

ISES

Institut für Nachhaltige
Energiesysteme

Risiko- und Energiemanagement in einem ausschließlich Umrichter gespeisten Inselnetz

Konstantin Wagner, Georg Kerber
Hochschule München ISES Institut

Tobias Weinmann, Michael Finkel
Hochschule Augsburg Fakultät für Elektrotechnik

Till Garn, Bernd Engel
Technische Universität Braunschweig elenia Institut

HM

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

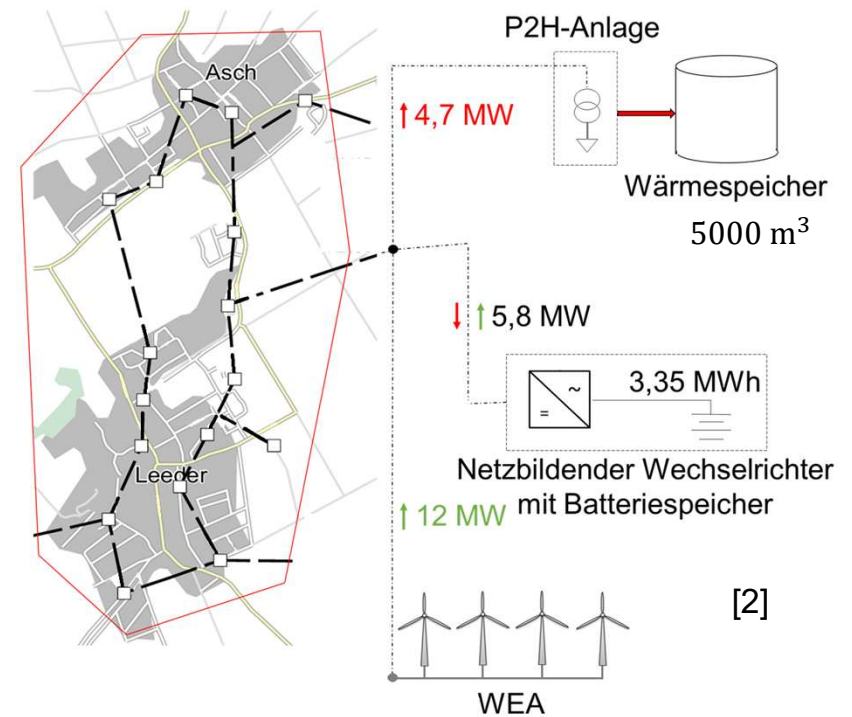
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Motivation

Reallabor des Forschungsprojektes „Fuchstal leuchtet“

- Praktisch verwertbare Aussagen für Stromnetze der Zukunft über Experimente in Reallaboren [1]
- Rückwirkungsfreie Experimente auf das Verbundnetz durch Feldversuche in Inselnetzen
- Inselnetzbetrieb bedingt essenzielle Einhaltung der Leistungsgrenzen und Energiemengen
- Sichere Durchführung von Feldversuchen durch Risiko- und Energiemanagement



[1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Förderaufruf Reallabore der Energiewende 2025,“ 8. Energieforschungsprogramm, 2025.

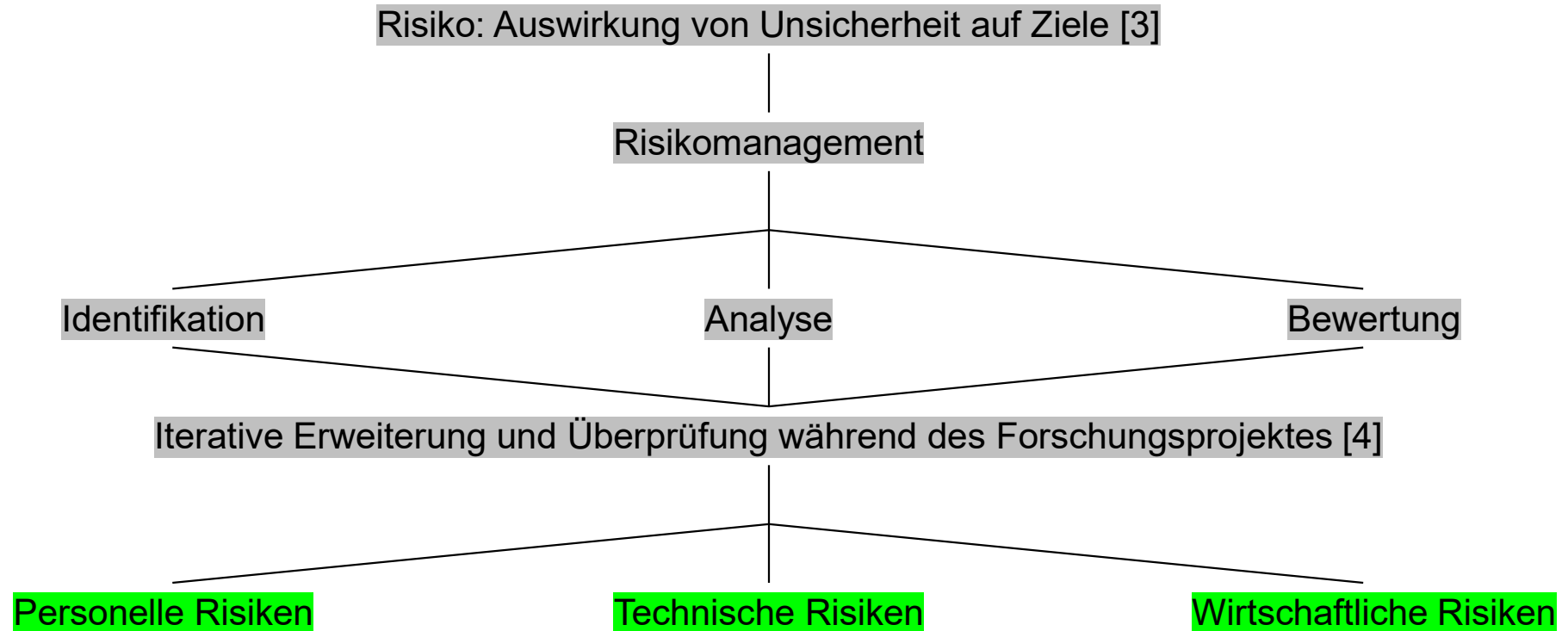
[2] T. Weinmann, T. Lechner, M. Finkel, G. Kerber, B. Engel und T. Garn, „Konzept für den stabilen Inselnetzbetrieb eines umrichterdominierten Mittelspannungsnetzes,“ 18. Symposium Energieinnovation, 2024.

Gliederung

- Motivation: Reallabor des Forschungsprojektes „Fuchstal leuchtet“
- Methodik: Risikomanagement und Energiesystemmodellierung
- Ergebnisse: Maßnahmen und Modellvalidierung
- Zusammenfassung: Risikomanagement des Reallabors
- Ausblick: Dritter Feldversuch des Forschungsprojektes

Methodik

Risikomanagement: Übersicht



[3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., „DIN ISO 31000 Risikomanagement - Leitlinien,“ 2018.

[4] J. Pape, „Feldversuchsplanung eines initialen Inselnetzversuchs mit Schwarzstart im Rahmen des Forschungsprojektes „Fuchstal leuchtet“,“ Masterarbeit, 2025.

Methodik

Risikomanagement: Wichtigste Faktoren

Personelle Risiken

Verfügbarkeit der Mitarbeiter der beteiligten Firmen

Technische Risiken

Verfügbarkeit Windstärke
Regel- und Messmöglichkeiten
Betriebsgrenzen Leistung und Energie

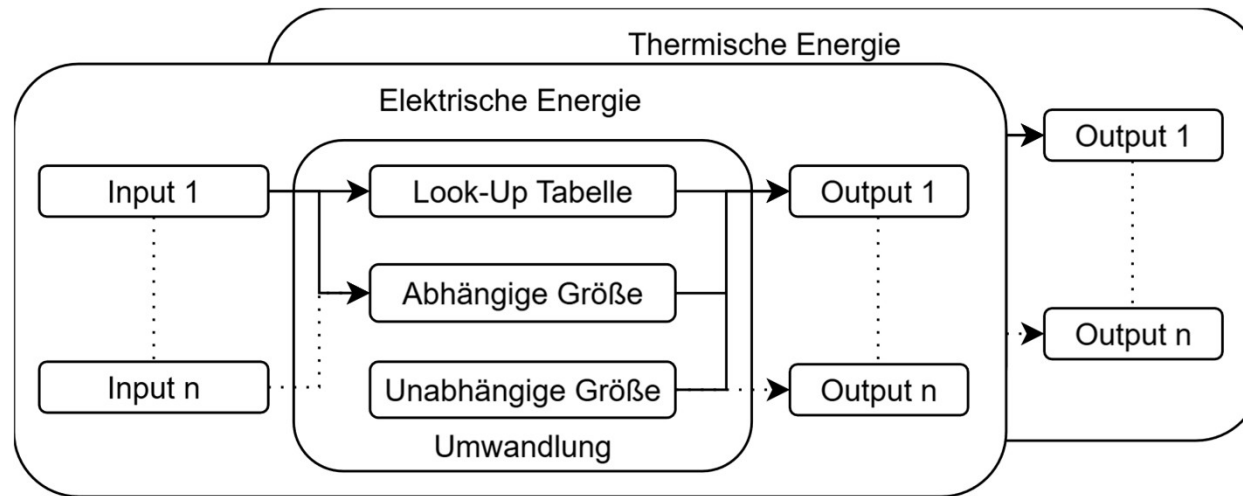
Wirtschaftliche Risiken

Wiederherstellung des Normalbetriebs nach den Feldversuchen

- Planung und Durchführung der Feldversuche maßgeblich abhängig von verfügbaren Energiemengen
 - Präzises Modell der Betriebsmittel und Versuchsabläufe notwendig

Methodik

Energiesystem: Generischer Baustein

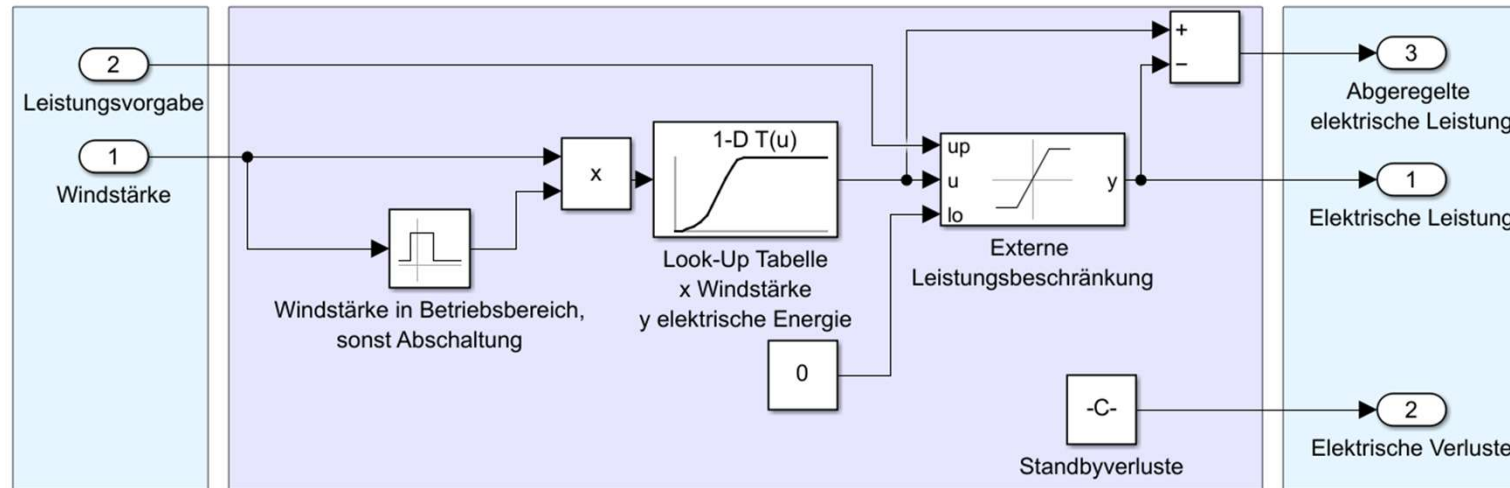


- Grundsätzlicher Aufbau: Weiterentwickeltes Konzept eines „Energy Hubs“ [5]
 - Vorteil: Erweiterbarkeit auf viele unterschiedliche Betriebsmittel
 - Nachteil: Redundante Bausteine und Ebenen
- Erweiterung der Modellierung des Reallabors vor und nach jeweiligen Feldversuchen

[5] M. Geidl, G. Koeppl, P. Favre-Perrod, B. Klockl, G. Andersson und K. Frohlich, „Energy hubs for the future,“ IEEE Power and Energy Magazine, pp. 24-30, 2007.

Methodik

Energiesystem: Beispiel Windkraftanlage



- Modellierung in Matlab Simulink Umgebung
- Validierung über Vergleich mit Messwerten der Feldversuche
- Entwicklung eines präzisen Modells ermöglicht:
 - Betriebsstrategien und Handlungsempfehlungen für Inselnetzbetrieb
 - Planung und Anpassung der Abläufe der Feldversuche
 - Geringere Sicherheitsmargen bei der Risikobewertung

Ergebnisse

Risikomanagement: Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Personelle Risiken

Enger Kontakt zu beteiligten Firmen

Eigene Experimente der beteiligten
Firmen

Technische Risiken

Spezifische Netztopologie zum
Schutz der Systeme bei
Einschaltversuchen

Flexibilisierung der Versuchsblöcke
zur Ausnutzung des Windangebots

Wirtschaftliche Risiken

Reversible Umbau- und
Parametrierungsmaßnahmen

Beachtung der personellen und
technischen Risiken

- Längere Versuchsdauer für bessere Ausnutzung des Windangebots
- Modellierung des Versuchsablaufs für Vorhersagen oder spontane Anpassungen

Ergebnisse

Energiesystem: Maßnahmen

Energieinhalt Batteriespeicher

15 % Sicherheitsmarge

Vor Ort Anpassung der
Modellierung

Windangebot

Verwendung von historischen
Daten

Modellierungsannahmen

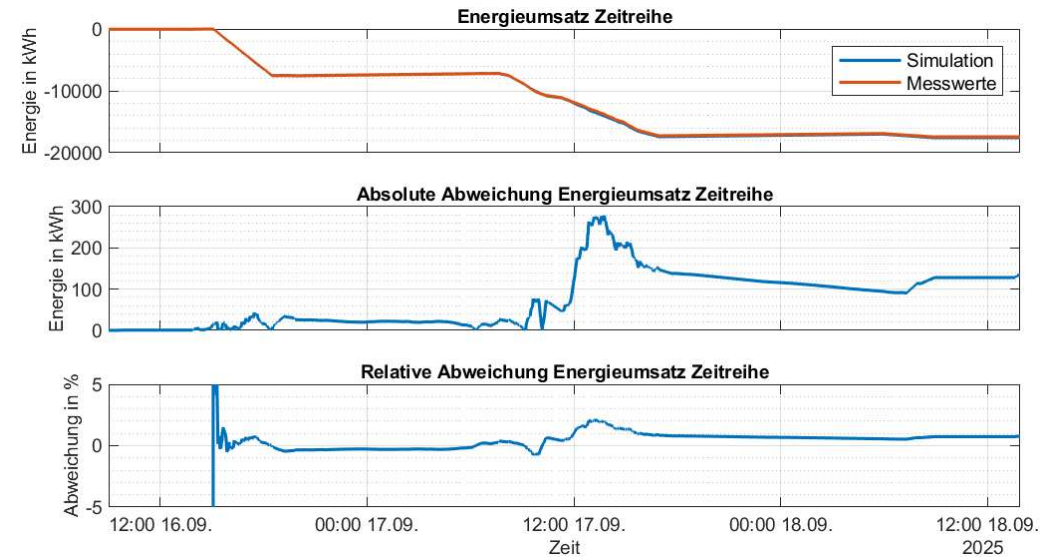
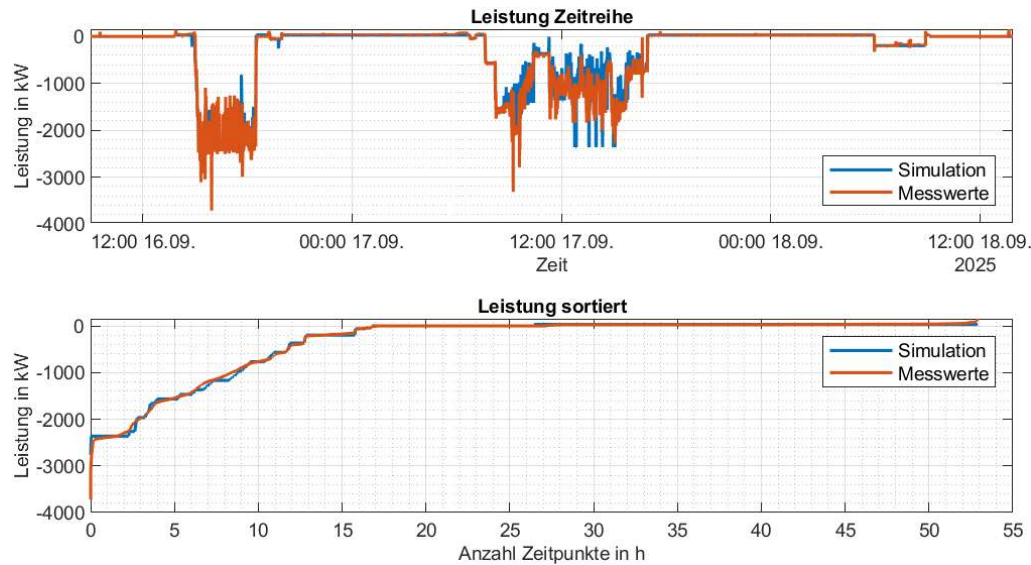
Verwendung Messdaten des ersten
Feldversuchs

Kurze Rechendauer des Modells

- Stabiler Inselnetzbetrieb über drei Tage
- Ladevorgänge vor und nach reinem Lastbetrieb nachts ohne Überwachung
- Validierung mit Messwerten des zweiten Feldversuchs

Ergebnisse

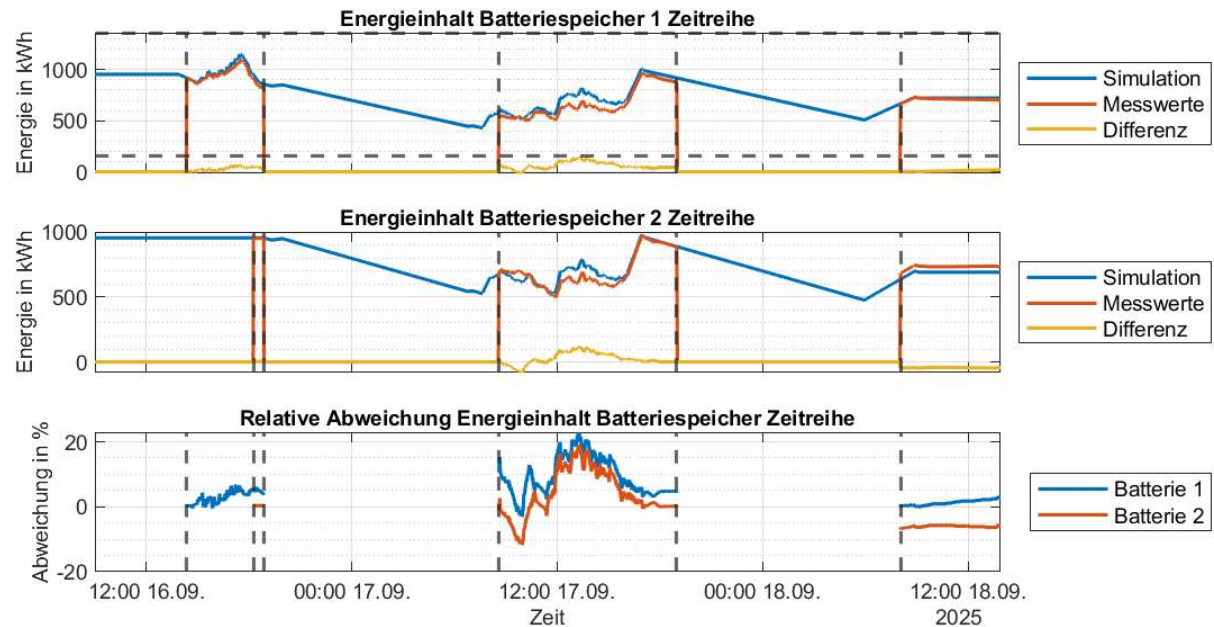
Energiesystem: Modelvalidierung der Windkraftanlage



- Hohe mögliche momentane Abweichung der erzeugten Leistung
 - 0,8 % relative Abweichung der erzeugten umgesetzten Energie
- Gute Modellierung der erzeugten Windleistung aus dem Windangebot möglich

Ergebnisse

Energiesystem: Modelvalidierung des Batteriespeichers



- Höhere Abweichung durch Verkettung aus Erzeugern und Verbrauchern
- 5 % relative Abweichung der erzeugten umgesetzten Energie
- 10 % relative Abweichung vom maximalen Speicherstand

➤ Gutes Gesamtbild, Verbesserungsbedarf in kritischen Momenten

Zusammenfassung

Risikomanagement im Reallabor „Fuchstal leuchtet“

Identifikation, Analyse, Bewertung

Personelle Risiken

Technische Risiken

Wirtschaftliche Risiken

Essenziell für erfolgreiche
Durchführung der Feldversuche

Essenziell für sichere Experimente

Minimierung durch Beachtung der
anderen Risiken

- Validiertes Energiesystemmodell zur Planung der Versuchsdurchläufe
 - Stabiler Inselnetzbetrieb über drei Tage
- Erfolgreiche Durchführung des zweiten Feldversuchs

Ausblick

Forschungsprojekt „Fuchstal leuchtet“: Dritter Feldversuch

- Anschluss der naheliegenden Gemeinden:
 - Erweiterung des Risikomanagements
 - Erweiterung des Energiesystems

- Schwierigkeit Windangebot:
 - Terminfindung Feldversuch
 - Verlängerung des Versuchszeitraums [6]

- Verbesserung des Energiesystems um Betriebsführung für Handlungsempfehlungen

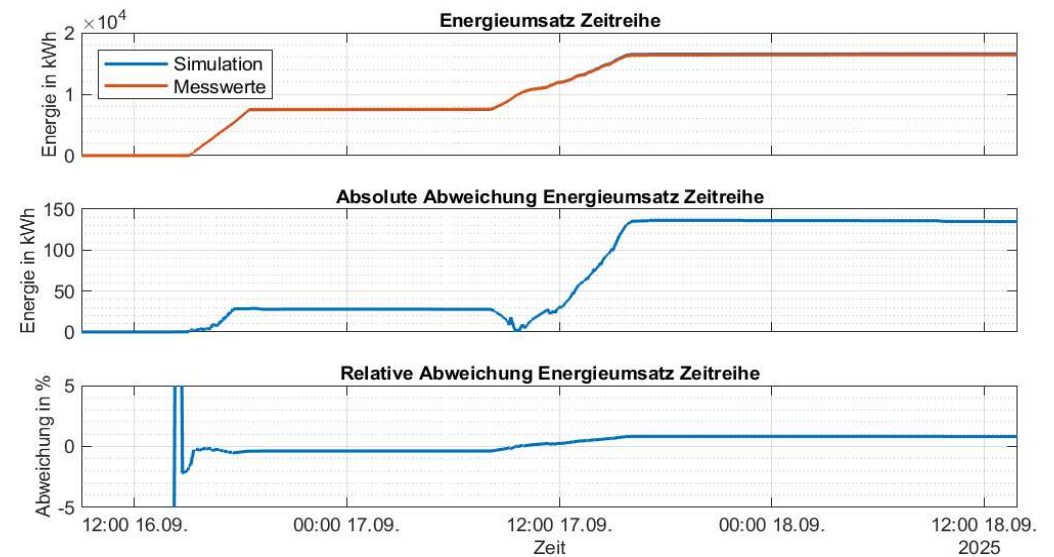
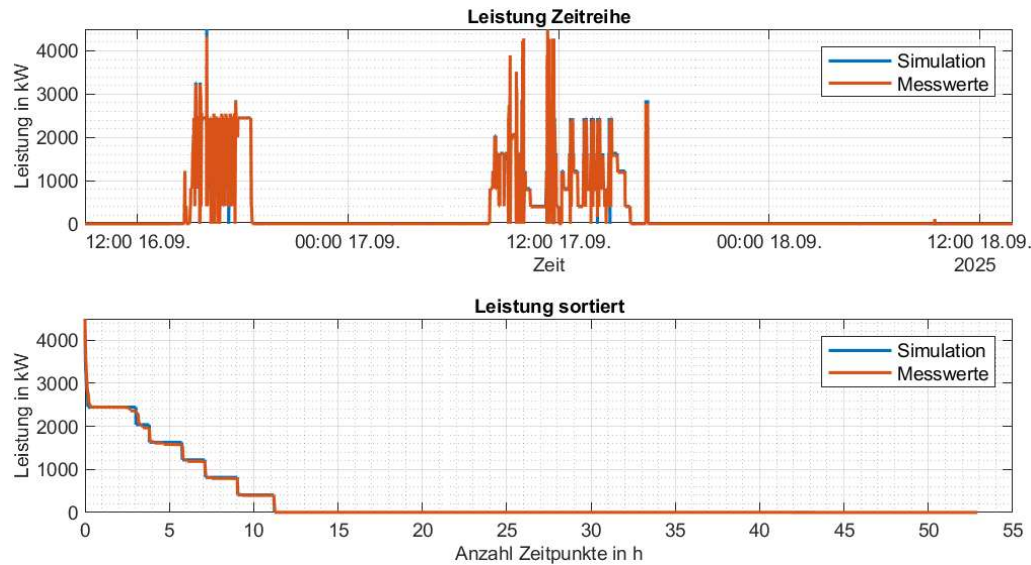
[6] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., „DIN 4710 Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland,“ 2003.

Referenzen

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Förderaufruf Reallabore der Energiewende 2025,“ 8. Energieforschungsprogramm, 2025.
- [2] T. Weinmann, T. Lechner, M. Finkel, G. Kerber, B. Engel und T. Garn, „Konzept für den stabilen Inselnetzbetrieb eines umrichterdominierten Mittelspannungsnetzes,“ 18. Symposium Energieinnovation, 2024.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., „DIN ISO 31000 Risikomanagement - Leitlinien,“ 2018.
- [4] J. Pape, „Feldversuchsplanung eines initialen Inselnetzversuchs mit Schwarzstart im Rahmen des Forschungsprojektes „Fuchstal leuchtet“,“ Masterarbeit, 2025.
- [5] M. Geidl, G. Koeppel, P. Favre-Perrod, B. Klockl, G. Andersson und K. Frohlich, „Energy hubs for the future,“ IEEE Power and Energy Magazine, pp. 24-30, 2007.
- [6] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., „DIN 4710 Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland,“ 2003.

Backup Ergebnisse

Energiesystem: Modellvalidierung der P2H-Anlage

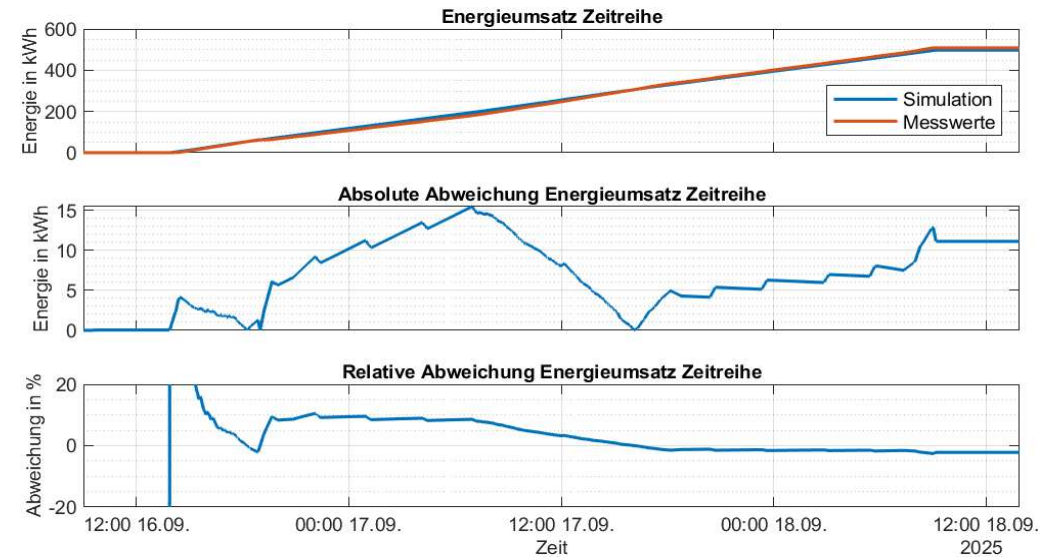
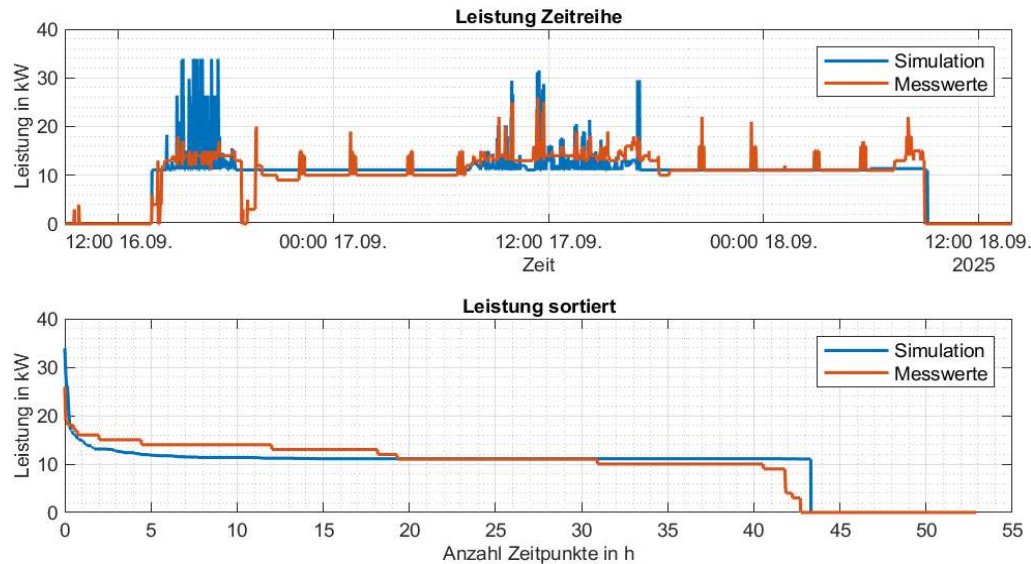


- Einfache Modellierung durch stufengesteuerte Last
- 1 % relative Abweichung der erzeugten umgesetzten Energie

➤ Genaue Modellierung möglich

Backup Ergebnisse

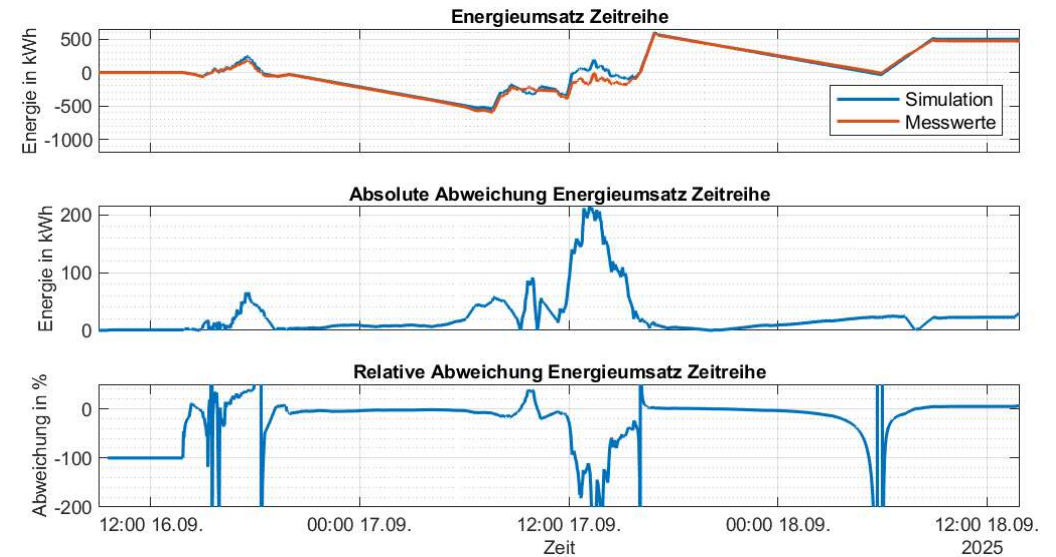
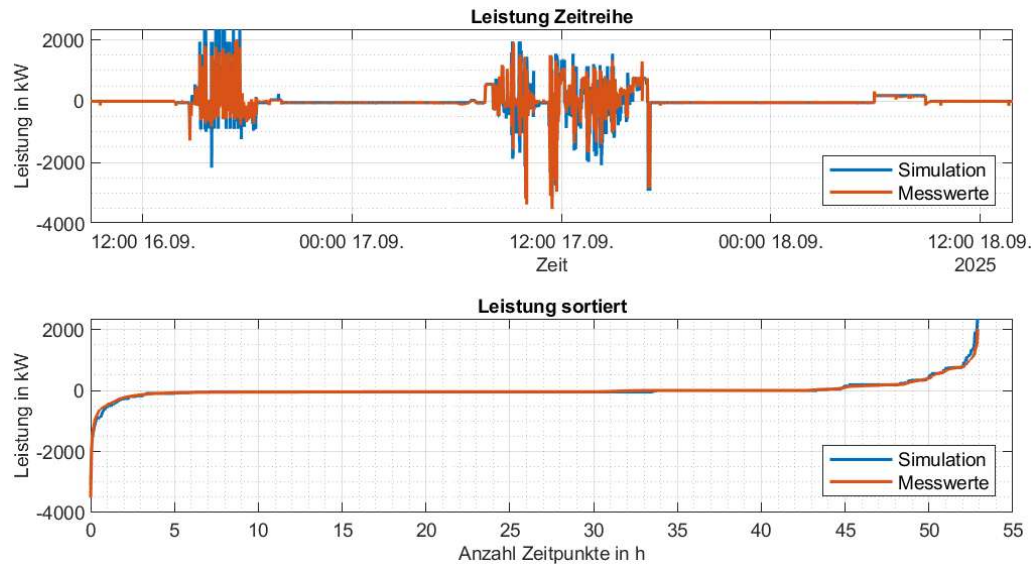
Energiesystem: Modellvalidierung des Eigenverbrauchs der Anlage



- Höhere Abweichung der momentanen Leistung
 - 2 % relative Abweichung der erzeugten umgesetzten Energie
 - Geringere umgesetzte Energie als andere Verbraucher und Erzeuger um eine Größenordnung
- Gutes Gesamtbild, Verbesserungsbedarf um zyklisches Verhalten

Backup Ergebnisse

Energiesystem: Modellvalidierung der Wechselrichter



- Höhere Abweichung durch Verkettung aus anderen Erzeugern und Verbrauchern
 - 5,5 % relative Abweichung der erzeugten umgesetzten Energie
- Gutes Gesamtbild, Verbesserungsbedarf in kritischen Momenten