

# Analyse des Energiespeicherbedarfs Tirols in Abhängigkeit von Übertragungsnetzkapazitäten im Jahr 2050

Energiesystem- und Klimamodellierung

Florian HASENGST<sup>1</sup> (1), Franziska SCHÖNIGER (1), Gustav RESCH(1)

(1)TU Wien, Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe, Energy Economics Group, [hasengst@eeg.tuwien.ac.at](mailto:hasengst@eeg.tuwien.ac.at)

## Motivation

Im Einklang mit Bundesvorgaben bekennt sich das Bundesland Tirol zum politischen Ziel, alle Sektoren des Energiesystems bis 2040 zu dekarbonisieren. Die hier vorgestellte Analyse möchte einen weiteren Blick ins Jahr 2050 wagen und wirft die Frage nach den notwendigen Speicherkapazitäten aus energiesystemischer Sicht auf.

In der Stromproduktion nimmt in Tirol die Wasserkraft eine zentrale Rolle ein, komplementiert durch Photovoltaik und Biomasse. Aufgrund der alpinen Lage und politischen Rahmenbedingungen ist der Windkraftausbau vergleichsweise begrenzt. Analog zur Photovoltaik ist die Verfügbarkeit der Erzeugung aus Wasserkraftwerken aufgrund der klimatischen Bedingungen saisonal sehr unterschiedlich. Daher stellt der saisonale Ausgleich zwischen Energieangebot und -nachfrage eine zentrale Herausforderung dar.

## Methodik

Die Modellierung erfolgt mit dem Open-Source Energiesystemmodell BALMOREL [1], in dem das Strom- und Wärmenetz abgebildet ist. Um die Sektorkopplung zu Wasserstoff und Mobilität abzubilden, wird das Modell um sogenannte Add-Ons erweitert. Investitionen in neue Erzeugungskapazitäten werden endogen modelliert. In dem untersuchten zukünftigen Energiesystem gibt es einige mögliche nachfrageseitige Flexibilitäten. Die Bereitstellung an Flexibilität erfolgt in Form des preisgesteuerten Ladens von Elektrofahrzeugen, der Lastverschiebung von Wärmepumpen in Haushalten sowie der Produktion, Speicherung und Stromerzeugung aus Wasserstoff oder grünem Gas (Methan). Um diese Funktionalitäten zum Kernmodell von Balmorel hinzuzufügen, werden spezialisierte Add-Ons verwendet. Tirols Energiesystem ist stark von der Stromerzeugung aus Wasser geprägt und dies fand auch Eingang in die modellhafte Abbildung, wo versucht wurde, die entsprechenden Kraftwerkseinsatzcharakteristika abzubilden.

Drei Szenarien veranschaulichen unterschiedliche Ansätze für die Nutzung von Energiespeichern in der Zukunft:

- Im ersten Szenario ist Tirol von seinen Nachbarn isoliert. Dieses Szenario ist weder heute Realität, noch in Zukunft wünschenswert. Dennoch fordern politische Akteure ab und an den Wunsch nach Selbstversorgung.
- In den beiden anderen Szenarien ist Tirol mit seinen Nachbarländern stromseitig entsprechend der Übertragungsleitungen vernetzt, wobei der künftige Leitungsausbau unterschiedlich angenommen wird. Diese Szenarien sollen die wahrscheinliche Entwicklung des stärker vernetzten europäischen Strommarktes widerspiegeln, entsprechend zugrundeliegender ENTSO-E Szenarien. Die innerösterreichischen Verbindungen basieren auf den geplanten Entwicklungen des österreichischen Übertragungsnetzbetreibers APG.

## Ergebnisse und Schlussfolgerung

Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass die vorhandenen Speichervolumina im Autarkie-Szenario nicht ausreichen. Daher müssen Investitionen in zusätzliche Speichermöglichkeiten in Form von Wasserstoffdrucktanks und unterirdischen Methanspeichern getätigt werden. Während Druckspeicher als Tagesspeicher fungieren, dient der Untergrundspeicher dem saisonalen Ausgleich. Beide erfordern aufgrund zusätzlicher Verluste den Bau neuer Kraftwerke.

Aktuell und in Zukunft wird der Einsatz der (Pump)Speicherwasserkraft nicht alleinig durch das Tiroler Energiesystem bestimmt, sondern durch entsprechende Preissignale im europäischen Verbundnetz. Daher sind auch die beiden anderen Szenarien, in denen der hohe Grad der innereuropäischen

---

<sup>1</sup> Gusshausstrasse 25-29/370-3, 1040 Vienna, +43 1 58801 370346, [hasengst@eeg.tuwien.ac.at](mailto:hasengst@eeg.tuwien.ac.at), <https://eeg.tuwien.ac.at/staff/people/florian-hasengst>

Vernetzung abgebildet ist, von hohem Interesse und Wert. Diese Szenarien zeigen, dass sich der Stromtransport in benachbarte Regionen auf neu zu installierende Kraftwerke auswirkt. Neue Wind- und PV-Anlagen werden bei ausreichender Übertragungskapazität bevorzugt in Regionen errichtet, in denen kostengünstige Potenziale zur Verfügung stehen.

In allen Szenarien muss die Infrastruktur für die Wasserstoffproduktion neu aufgebaut werden entsprechend dem Lastverschiebungsbedarf. Die Investition in Brennstoffzellen ermöglicht auch die Umwandlung von Wasserstoff in Strom, was dem System eine weitere Möglichkeit bietet, Energie über längere Zeiträume zu speichern.

Der gewählte Modellierungsansatz ist hinsichtlich einiger Annahmen kritisch zu sehen. Das Beschränken der Analyse auf Tirols Nachbarländer verringert die Flexibilität des in-neuropäischen Gesamtstromsystems, was zu einer Überschätzung der Bedeutung der Tiroler Maßnahmen führt. Andererseits lassen sich dadurch die Auswirkungen der Veränderungen in Tirol deutlicher darstellen. Der Ansatz zeigt eine hohe Sensitivität gegenüber den Annahmen hinsichtlich des künftigen Ausbaus des Übertragungsnetzes. Daher muss genau beobachtet werden, wie sich der weitere Ausbau des Übertragungsnetzes in Europa darstellt.

### **Danksagung**

Die obig beschriebenen Ergebnisse basieren auf Untersuchungen, welche im Rahmen des Forschungsvorhaben "Energiespeicher Tirol" durchgeführt wurden und an dem die TU Wien als Projektpartner beteiligt war und welches vom Land Tirol finanziert wurde. Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung diesbezüglich.

### **Literatur**

[1] H. Ravn, M. Hindsberger, M. Petersen, R. Schmidt, R. Bøg, P.E. Gronheit, H.V. Larsen, J. Munksgaard, J. Ramskov, M.-R. Esop, G. Klavs, A. Galinis, R. Paprocki, M. Wawrzyszczuk, A. Gloukhov; Balmorel: a Model for Analyses of the Electricity and CHP Markets in the Baltic Sea Region (2001)