

SIMULATION UND ANALYSE DES ÖSTERREICHISCHEN STROMSYSTEMS 2030 UND 2040: ERZEUGUNG, VERBRAUCH UND SPEICHERUNG

Bernhard THALER^{1*}, Stefan POSCH¹, Gerhard PIRKER¹, Andreas WIMMER^{1,2}

Motivation und Einleitung

Das nationale Energiesystem befindet sich am Beginn einer umfassenden Transformation. Zur Einhaltung der Klimaziele von Paris müssen innerhalb der nächsten Jahrzehnte alle Sektoren den Verbrauch fossiler Energieträger beenden. Österreich soll im Jahr 2040 Klimaneutralität erreichen, und damit komplett aus der Nutzung von Kohle, Öl und Erdgas aussteigen.

Voraussetzung für Klimaneutralität ist ein vollständig auf regenerativen Energieträgern beruhendes Energiesystem. Mit den festgelegten Ausbaumengen im 2021 präsentierten Erneuerbaren Ausbau Gesetz (EAG) hat die Bundesregierung das Ziel abgesteckt, im Stromsektor gemessen am Verbrauch bilanziell 100% erneuerbare Energien zu erreichen. Aufgrund der zunehmenden Sektorkopplung und der damit verbundenen Elektrifizierung großer Bereiche aus Industrie, Verkehr und Wärmeversorgung, wird der Stromverbrauch in den nächsten Jahrzehnten stark zunehmen. Ein massiver Ausbau der dafür notwendigen Erzeugungskapazitäten aus primär Wind- und Sonnenenergie muss mit einer gleichzeitigen massiven Ausweitung von Speichern und Back-Up Modulen (z.B. dezentrale, schnell abrufbare Rückverstromungseinheiten) einhergehen, um zu jedem Zeitpunkt Versorgungssicherheit garantieren zu können.

Am Large Engines Competence Center (LEC) werden Simulations- und Optimierungstools für unterschiedliche Energiesysteme, wie zum Beispiel Kraftwerke oder Mobilitäts-Anwendungen (Schifffahrt und Schienenverkehr) entwickelt. Im Zuge dieser Arbeit wird das in Zusammenarbeit mit dem Hydrogen Center Austria (HyCentA) in Entwicklung befindliche Simulationstool „LEC ENERsim“ verwendet, um den nationalen Stromsektor Österreichs abzubilden. Das zukünftige Zusammenspiel von Stromerzeugung und Verbrauch wird analysiert, sowie der Speicherbedarf bei vollständiger Durchdringung erneuerbarer Energien abgeschätzt.

Methodik

Das nationale Energiesystem wird als gekoppeltes System von Energiequellen, Speichern und Wandlern abgebildet. Der gesamte Kraftwerkspark einer bestimmten Komponentenklasse (z.B. Windkraftwerke) wird dabei zu einer einzigen Komponente aggregiert und die verschiedenen Komponenten entsprechend der möglichen Energieflüsse miteinander verknüpft. Eine räumliche Ausdehnung des Systems wird nicht berücksichtigt und es wird rein der Stromsektor abgebildet, jedoch unter Berücksichtigung einer zunehmenden Sektorkopplung für die betrachteten Szenarien 2030 und 2040.

Die Berechnung nutzt ein lineares Optimierungsmodell, in welchem verschiedene Randbedingungen und Einschränkungen vorgegeben werden; beispielsweise muss zu jedem Zeitpunkt der Strombedarf über die Quellen, Wandler und Import-Kapazitäten gedeckt werden können. Verbrauchs- und Erzeugungsprofile werden in stündlicher Auflösung als Randbedingungen vorgegeben. Der Einsatz und die Dimensionierung der Komponenten werden rein ökonomisch hinsichtlich minimaler Kosten optimiert.

Als Basis zur Modellvalidierung wird das System mit den Randbedingungen des Jahres 2019 ohne zusätzliche Komponenten simuliert. Im Szenario 2030 werden die Erzeugungsprofile der erneuerbaren Energiequellen entsprechend des geplanten Ausbaus im EAG skaliert (+27 TWh). Im Szenario 2040 wird der zusätzliche Bedarf an Solar- und Windenergie, sowie der Bedarf an Speicherkapazitäten

¹ Large Engines Competence Center Graz, Inffeldgasse 19, 8010 Graz, www.lec.at, office@lec.tugraz.at

² Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, TU Graz, Inffeldgasse 19, 8010 Graz, www.ivt.tugraz.at, institut@ivt.tugraz.at

(Batterien, Elektrolyseure, Wasserstoff-Speicher, Rückverstromung) zum Ausgleich von Erzeugungslücken berechnet.

Datenbasis

Aus Daten der Statistik Austria [1] und der ENTSO-E Transparency Platform [2] werden die Erzeugungsprofile der erneuerbaren Energiequellen (Wind, PV, Laufwasserkraft, Biomasse), die Speicherkraftwerk-Zuflüsse sowie das Lastprofil des Bruttoinlandsverbrauchs berechnet.

Der zukünftige Strombedarf für 2030 und 2040 wird unter Berücksichtigung einer schnell voranschreitenden Kopplung der Sektoren Verkehr, Wärme und Industrie an den Stromsektor abgeschätzt. Steigender Strombedarf resultiert aus stetigem Wirtschaftswachstum, einer annähernd vollständigen Durchdringung von E-Mobilität und der Substitution fossiler Energieträger in der Industrie. Der Bedarf an Elektrizität im Transport- und Industriesektor wird aus Szenarien der Studie „Erneuerbares Gas in Österreich 2040“ der AEA [3] abgeschätzt. Strombedarf zur Produktion von grünem Gas bzw. E-Fuels für Anwendungen in Industrie und Mobilität wird nicht explizit berücksichtigt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse für das Szenario 2030 zeigen, dass das EAG-Ziel von bilanziell 100% erneuerbaren Energien aufgrund des höheren Bedarfs knapp nicht erreicht wird. Im Winter bestehen weiterhin Deckungslücken (siehe Abbildung 1b), die entweder mit Importen oder mit Gaskraftwerken gedeckt werden. Das Szenario 2040 ergibt einen weiteren hohen Ausbaubedarf an PV- und Windenergie. Mit damit einhergehendem Ausbau kurzfristiger (Batterien) und langfristiger (Wasserstoff) Speicher kann der stark gestiegene Bedarf über das ganze Jahr gedeckt werden, bei gleichzeitig komplettem Verzicht auf fossile Energieträger.

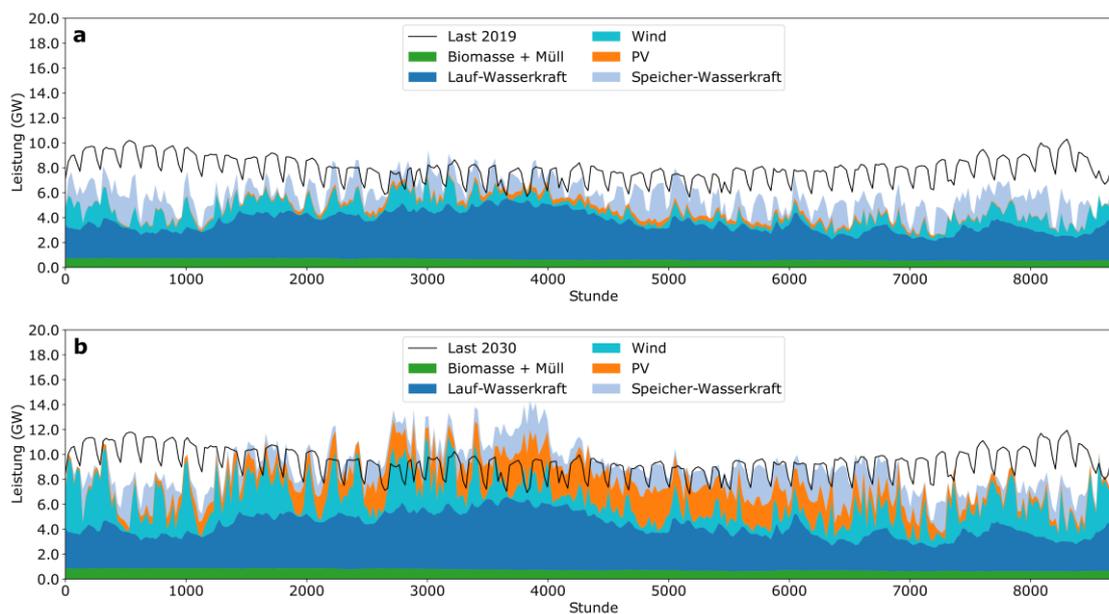


Abbildung 1: Lastprofil des österreichischen Bruttoinlandsverbrauchs und simulierte Stromaufbringung erneuerbarer Energiequellen für 2019 (a) und 2030 (b). Zur besseren Darstellung sind Datenpunkte in der Grafik jeweils Tagesmittelwerte, wohingegen die Simulation in stündlicher Auflösung erfolgte.

Referenzen

- [1] Statistik Austria, „Gesamtenergiebilanz Österreich 2019“
https://pic.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html (Aufgerufen 17.November 2021)
- [2] ENTSO-E. Transparency Platform
<https://transparency.entsoe.eu> (Aufgerufen 17. November 2021).
- [3] Baumann et. al., „Erneuerbares Gas in Österreich 2040: Quantitative Abschätzung von Nachfrage und Angebot“, Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency, 2021