



REVERSIBLE UND RÄUMLICH GETRENNTE ELEKTROLYSE- BRENNSTOFFZELLENSYSTEME

DAVID BANASIAK

THOMAS KIENBERGER

STEFAN WALLNER

THOMAS VOUK

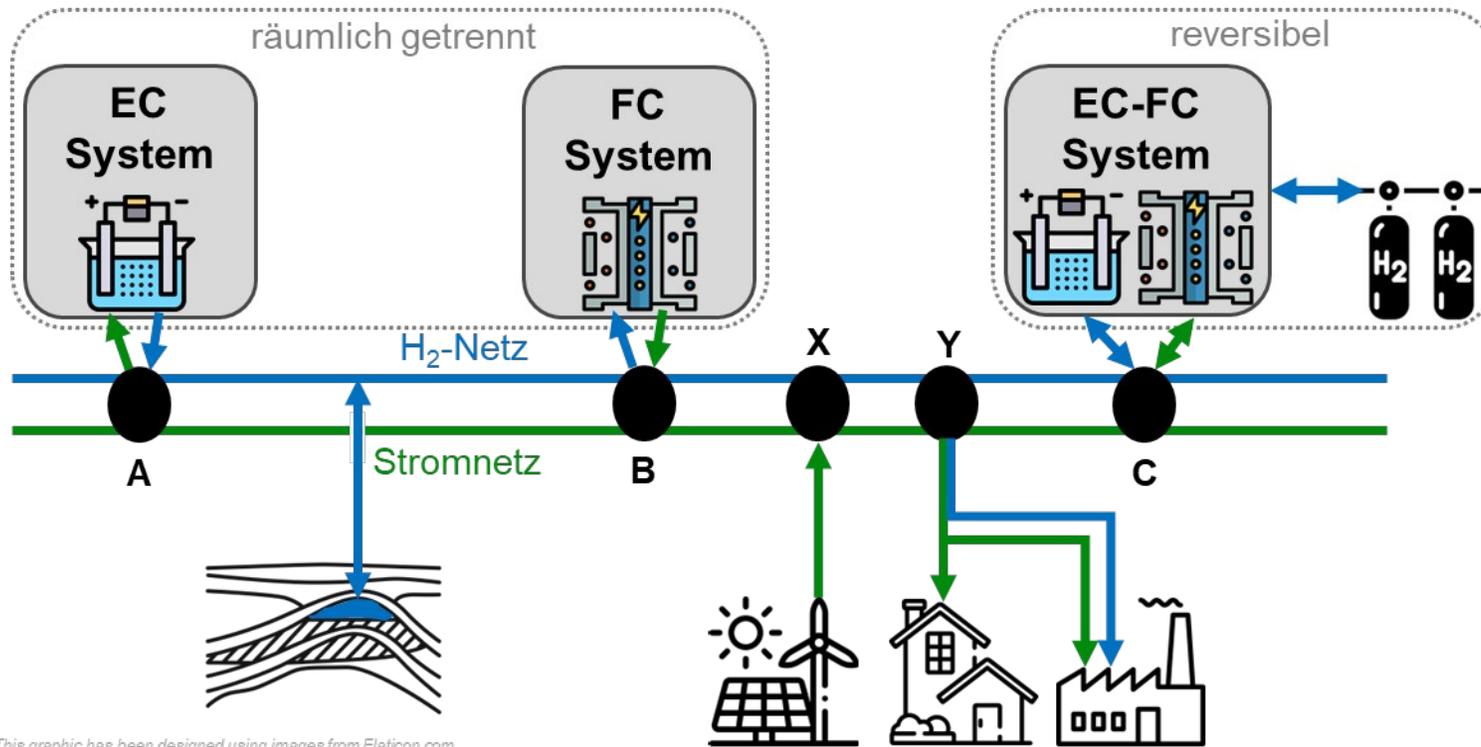
ENINNOV

14.-16.02.2024

GRAZ

REVERSIBLE UND RÄUMLICH GETRENNTE SYSTEME

GRUNDLEGENDE IDEEN DER ANWENDUNG



This graphic has been designed using images from Flaticon.com

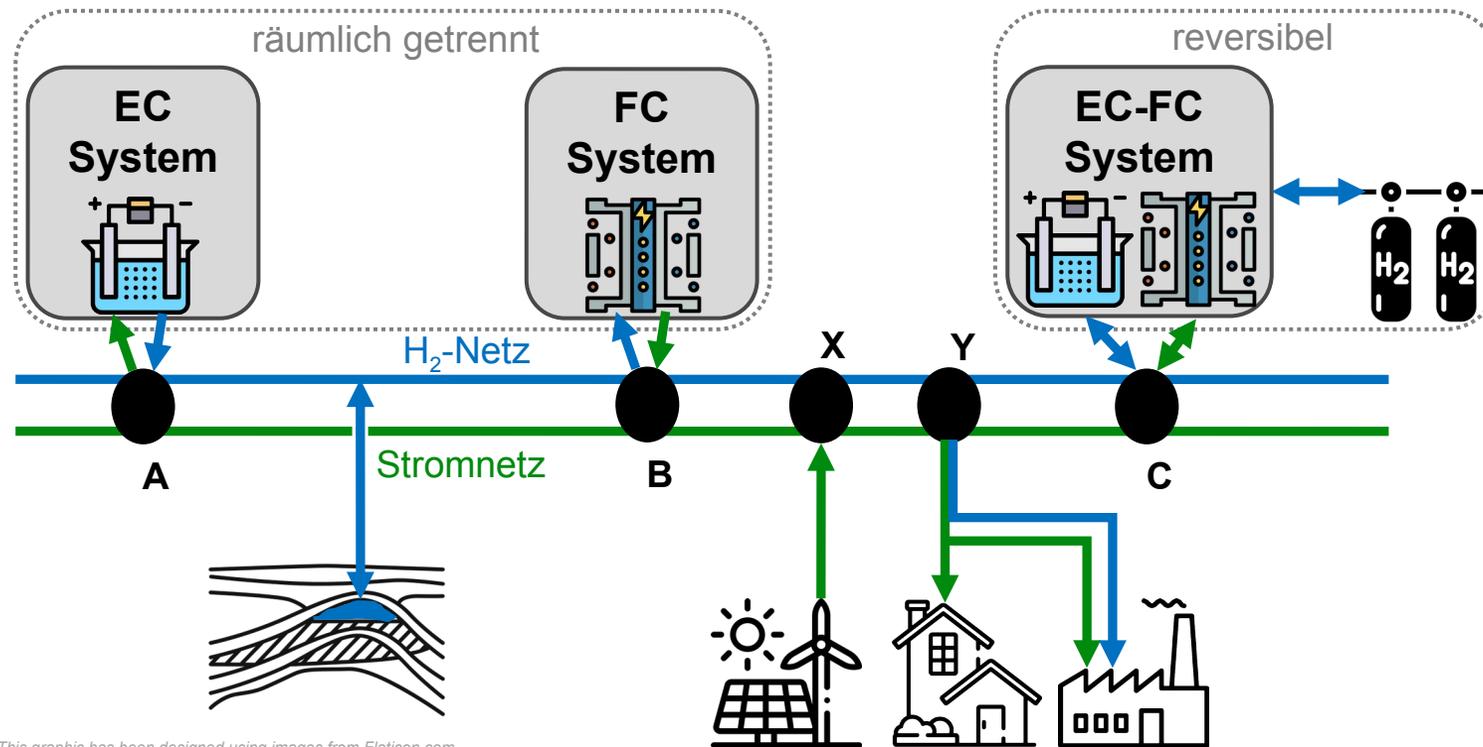
Räumlich getrennt:

- EC bei Erzeuger und FC bei Verbraucher
- Standortvorteile leicht nutzbar
- Entlastung Stromnetz - Verschiebung Lastfluss auf H₂-Netz

Reversibel:

- Höhere Systemauslastung
- Eigenverbrauchserhöhung und Lastverschiebung
- Insel und Notstrom
- H₂-Infrastruktur – lokale Speicherung

REVERSIBLE UND RÄUMLICH GETRENNTE SYSTEME



This graphic has been designed using images from Flaticon.com

Forschungsfragen:

- Wo sind Standorte in Österreich für die jeweiligen Systeme?
- Wie groß ist das Anwendungspotential?

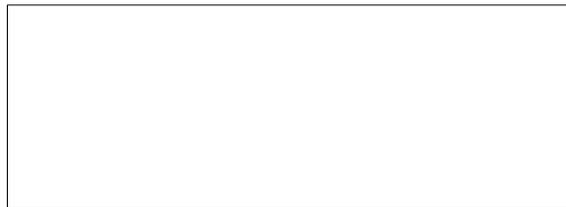
Methodik:

- Elektrische Residuallast: Verbrauch - Erzeugung
- Räumliche Auflösung in 398 Netzknotenpunkten

SIMULATION: REVERSIBLES H₂-SYSTEM

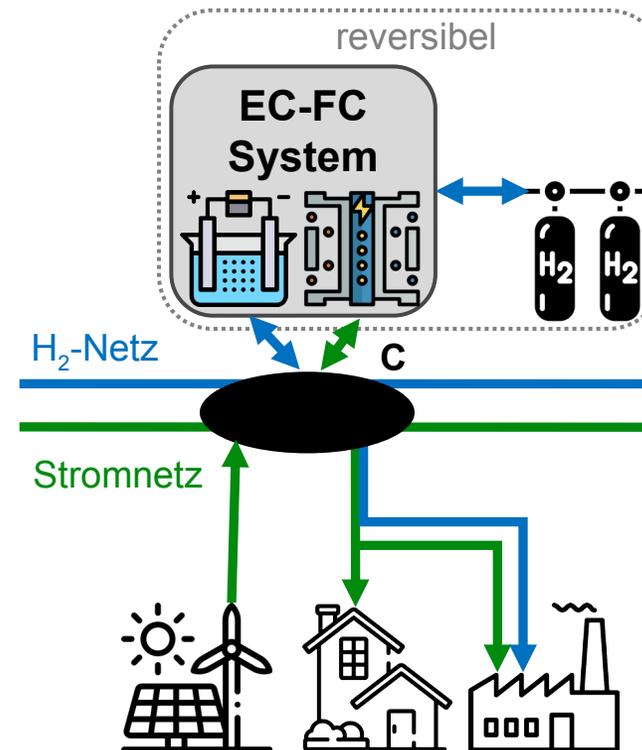
Annahmen (für jeden Knotenpunkt)

- Die elektrische Residuallast wird geglättet
- Im EC-Betrieb wird gleich viel H₂ produziert wie im FC-Betrieb rückverstromt wird
- Die Auslastung () des Systems beträgt 50%



Kennzahlen des Systems

- Elektrolyseeffizienz: 80%
- Brennstoffzelleneffizienz: 60%
- Verhältnis P_{EC} zu P_{FC} : 3.0



This graphic has been designed using images from Flaticon.com

SIMULATION: REVERSIBLES H₂-SYSTEM

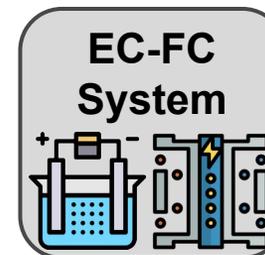
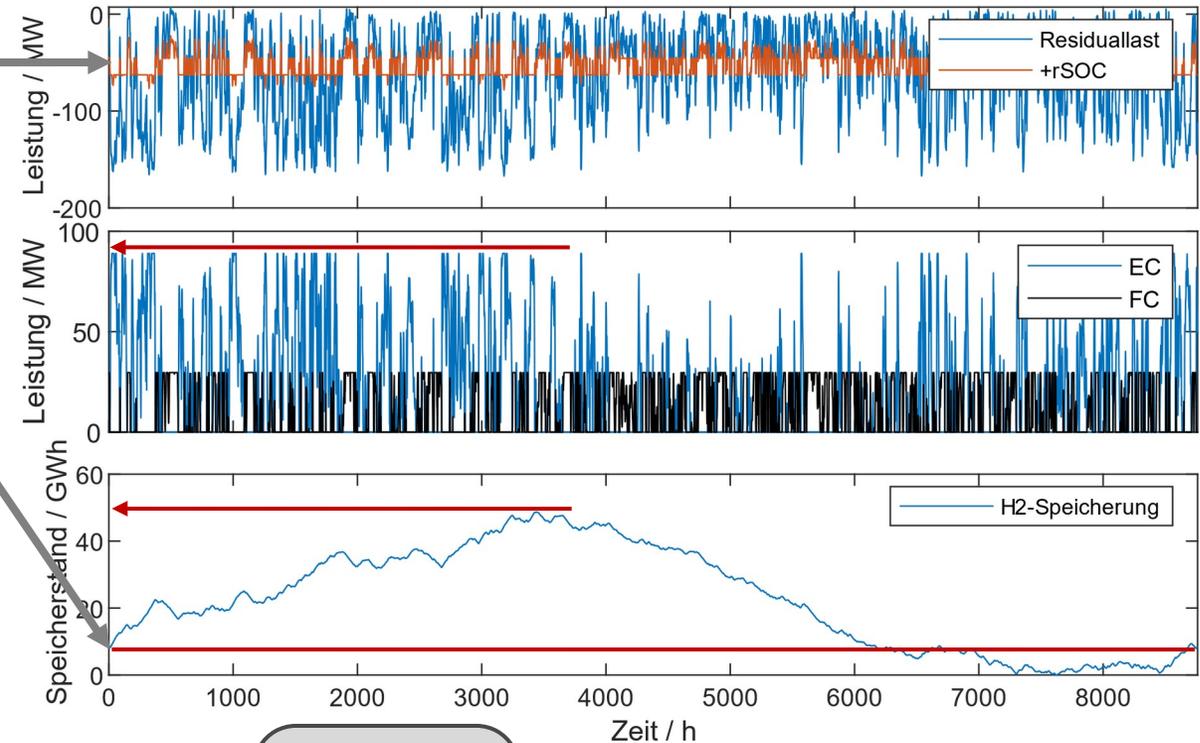
BEISPIEL EINES NETZKNOTENS

Annahmen (für jeden Knotenpunkt)

- Die elektrische Residuallast wird geglättet
- Im EC-Betrieb wird gleich viel H₂ produziert wie im FC-Betrieb rückverstromt wird
- Die Auslastung des Systems beträgt 50%

Berechnete Größen

- Installierte Systemleistung
- Produzierte/verbrauchte H₂ Menge
- Benötigte Speichergröße

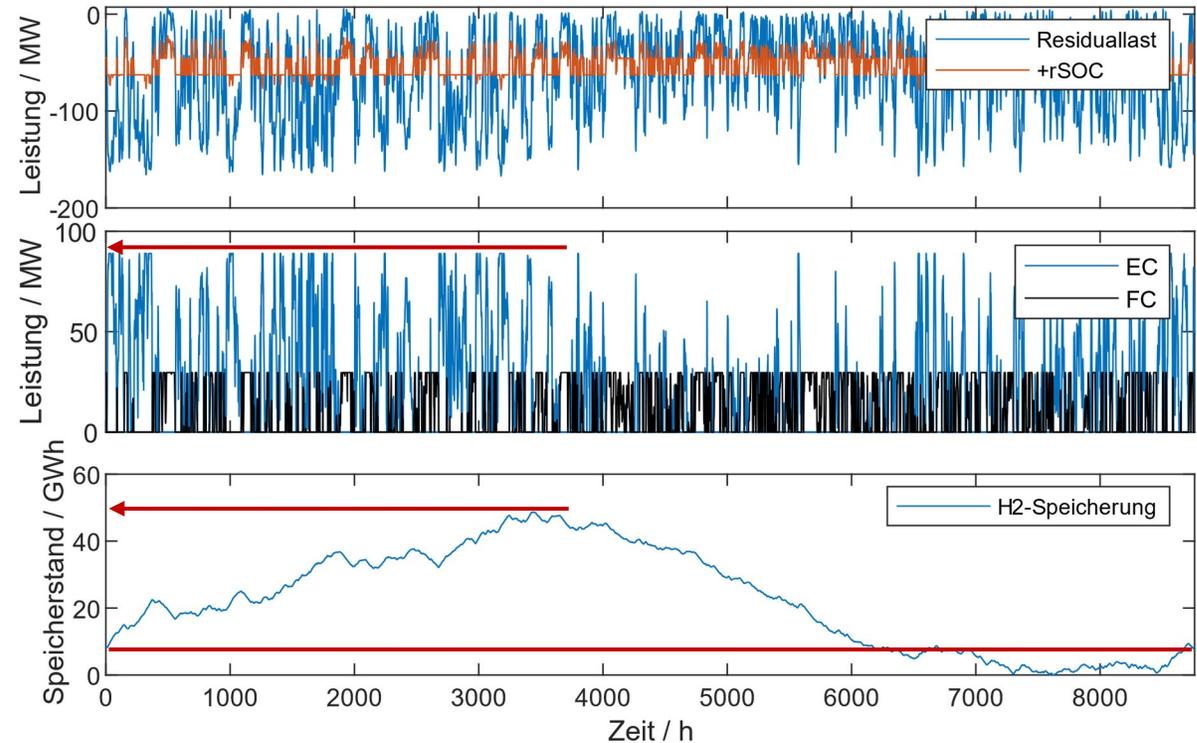


SIMULATION: REVERSIBLES H₂-SYSTEM

BEISPIEL EINES NETZKNOTENS



- 50 GWh
- 1 500 t_{H₂}
- 75000 m³
- 100 Tanks



Investitionskosten Druckspeicher 8 €/kWh / 40 Zyklen → 20 ct/kWh

→ Nur Untertagespeicherung ist wirtschaftlich! (H₂-Netz)

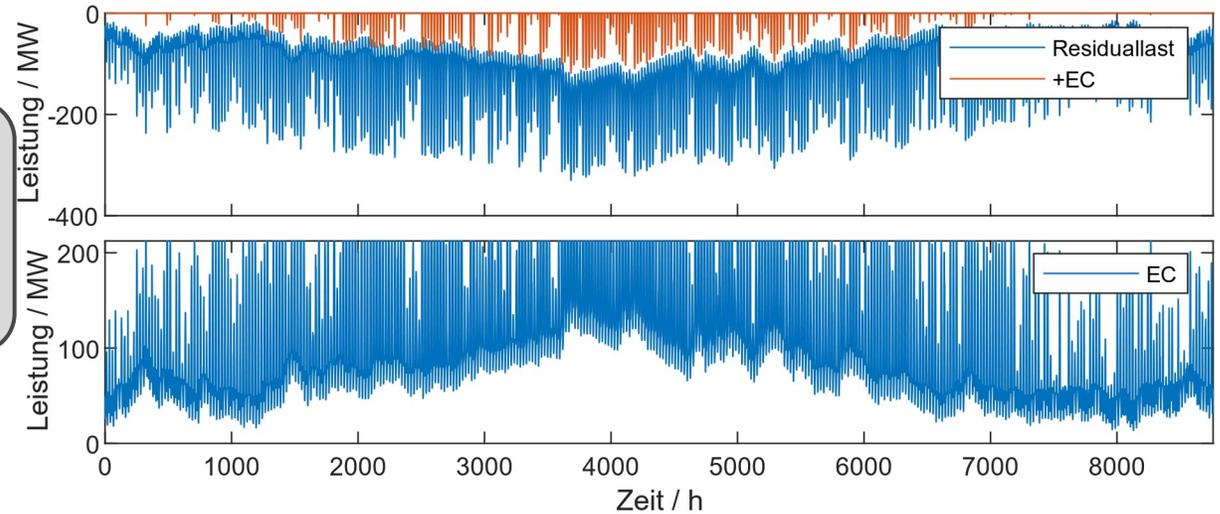
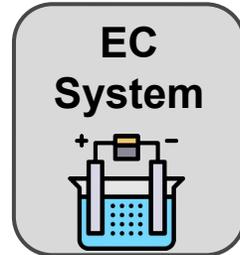
Aquifer 0.2 ct/kWh

Lord et al. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.07.121>

SIMULATION: RÄUMLICH GETRENNTES H₂-SYSTEM

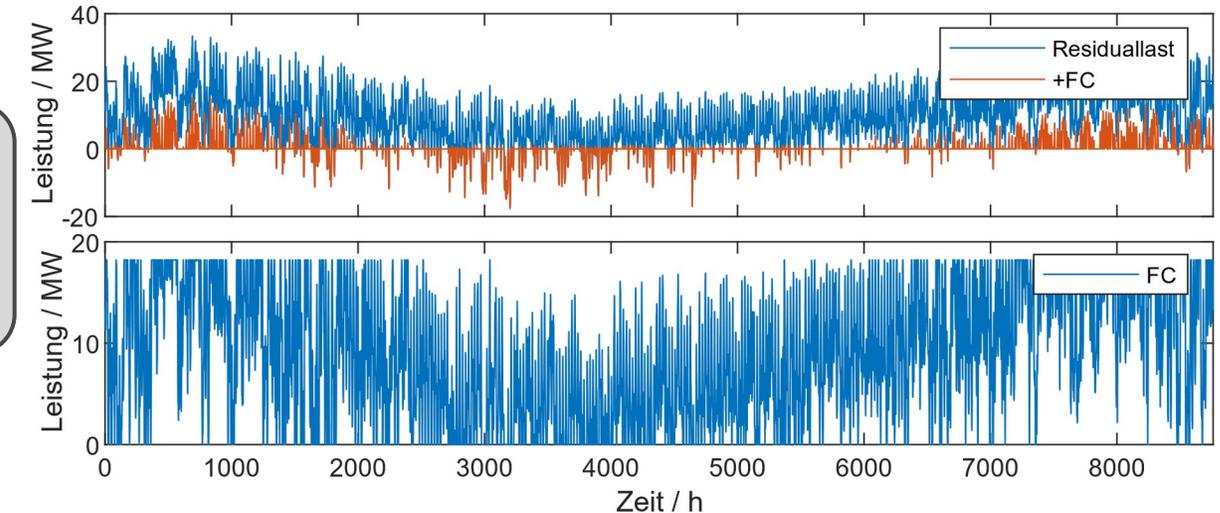
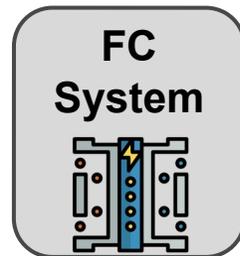
Annahmen (für jeden Knotenpunkt)

- Die elektrische Residuallast wird geglättet
- Im EC-Betrieb wird gleich viel H₂ produziert wie im FC-Betrieb rückverstromt wird
- Die Auslastung des Systems beträgt 50%



Berechnete Größen

- Installierte Systemleistung
- Produzierte/verbrauchte H₂ Menge
- Benötigte Speichergröße



Kennzahlen des Systems

- Elektrolyseeffizienz: 80%
- Brennstoffzelleneffizienz: 60%
- Verhältnis P_{EC} zu P_{FC} : 3.0

DATENGRUNDLAGE FÜR BERECHNUNGEN

INFRATRANS WAM SZENARIO

Neubau & Umwidmungen von CH₄ zu H₂ ab 2030 bis 2040

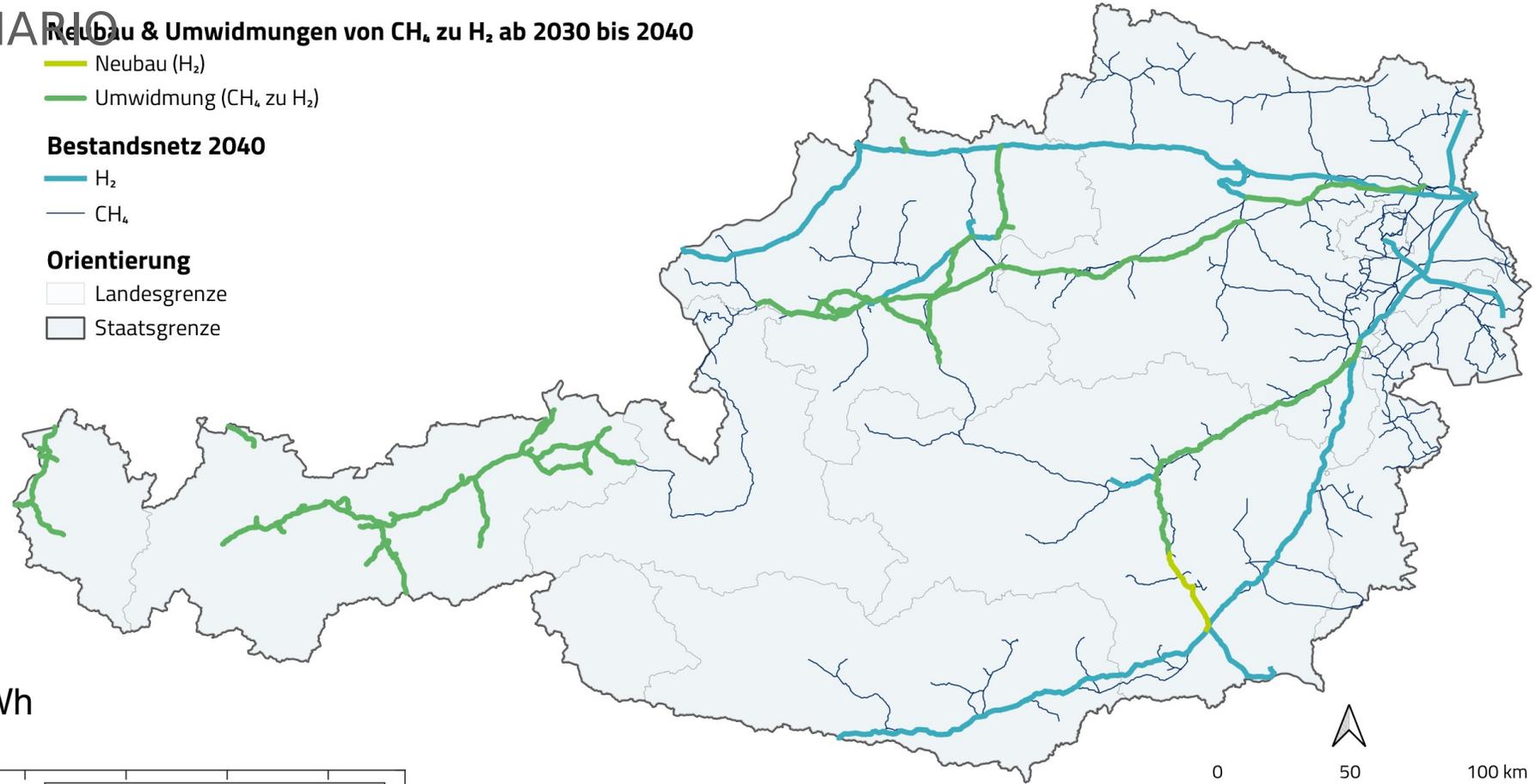
- Neubau (H₂)
- Umwidmung (CH₄ zu H₂)

Bestandsnetz 2040

- H₂
- CH₄

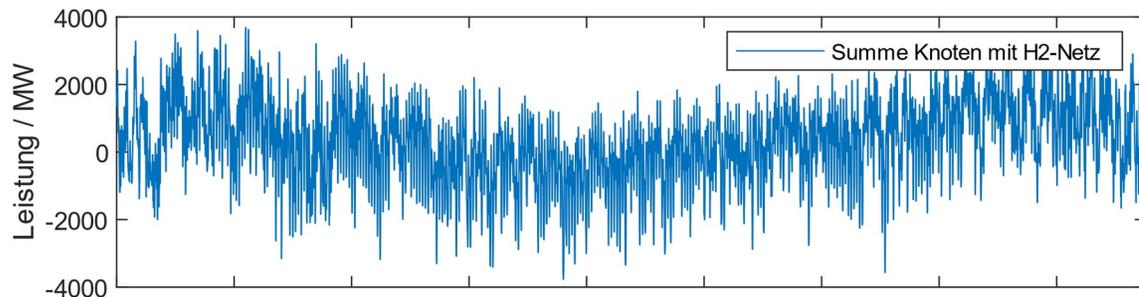
Orientierung

- Landesgrenze
- Staatsgrenze

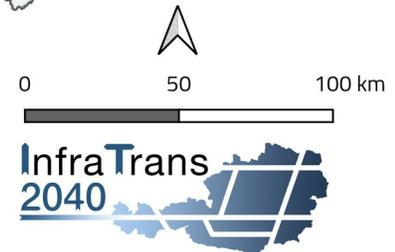


Elektrische Residuallast:

- 398 Knoten: -10.1 GWh
- Knoten mit H₂-Netz: +2.48 TWh

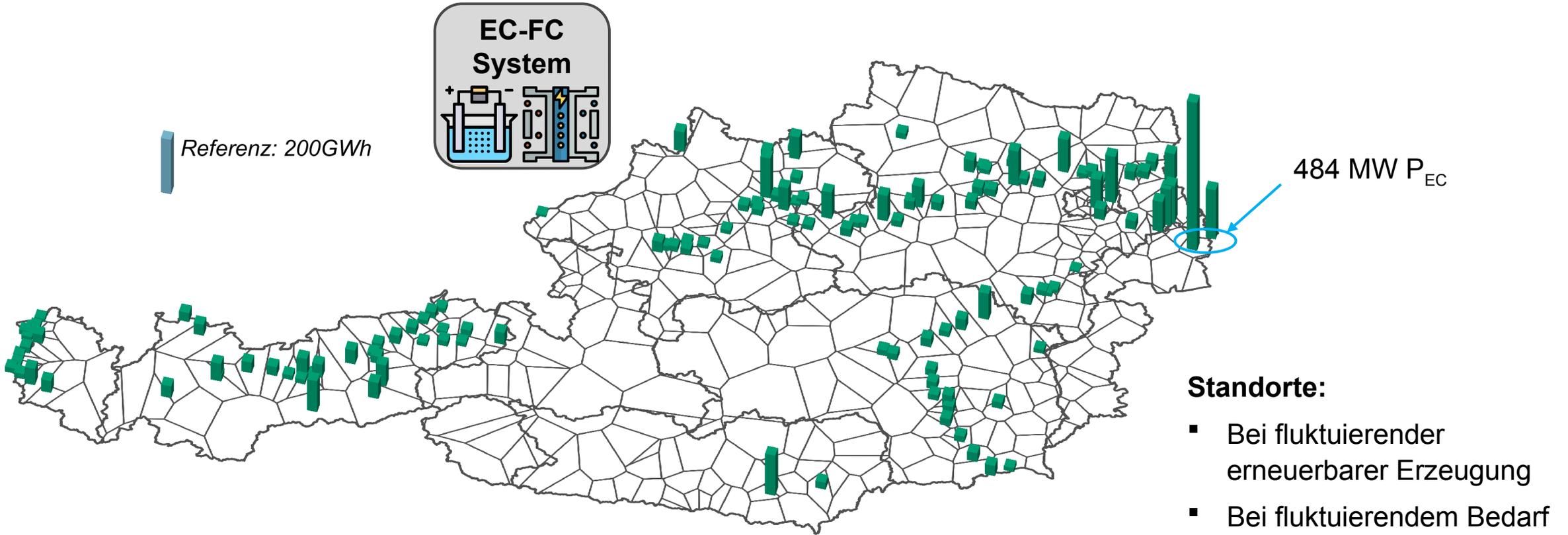


<https://www.tugraz.at/institute/iee/forschung/abgeschlossene-projekte/infratrans2040>
WAM Szenario



ANWENDUNGSPOTENTIALIALE FÜR REVERSIBLES SYSTEM

WASSERSTOFFMENGEN



H₂ Produktion/Verstromung: 5,6 TWh (4,0 GW_{EC})

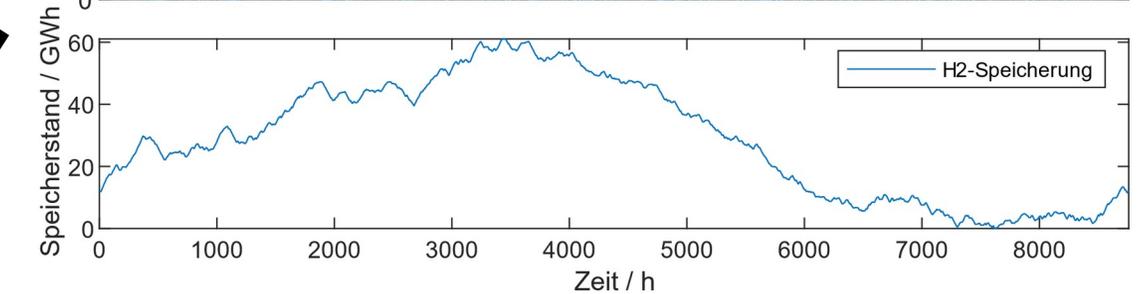
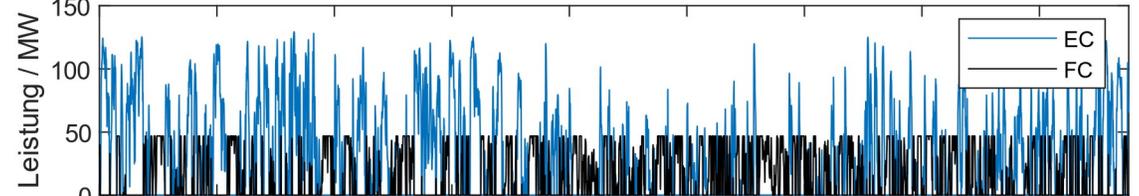
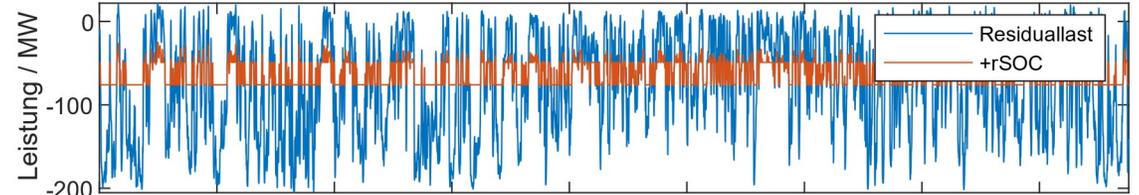
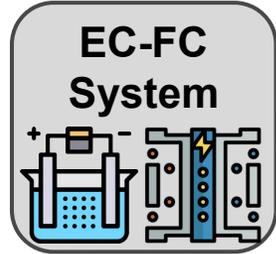
rSOC H2 Produktion/Verstromung 2040 [GWh]	
■	rSOC

ANWENDUNGSPOTENTIALIALE FÜR REVERSIBLES SYSTEM

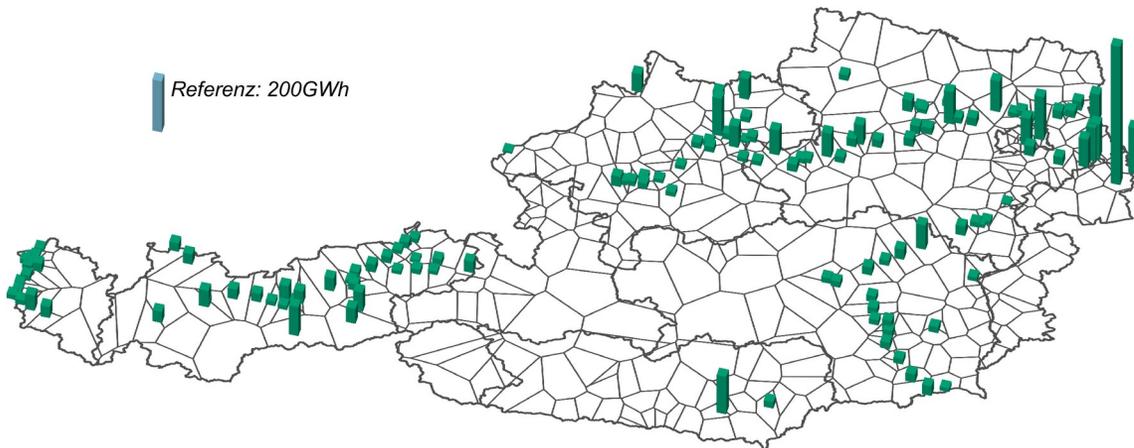
BURGENLAND

Standort Charakter:

- Windkraft



141 MW P_{EC}



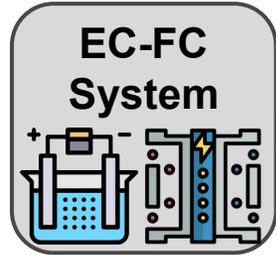
rSOC H2 Produktion/Verstromung 2040 [GWh]	
■	rSOC

ANWENDUNGSPOTENTIALIALE FÜR REVERSIBLES SYSTEM

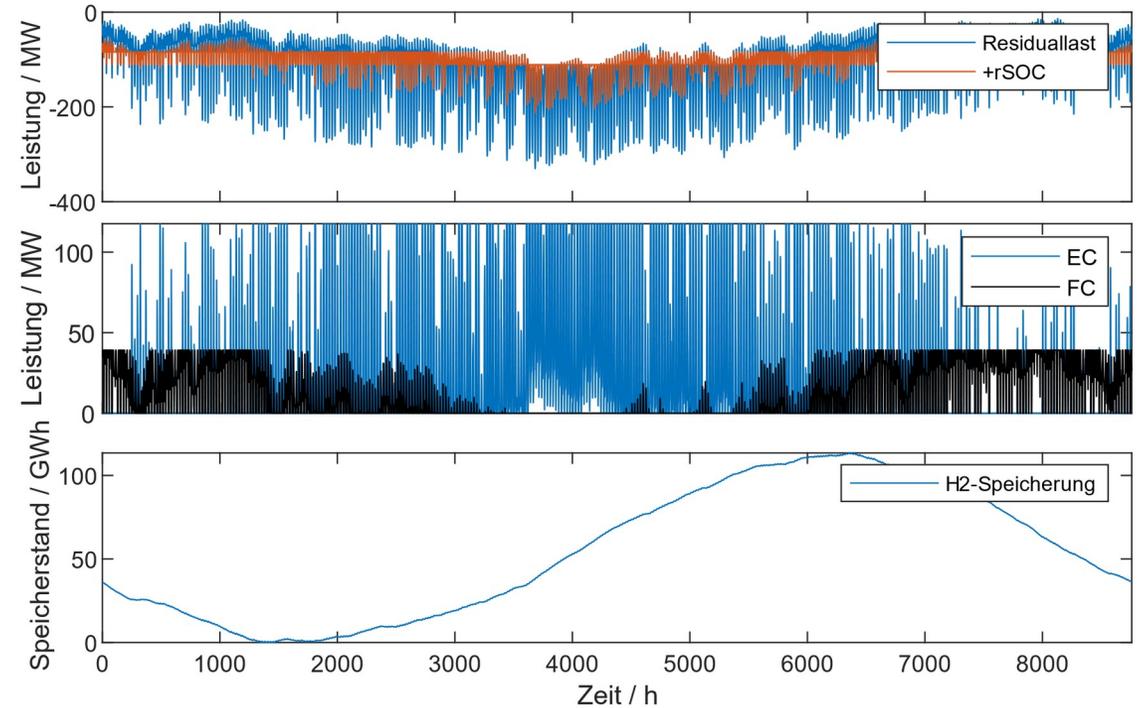
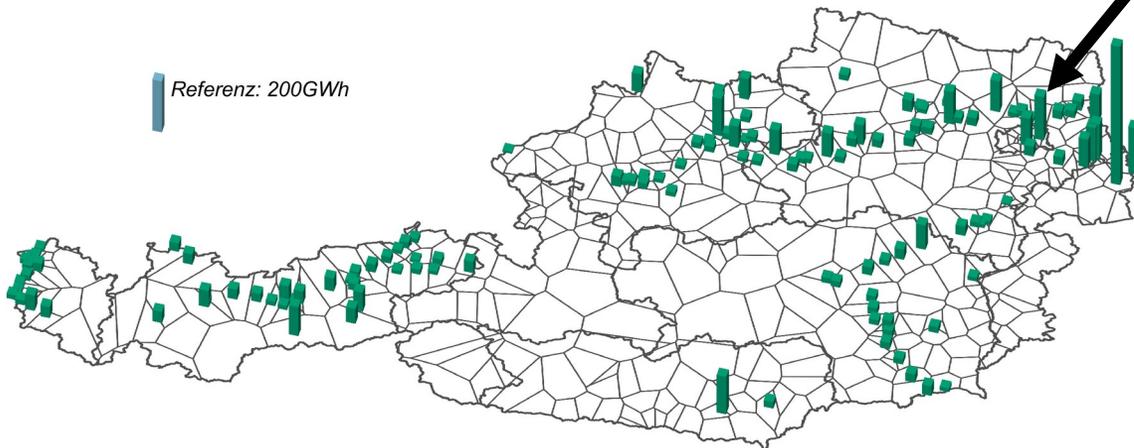
WIEN

Standort Charakter:

- Laufwasserkraft
- PV-Erzeugung
- Fluktuierender Bedarf



118 MW P_{EC}



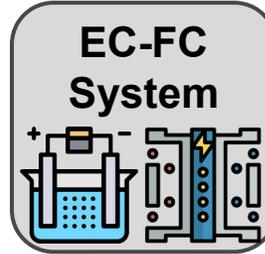
rSOC H2 Produktion/Verstromung 2040 [GWh]	
■	rSOC

ANWENDUNGSPOTENTIALIALE FÜR REVERSIBLES SYSTEM

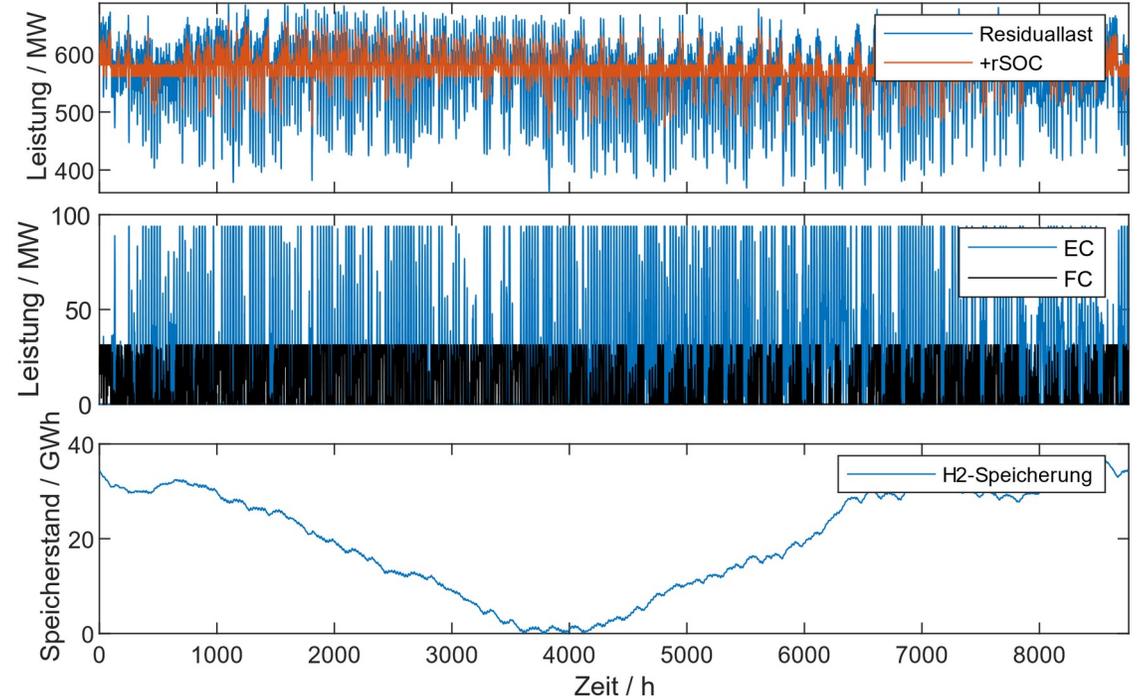
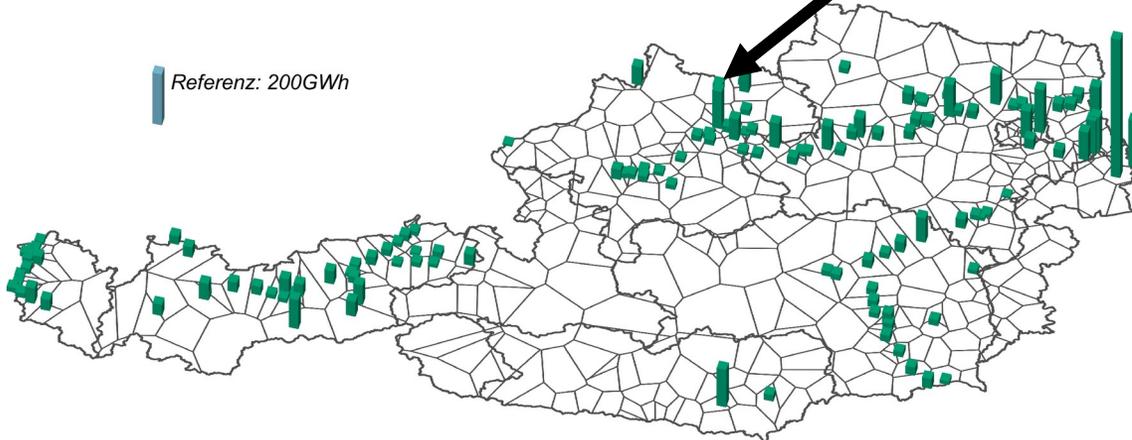
BURGENLAND

Standort Charakter:

- Bedarf
- PV, Wasserkraft, Biomasse



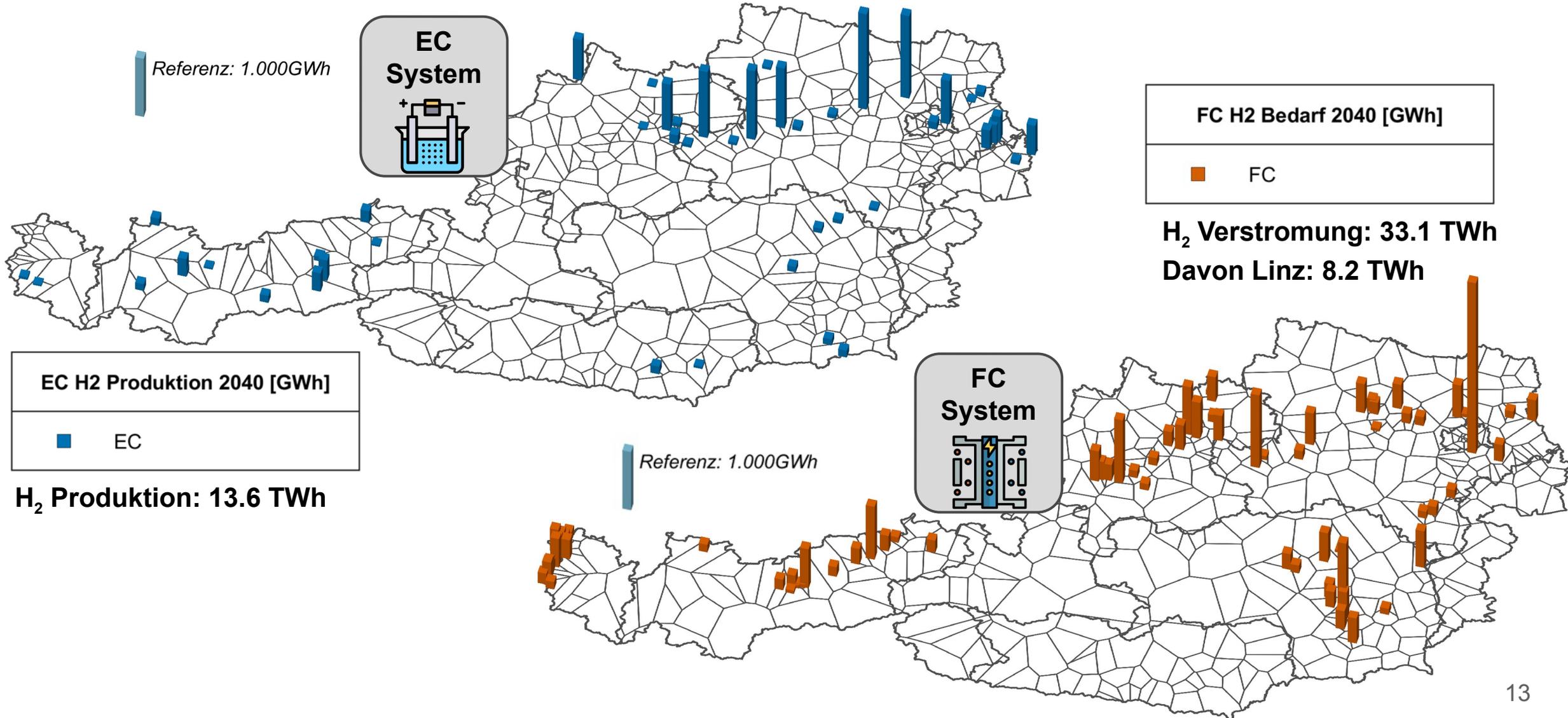
94 MW P_{EC}



rSOC H2 Produktion/Verstromung 2040 [GWh]	
■	rSOC

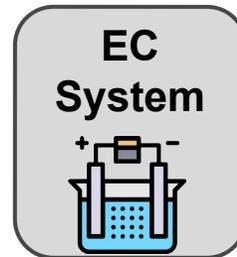
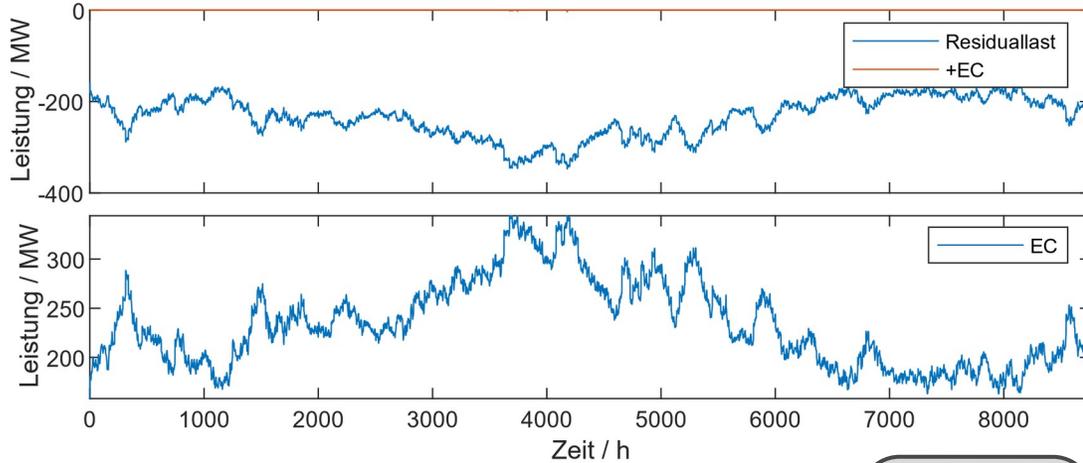
ANWENDUNGSPOTENTIALIA FÜR EC UND FC

WASSERSTOFFMENGEN



ANWENDUNGSPOTENTIALIALE FÜR EC UND FC

STANDORT CHARAKTER



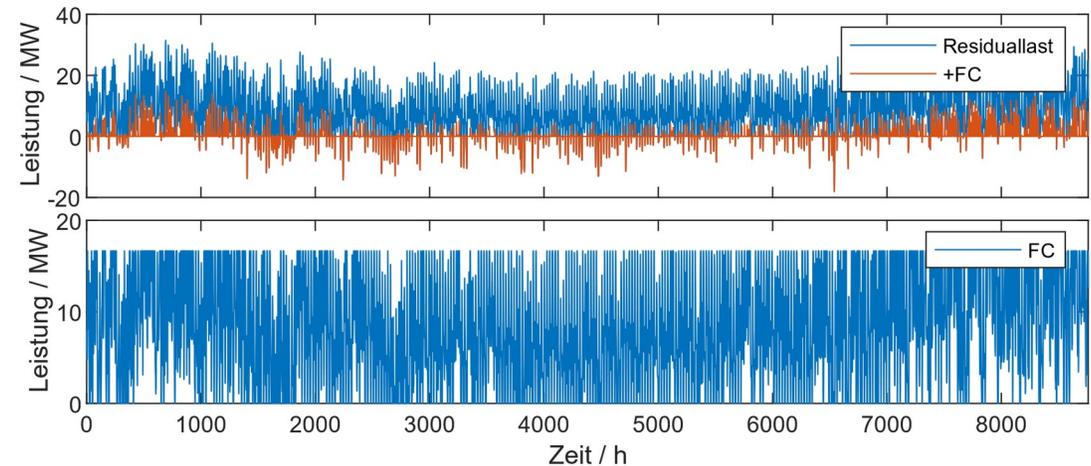
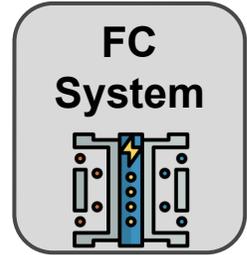
H₂ Produktion: 13.6 TWh

- Große Erzeuger und damit verbundene negative Residuallasten ermöglichen große EC-Systeme mit 50% Auslastung.
- Bei Wind- und Wasserkraft

H₂ Verstromung: 33.1 TWh

Davon Linz: 8.2 TWh

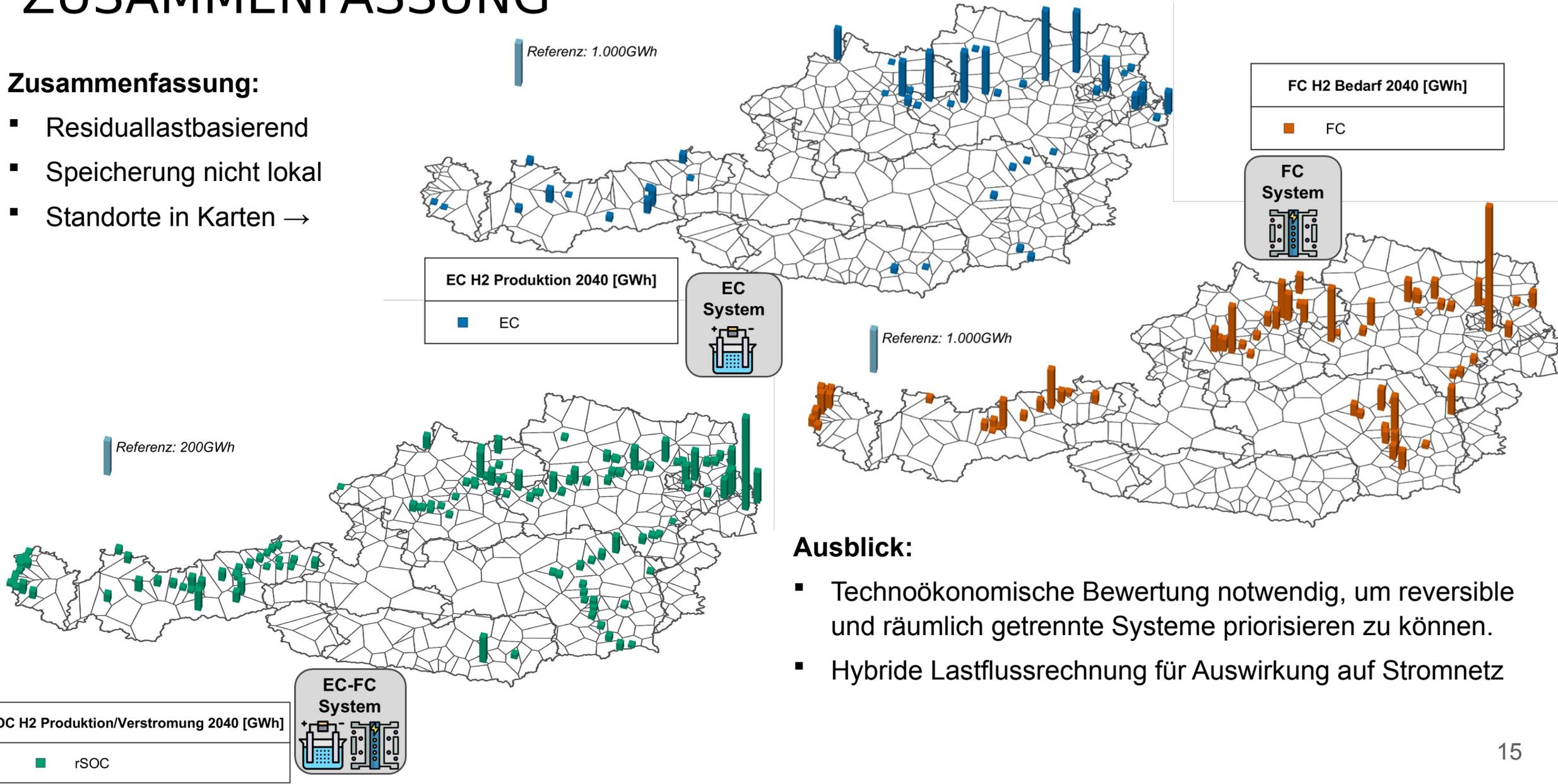
- Große Verbraucher und damit verbundene negative Residuallasten ermöglichen große FC-Systeme mit 50% Auslastung.



ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassung:

- Residuallastbasierend
- Speicherung nicht lokal
- Standorte in Karten →



Ausblick:

- Technoökonomische Bewertung notwendig, um reversible und räumlich getrennte Systeme priorisieren zu können.
- Hybride Lastflussrechnung für Auswirkung auf Stromnetz

HOW TO ESTABLISH CONTACT?

AUFMERKSAMKEIT



DAVID BANASIAK, MSC.

CHAIR OF ENERGY NETWORK TECHNOLOGIES
MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN

DAVID.BANASIAK@UNILEOBEN.AC.AT
0043 3842 402 5416

 evt@unileoben.ac.at

 www.evt-unileoben.at