

# DER EINFLUSS DES KLIMAWANDELS AUF DEN FLEXIBILITÄTSBEDARF IM STROMSYSTEM DER ZUKUNFT – EIN VERGLEICH DER AUSWIRKUNGEN IN ÖSTERREICH UND EUROPA

Gustav RESCH<sup>1</sup>, Florian HASENGST<sup>2</sup>, Demet SUNA<sup>3</sup>, Nicolas PARDO-GARCIA<sup>4</sup>, Peter WIDHALM<sup>5</sup>, Gerhard Totschnig<sup>6</sup>, Franziska SCHÖNIGER<sup>7</sup>

## Motivation

Der Übergang des österreichischen Elektrizitätssystems in eine sichere und nachhaltige Zukunft in Zeiten des Klimawandels bringt ein breites Spektrum an Herausforderungen und Chancen in die politische Debatte ein, wobei rechtzeitige Entscheidungen über den weiteren Weg von zentraler Bedeutung sind. Einerseits wird erwartet, dass sich die Energie- und insbesondere die Stromnachfrage durch neue Nachfragemuster, die durch den Klimawandel und eine verstärkte Sektorkopplung beeinflusst werden, erheblich verändern werden. Andererseits ist ein erheblicher Transformationsprozess auf der Angebotsseite erforderlich, um die Dekarbonisierungsziele zu erreichen. Sowohl in Österreich als auch in der gesamten Europäischen Union wird die Elektrizitätsversorgung auf erneuerbaren Energien (EE) beruhen, die künftig als Hauptpfeiler für eine kohlenstofffreie Elektrizitätsversorgung dienen.

Dieses Papier gibt einen Überblick über den im Rahmen des SECURES-Projekts<sup>8</sup> [1] verfolgten Ansatz und einige wichtige Ergebnisse. Thematisch beschreibt der Beitrag die durchgeführte Modellierung des Elektrizitätssektors mit dem analytischen Fokus auf Versorgungssicherheit, die aus der Perspektive der System-Adäquanz betrachtet wird. Der Flexibilitätsbedarf wird folglich für das zukünftige Stromsystem in Österreich sowie für ganz Europa bewertet, wobei die Auswirkungen des Klimawandels unter Berücksichtigung von Extremereignissen deutlich gemacht werden.

## Methodik

Die Planung und der Betrieb von Elektrizitätssystemen werden zunehmend durch den Klimawandel beeinflusst, und die Beachtung des Einflusses meteorologischer Bedingungen hat aufgrund des steigenden Anteils wetterabhängiger EE an Bedeutung gewonnen. Das Projekt SECURES (Securing Austria's Electricity Supply in times of Climate Change) analysierte die Herausforderungen und Chancen für das Stromsystem von morgen, um eine zuverlässige, nachhaltige und kosteneffiziente Stromversorgung unter dem Klimawandel zu gewährleisten. Eine Kombination aus detaillierter Klima- und Energiesystemmodellierung und einem intensiven Stakeholder-Dialog bildete die Grundlage dafür.

Auf der Energieseite waren verschiedene Schritte erforderlich, um die Analyse des Dekarbonisierungsbedarfs und der Klimaauswirkungen auf den österreichischen Stromsektor der Zukunft im europäischen Kontext durchzuführen. Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die Modellierung des Stromsektors als solche. Für die Modellierung wurde das Open-Source-Energiesystemmodellierungstool Balmorel [2] verwendet. Bei diesem Modell handelt es sich um ein partielles Gleichgewichtsmodell zur Analyse von Strom und Fernwärme aus einer integrierten Perspektive. In dieser Studie wurde die Grundstruktur des Modells um verschiedene Flexibilitätsoptionen erweitert. Geografisch umfasste die Modellierung Österreich und andere europäische Länder (d.h. die EU plus die Schweiz, Norwegen und das Vereinigte Königreich), um die Interkonnektivität des europäischen Stromsystems genau darzustellen. In zeitlicher Hinsicht wurde der

---

<sup>1</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Giefinggasse 4 1210 Wien, +43 664 88964986, [gustav.resch@ait.ac.at](mailto:gustav.resch@ait.ac.at), <https://publications.ait.ac.at/en/persons/gustav.resch>

<sup>2</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH, [florian.hasengst@ait.ac.at](mailto:florian.hasengst@ait.ac.at)

<sup>3</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH, [demet.suna@ait.ac.at](mailto:demet.suna@ait.ac.at)

<sup>4</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH, [nicolas.pardo-garcia@ait.ac.at](mailto:nicolas.pardo-garcia@ait.ac.at)

<sup>5</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH, [peter.widhalm@ait.ac.at](mailto:peter.widhalm@ait.ac.at)

<sup>6</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH, [gerhard.totschnig@ait.ac.at](mailto:gerhard.totschnig@ait.ac.at)

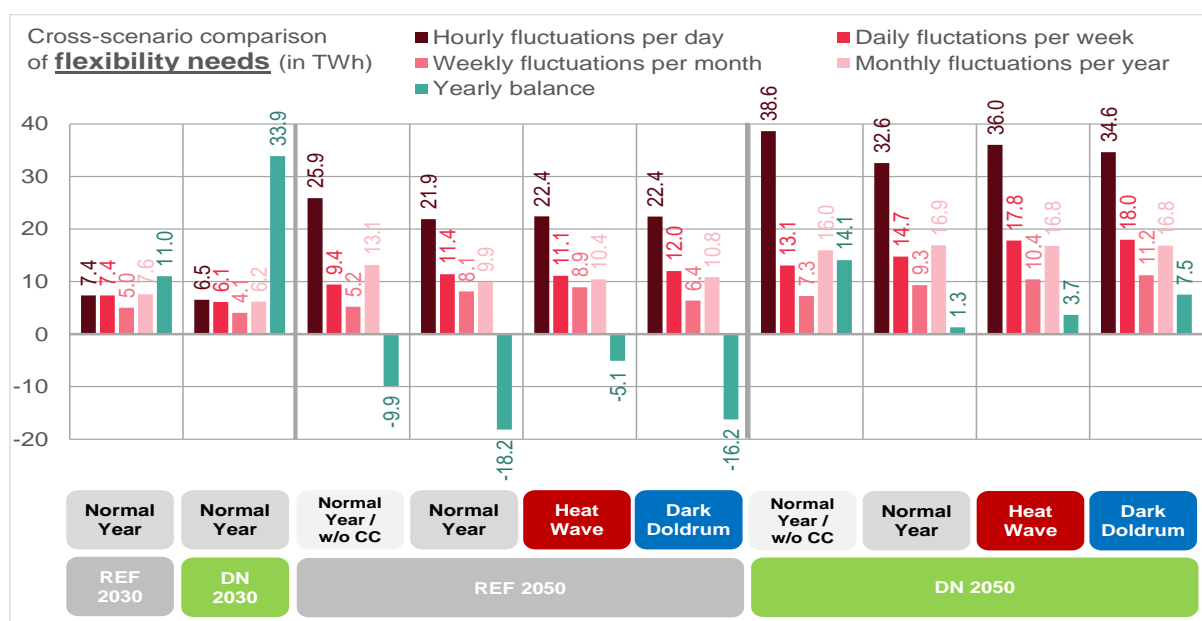
<sup>7</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH, [franziska.schoeniger@tuwien.ac.at](mailto:franziska.schoeniger@tuwien.ac.at)

<sup>8</sup> Das Projekt SECURES wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds (KLIEN) im Rahmen der ACRP Förderschiene gefördert, Projektnummer KR19AC0K17532

Schwerpunkt auf bestimmte Jahre in der nahen (2030) und mittleren Zukunft (2050) gelegt, während die Modellierung für das ganze Jahr mit einer stündlichen Auflösung durchgeführt wurde. Das Szenariodesign konzentrierte sich darauf, zwei unterschiedliche Transformationspfade (d.h. Decarbonisation Needs (DN) vs. Reference (REF)) des Energiesektors für Österreich/Europa bis 2050 mit entsprechenden Klimaszenarien zu kombinieren. Im Fokus der Analyse stand die Versorgungssicherheit, insbesondere System-Adäquanz auf Basis einer Flexibilitätsanalyse der Residuallast (RL). Neben der Ermittlung des Flexibilitätsbedarfs hat die Modellierung auch gezeigt, wie diese Flexibilität auf kosteneffiziente Weise bereitgestellt werden kann. So wurden zusätzliche Investitionen in bestimmte Flexibilitätsoptionen auf der Angebots- und Nachfrageseite sowie für Speicher und in begrenztem Umfang für die grenzüberschreitende Netzinfrastruktur modelltechnisch zugelassen, wobei Unterschiede zwischen den Szenarien und Jahren bestehen.

## Ergebnisse

Im Folgenden geben wir einen kurzen Ausblick auf die Ergebnisse der Flexibilitätsanalyse am Beispiel Österreichs. Im Verlauf der Präsentation und des Papiers wird ein Vergleich hinzugefügt, wie sich die Situation in Österreich im Vergleich zu ganz Europa unterscheidet.



- Der grenzüberschreitende Stromaustausch bleibt eine zentrale Flexibilitätssäule im zukünftigen Strommarkt Österreichs, sowohl um Überschüsse zu nutzen als auch um Defizite auszugleichen. In modellierten Jahren mit extremen Wetterereignissen ist der Beitrag jedoch geringer als bei normalen Wetterlagen.
- Wärmespeicher und H<sub>2</sub>-Speicher sind wesentliche Systemkomponenten eines dekarbonisierten Energiesystems. Insbesondere H<sub>2</sub>-Speicher ermöglichen einen flexiblen und systemschonenden Betrieb von H<sub>2</sub>-Elektrolyseuren, die ihrerseits dazu beitragen, den Flexibilitätsbedarf auf verschiedenen Zeitskalen und bei kritischen Wetterextremen zu decken.

## Danksagung

Das Projekt SECURES wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds (KLIEN) im Rahmen der ACRP Förderschiene gefördert, Projektnummer KR19AC0K17532. Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung.

## Referenzen

- [1] Schöniger, F., Resch, G., Suna, D., Formayer, H., Pardo-Garcia, N., Hasengst, F., Totschnig, G., Maier, P., Leidinger, D., Nadeem, I. & Widhalm, P. (2023): Securing Austria's Electricity Supply in times of Climate Change; Final report of the ACRP12 project SECURES (2020-2023). [www.secures.at](http://www.secures.at).
- [2] Hans Ravn, 'The Balmorel Model Structure', June 2016, <http://balmorel.com/images/downloads/model/BMS303-20160907.pdf>.