



**HOCHSCHULE LANDSHUT**

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN



# Speichermanagement – Aktueller Stand und Überblick über künftige Anforderungen an Energiespeicher im Niederspannungsnetz am Beispiel Deutschland

Ouafa Laribi, M. Sc.

14. Symposium Energieinnovation 2016  
Graz 12.02.2016



## Gliederung

- Einführung
- Anschluss und Parallelbetrieb von Energiespeichern
- Steuerung der Wirk- und Blindleistungseinspeisung
- Modell für dynamisches Speichermanagement
- Überblick über künftige Anforderungen
- Zusammenfassung

## Einführung – Definition von Energiespeichern

- Keine verbindliche Definition für elektrische Energiespeicher weder EEG noch im EnWG
- Eine elektrische Energiespeicheranlage ist eine Anlage, welche in Abhängigkeit vom Betriebsmodus elektrische Energie aus dem öffentlichen Netz bzw. aus dem kundeneigenen Netz beim Laden beziehen oder dahin beim Entladen einspeisen kann. Dabei können Energiespeicher unterschiedliche technische Umsetzungen aufweisen.

(Forum für Netztechnik und Netzbetrieb im VDE (FNN) - technischer Hinweis „Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz“)

- Ein Energiespeichersystem repräsentiert eine Einheit, welche aus Energiespeicher z.B. Batterie, Batteriemanagementsystem z.B. Laderegler und eine Sicherheitseinrichtung besteht.

(VDE-AR-E 2510-2 „Stationäre elektrische Energiespeichersysteme vorgesehen zum Anschluss an das Niederspannungsnetz“)

# Einführung – Energiespeichersysteme und unterschiedliche Betriebsmodi

## ▪ **Bezugsmodus**

- Verbraucherverhalten: Elektrische Energie wird aus dem öffentlichen Netz oder aus dem kundeneigenen Netz bezogen (TAB 2007)

## ▪ **Energielieferungsmodus**

- Erzeugerverhalten: Elektrische Energie wird in das öffentliche Netz eingespeist (VDE-AR-N 4105)

## ▪ **Modus Inselnetz**

- Trennung vom Netz: Elektrische Energie wird vom kundeneigenen Netz bezogen bzw. in das kundeneigene Netz geliefert (Technische Richtlinie „Notstromaggregate“)

Quelle: Forum für Netztechnik und Netzbetrieb im VDE (FNN) - technischer Hinweis „Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz“)

# Anschluss und Parallelbetrieb von Energiespeichern am Niederspannungsnetz

- Typspezifische Konformitätsnachweise (VDE-AR-N 4105 und DIN V VDE 0124-100) für:
  - die elektrischen Eigenschaften der Anlage
  - sowie für den eingebauten Netz- und Anlagenschutz
- Konformitätsnachweis für den Energieflussrichtungssensor
- Der Netzbetreiber ermittelt geeigneten Anschlusspunkt
- Auswahlkriterien:
  - Netzurückwirkungen der Anlage am Verknüpfungspunkt
  - Sicherheit des Netzbetriebs

Quelle: Forum für Netztechnik und Netzbetrieb im VDE (FNN) - technischer Hinweis „Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz“

# Anschluss und Parallelbetrieb von Energiespeichern am Niederspannungsnetz

Gleiche Anforderungen wie für Erzeugungsanlagen (VDE-AR-N 4105):

- Zulässige Spannungsänderung
- Maximale Anschlusswirkleistung
- Zulässige Schiefelast
  - Maximale eingespeiste Scheinleistung  $S_{\max} \leq 4,6 \text{ kVA}$  für einphasige und ungekoppelte Wechselrichter ( $S_{\max, \text{tot}} \leq 13,8 \text{ kVA}$ )
  - Maximale gesamte eingespeiste Scheinleistung  $S_{\max, \text{tot}} > 13,8 \text{ kVA}$  für dreiphasige Wechselrichter oder einphasige und kommunikativ miteinander gekoppelte Wechselrichter.

# Anschluss und Parallelbetrieb von Energiespeichern am Niederspannungsnetz - Netzurückwirkungen

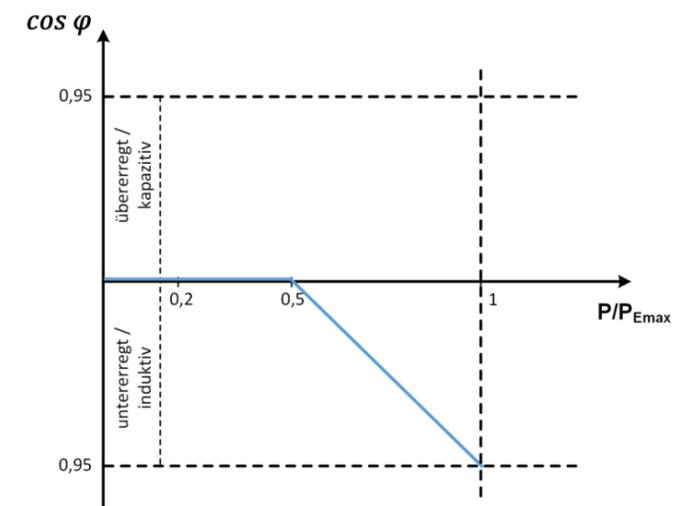
- Schnelle Spannungsänderungen
- Flicker
- Oberschwingungen und Zwischenharmonische
- Spannungsunsymmetrien
- Kommutierungseinbrüche
- Tonfrequenz-Rundsteuerung
- Trägerfrequente Nutzung des Kundennetzes
- Vorkehrungen gegen Spannungsabsenkungen und -unterbrechungen

## Steuerung der Wirkleistungseinspeisung

- Kein netzkapazitätsbedingtes Erzeugungsmanagement für Anlagen  $\leq 100$  kW
- Wirkleistungseinspeisung bei Überfrequenz:  $50,2 \text{ Hz} \leq f < 51,5 \text{ Hz}$ 
  - Reduzierung der Wirkleistung  $P_M$  mit 40% von  $P_M$  je Hertz bei Weitersteigen der Frequenz
- Wirkleistungseinspeisung bei Unterfrequenz:  $47,5 \text{ Hz} < f < 50 \text{ Hz}$ 
  - Automatische Trennung der Anlage vom Netz ist nicht zulässig.

## Steuerung der Blindleistungseinspeisung

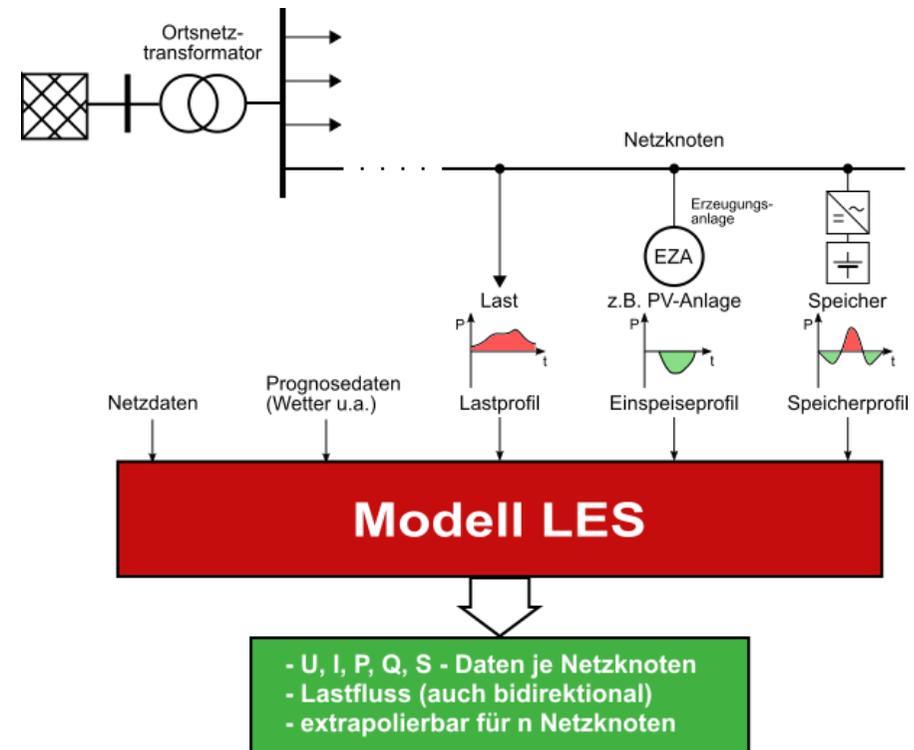
- Erzeugungsanlagen mit  $S_{\max, \text{total}} < 3,68 \text{ kVA}$ :
  - Fester Verschiebungsfaktor von  $\cos \varphi = 0,95_{\text{untererregt}}$  bis  $\cos \varphi = 0,95_{\text{übererregt}}$  nach DIN EN 50438.
- Erzeugungsanlagen mit  $3,68 \text{ kVA} < S_{\max, \text{total}} \leq 13,8 \text{ kVA}$ :
  - Automatische Einstellung des Verschiebungsfaktors innerhalb von 10 s
  - vorgegebenen Standardkennlinie  $\cos \varphi(P) = 0,95_{\text{untererregt}}$  bis  $0,95_{\text{übererregt}}$ .



Vorgegebene Standardkennlinie für  $\cos \varphi$  in Abhängigkeit von eingespeister Wirkleistung für Anlagen mit  $3,68 \text{ kVA} < S_{\max, \text{total}} \leq 13,8 \text{ kVA}$

# Modell zum dynamischen Speichermanagement

- Speichermanagement: Flexibilisierung der Last sowie der Leistungseinspeisung
- Simulationsmodell
  - Verbrauchseinrichtung
  - Photovoltaikanlage
  - Energiespeichersystem
- Variable Parameter
  - Lastprofil
  - Einspeiseprofil
  - Steuerung des Speichermanagements
- Auswertungsparameter
  - Lastflüsse
  - Netzbelastung



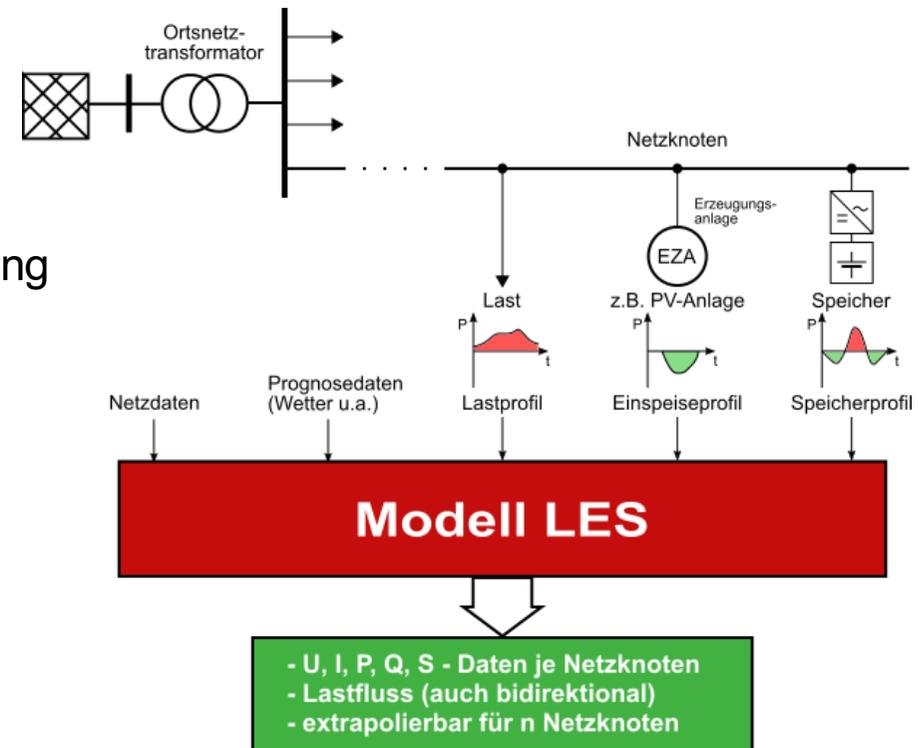
Visualisierung des Modell LES [eigene Darstellung]

# Modell zum dynamischen Speichermanagement

## ▪ Beispielszenarien

- Leistungseinspeisung ohne Energiespeicher
- Leistungseinspeisung der Erzeugungsanlage mit vorrangiger Ladung des Energiespeichers
- Leistungseinspeisung der Erzeugungsanlage mit Energiespeichermanagement

## ▪ Übertragung der Beispielszenarien auf eine Netzregion



Visualisierung des Modell LES [eigene Darstellung]

## Überblick über künftige Anforderungen

- Steuerungsart der Wirkleistungseinspeisung
- Steuerungsart der Blindleistung zur Spannungshaltung
- Anforderungen an das Speichermanagement für den Eigenverbrauch sowie die Netzeinspeisung
- Überlegung über die Notwendigkeit von direktem Zugriff für Netzbetreiber auf den Energiespeicher für die Leistungssteuerung

## Zusammenfassung

- Zunehmende Integration von Erzeugungsanlagen im Niederspannungsnetz
- Bedarf an innovativen Systemlösungen bei der Energieverteilung
- Prüfung des Einsatzes von dezentralen Energiespeichersystemen im Zusammenspiel mit Erzeugungsanlagen und Speichermanagementsteuerung
- Es gilt anhand der Ergebnisse zukünftige Anforderungen sowohl an wechselrichtergeführte Speichersysteme als auch an die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zu definieren.



**HOCHSCHULE LANDSHUT**  
HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN



**Prof. Dr. Alfons Haber**

**Professur für Netzintegration**

Hochschule Landshut

Hochschule für angewandte Wissenschaften  
Am Lurzenhof 1 D-84036 Landshut

Telefon +49 (0) 871 506 230

Telefax +49 (0) 871 506 506

E-Mail [alfons.haber@haw-landshut.de](mailto:alfons.haber@haw-landshut.de)

Homepage [www.haw-landshut.de](http://www.haw-landshut.de)

[www.technologiezentrum.de](http://www.technologiezentrum.de)

**Ouafa Laribi, M. Sc.**

**Fachgebiet Netzintegration**

Wissenschaftszentrum Straubing

Technische Universität München

Schulgasse 16 D-94315 Straubing

Telefon +49 (0) 9421 187 173

Telefax +49 (0) 9421 187 130

E-Mail [ouafa.laribi@tum.de](mailto:ouafa.laribi@tum.de)

Homepage [www.wz-straubing.de](http://www.wz-straubing.de)

