

EFFIZIENZSTEIGERUNG IN KOMPLEXEN HYBRIDEN ENERGIESYSTEMEN AM BEISPIEL EINES INDUSTRIEBETRIEBES

Mike Alexander LAGLER¹, Robert SCHÜRHUBER¹, Ernst SCHMAUTZER¹,
Richard HEIMRATH², Thomas MACH², Mario J. MÜLLER³

Einleitung und Hintergrund

Hybride Energiesysteme sind Systeme, die unterschiedliche Energieträger und -bereitstellungsanlagen sowie Energieverteilung und -speicherung in einem kompakten System kombinieren. Basis einer optimalen und energieeffizienten Systemauslegung und -nutzung ist die Kenntnis des Zusammenwirkens der Systemkomponenten und ihrer Interdependenzen und Wechselwirkungen. Die bisherige Auslegung der Systeme basierten im Wesentlichen auf empirischen Daten nicht-hybrider Systeme. Die Systemzusammenhänge und die Zahl der für Systemauslegung und Betrieb relevanten Einflussfaktoren bleiben dabei unbeachtet. Im Rahmen des vom Klima- und Energiefonds geförderten Forschungsprojektes „Regelungsstrategien zur Effizienzsteigerung komplexer hybrider Energiesysteme (REsys)“ wurde ein skalierbares Simulationsmodell eines realen Industriebetriebes auf Basis von Messdaten erstellt und mittels IKT-Methoden und ExpertInnenwissen Systemzusammenhänge, Interdependenzen und Wechselwirkungen zwischen den Systemkomponenten analysiert um darauf aufbauend intelligente Regelstrategien entwickelt. In der nachfolgenden Abbildung 1 ist der als hybrides Energiesystem modellierte Industriebetrieb schematisch dargestellt.

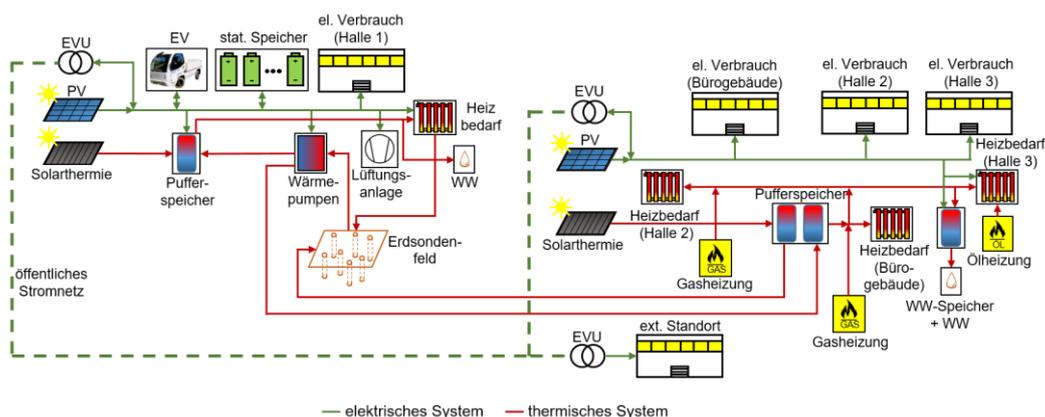


Abbildung 1: Schematische Darstellung des untersuchten hybriden Energiesystems [1]

Die Ziele des Projektes waren nachfolgende:

- 1) Steigerung der Energieeffizienz von zukünftigen und bestehenden komplexen hybriden Energiesystemen
- 2) Generierung detaillierten Wissens zu den Interdependenzen und Wechselwirkungen zwischen den Komponenten derartiger Systeme
- 3) Entwicklung innovativer Methoden zur Auswertung der großen Datenmengen, die durch die Messensorik generiert werden.
- 4) Entwicklung systemorientierter Simulationsmodelle mit offenen Systemgrenzen, die mit Mess- sowie statistischen Daten validiert werden können.

Der Fokus dieses Beitrages sind die Ergebnisse verschiedener untersuchter Szenarien zur Effizienzsteigerung und somit auch der Reduktion der CO₂-Emissionen des Industriebetriebes.

¹ Technische Universität Graz - Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, +43 316 873 7551, office.ian@tugraz.at, ian.tugraz.at

² Technische Universität Graz - Institut für Wärmetechnik, Inffeldgasse 25b, 8010 Graz, +43 316 873 7301, office.iwt@tugraz.at, iwt.tugraz.at

³ SFL Engineering GmbH, Innovationspark 2, 8152 Stallhofen, +43 50 3141, office@sfl-engineering.com, www.sfl-engineering.com

Methodische Vorgehensweise

Zur mathematischen Modellbildung des Energiesystems wurde in MATLAB ein hybrides Simulationsmodell erstellt, in dem die elektrischen und thermischen Teilsysteme miteinander gekoppelt werden und mit dem der optimale Einsatz der zentralen sowie dezentralen Energieerzeugungs- und -speicheranlagen, in Abhängigkeit verschiedener Zielfunktionen (Minimierung der Kosten und CO₂-Emissionen, etc.), szenarienbasiert mittels linearer Optimierung ermittelt werden kann [2]. Der Betrieb wurde energetisch und prozessorientiert analysiert. Die Modellierung des elektrischen Systems war Bestandteil der Arbeiten des Institutes für Elektrische Anlagen und Netze (IEAN) während die Modellierung der thermischen Komponenten bzw. des thermischen Netzes Bestandteil der Arbeiten des Institutes für Wärmetechnik (IWT) der TU Graz war. Mittels einer parallelen Schnittstelle werden das thermische Simulationsmodell (Software TRNSYS) und das elektrische Simulationsmodell (Software Matlab) miteinander gekoppelt. Die Steuer- bzw. Regelungslogik liegt aufgrund der leichteren programmtechnischen Realisierbarkeit bei Matlab [3].

Konklusion

Das aufgebaute hybride Energiemanagementmodell liefert plausible Ergebnisse und die Co-Simulation (parallele Schnittstelle) zwischen Matlab und TRNSYS funktioniert zuverlässig. Da jedoch das thermische System im hybriden Energiemanagementsystem in Matlab für den Optimierungsalgorithmus nur rudimentär abgebildet ist, ergeben sich für das thermische System Unsicherheiten im Forecast.

Aus den Simulationen hat sich ergeben, dass der Betrieb der Wärmepumpen, Solarthermieanlage und E-Patronen stark vom gegebenen thermischen Bedarf abhängt, wodurch nur geringe Freiheiten für den Optimierungsalgorithmus vorhanden waren. Die Vergrößerung der thermischen Speichergröße für die Wärmepumpen hatte einen wesentlichen Einfluss auf die Regeneration des Erdsondenfeldes. Hier kam es zu einer Erhöhung der Regeneration um 56 %.

Den größten Einfluss hatte jedoch der Einsatz eines elektrischen Energiespeichers im Bereich der Halle 1 (siehe Abbildung 1). Dieser Gebäudebereich mit einer großen Photovoltaikanlage und vergleichsweise geringem elektrischen Verbrauch eignet sich gut als Standort für einen elektrischen Energiespeicher, wenn man von einer Bilanzbildung der Verbräuche und Erzeugungen der verschiedenen Standorte ausgeht, so kann eine Erhöhung des Autonomiegrades sowie eine deutliche Reduktion der lokalen CO₂-Emissionen bewirkt werden. Auch hätten große elektrische Energiespeicher positive Auswirkungen auf den effizienten Betrieb eines virtuellen Kraftwerks.

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Energieforschungsprogramms 2015 durchgeführt.



Referenzen

- [1] M. A. Lagler, E. Schmutzner, M. Grobbauer, J. Gratzer, G. M. Michtner, „Modellierung eines industriellen hybriden Energiesystems unter Einbeziehung dezentraler Energieerzeugung und -speicherung,“ IEWT 2017, Wien, Österreich, 2017.
- [2] M. A. Lagler, „Dissertation (laufend): Modelling and Optimization of Hybrid Energy Systems involving Distributed Energy Generation and Storage,“ Institut für Elektrische Anlagen und Netze der TU Graz, Graz, Österreich, 2019.
- [3] M. A. Lagler, W. Lerch, E. Schmutzner, R. Heimrath, R. Schürhuber, T. Mach, „Creation of Hybrid Simulation Model,“ ISEC, Graz, Österreich, 2018.