

# Mittel- und Langzeitspeichertechnologien für ein 100% erneuerbares Elektrizitätssystem in AT

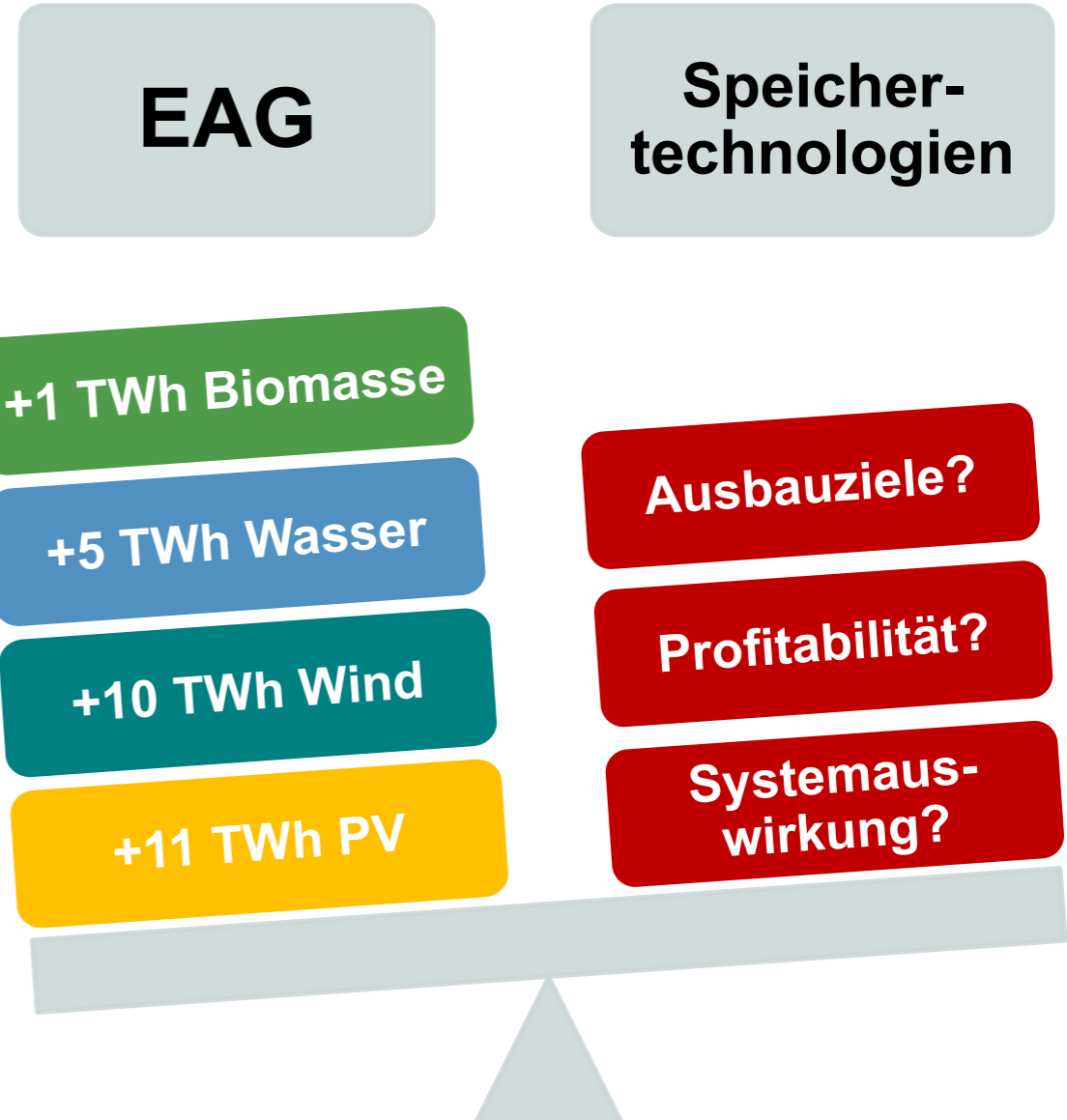
T. Klatzer, D. Cardona Vasquez, M. Pauritsch, V. Hacker, S. Wogrin

**Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation/TU Graz**

27.03.2024

# Agenda

- Motivation
- Methodik & Annahmen
- Fallstudien
- Conclusio & Diskussionsbedarf



Financial support from the Austrian Research Promotion Agency (FFG) through the “Energie.Frei.Raum” call (Nr. FO999894854) supported by the Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation, and Technology (BMK) is gratefully acknowledged. [www.ffg.at](http://www.ffg.at)

# Methodik & Annahmen

## Methodik

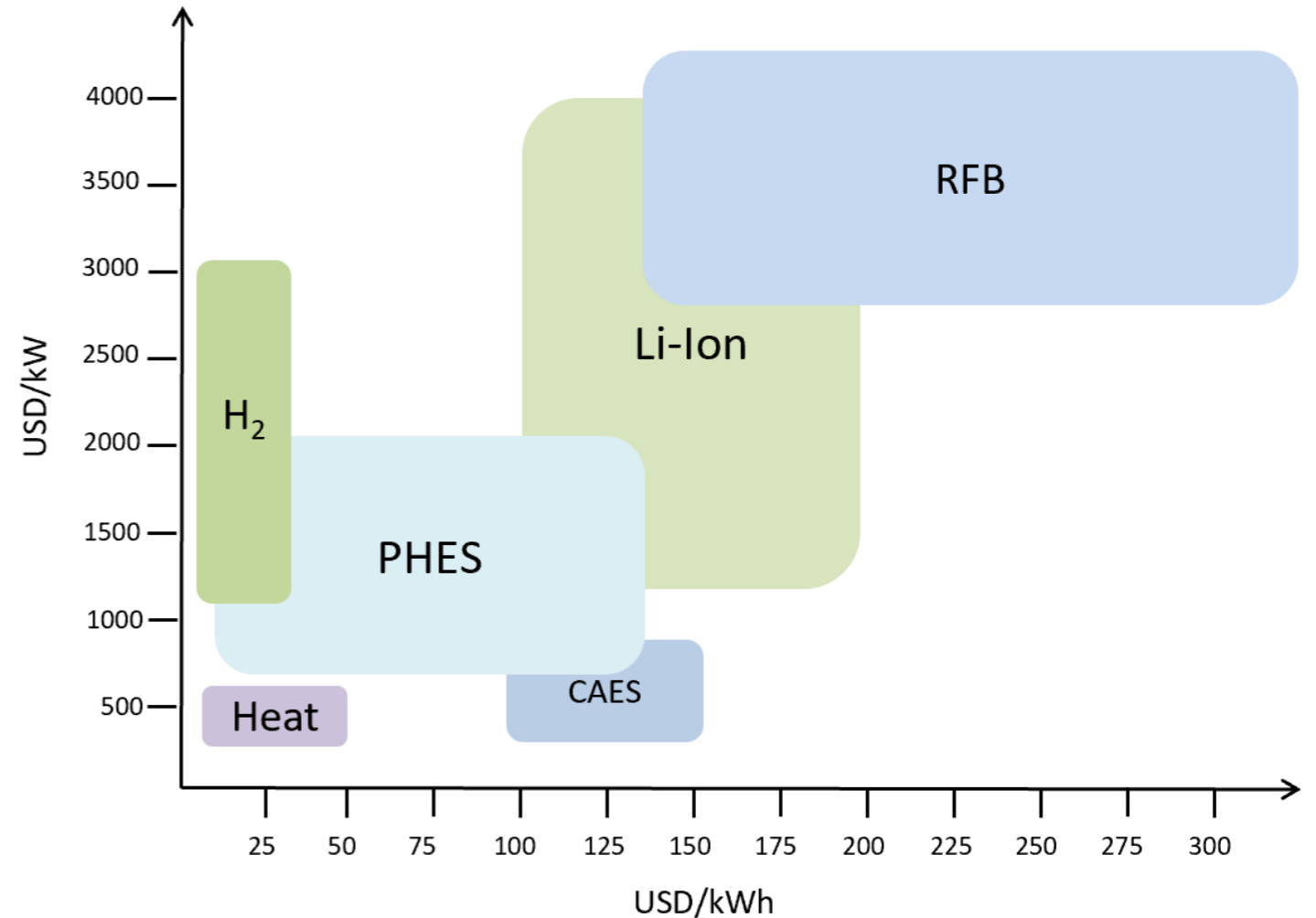
- Optimierungsmodell österreichisches Elektrizitätssystem, 220/380 kV (2020 & 2030)
- Ausbauplanung von Erneuerbaren & Speichertechnologien (EAG-Ziele)

## Annahmen

- Zusätzliche Jahreserzeugung laut EAG als Untergrenze im Modell
- Wasserkraft-EAG-Ziele: Revitalisierung bzw. bis 2030 geplante (Pump-)speicherkraftwerke
- Strombedarf 2030 abgeleitet aus EAG-Zielen
- Ausbaupotentiale
  - Wind: GIS-Analyse Windleistungsdichte/Fläche; Zuordnung zu UW-Einzugsgebieten; Berücksichtigung von Ausschlusszonen
  - PV: Minimum aus 1% Fläche UW-Einzugsgebiet & typ. Leistung 380-kV-Leitung

# Speichertechnologien

- Li-Ionen battery energy storage systems (BESS)
- Vanadium Redox flow batteries
- (Pump-)speicherkraftwerke
- Wasserstoff-Technologieketten  
PEMEL – H<sub>2</sub>-Tanks (gasförmig) – PEMFC



# Fallstudien



Source: maddogrosenberg, www.pinterest.com

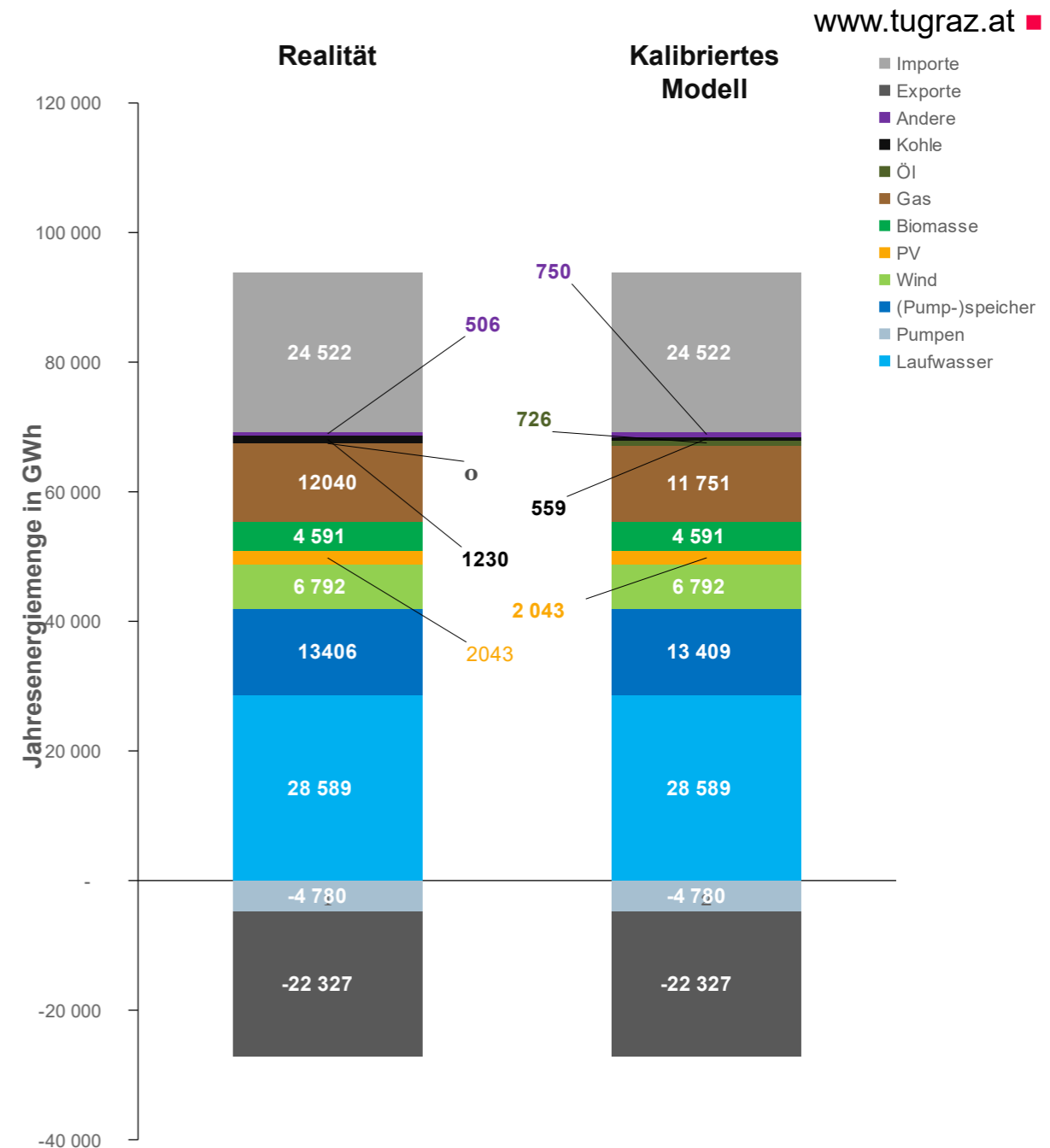
# Kalibrierung

## Basisjahr

### Jahresenergiemengen (Realität vs. Modell)

#### Flexibilitätsoptionen

- Speicherinvestitionen
- Exporte
- Abregelung



# Speicher Kandidaten

## Vorgabe Im- & Exporte

### Annahmen

- Vorgabe Import- & Exportzeitreihen 2020
- Uneingeschränkte Abregelung von PV & Wind

### Resultate

- € 4 Mio./a reduzierte Gesamtsystemkosten (Investition und Betrieb)
- + 4,78 TWh Pumpen (+62%) ggü. 2020
- Gaserzeugung < 1 TWh (-94%) ggü. 2020

Szenario	PV [GW]	Wind [GW]	Biomasse [MW]	BESS-2h [MW]	BESS-4h [MW]	BESS-6h [MW]	H2 [MW]
Ohne Spk	13,78	6,17	130	-	-	-	-
Mit Spk	14,52	5,96	130	130	50	-	-



# Flexibilitätsoption Abregelung

## PV & Wind

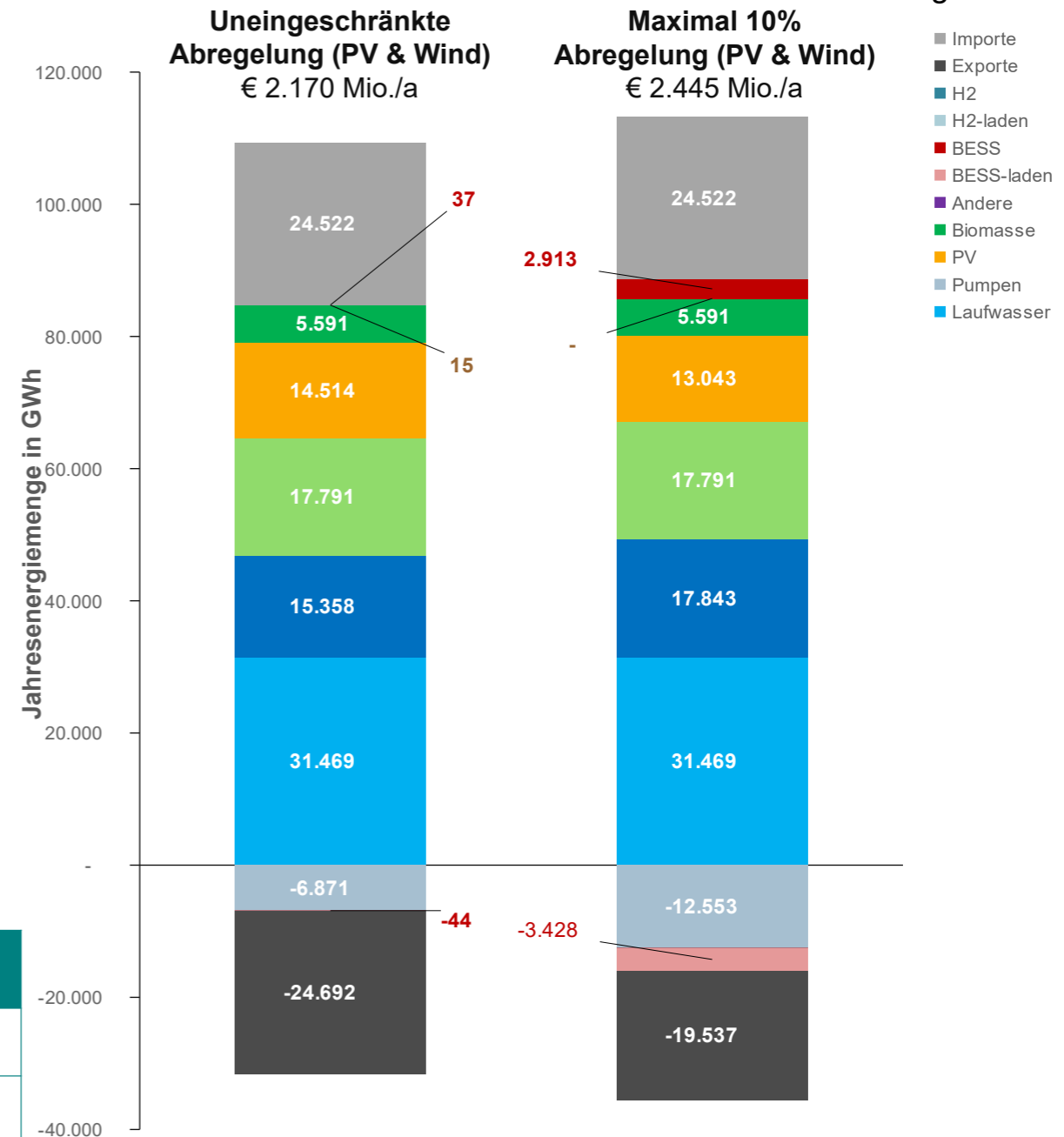
### Annahmen

- Vorgabe Importe; Annahme Exportflexibilität
  - Zeitreihe 2020 + 10 TWh anteilig
- Abregelung uneingeschränkt vs. maximal 10% Abregelung

### Resultate

- € 275 Mio./a Differenz bei Gesamtsystemkosten (Investition und Betrieb)
- Flexibilitätsbedarf:  
1,9 GW BESS + 7,77 TWh Pumpen (+163%) ggü. 2020
- Verschiebung der Exporte (+2,37 vs. -2,79 TWh) ggü. 2020

Szenario	PV [GW]	Wind [GW]	Biomasse [MW]	BESS-2h [MW]	BESS-4h [MW]	BESS-6h [MW]	H2 [MW]
Uneinge.	15,90	5,12	130	-	40	-	-
Max. 10%	10,49	4,92	130	370	590	957	-





# Autarkie

## Mit bzw. ohne Erdgas

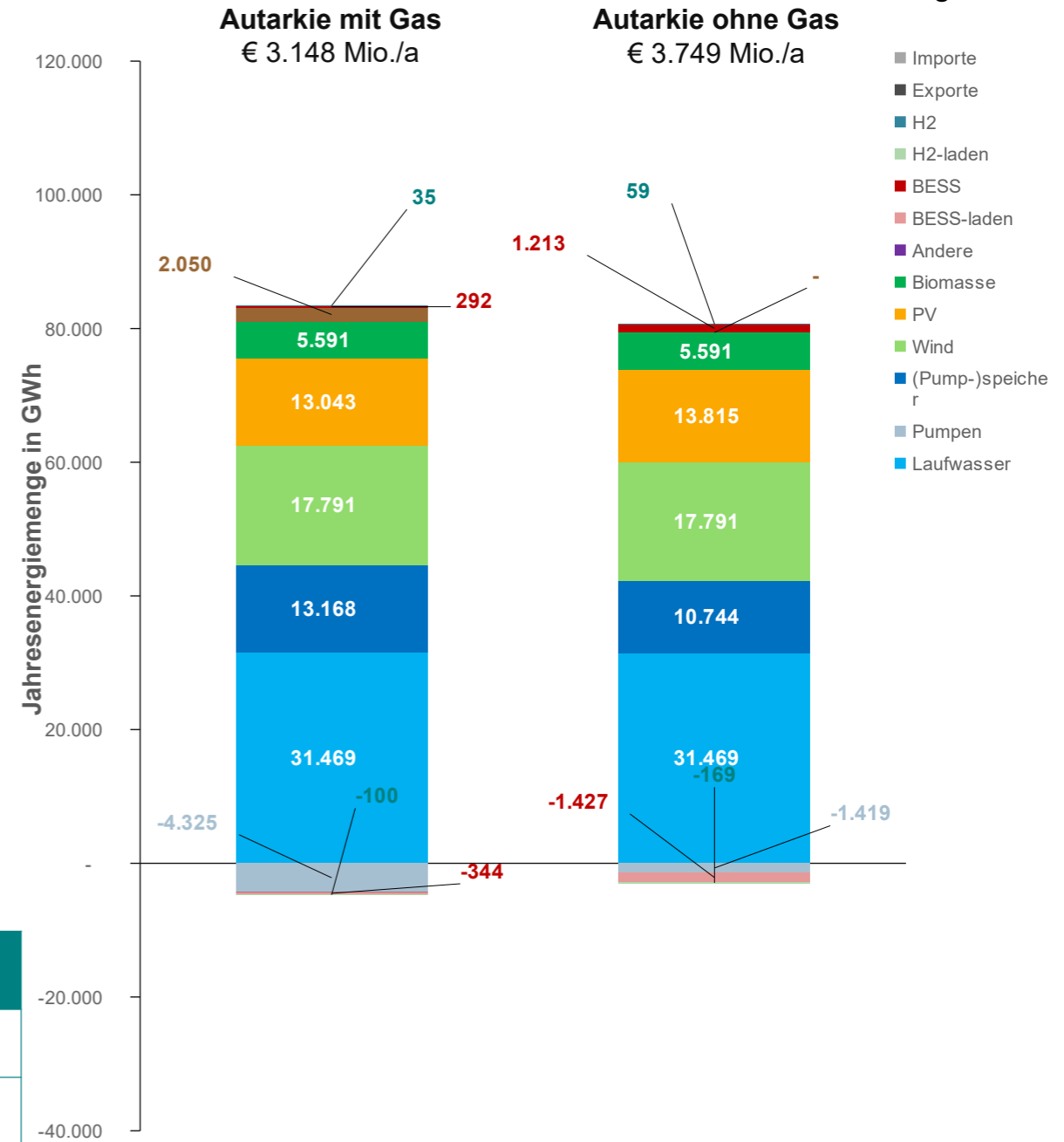
### Annahmen

- Autarkie als Extremszenario
- Reduzierte Übertragungskapazität in AT (Exporte)

### Resultate

- Gesamtsystemkosten explodieren
- 2 TWh Erdgas notwendig
- Erste Investitionen in Wasserstoff-Technologieketten

Szenario	PV [GW]	Wind [GW]	Biomasse [MW]	BESS-2h [MW]	BESS-4h [MW]	BESS-6h [MW]	H2 [MW]
Mit Gas	20,81	7,76	130	100	30	140	90
Ohne Gas	26,65	12,09	180	-	-	2150	240



# Speichereinsatz & -profitabilität

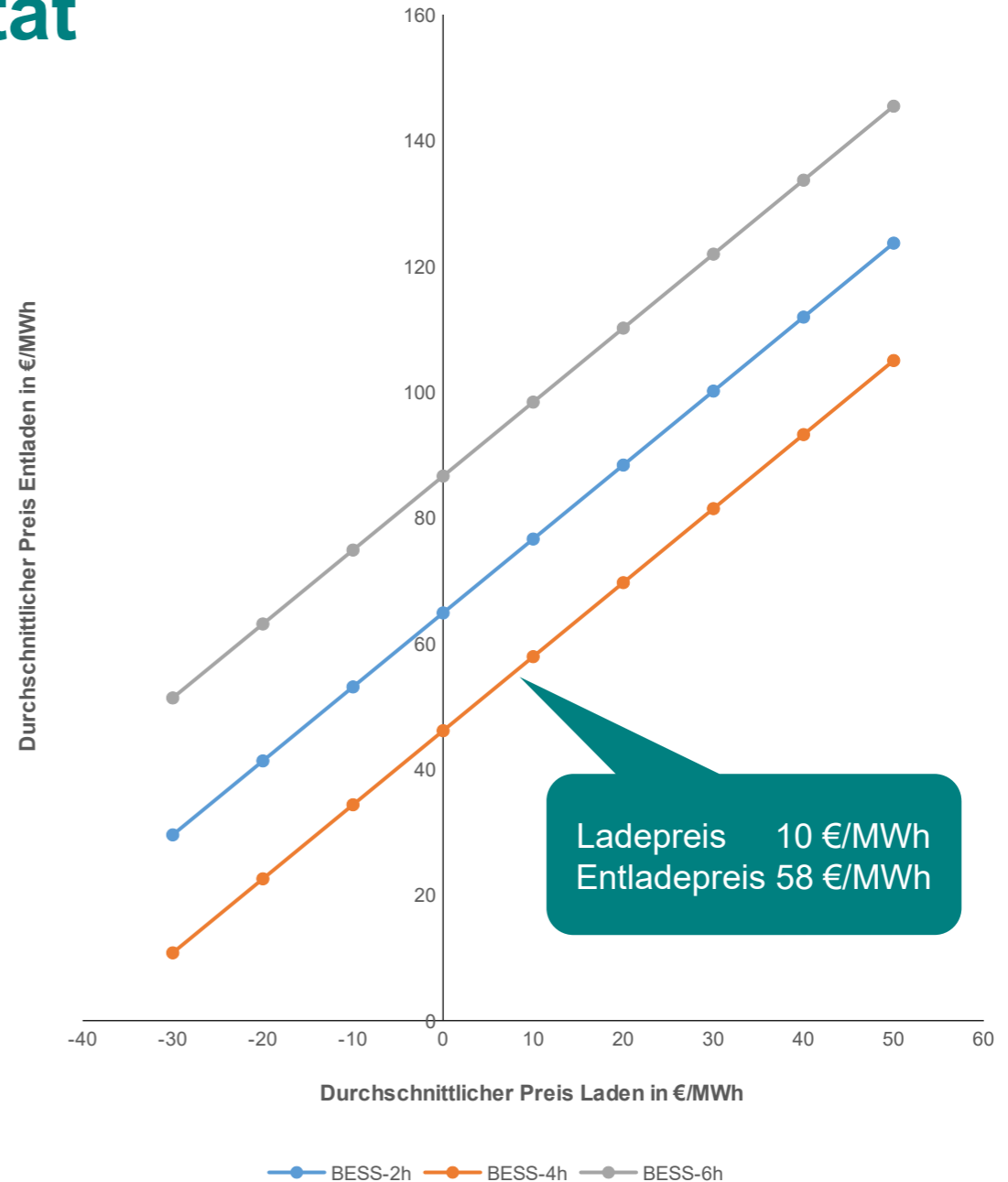
## Zyklenzahl je Jahr

Szenario	BESS-2h	BESS-4h	BESS-6h
Max. 10%	470	550	260

Beste Ausnützung

## Approximation der Profitabilität

- Betriebsweise aus Modell
- Durchschnittliche Preis-Spreads
- Amortisation annual. Betriebs - & Investitionskosten

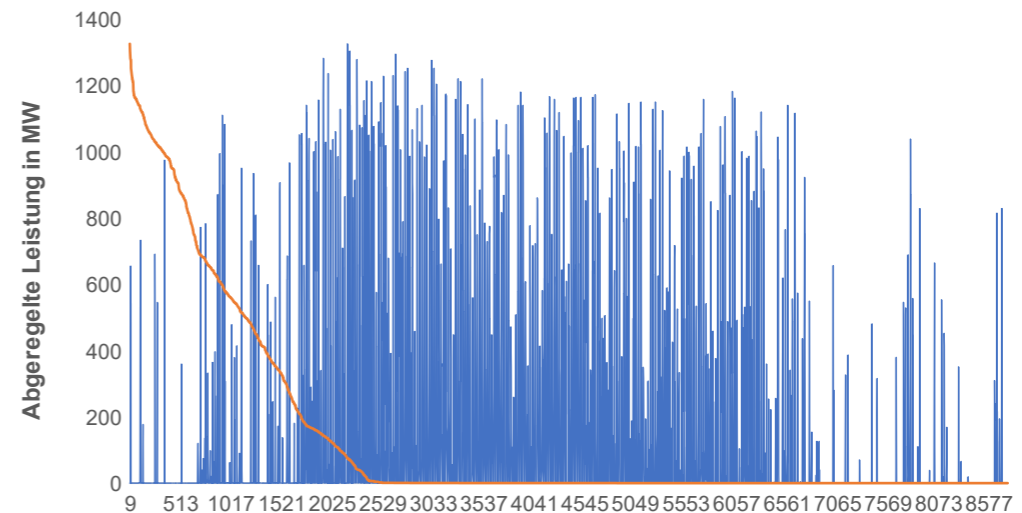
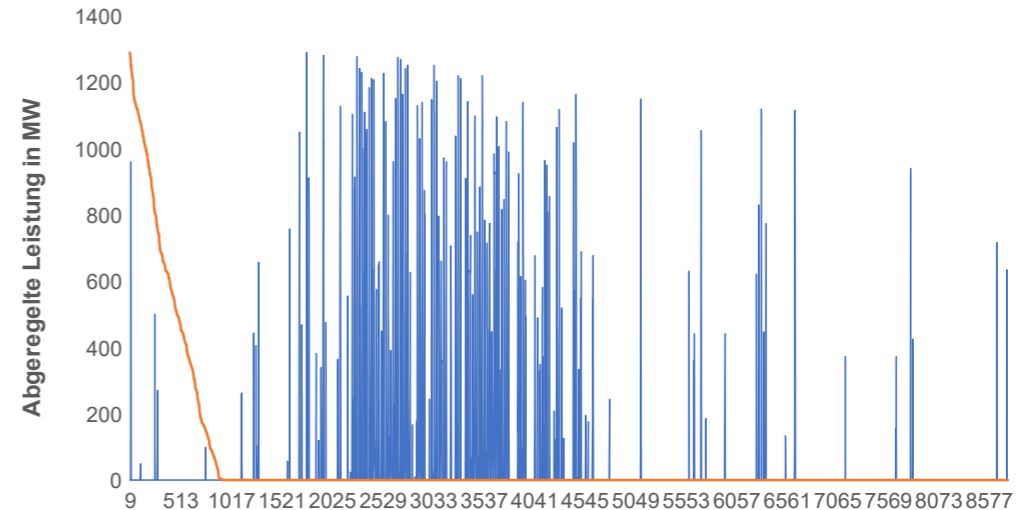


# Potential für Wasserstoff als Energiespeicher

## Volllaststunden aus Überschüssen

- 50 MW PEMEL 850 bzw. 2250 Stunden
- 5000 Stunden laut Wasserstoffstrategie

Stoffliche Nutzung von Wasserstoff nicht betrachtet



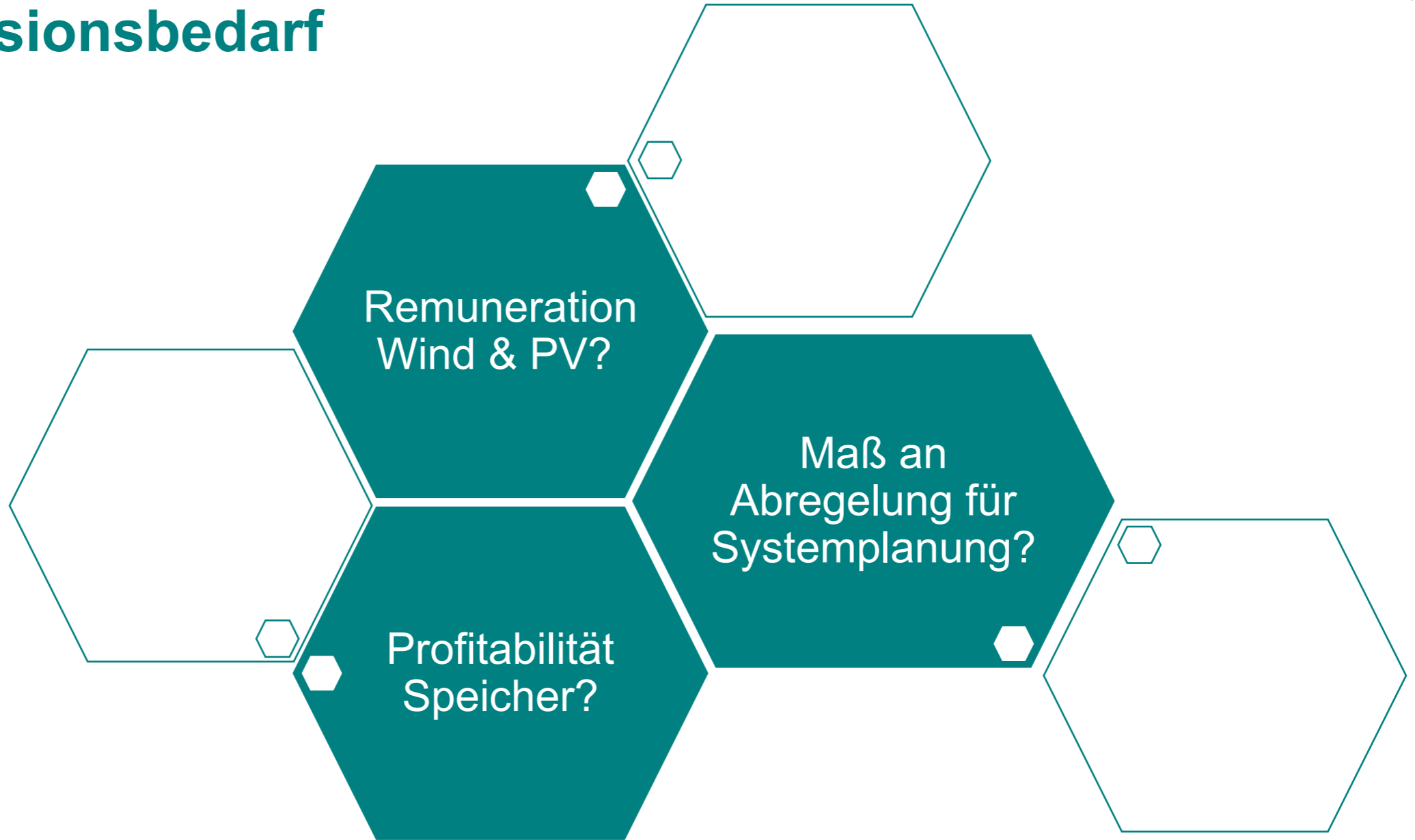
# Conclusio

- Flexibilität maßgeblich für kostengünstiges Elektrizitätssystem
- Flexibilität braucht einen Preis (z.B. Abregelung)
- Wasserstoff als Energiespeicher in 2030 (noch) nicht attraktiv



Source: [https://unsplash.com/de/@gonz\\_ddl](https://unsplash.com/de/@gonz_ddl)

# Diskussionsbedarf



# Danke! Fragen?

Dipl.-Ing. **Thomas Klatzer**

Technische Universität Graz

Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation

Inffeldgasse 18

8010 Graz

Tel.: +43 316 873 7908

E-Mail: [thomas.klatzer@tugraz.at](mailto:thomas.klatzer@tugraz.at)

Web: [iee.tugraz.at](http://iee.tugraz.at)

 [facebook.com/iee.tugraz](https://facebook.com/iee.tugraz)

 [linkedin.com/company/iee-tugraz](https://linkedin.com/company/iee-tugraz)

 [mstdn.social/@iee\\_tugraz](https://mstdn.social/@iee_tugraz)

 [instagram.com/iee.tugraz](https://instagram.com/iee.tugraz)

