



Positionierung und Dimensionierung von Batteriespeichern zum lokalen Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch

- Einleitung
- Analyse
- Verfahren
- Exemplarische Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick



11. Internationalen Energiewirtschaftstagung an der TU Wien
14.02.2019, M. Sc. Patrick Schultheis



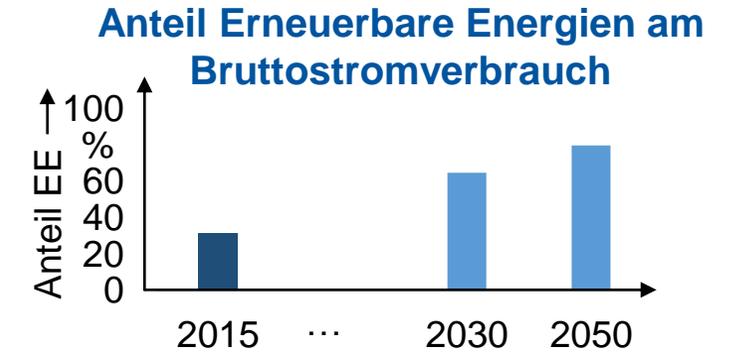
Einleitung

Hintergrund und Motivation

- Ziel bis 2050: 80% des Bruttostromverbrauchs aus Erneuerbaren Energien (EE) in Deutschland zu decken
- Ertragsorientierter Zubau führt zu erhöhtem Energietransportbedarf
- Hohe Kosten für Zubau der Übertragungskapazität
- Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung
- Alternativ: lastnahe Integration der EE-Anlagen und lokaler Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch zur Reduktion des Transportbedarfs
- Zeitlichen Diskrepanz zwischen der meist dargebotsabhängigen Erzeugung und dem überwiegend unflexiblen Verbrauch
- Bedarf an zusätzlichen Flexibilitäten zum lokalen Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch
- Hierzu sind insbesondere Batteriespeicher aufgrund ihrer Modularität und ihrer flexiblen Einsatzfähigkeit geeignet

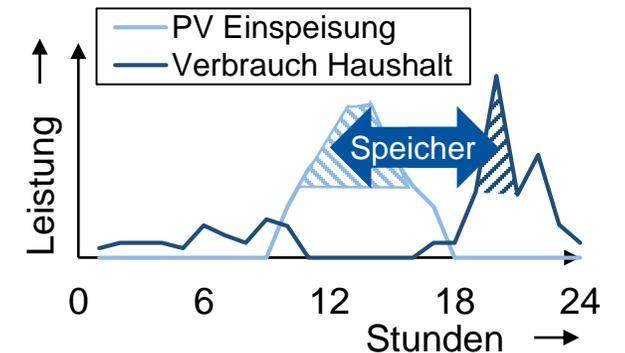
Zentrale Fragestellung

Wie können Batteriespeicher für Steigerung des lokalen Ausgleichs dimensioniert und in das Netz integrieren werden?



Quelle: Umweltbundesamt

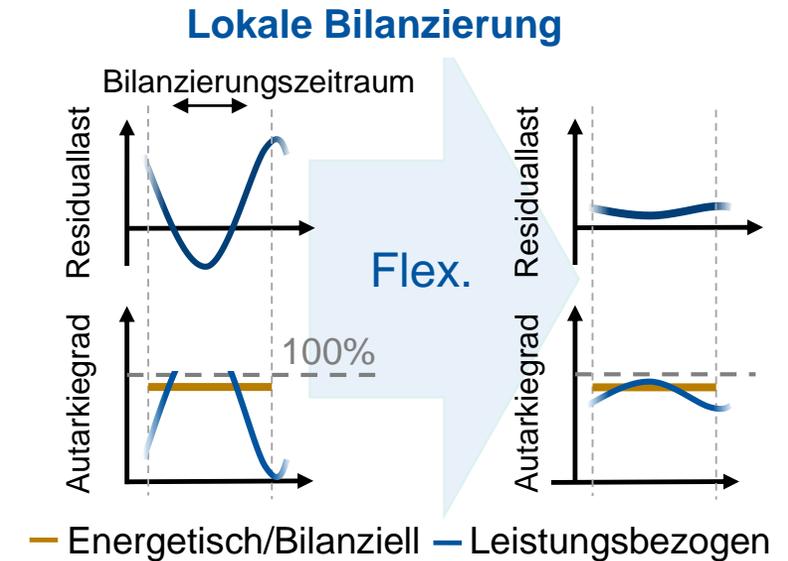
Schematisches Verbrauchs und Einspeiseprofil eines Haushalts



Analyse

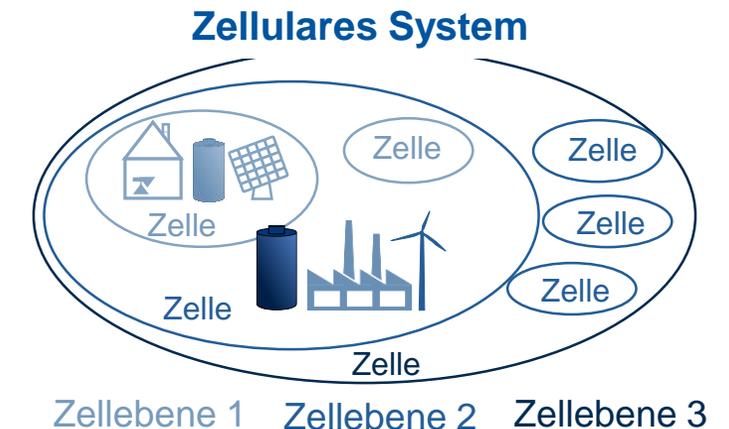
Messgrößen von lokalem Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch

- Betrachtung eines lokalen, räumlich begrenzten Netzbereich
 - *Energetische Autarkiegrad* als das Verhältnis zwischen erzeugter und benötigter Energie innerhalb eines Zeitraums (*Bilanzierungszeitraum*)
 - *Leistungsbezogene Autarkiegrad* als das Verhältnis zwischen erzeugter und benötigter Leistung zu einem Zeitpunkt
- Steigerung des lokalen Ausgleichs durch Anpassung des leistungsbezogenen Autarkiegrades an den energetischen Autarkiegrad mithilfe von Flexibilitätsoptionen, insbesondere zusätzlichen Speicher (*lokale Bilanzierung*)



Unterteilung des Gesamtsystems in ein zelluläres System

- Betrachtung eines zellulären Systems, um möglichst lokal zu bilanzieren
 - Zelle als räumlich begrenzter Netzbereich für die lokale Bilanzierung, welche wiederum Teil einer überlagerten Zelle sein kann
 - Bottom-up Koordinationsmechanismus: jede Zelle wird bilanziert und gibt das verbliebene Leistungsdefizit bzw. den Leistungsüberschuss an die überlagerte Zelle
- Dimensionierung und Positionierung notwendiger Speicher je Zellebene notwendig



Verfahren

- Integration der Speicherdimensionierung und –positionierung in eine „Grüne-Wiese“ Netzplanung, um grundsätzliche Wechselwirkungen zwischen lokaler Bilanzierung (Einsatz von zusätzlichen Speichern) und dem Netz zu bewerten

Eingangsdaten

Versorgungsaufgabe:

- Netzkunden
- Einspeise- und Lastzeitreihen

Freiheitsgrade:

- Betriebsmittel
- Speichertechnologie

Verfahren – Genetischer Algorithmus

Generierung (neuer) Netzentwürfe/Zellzuschnitte

Lokale Bilanzierung und Speicherdimensionierung

Speicherpositionierung und Prüfung der Netzentwürfe

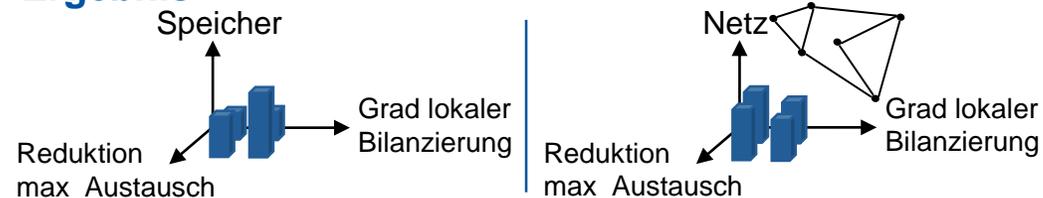
Bewertung der Netzentwürfe

Abbruch?

Nein

Ja

Ergebnis



Lokale Bilanzierung und Speicherdimensionierung

- Bottom-Up-Bilanzierung innerhalb des zellularen Systems

Bilanzierung/Speicherdimensionierung einer Zelle:

- Bilanzierung mit integrierter Speicherdimensionierung als gemischtganzzahliges-lineares Optimierungsproblem
- Zielfunktion: Minimiere Speicherbedarf
- Wichtigsten Nebenbedingungen:
 - Steigerung des Grads lokaler Bilanzierung durch Mindestvorgabe an den leistungsbezogene Autarkiegrad:

$$LAG_t \geq X_{LAG,min} \cdot eAG_i$$

- Glättung/Beschränkung des Austausch zum netzdienlichen Verhalten der Zelle gegenüber der überlagerten Zelle durch:

$$beA \cdot P_{min_i} \leq P_{Austausch_t} \leq beA \cdot P_{max_i}$$

Verfahren

- Integration der Speicherdimensionierung und –positionierung in eine „Grüne-Wiese“ Netzplanung, um grundsätzliche Wechselwirkungen zwischen lokaler Bilanzierung (Einsatz von zusätzlichen Speichern) und dem Netz zu bewerten

Eingangsdaten

Versorgungsaufgabe:

- Netzkunden
- Einspeise- und Lastzeitreihen

Freiheitsgrade:

- Betriebsmittel
- Speichertechnologie

Verfahren – Genetischer Algorithmus

Generierung (neuer) Netzentwürfe/Zellzuschnitte

Lokale Bilanzierung und Speicherdimensionierung

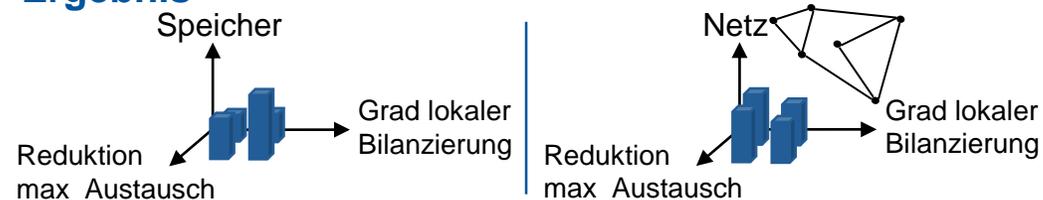
Speicherpositionierung und Prüfung der Netzentwürfe

Bewertung der Netzentwürfe

Abbruch? Nein

Ja

Ergebnis



Speicherpositionierung

- Verteilung der Speicher soll möglichst netzdienlich erfolgen:
 - Reduktion der Netzverluste
 - Behebung/Vermeidung von Netzengpässen

Optimierte Positionierung mittels eines abgewandelten SCOPF:

- Residuallastbasierte Verteilung der Speicher als Startlösung
- Umverteilung der Speicher zur Minimierung der Engpassarbeit und Verluste durch geschlossene Betrachtung kritischer NNF

Prüfung der Netzentwürfe

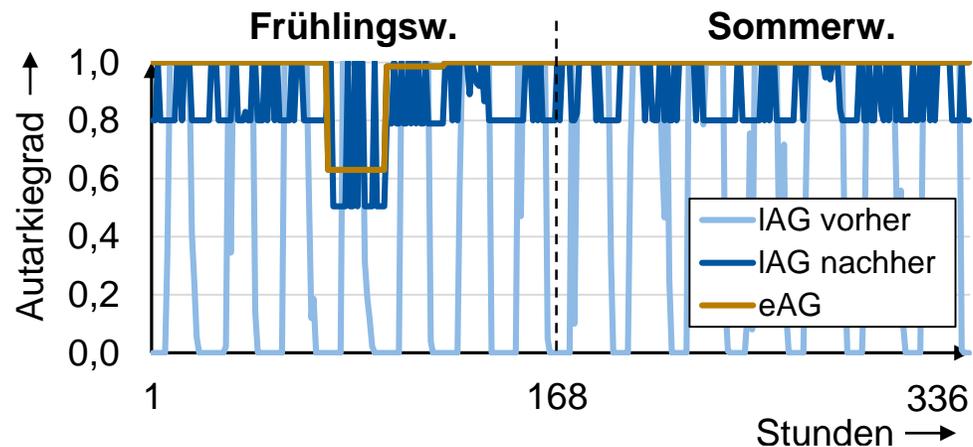
- Prüfung auf technische Gültigkeit der einzelnen Netzentwürfe
- Iterative Zubauheuristik bei negativer Prüfung
- Vergleich mit „einfachen“ Positionierungsvarianten zur Validierung der *optimierten* Positionierung
 - *Zentrale* Positionierung
 - *Residuallastbasierte* Positionierung

Exemplarische Ergebnisse

Exemplarischer Netzkunde

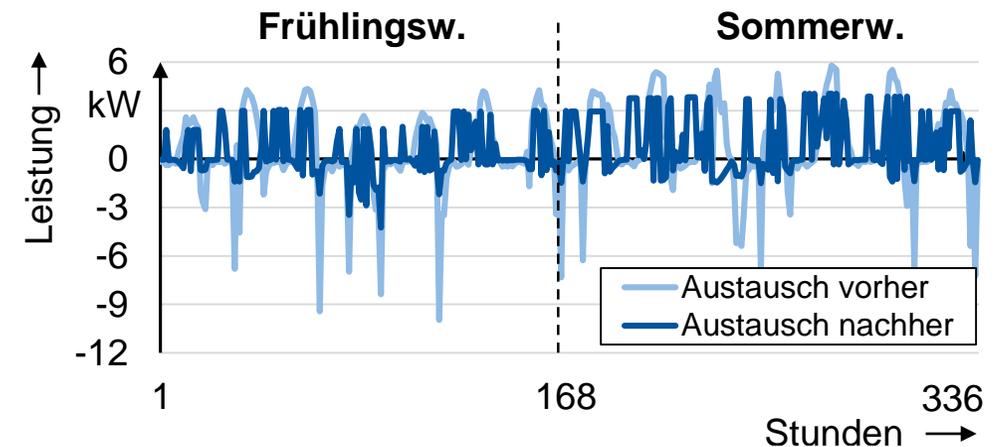
- Technische Daten: 8,4 kW Jahreshöchstlast, 6,25 kW PV-Anlage, Elektrofahrzeug mit 3,3 kW Ladeleistung
 - Parametrierung: Beschränkung des Austauschs (*beA*) auf 70 % der Austauschpeaks und Mindestvorgabe des leistungsbezogenen Autarkiegrads (*IAG*) von 80 % des energetischen Autarkiegrads (*eAG*)
- Zur Bilanzierung des Netzkunden (Netzkundenzelle) ist ein zusätzlicher Speicher mit einer Leistung von 7,8 kW und Kapazität von 33 kWh notwendig

Untersuchung der Autarkiegrade



- Vorgaben hinsichtlich des *IAG* werden eingehalten
- Deutliche Angleichung des *IAG* an den *eAG*

Untersuchung des Austauschs



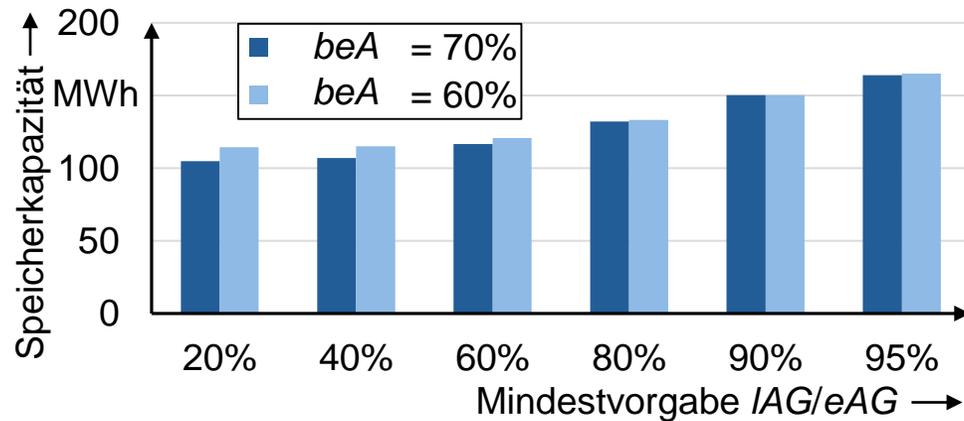
- Die Beschränkung des Austauschs wird eingehalten
- Deutliche Glättung des Austauschs

Exemplarische Ergebnisse

Untersuchungsszenario

- Ländliches Mittelspannungsversorgungsgebiet mit 4207 Niederspannungskunden und 10 Mittelspannungskunden mit einer Jahreshöchstlast von 24,6 MW
- PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 37,3 MW und Windkraftanlagen mit 8,6 MW

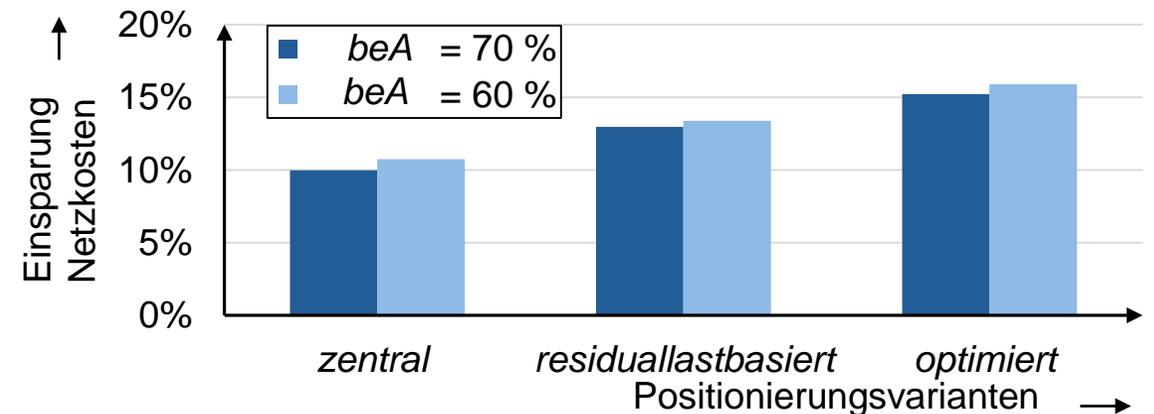
Einfluss zunehmender lokaler Bilanzierung auf den Speicherbedarf



→ Deutlicher Anstieg des Speicherbedarfs bei einem hohen Grad lokaler Bilanzierung

Vergleich unterschiedlicher Positionierungsmethoden

- Referenz: Netzplanung ohne lokale Bilanzierung
- Mindestvorgabe IAG/eAG = 80 %



→ Optimierte Positionierung kann Einsparungen an Netz weiter erhöhen

Zusammenfassung und Ausblick

Hintergrund und Motivation

- Lokale Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch als Alternative zum weiträumigen Ausbau des Übertragungsnetzes
- Bedarf an Speicherzubau als zusätzlichen Flexibilitäten aufgrund einer zeitlichen Diskrepanz zwischen volatiler Erzeugung und dem überwiegend unflexiblen Verbrauch

Zentrale Fragestellung

→ Wie können Batteriespeicher für Steigerung des lokalen Ausgleichs dimensioniert und in das Netz integrieren werden?

Verfahren und Exemplarische Ergebnisse

- Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung eines zunehmenden lokalen Ausgleichs innerhalb eines zellularen Systems mit der Speicherdimensionierung und -positionierung als zentrale Bestandteile
- Anhand der Ergebnisse können beide Verfahrensschritte Speicherdimensionierung und der optimierten Speicherpositionierung validiert werden
- Mit steigendem Grad des lokalen Ausgleichs von Erzeugung und Verbrauch ist zudem ein deutlicher Anstieg des Speicherbedarfs zu beobachten und lokale Bilanzierung kann den Netzbedarf reduzieren

Ausblick

- Integration der Flexibilität neuer Verbraucher wie Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen
- Untersuchung der Auswirkung der Erhöhung des Potentials zur lokalen Bilanzierung durch Zubau von EE-Anlagen

Fragen und Diskussion

Kontakt Daten

M. Sc. Patrick Schultheis

Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW), RWTH Aachen University

Tel: +49 (0)241 80-96711

E-Mail: p.schultheis@iaew.rwth-aachen.de

<http://www.iaew.rwth-aachen.de>

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser