollen Kombinationen unterschiedlicher Szenarien und Betriebsstrategien entwickelt und analysiert werden. Ausgewählte Kombinationen sollen praktisch an einem realen Batteriespeichersystem umgesetzt und validiert werden.

[Motivation]

- ▶ Mit steigendem Anteil erneuerbarer Energien steigt die Bedeutung der Bereitstellung von Flexibilitäten im Energienetz
- ▶ Batteriespeichersysteme erhöhen die Flexibilität im Energiesystem und werden daher zwingend benötigt.
- ▶ Installation von Batteriespeichersystemen ist zuerst von betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten abhängig
- ▶ Erlösmöglichkeiten sind stark abhängig von lokalen Gegebenheiten (Verbrauchsprofil und Dargebot erneuerbarer Energiequellen)
- ▶ Batterietechnologie wird von EU als Important Project of Common European Interest (IPCEI) eingestuft. Mit steigender Effizienz und breitem Angebot steigt die Nachfrage und die Stromspeicherpreise sinken

[Projektziel]

- ▶ Simulationsstudien zu Flexibilitäts-Potential von Batteriespeichersystemen
- ▶ Entwicklung eines Modell-prädiktiven Batteriespeicherenergie-Management-systems, unterstützt von einer Active Control Database
- ▶ Steuerungsentwurf mittels Rapid Control Prototyping und Erprobung an einer realen Anlage

[Rapid Control Prototyping]

- ▶ V-Modell stellt sequentiellen Entwicklungsansatz für den Steuerungsentwurf dar.
- ▶ Rapid Control Prototyping (RCP) ermöglicht horizontale Vorgehensweise mit Testen der Entwurfsspezifikation in der Implementierungsphase bereits vor Ende des Entwicklungsprozesses
- ▶ Durch geeignete Anpassung der Schnittstellen zwischen Steuerungsalgorithmus und Simulationsmodell sowie der Entwicklungshardware im realen System, wird RCP ermöglicht (Abb. 1).

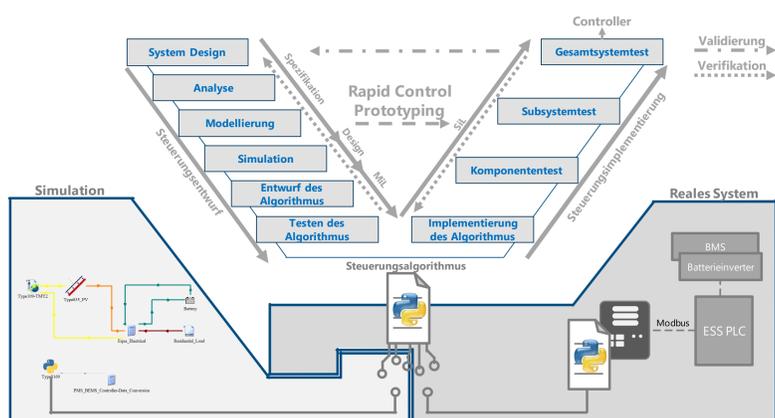


Abb. 1: Rapid Control Prototyping Prozess für die Steuerungsentwicklung

[Simulationsstudien]

- ▶ Erstellung eines Simulationsmodells des Batteriespeichersystems und Validierung an einem realen System (Abb. 2)

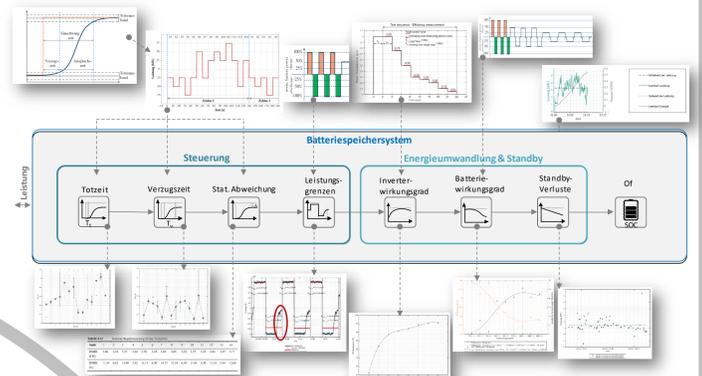


Abb. 2: Modellansatz für das Batteriespeichersystem

- ▶ Kombination mehrerer Betriebsziele (Multi-Use) für unterschiedliche Quartiere (Abb. 3)

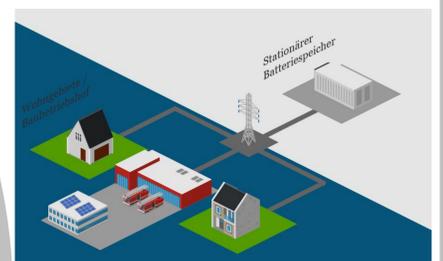
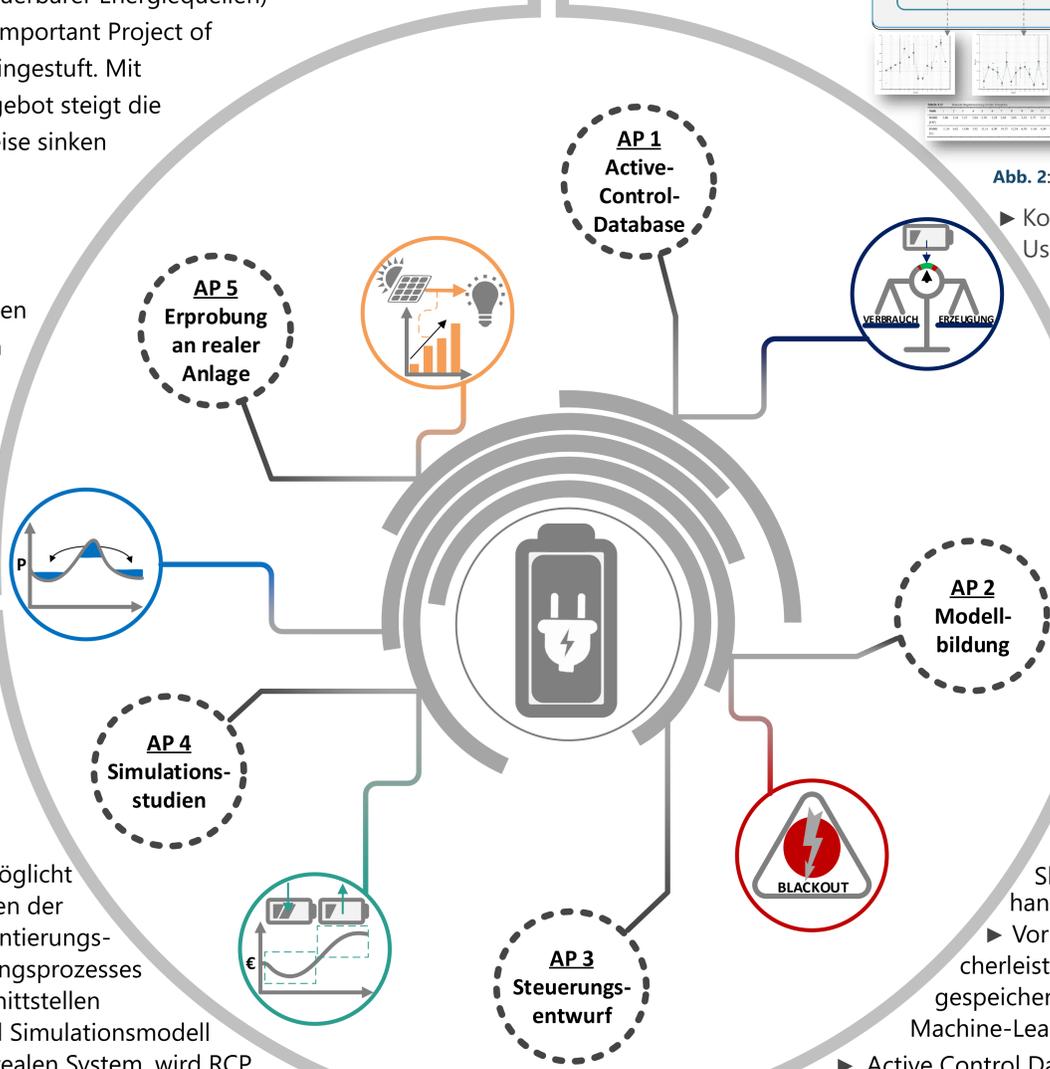


Abb. 3: Exemplarischer Use-Case für die Simulationsstudien



[MP-BEMS]

- ▶ Modellbasiertes prädiktives Batteriespeicherenergiemanagement-system (MP-BEMS) wird als Mehrziel-Optimierungsproblem formuliert (z. B. Erhöhung des Eigennutzungsgrades, Peak-Shaving, Notstromfunktionalität, Arbitragehandel, Vorhalten von Regelleistung)
- ▶ Vorhersagen werden benötigt (z. B. Verbraucherleistung) und anhand von in einer Datenbank gespeicherter, historischer Messdaten mit Hilfe von Machine-Learning-Methoden erzeugt

- ▶ Active Control Database (ACD) stellt ereignisbasierte Datenbankarchitektur dar und bietet Automations-Funktionalität, welche nach dem Event-Condition-Action-Modell ausgeführt werden

ACD greift auf externe Webservices (z. B. Wettervorhersage, dynamische Preissignale) zu und bereitet sie für die Steuerung auf

ACD erstellt automatisch Kennzahlen für die Evaluation des Betriebsverhaltens (Abb. 4)

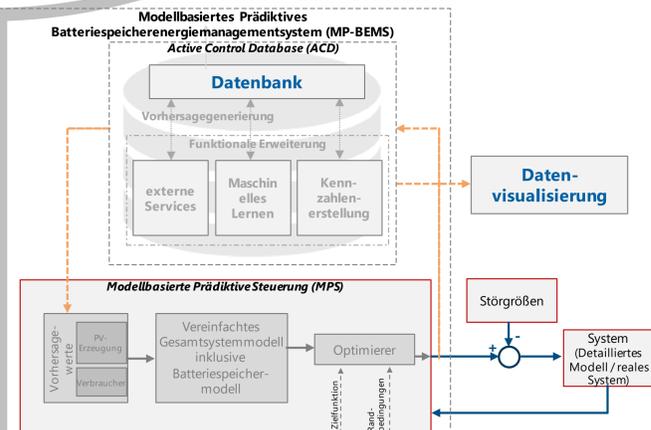


Abb. 4: Modellbasiertes prädiktives Batteriespeicherenergiemanagement-system