



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
Vienna University of Technology

**ESEA**  
Institut für Energiesysteme  
und Elektrische Antriebe

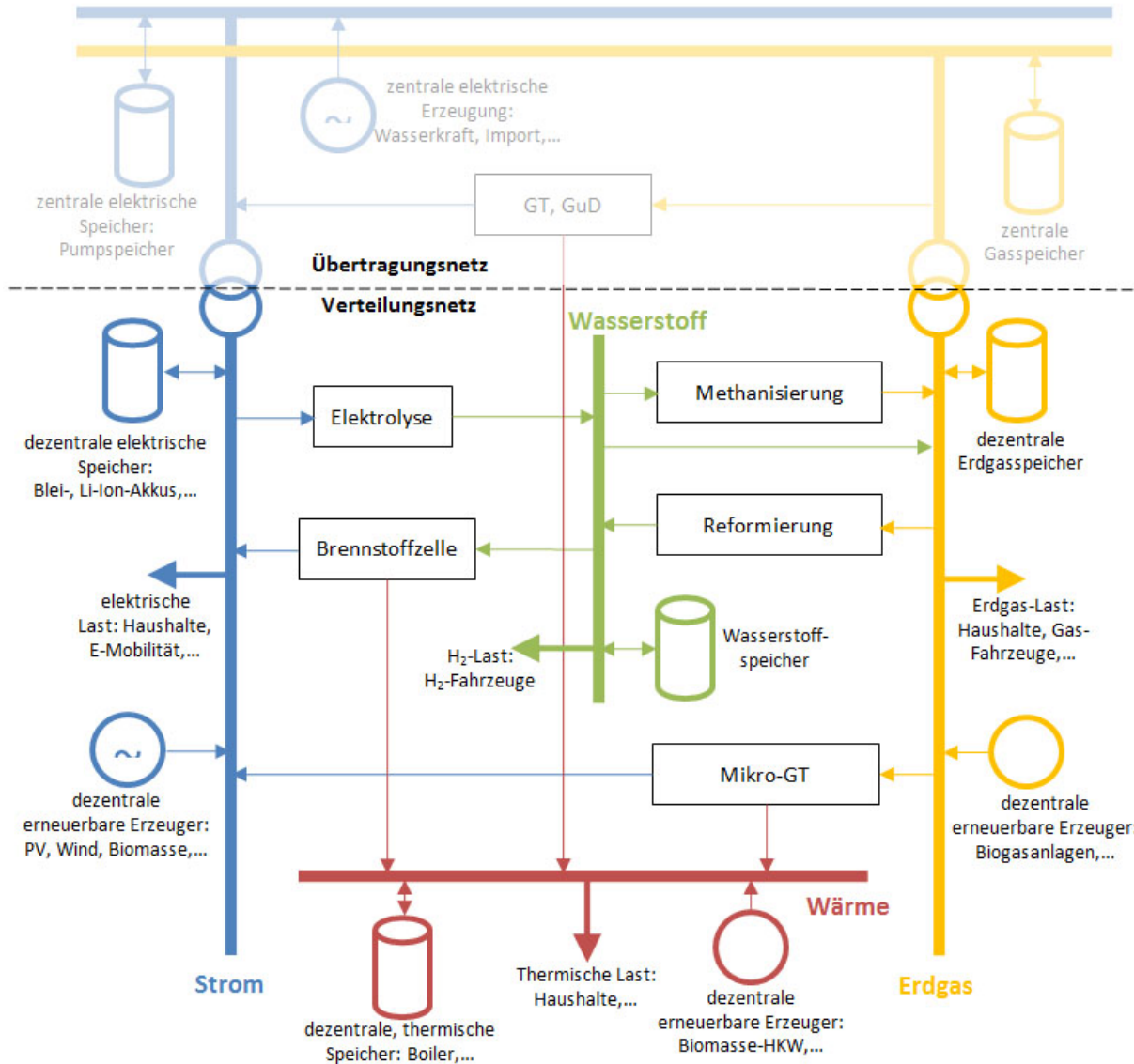
# Die Rolle dezentraler Speichertechnologien aus technischer Sicht-am Beispiel von „Symbiose“

EnInnov 2014, 13.02.2014 TU Graz

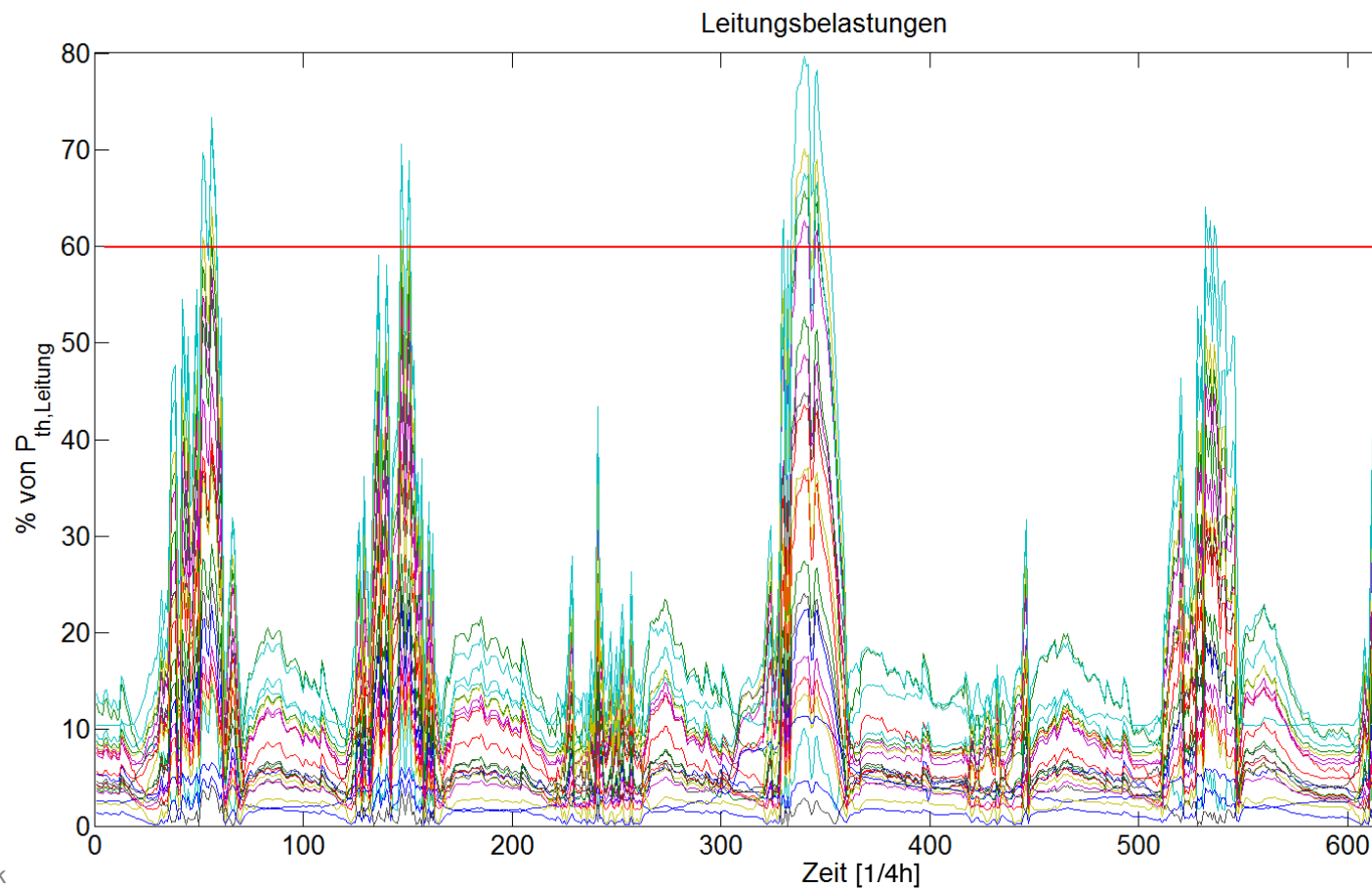
Dipl.-Ing. Sabina Begluk, TU Wien, Institut für  
Energiesysteme und elektrische Antriebe

- Überblick über das Forschungsprojekt „Symbiose-Systemübergreifende optimale dezentrale Hybridspeicher“
- Die Rolle dezentraler Speicher aus technischer Sicht  
→ Handhabung der Grenzverletzungen im Stromnetz
- Optimierungsmodell
- Simulationsergebnisse und Zusammenfassung

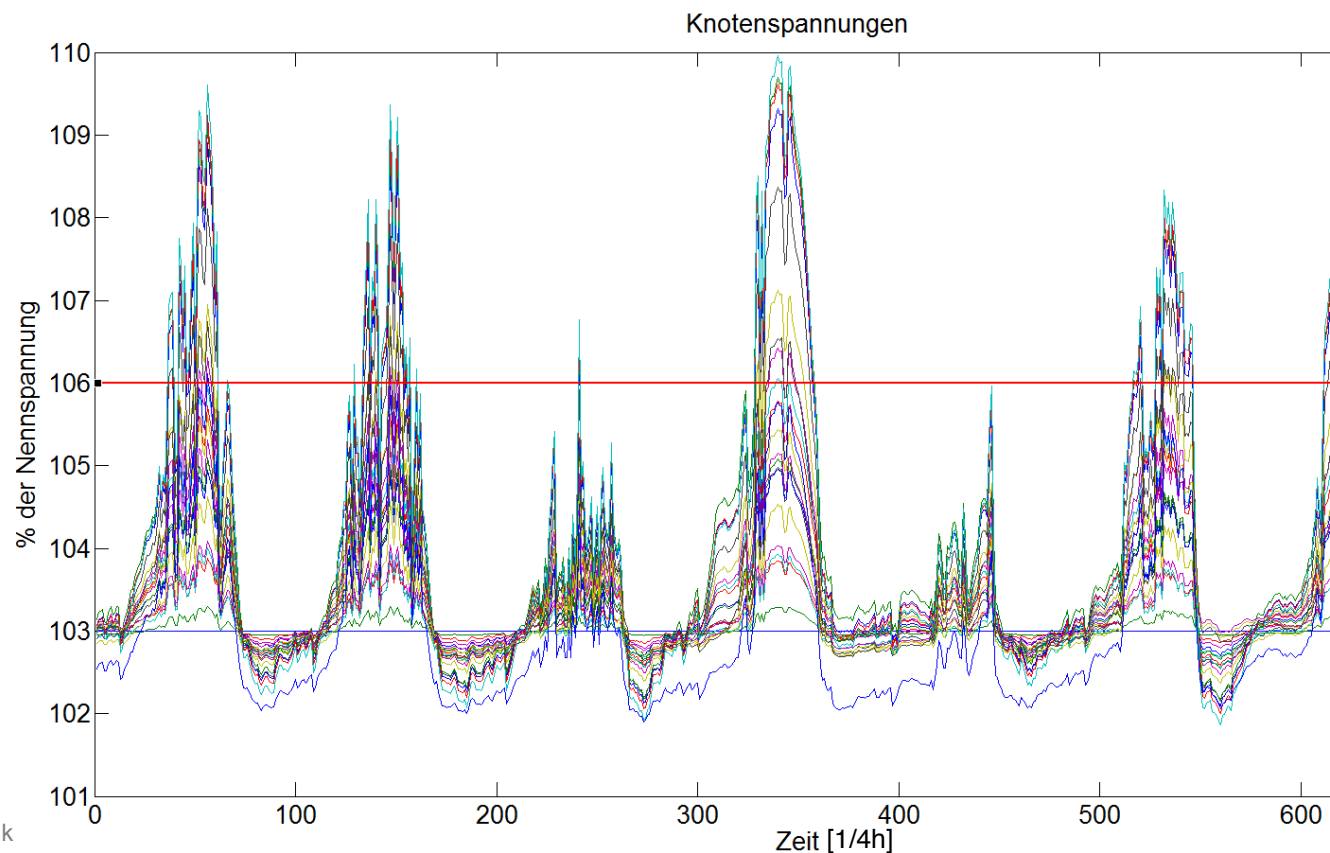
- Wandlung des Energiesystems → regeneratives Energiesystem
  - hohe Volatilität der Stromproduktion
  - geringe Steuerbarkeit
- (Pump-)Speicherkraftwerke nicht ausreichend
  - „S4MG“: 100% regeneratives AT
  - 5 x Leistung notwendig
  - > 100 x Kapazität notwendig
- Mögliche Abhilfe: dezentrale Speichertechnologien
  - Ausgeglichene dezentrale Erzeugungs-Last Bilanz
  - Hybridsysteme-Kopplung bestehender Energieinfrastrukturen



- Welcher Grenzwert im Stromnetz bedingt die Installation dezentraler Speicher?
  - Einhaltung der zulässigen Leitungsbelastung?



- Welcher Grenzwert im Stromnetz bedingt die Installation dezentraler Speicher?
  - Einhaltung der zulässigen Leitungsbelastung?
  - Einhaltung des Spannungsbandes?



- Welcher Grenzwert im Stromnetz bedingt die Installation dezentraler Speicher?
  - Einhaltung der zulässigen Leitungsbelastung?
  - Einhaltung des Spannungsbandes?
  - Leistungsbegrenzung des Ortsnetztransformators (ONT)?
- Welche Speichertechnologie erfüllt optimal die Zielstellung?
- Wie groß ist die installierte Speichergröße (Leistung(P) und Energie(E))?
- Dezentrale Speicher oder Abregelung?!

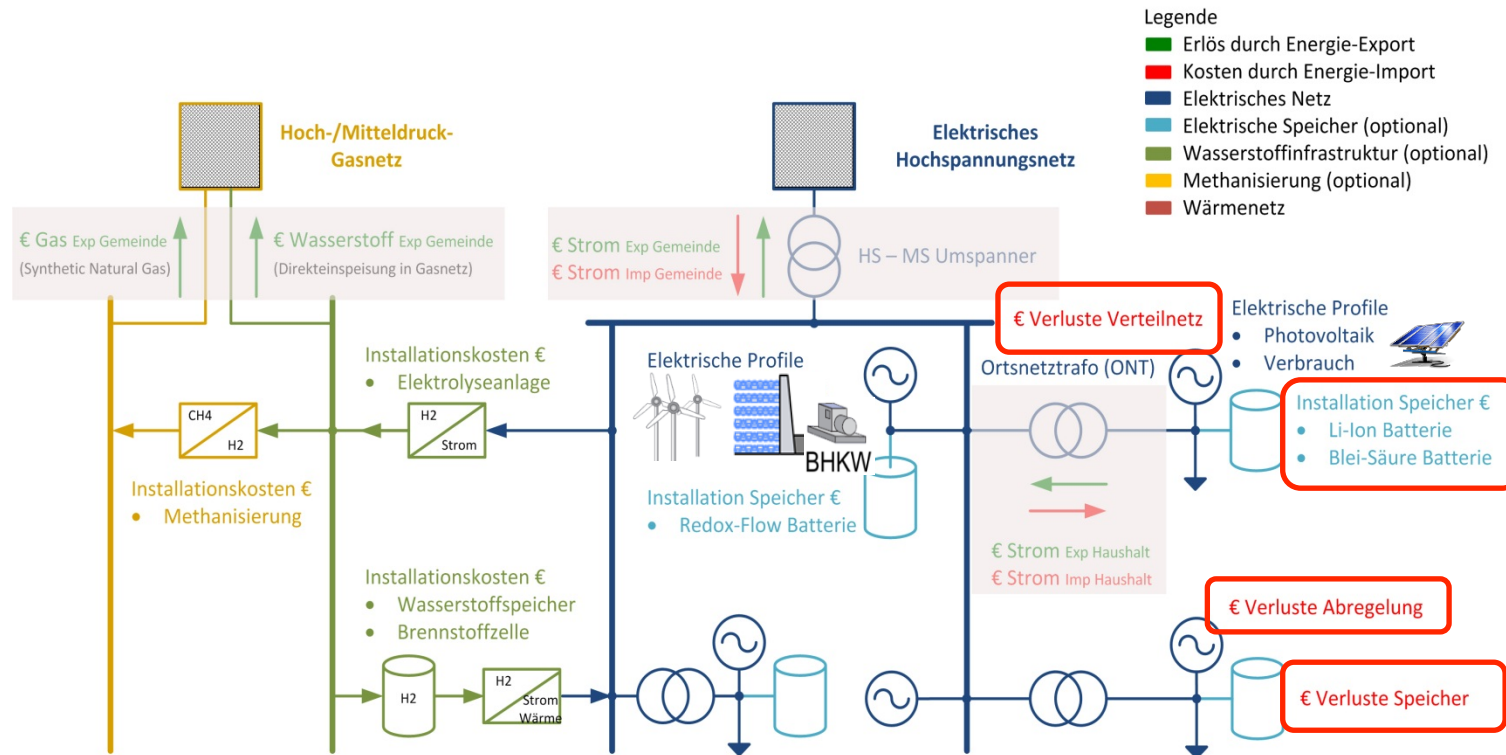
- Ländliche Modellregion
- 100% des regenerativen Erzeugungspotentials
- Moderater Lastzuwachs
- Verteilnetz: offener Ring

Elektrizität	Jahresenergie [MWh]	Spitzenleistung [MW]
Verbrauch	72 300	13,0
Laufwasserkraft	9 700	3,2
Windkraft	14 100	7,7
Biomasse	2 400	0,4
Photovoltaik	38 200	30,2
<b>Gesamterzeugung</b>	<b>64 400</b>	<b>37,9</b>



Optimierungsziel: Deckung der Residuallast mit minimalen Gesamtkosten

Symbiose - Optimierungsmodell



## Lineares Optimierungsmodell in GAMS

- Installierte Speicher
- Speicherbewirtschaftung
- Abregelung → Bewusste Reduktion der Wirkleistungseinspeisung
- Netzverluste
- Nebenbedingungen der Netzgrenzwerte
- Zeithorizont: ein Jahr

## Wesentliche Nebenbedingungen der Netzgrenzwerte

- Lastflussnebenbedingung
  - Linearisierte DC-Lastflussrechnung
    - relevant für die Einhaltung der zulässigen Leitungsbelastung

## Wesentliche Nebenbedingungen

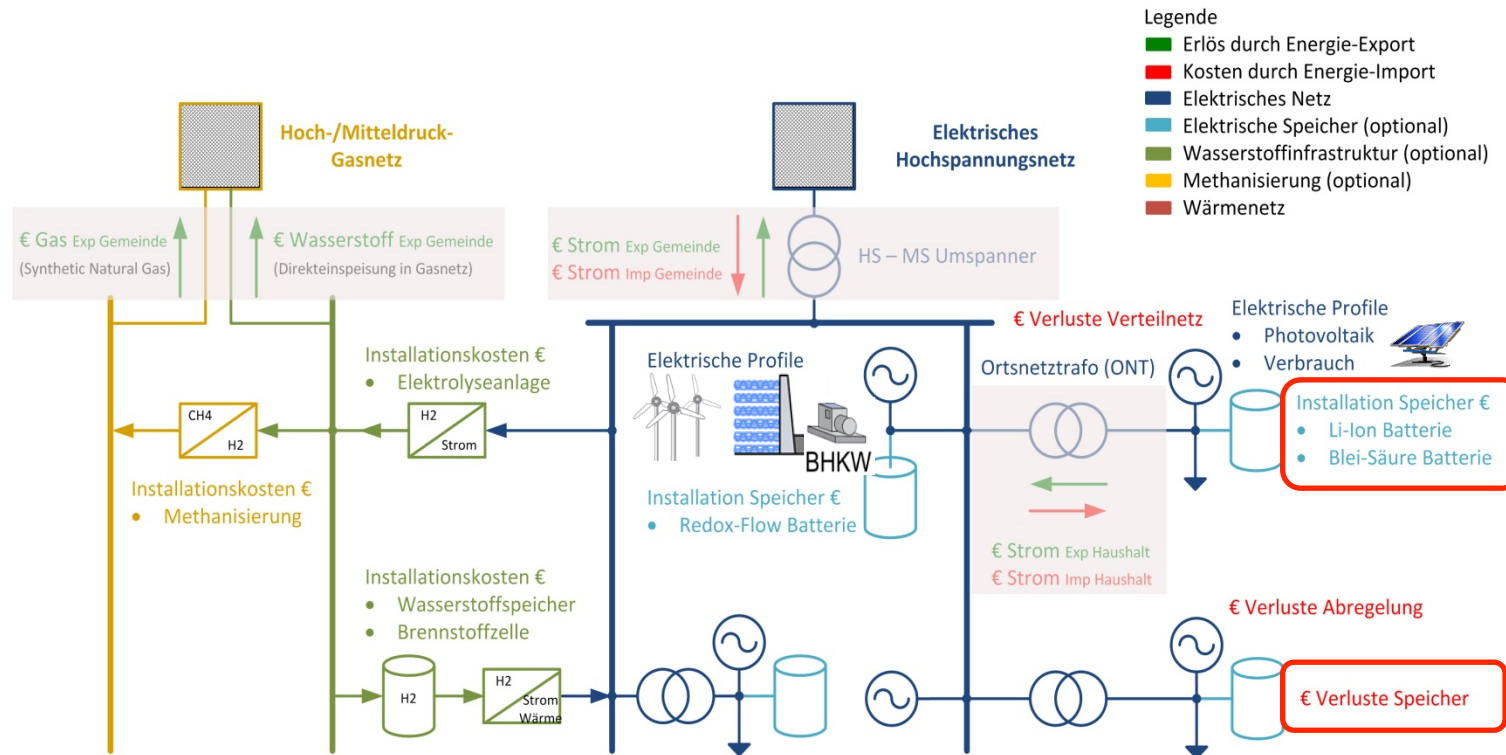
- Lastflussnebenbedingung
  - Linearisierte DC-Lastflussrechnung
    - relevant für die Einhaltung der zulässigen Leitungsbelastung
- Einhaltung des Spannungsbandes
  - Begrenzung der Wirkleistungseinspeisung durch das AC Lastflussprogramm SINCAL
    - relevant für die obere Schranke der rückgespeisten Wirkleistung von NS- in die MS-ebene und für die obere Schranke der Knotenleistung der MS-ebene

## Wesentliche Nebenbedingungen

- Lastflussnebenbedingung
  - Linearisierte DC-Lastflussrechnung
    - relevant für die Einhaltung der zulässigen Leitungsbelastung
- Einhaltung des Spannungsbandes
  - Begrenzung der Wirkleistungseinspeisung durch das AC Lastflussprogramm SINCAL
    - relevant für die obere Schranke der rückgespeisten Wirkleistung von NS- in die MS-ebene und für die obere Schranke der Knotenleistung der MS-ebene
- Leistungsbegrenzung des Ortsnetztransformators
  - Obere und untere Schranke der Knotenleistung am ONT

Optimierungsziel: Deckung der Residuallast mit minimalen Gesamtkosten

Symbiose - Optimierungsmodell



## Speicherportfolio relevant aus technischer Sicht:

Speichertechnologie	Energie-Leistungs-Verhältnis [h]	Wirkungsgrad Einspeichern	Wirkungsgrad Ausspeichern	Netzanschluss
Lithium-Ion Batterie	0,4	95 %	95 %	Nieder-Spg.
Blei-Säure Batterie	2,0	89 %	89 %	Nieder-Spg.
Redox-Flow Batterie	frei	87 %	87 %	Mittel-Spg.

- Speichermodellierung über den aktuellen Energieinhalt  $E(t)$  und getrennt für Aus- und Einspeichervorgang

$$0 \leq E(t) = E_{aus}(t) + E_{ein}(t) \leq E_{inst}$$

$$P_{el}(t) > 0 \Rightarrow -P_{el}(t) \cdot T = \eta_{aus} \cdot [E(t) - E(t-1)]$$

$$P_{el}(t) < 0 \Rightarrow -P_{el}(t) \cdot T \cdot \eta_{ein} = [E(t) - E(t-1)]$$

- Welcher Grenzwert im Stromnetz bedingt die Installation dezentraler Speicher am meisten?
  - Einhaltung der zulässigen Leitungsbelastung?
  - Einhaltung des Spannungsbandes?
  - Leistungsbegrenzung des Ortsnetztransformators (ONT)?
- Welche Speichertechnologie erfüllt optimal die Zielstellung?
- Wie groß ist die installierte Speichergröße (Leistung und Energie)?
- Dezentrale Speicher oder Abregelung?!

- Szenariendurchläufe unter Berücksichtigung von:
  - Unterschiedlich aktiven Nebenbedingungen der Netzgrenzwerte
  - Variation der jährlichen Speicherkosten
  - Berücksichtigung der Netzverluste
  - Einbindung von Abregelung



Szenarien	P_dezS_inst [MW]	E_dezS_inst [MWh]	Zyklen	P_dezS_inst [MW]	E_dezS_inst [MWh]	Zyklen
ohne Abreglung			mit Abreglung			
alle Nebenbedingungen der Netzgrenzwerte <b>aktiv</b>	12,7	24,5	261			

- Welcher Grenzwert im Stromnetz bedingt die Installation dezentraler Speicher am meisten?
  - Einhaltung des Spannungsbandes
- Welche Speichertechnologie erfüllt optimal die Zielstellung?
  - Blei-Säure Batterie deckt mehr als 95% der installierten Speichergröße → dez. Technologie, platziert nach dem ONT
  - „Zentrale Technologie“- Redox-Flow kommt aus technischer Sicht nicht zum Einsatz
- Wie groß ist die installierte Speichergröße (P und E)?
  - ca. 12,7 MW und 24,5 MWh → ca. 0,066% der PV-Erzeugung  
→ in ca. 50 min voll geladen bei PV-Pmax

- Dezentrale Speicher oder Abregelung?!
  - Abregelung reduziert deutlich die Größe des installierten Speichers
  - Die Speichergröße muss nicht auf den max. auftretenden Spitzenwert ausgelegt werden
  - Durch Speicherreduzierung kommt es zur Einbußen bei der autonomen Versorgung der Haushalte und Gemeinde
    - Nächster Vortrag: Markus Heimberger



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
Vienna University of Technology

ESEA

Institut für Energiesysteme  
und Elektrische Antriebe

## Kontakt

**Dipl.-Ing. Sabina Begluk**

Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe

[begluk@ea.tuwien.ac.at](mailto:begluk@ea.tuwien.ac.at)

[www.ea.tuwien.ac.at](http://www.ea.tuwien.ac.at)

Das Projekt „Symbiose“ wird aus den Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020-5. Ausschreibung“ durchgeführt.

