

# ENERGIESPEICHER VERSUS ÜBERTRAGUNGSNETZ- ERWEITERUNG: EINBRINGUNG VON FLEXIBILITÄT IN ZUKÜNFTIGE ELEKTRIZITÄTSSYSTEME MIT HOHEM ANTEIL VARIABLER ERNEUERBARER ENERGIE

Karl Anton ZACH<sup>1</sup>, Hans AUER<sup>1</sup>

## Motivation

Der signifikant steigende Einsatz erneuerbarer Energien zu Stromerzeugung (RES-E) wie Wind (onshore, offshore) und Photovoltaik (PV) verändert die Art und Weise wie Elektrizitätssysteme in der Zukunft betrieben und verwaltet werden müssen. Aufgrund des hohen Anteils variabler RES-E (hauptsächlich Wind) werden zukünftige Elektrizitätssysteme auf mehreren Zeitskalen und in beiden Dimensionen, sowohl in der "Amplitude" als auch der "Frequenz", zusätzlich beansprucht. Daher müssen geeignete Technologien implementiert werden, die die nötige Flexibilität in das zukünftige Elektrizitätssystem bringen. Die beiden aussichtsreichsten Kandidaten in diesem Kontext sind:

- Technologien zur Speicherung großer Energiemengen wie Pumpspeicher (PHES) und / oder Druckluftspeicher (CAES) und
- Erweiterung der Übertragungsnetzkapazitäten um Zugriff zu flexibler Stromerzeugung / Märkten zu bekommen

Die Fähigkeit von großtechnischen Elektrizitätsspeichern (GES) schnell große Mengen an gespeicherter Elektrizität freizusetzen oder die Last zu gewissen Zeitpunkten zu reduzieren (z.B. Bereitstellung von Regelenergie, Lastglättung, etc.) kann viele Probleme abschwächen / lösen die in einem Elektrizitätssystem mit hohem Anteil variabler RES-E auftreten können. Einerseits rufen zusätzliche variable RES-E häufigere Preisfluktuationen in Energiesystem hervor, andererseits verringern sie aber den Preisunterschied zwischen Spitzen- und Grundlast-Perioden. Dieser Preisunterschied ist aber ein essentieller Parameter für die Bestimmung der Ökonomie von Energiespeichern.

Die Bereitstellung von Flexibilität für ein Elektrizitätssystem muss aber nicht notwendigerweise innerhalb eines einzelnen Staates / Marktes erfolgen. Die Erweiterung des Übertragungsnetzes kann Synergien in benachbarte Energiesysteme bringen; neben anderen (z.B. Marktkopplung, Versorgungssicherheit, etc.) kann eine Übertragungsnetzerweiterung signifikant dazu beitragen großtechnische Erzeugungszentren variabler RES-E mit Zentren flexibler Stromerzeugung in einem europäischen Kontext zu verbinden.

Dieses Paper analysiert die Bereitstellung von Flexibilität für zukünftige Elektrizitätssysteme durch GES als auch durch Investitionen ins Übertragungsnetz basierend auf ausgewählten europäischen Fallstudien.

## Methode

Zukünftige Potentiale von GES in ausgewählten europäischen Ländern (Dänemark, Deutschland, Griechenland, Irland, Österreich und Spanien) werden in einem breiteren Kontext erhoben, d.h. nicht nur "konventionelle" PHES sondern auch CAES und innovative PHES-Konzepte (z.B. Untergrund-, Meeres-PHES, etc.) werden berücksichtigt.

Im nächsten Schritt werden die identifizierten GES-Potentiale mit der örtlichen Verteilung zukünftiger Winderzeugung auf Landes- / Regionen-Basis in Europa abgeglichen um mögliche direkte Vorteile

---

<sup>1</sup> Energy Economics Group (EEG), Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe, Technische Universität Wien, Gusshausstrasse 25-29/370-3, 1040 Wien, Tel: +43-1-58801-370366, Fax: +43-1-58801-370397, Email: [zach@eeg.tuwien.ac.at](mailto:zach@eeg.tuwien.ac.at), Web: [www.eeg.tuwien.ac.at](http://www.eeg.tuwien.ac.at)

von GES-Implementierungen zum Ausgleich des lokalen Elektrizitätssystems abzuschätzen. Für die unterschiedlichen gewählten Fallstudien wird die Ökonomie von GES unter verschiedenen Bedingungen / Beschränkungen diskutiert.

Danach wird der Beitrag von möglichen zukünftigen Übertragungsnetzerweiterungen für das Zusammenführen von Zentren variabler Winderzeugung und GES und / oder flexibler konventioneller Stromerzeugung (z.B. Gas- oder GuD-Kraftwerke) in verschiedenen europäischen Regionen analysiert. Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass Investitionen ins Übertragungsnetz auch zusätzliche Vorteile (z.B. Marktkopplung, Versorgungssicherheit) mit sich bringen, die ebenfalls berücksichtigt werden.

In diesem Kontext wird ein Beispiel für eine Übertragungsnetzerweiterung dargestellt: "Central Western Europe" und "Nord Pool", wo eine Kosten/Nutzen-Analyse von Investitionen ins Übertragungsnetz durchgeführt wird. Diese basiert auf dem Ansatz der Wohlfahrtsmaximierung in Abhängigkeit des Großhandelsstrompreises. Die Methode ist in MATLAB implementiert.

## Resultate

Beide Technologieoptionen, GES als auch Übertragungsnetzerweiterung, sind nötig um das zukünftige europäische Elektrizitätssystem mit hohem Anteil von variablen RES-E perfekt betreiben zu können. Die zu bevorzugende Maßnahme (Übertragungsnetzerweiterung im Vergleich zu GES) ist abhängig von der Region in Europa und wird hauptsächlich durch eine Kosten/Nutzen-Analyse zu ermitteln sein. Die Fallstudien in diesem Paper sollen in diesem Kontext eine Anleitung bieten.

Beide Technologien leiden allerdings an dem selbem Problem einer geringen sozialen Akzeptanz, welche ohnehin bewältigt werden muss.

## Referenzen

Auer: "Grid Regulation in Competitive Markets", Habilitation Thesis, Technische Universität Wien, 2011

Braunsteiner et al: "Die Ökonomie von grenzüberschreitenden Übertragungsleitungen", Diplomarbeit, Technische Universität Wien, 2011

FP7 Projekt "REALISEGRID: REseArch, methodoLogles and technologieS for the effective development of pan-European key GRID infrastructures to support the achievement of a reliable, competitive and sustainable electricity supply", <http://realisegrid.rse-web.it>

IEE Projekt "OffshoreGrid: Offshore Electricity Infrastructure in Europe", [www.offshoregrid.eu](http://www.offshoregrid.eu)

IEE Projekt "stoRE: Facilitating Energy Storage to allow high Penetration of intermittent Renewable Energies", [www.store-project.eu](http://www.store-project.eu)