

Hochspannungs-Batteriespeicher – Flexibilitätsoption im Energiesystem der Zukunft

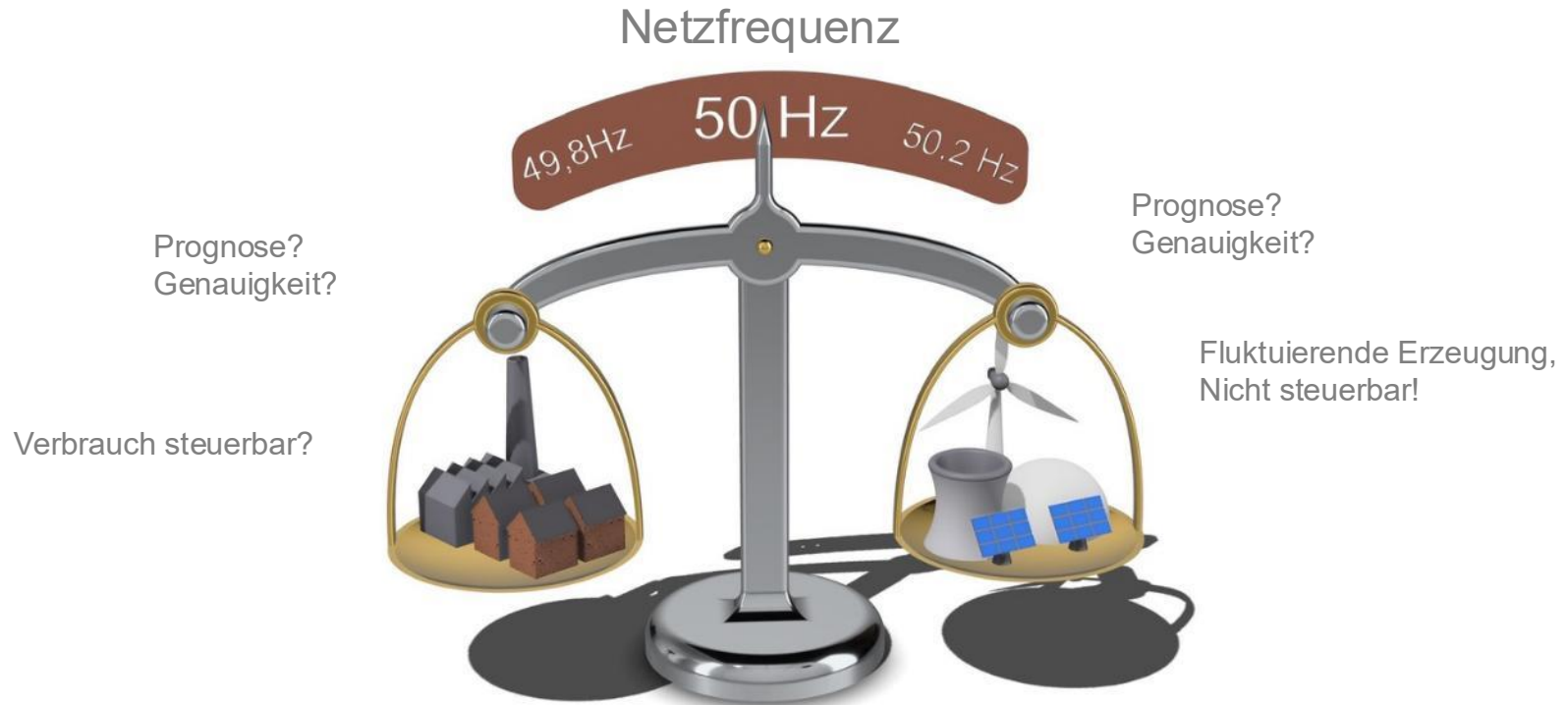
Smart Systems Conference 2025

19. November 2025

Prof. Dr.-Ing. Martin Kiel

Martin.Kiel@fh-dortmund.de

Technische Notwendigkeit von Stromspeichern



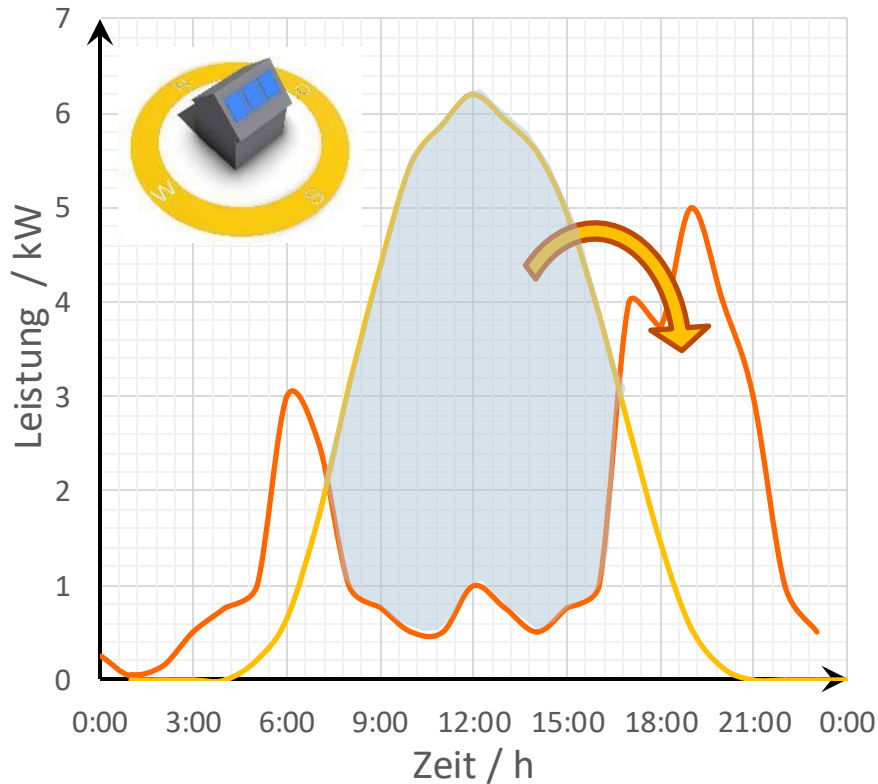
- In Elektroenergiesystemen muss in jedem Moment exakt die Energiemenge erzeugt bzw. eingespeist werden, die im selben Moment verbraucht wird, damit die Netzfrequenz konstant bleibt.

→ „Der Kern eines stabilen Netzbetriebs ist das ständige Gleichgewicht zwischen eingespeister und entnommener elektrischer Leistung.“ - VDE Hintergrund Papier „Sicherheit und Stabilität im europäischen Stromsystem“, Mai 2025

<https://www.vde.com/resource/blob/2388242/b160c4502670cfc7e70e9f107657a966/vde-hintergrund-netzstabilitaet-data.pdf>

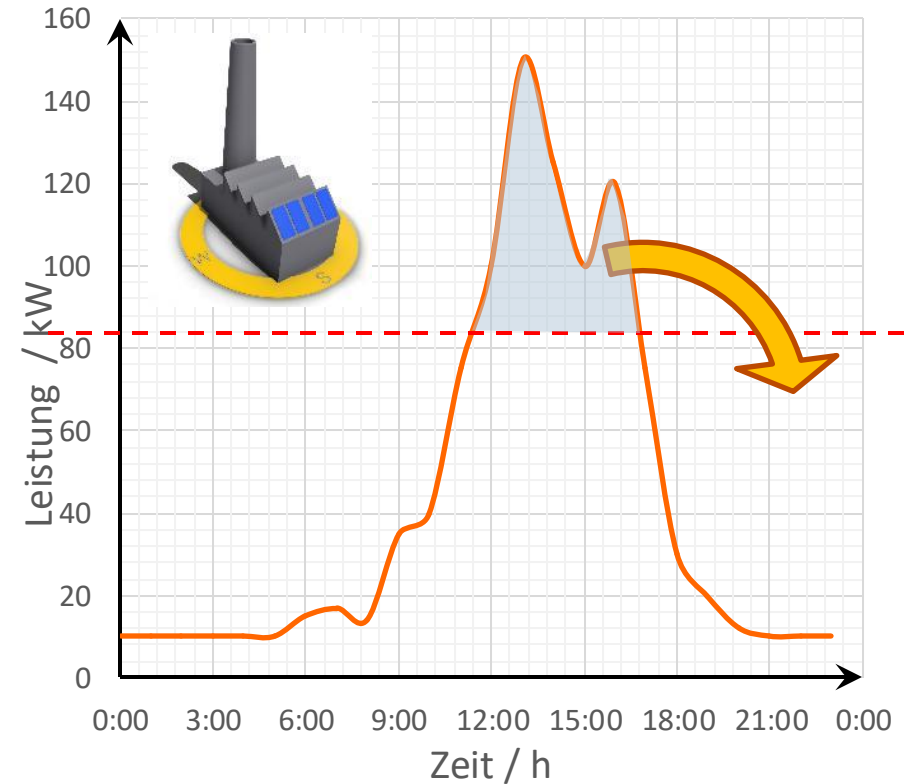
Load Following

- Autarkie-Maximierung
- Eigenverbrauchsoptimierung



Peak Shaving

- Lastspitzen
- Erzeugungsspitzen



Märkte für Regelleistung

- Momentanreserve (Zukunft)
- Primär Regelleistung PRL
- Sekundär Regelleistung SRL
- Minutenreserve / Tertiärregelung MRL

Eigennutzungsmodelle

- Eigenverbrauchsmaximierung
- Notstrombetrieb / Netzersatzbetrieb / USV



- Stromspeicher können ggf. nach mehreren Modellen betrieben werden
- Betrieb durch Pool-Anbieter möglich

Teilnahme am Stromhandel zur Vermarktung von EE-Strom, insbesondere auch bei Altanlagen nach Auslaufen der Förderung

- Terminhandel EEX
- Day-Ahead Auktion EXAA,
- Intraday Auktion
- Continuous Intraday
- Over-the-Counter

Netzentgeltorientierter Betrieb

- Atypische oder intensive Netznutzung gemäß §19 Abs. 2 S. 1 StromNEV

Simulative Betrachtung eines dezentralen Energiesystems mit Batteriespeicher

we
focus
on
students

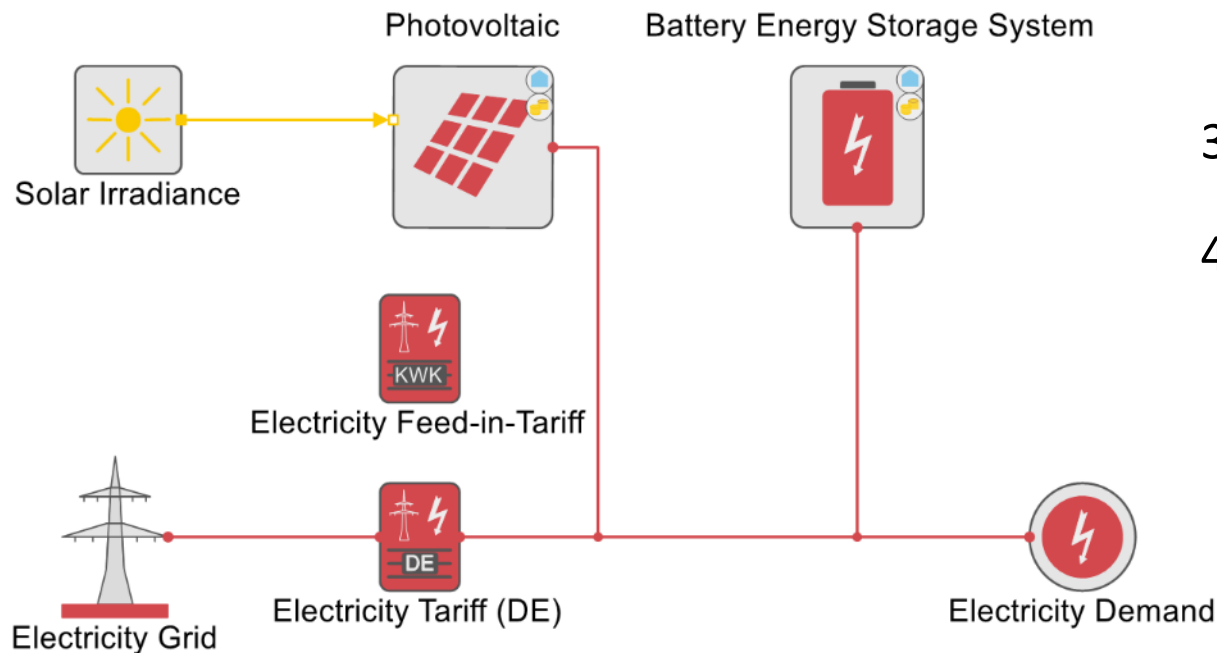
Fachhochschule
Dortmund

University of Applied Sciences and Arts

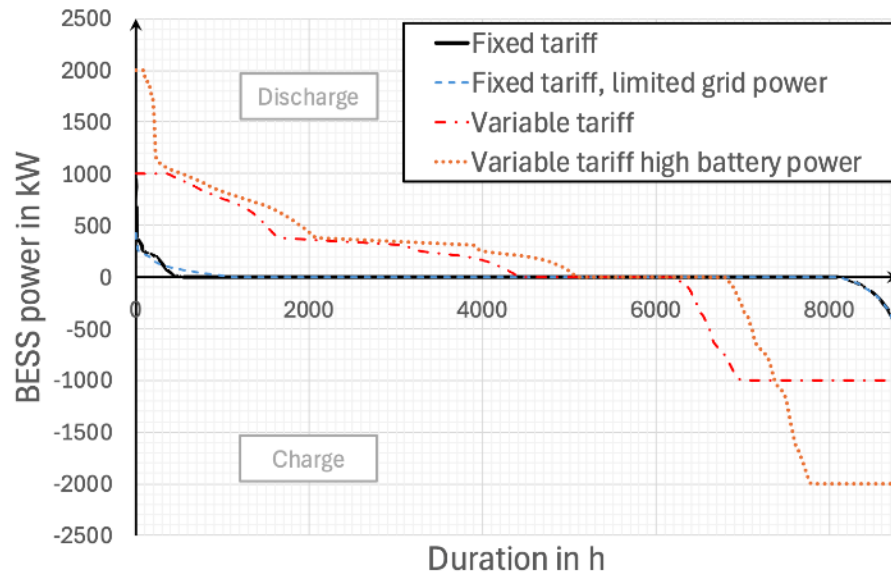
- Simulation mit  TOPENERGY®
- Synthetisiertes Lastprofil
(gewerblich)

Betrachtung verschiedener
Simulationsszenarien:

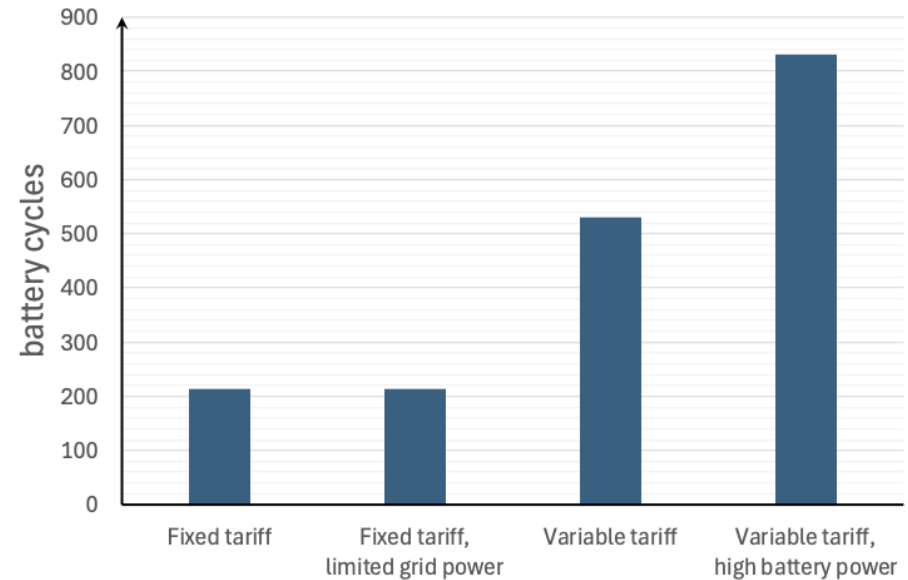
1. Fester Bezugstarif
2. Fester Bezugstarif mit
Peak Shaving
3. Variabler Stromtarif
4. Variabler Stromtarif
mit höherer Leistung
des Batteriesystems



Batterieleistung: Dauerlinie



Vollzyklenäquivalente



State-of-the-Art Batterie-Energie-Speicher-Systeme

Batterie Module

- 48V Modulspannung
- 5 - 10 kW Modulleistung
- → ~200A / Modul

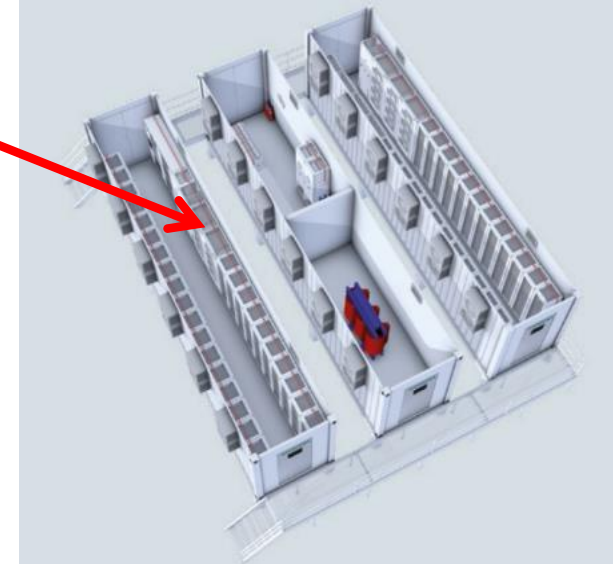
Batteriesystem

- 0,8kV ...1,2kV Systemspannung
- 10 MW / 10 MWh to 50 MW / 50 MWh

Folgerung:

- Serienschaltung von 25 Modulen für 1,2kV Systemspannung
- 10 MW @ 1,2 kV: ~ 8 kA
- 50 MW @ 1,2 kV: ~ 40 kA

→ Hohe Ströme sind Grund für Verlustleistung

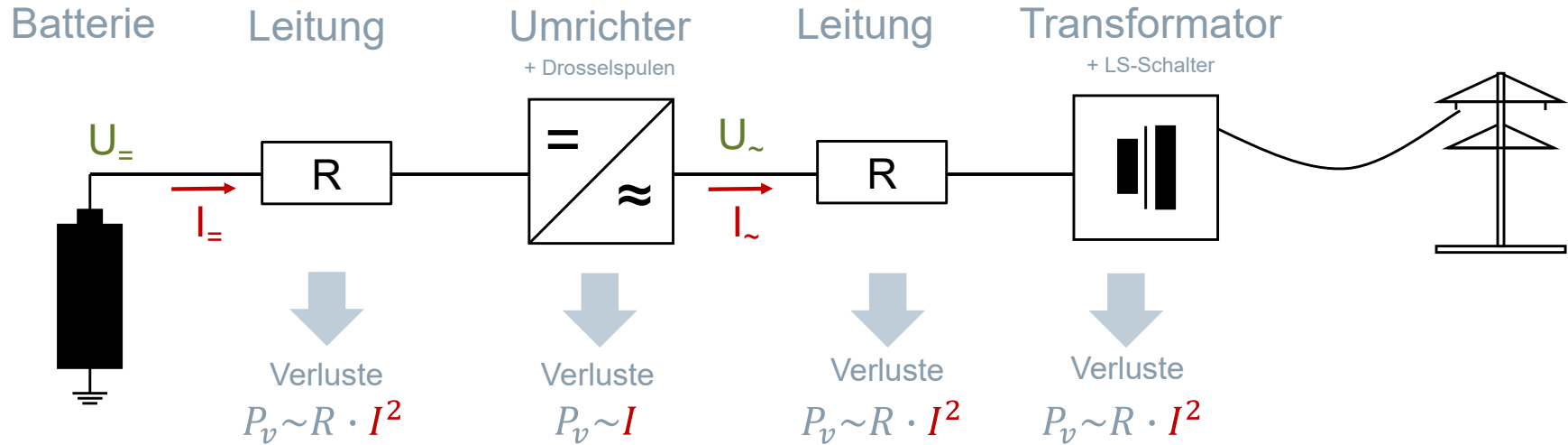


Typische Größe für BESS

40 Fuß-Container: 3 MWh

20 Fuß-Container : 1,5 MWh

Systeme sind typischerweise
bis 50MWh, max. 400 MWh



Schlussfolgerungen:

- Stromreduktion führt zu
 - Effizienzsteigerung
 - Reduzierten Kosten für Leitungen & Kühlung
- Gleiche Leistung erfordert höhere Batterie-Spannungen (DC)

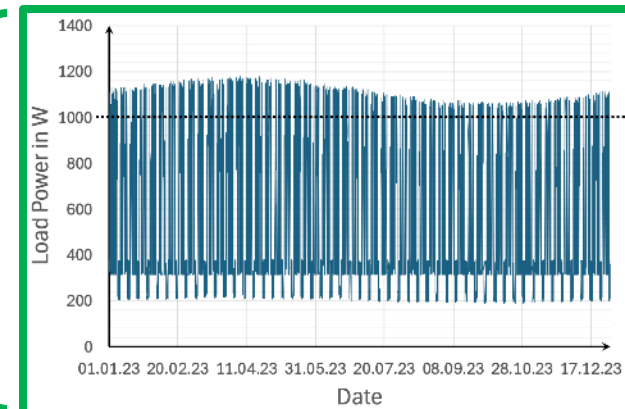
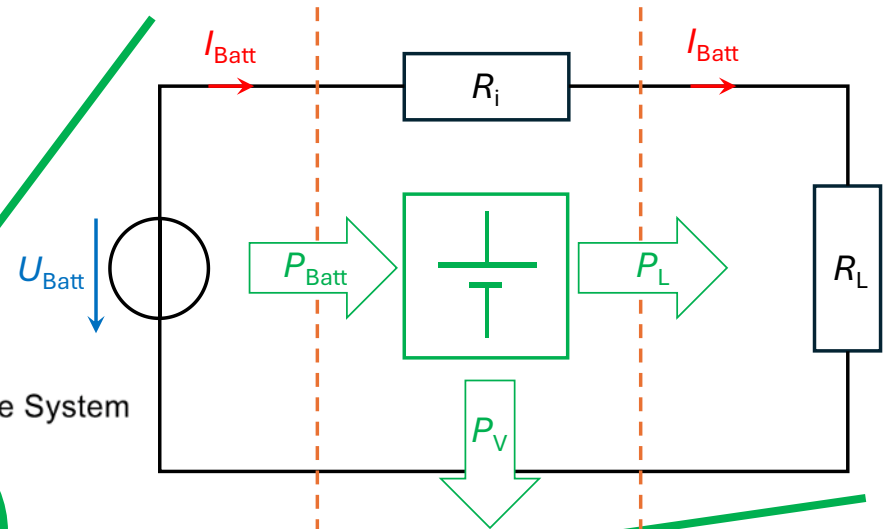
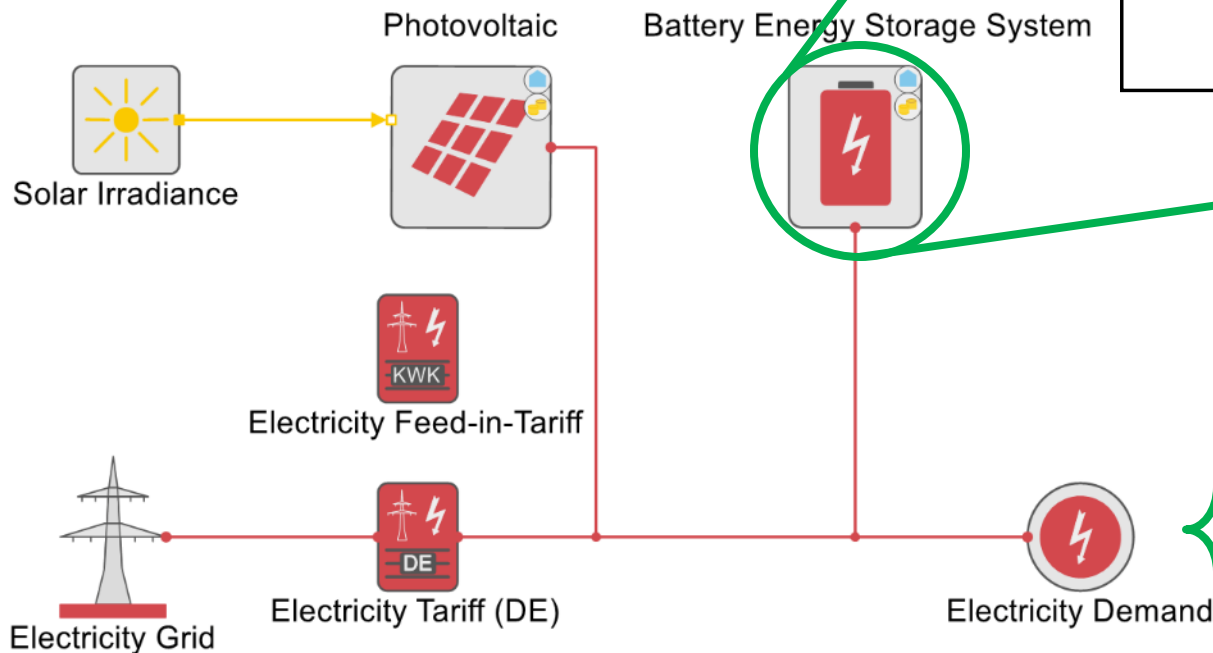
Simulative Betrachtung eines dezentralen Energiesystems mit Batteriespeicher

we
focus
on
students

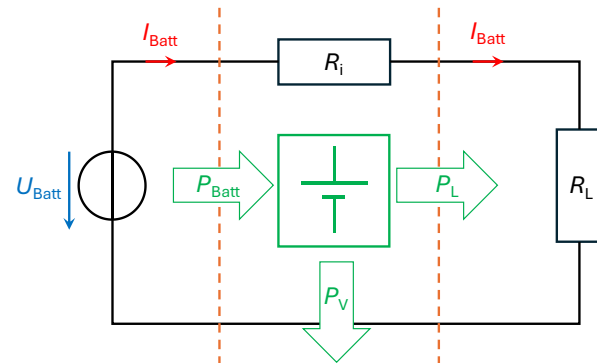
Fachhochschule
Dortmund

University of Applied Sciences and Arts

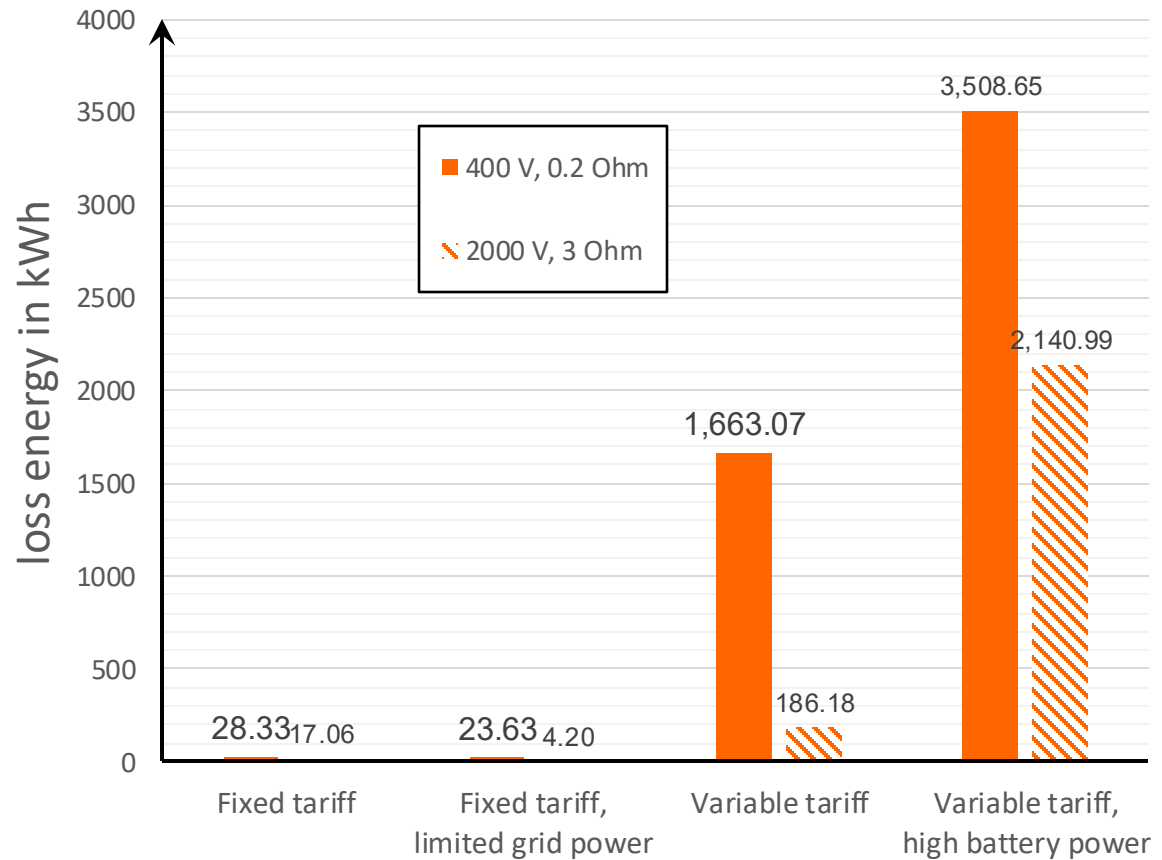
- Simulation mit  TOPENERGY®
- Synthetisiertes Lastprofil (gewerblich)



- Batteriemodell
Spannungsquelle U_0 und
Innenwiderstand R_i
- Berechnung der
Verlustleistung $\rightarrow$
Verlustenergie



$$P_V = \frac{U_{Batt}^2}{2R_i} - \sqrt{\frac{U_{Batt}^2}{R_i} \left(\frac{U_{Batt}^2}{4R_i} - P_L \right)} - P_L$$



Die Erhöhung der Systemspannung hat Tradition....

Übertragungsnetze

- 1891: **15 - 25 kV**:
Lauffen - Frankfurt
- 1912 : **110 kV**:
Lauchhammer - Riesa
- 1957: **380 kV**:
Hoheneck - Rommerskirchen
- 1967: **765 kV**:
Châteauguay - Marcy (CA)
- 1982: **1200 kV**:
Ekibastus–Kökschetau (UdSSR)

Elektromobilität

- Klassischer Automotive-Sektor (SLI):
12V / 24 V / 48V
- Small Electric Vehicle (SEV):
60 V: Renault Twizy
- Hybrid-Vehicles (HEV, PHEV):
350 V: Audi eTron
- Battery electric vehicles (BEV):
375 V: Tesla Roadster
- Roadmap für die Zukunft:
600V - 800V: Porsche Taycan

Phase 1

KV-BATT-TECH

- Grundlagen der Batterie-Technologie
- Mögliche Anwendungsfelder
- Synergiepotentiale mit bestehenden Produkten
- Modellierung und Messung der Zellen

Projektergebnisse:

- Entwicklung & Prototypierung der Schlüsselkomponenten
- System-Toolbox & System-Szenarien

Eckdaten: **10.2020-10.2022**

2,6M€ (davon 940 T€ FH Do)

3 Partner (FH Do, Siemens, WE)

Phase 2

KV-BATT-SYST

- Entwicklung eines Gesamtsystems
- Integration von Komponenten & Schnittstellen
- Neue Fertigungstechnologien
- Bau & Probelauf in realer Umgebung

Projektergebnisse:

- Technologie-Demonstrator mit Erweiterungsmöglichkeit
- Nachweise aus Probelauf und Probebetrieb

Eckdaten: **12.2022-02.2027**

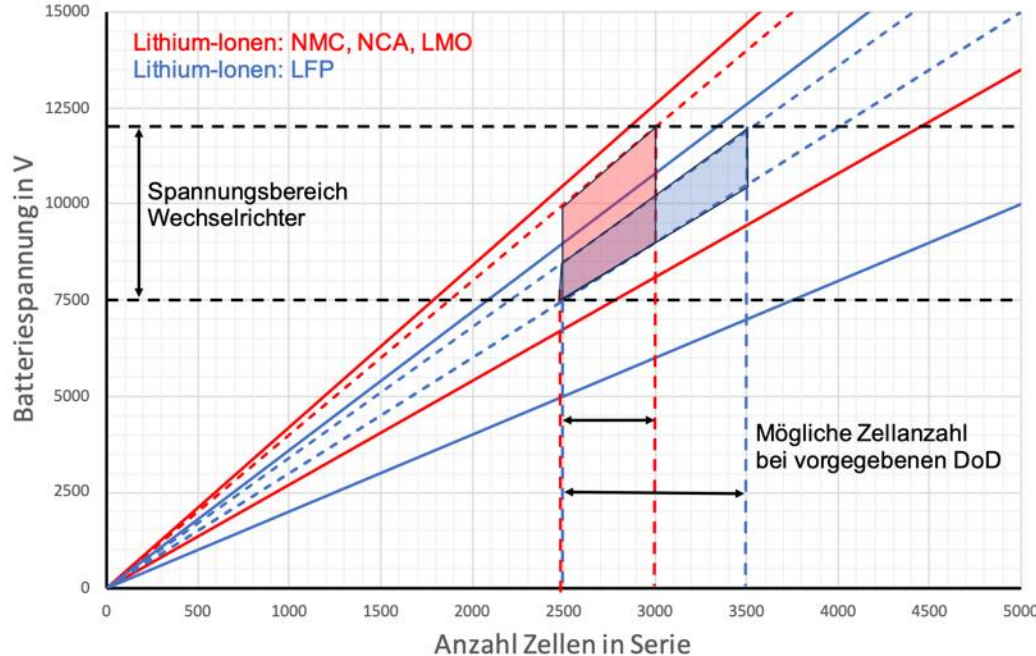
6,4 M€

4 Partner (FH Do, WE, AEG PS, EnseWerke)



- A: Verifikation und Erprobung auf Komponentenebene
- B: Verifikation und Erprobung auf Systemebene
- C: Weiterführende Grundlagenuntersuchungen
- D: Aufbau, Inbetriebsetzung, Betrieb des Reallabor



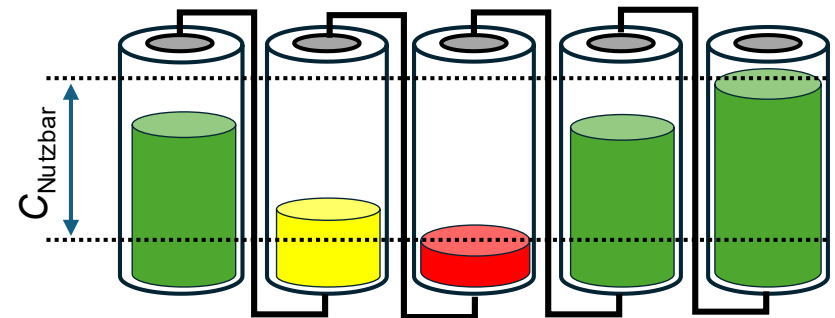


Auslegung Batteriesystem

- Batterietechnologie
- Spannungsbereich Wechselrichter
- Spannungsbereich Batteriezellen
- Nutzbare Kapazität Batteriezellen

Batteriemanagement

- Serienschaltung → Schwächste Zelle bestimmt Performance
- Zellausgleich
- Diagnostik



- Aufbau eines realen Speichersystems
- Gewerbegebiet der Gemeinde Ense
- Spätere Nutzung als Reallabor



- Batterie-Energie-Speicher-Systeme (BESS) spielen eine zunehmende Rolle im elektrischen Energiesystem
- Nutzungsprofile und Anforderungen an BESS ändern sich aufgrund von technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen
- Eine Erhöhung der Systemspannung (DC) von Batteriesystemen führt perspektivisch zu größeren Wirkungsgraden
- Grundlagenforschung und Technologieentwicklung bietet Branchenübergreifende Potentiale (Automotive & Energieversorgung)

Danke für Ihr Interesse! Haben Sie Fragen?



Gefördert durch:

**Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen**

