

Ökonomische und ökologische Optimierung eines hybriden Energiesystems am Beispiel eines Einfamilienhauses

Themenbereich 9: Energie in Gebäuden

Mike Alexander LAGLER ¹⁽¹⁾, Ernst Schmutzer⁽¹⁾, Robert Schürhuber⁽¹⁾

⁽¹⁾ Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Technische Universität Graz

Motivation und zentrale Fragestellung

In diesem Beitrag wird die Frage behandelt, ob in einem hybriden bzw. sektorgekoppelten Energiesystem – z.B. in einem Einfamilienhaus - die intelligente Kopplung der Energieversorgung aus den Verteilnetzen, aus Eigenenergieerzeugungsanlagen und Speicheranlagen für Strom, Wärme und Kälte Sinn macht. Es soll die Frage geklärt werden, ob durch diese sektorenübergreifende Kopplung sowohl der gefühlte Komfort gesteigert, Ressourcen geschont als auch Energiekosten eingespart werden können. Diese Kopplung erfordert jedoch ein optimales Zusammenarbeiten der elektrischen und thermischen Systemkomponenten, welche sensibel auf innere und äußere Einflüsse (z.B. Nutzung, geographische und topologische Situation), technische Ausführung (z.B. alt, renoviert, neu), ökonomische Randbedingungen und ökologische Schwerpunktsetzungen (z.B. lokale oder globale Aspekte) reagieren. Weiters sollen durch die Integration neuer Zählerfunktionen und -dienste (Smart Metering) in das hybride Energiesystem marktabhängige dynamische oder spezielle Verbraucher- und Prosumertarife hinsichtlich ihrer Aus- und Rückwirkungen untersucht werden.

Methodische Vorgangsweise

In diesem Beitrag wird ein mit der Software MATLAB entwickeltes hybrides Simulationsmodell – unter Berücksichtigung der Verkopplung der thermischen und elektrischen Systeme – verwendet, um damit die optimale Nutzung dezentraler Energieerzeugungs- und Speichersysteme optimierender Prosumern am Beispiel von Einfamilienhaushalten zu ermitteln. Mittels linearer Optimierung (MILP - Mixed Integer Linear Programming), siehe Abbildung 1, werden die seitens der Prosumer geforderten ökonomischen und ökologischen Optimierungsziele unter Berücksichtigung unterschiedlicher gewünschter Energieservices (Wärme, Kälte, elektrische Energiedienstleistungen), äußeren Randbedingungen (z.B. Bausubstanz, Wetter) sowie ausgewählter dynamischer Tarife analysiert.

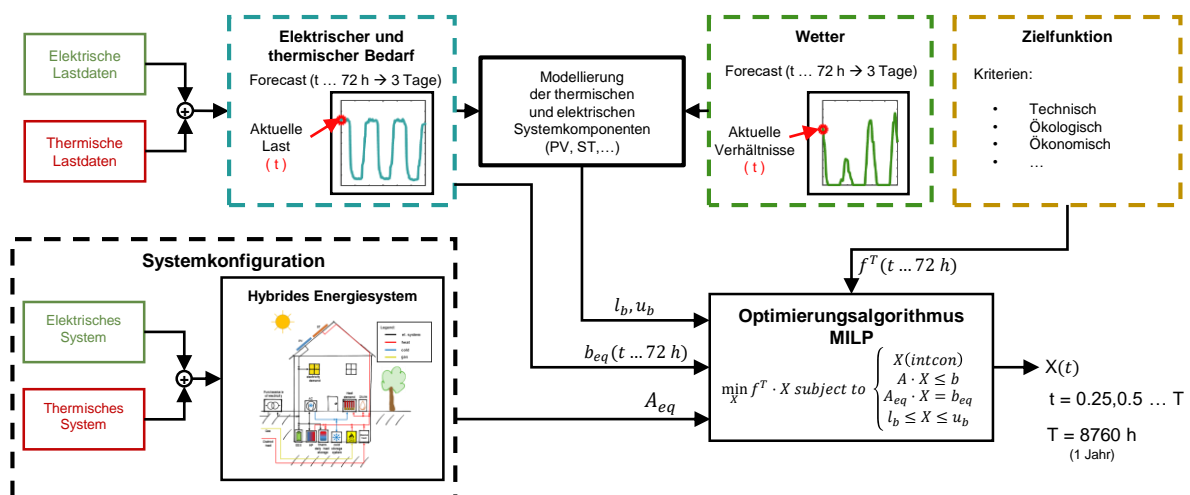


Abbildung 1: Schematische Darstellung der methodischen Vorgangsweise der linearen Optimierung

Die Optimierung besteht im Wesentlichen aus den folgenden fünf Hauptbestandteilen:

- Systemkonfiguration
- Zielfunktion
- Wetter- und Lastdaten

¹Jungautor; Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873 7567, Fax: +43 316 873 7553, E-Mail: lagler@tugraz.at, Web: www.iean.tugraz.at;

- Modellierung der thermischen und elektrischen Systemkomponenten
- Optimierungsalgorithmus

Das hybride Energiesystem wird durch die Systemmatrix A_{eq} nachgebildet. Diese Matrix stellt die physikalischen Verbindungen, d. h. den Energieträgerfluss, aller Systemkomponenten miteinander dar. Die Zielfunktion definiert das übergeordnete Ziel der Optimierung. Dies kann neben dem ökonomischen und ökologischen Ziel z.B. auch die Erhöhung des Autonomiegrades des Einzelverbrauchers bedeuten. Das Wetter hat z.B. basierend auf der Umgebungstemperatur, der Globalstrahlung, dem Wind etc. einen wesentlichen Einfluss auf die Energieausbeute und Effizienz der dezentralen Erzeugungs- und Speichereinrichtungen sowie einen wesentlichen Einfluss auf das Verbraucherverhalten (Bedarf für Heizung, Kühlung, Beleuchtung, ...).

Die Optimierung wird in einer zeitlichen Auflösung von 15 Minuten über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr durchgeführt um zum Beispiel eine optimale Speichergröße und -bewirtschaftung zu ermitteln. Für die gefundenen ökonomisch und ökologisch optimalen Betriebspunkte (Ausgangslagen) werden Sensitivitätsanalysen durchgeführt und bewertet.

Ausblick und Schlussfolgerungen

Der vorliegende Beitrag hat zum Ziel, den durch Sensitivitätsanalysen ermittelten Schnittpunkt zwischen dem ökonomisch und ökologisch optimalen Betrieb eines Einfamilienhauses unter Berücksichtigung des Einflusses des Wetters, der Größe und Betrieb der Speicher, der Nutzerprofile, sowie mengen- und zeitabhängiger Tarife aufzuzeigen, wobei zum einfacheren Verständnis diese grafisch dargestellt werden.

Literatur

- [1] M. A. Lagler, „Dissertation (laufend): Influence of Optimizing Prosumers on Urban Distribution Networks,“ Institut für Elektrische Anlagen und Netze der TU Graz, Graz, Österreich, 2018
- [2] M. A. Lagler, E. Schmutzner, R. Schürhuber, „Sensitivities in Hybrid Energy Systems“ 8th Solar Integration Workshop, Stockholm, Schweden, 2018.
- [3] M. A. Lagler, E. Schmutzner, R. Schürhuber, W. Lerch, R. Heimrath, T. Mach, „Creation of a Hybrid Simulation Model,“ ISEC 2018, Graz, Österreich, 2017.
- [4] M. A. Lagler, E. Schmutzner, M. Grobbauer, J. Gratzner, G. M. Michtner, „Modellierung eines industriellen hybriden Energiesystems unter Einbeziehung dezentraler Energieerzeugung und -speicherung,“ IEWT 2017, Wien, Österreich, 2017.