

Lastmanagement in Stromnetzen

Beiträge für ein Entscheidungsunterstützungssystem für Portfoliobetreiber

Die zunehmende Verbreitung dezentral eingespeister erneuerbarer Energien führt zu immer größeren Problemen bei der Netzstabilität. Grundsätzlich können Stromerzeuger und -verbraucher zur Minderung der Stabilitätsproblematik beitragen. Zu diesem Zweck werden Beiträge zu einem Entscheidungsunterstützungssystem vorgeschlagen. Auf der Erzeugerseite dienen Blockheizkraftwerke zum Lastausgleich im Virtuellen Kraftwerk. Basierend auf Prognosen bietet der Betreiber einen Lastgang an. Eine Steuerung der Blockheizkraftwerke gleicht Abweichungen aus. Auf der Verbraucherseite beeinflussen Preissignale Verbraucher und intelligente Geräte. Das System ermittelt geeignete Preissignale. Hierdurch kann ein Teil des Haushaltsstromverbrauchs verschoben werden: „wenn die Sonne scheint, läuft die Waschmaschine“. Lediglich die Kommunikationsrichtung vom Stromerzeuger zum -verbraucher wird benötigt, ein Rückkanal entfällt. Die praktische Validierung des Entscheidungsunterstützungssystems soll später im Feldversuch erfolgen.

DOI 10.1007/s11576-012-0348-9

Die Autoren

Dipl.-Math. Cornelius Köpp
 Prof. Dr. Hans-Jörg
 von Mettenheim (✉)
 Prof. Dr. Michael H. Breitner
 Institut für Wirtschaftsinformatik
 Leibniz Universität Hannover
 Königsworther Platz 1
 30167 Hannover
 Deutschland
koepp@iwi.uni-hannover.de
mettenheim@iwi.uni-hannover.de
breitner@iwi.uni-hannover.de

Eingegangen: 2011-03-01
 Angenommen: 2012-10-08
 Angenommen nach drei Überarbeitungen durch Prof. Dr. Hans Ulrich Buhl.
 Online publiziert: 2013-01-10

This article is also available in English via <http://www.springerlink.com> and <http://www.bise-journal.org>: Köpp C, von Mettenheim H-J, Breitner MH (2012) Load Management in Power Grids. Towards a Decision Support System for Portfolio Operators. Bus Inf Syst Eng. doi: 10.1007/s12599-012-0246-0.

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2013

1 Einleitung

Nicht nur in Deutschland verändert sich zunehmend die Erzeugerstruktur im Stromnetz. Unter anderem bedingt durch gesetzliche Vorgaben (siehe zum Beispiel Appellrath und Chamoni 2007, S. 329) ist ein Trend hin zur dezentralen Einspeisung durch kleine Anlagen zu verzeichnen. Insbesondere handelt es sich dabei um Windkraftanlagen (WKA), Photovoltaikanlagen (PVA) und Blockheizkraftwerke (BHKW) verschiedener Bauart. Kennzeichnend ist, dass diese PVA, BHKW und teils auch kleine WKA häufig privat von einzelnen Haushalten betrieben werden. Eine zentrale Steuerung ist im Allgemeinen bislang nicht möglich.

In der Regel erfolgt die Einspeisung zu jahrelang garantierten subventionierten Sätzen.

Mittlerweile erzeugen jedoch allein WKA und PVA in Spitzenzeiten so viel Strom, dass dies zu einer Gefahr für die Stabilität des Stromnetzes wird. Für den Betreiber einer WKA oder PVA oder auch eines geförderten BHKW besteht zurzeit kein Anreiz, in die Erzeugung seiner Anlagen steuernd einzugreifen. Bei WKA und PVA ist dies auch nicht erwünscht: bei diesen Anlagentypen besteht die einzige Steuerungsoption in der (teilweisen) Abschaltung der Erzeugung. Die Kombination von WKA, PVA und BHKW zu einem Virtuellen Kraftwerk (VKW) eröffnet jedoch auf der Erzeugerseite das Potenzial, auch erneuerbare Stromerzeuger sinnvoll einzubinden.

Andererseits kann man jedoch auch auf der Verbrauchsseite ansetzen (Demand Side Management) und unter anderem durch Preissignale eine Veränderung des (Haushalts-)Stromverbrauchs erzielen. In diesem Kontext fällt häufig der Begriff „Smart Appliance“. Hierunter sind Geräte zu verstehen, die in der Lage sind, automatisch auf Preissignale zu reagieren. Im vorliegenden Aufsatz wird davon ausgegangen, dass keine Rückmeldung der Geräte erforderlich ist und somit im Hinblick auf den Datenschutz auf einen Rückkanal verzichtet

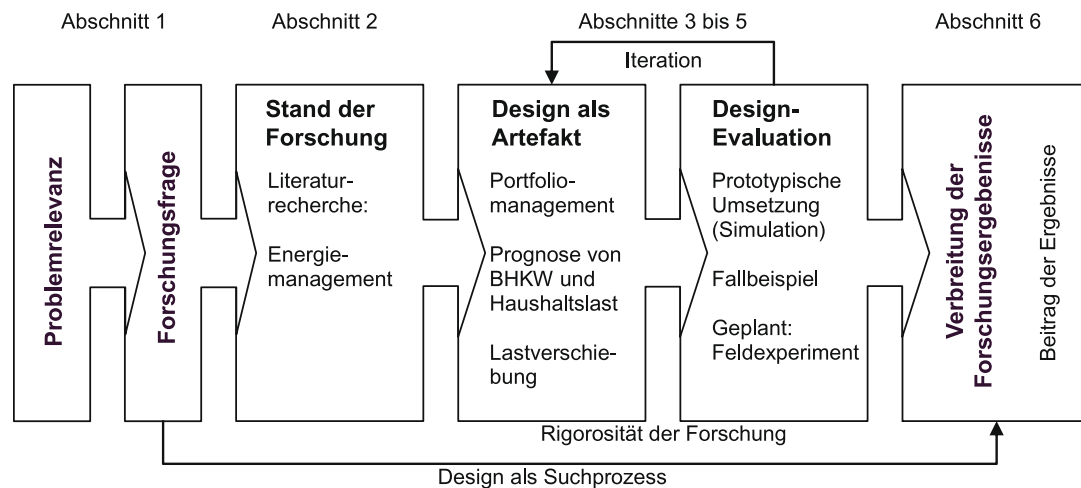


Abb. 1 Entwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems mit Design Science Research nach Hevner et al. (2004, S. 83)

wird. Die Preissignale werden unidirektional über Power Line Communication (PLC) verbreitet. Für den Netzbetreiber ist lediglich die aggregierte Gesamtreaktion in Form einer Verbrauchsänderung beobachtbar.

Zum individuellen Lastmanagement auf Erzeuger- oder Verbraucherseite existieren bereits verschiedene Ansätze. Es wird davon ausgegangen, dass es in Zukunft notwendig sein wird, simultan beide Seiten zu betrachten, um das Potenzial der erneuerbaren Energien besser auszuschöpfen. Im vorliegenden Aufsatz wird daher der Ansatz eines Entscheidungsunterstützungssystems für Portfoliobetreiber vorgestellt, welches unter anderem dazu dienen soll, kurzfristige Abweichungen von der langfristigen Prognose zu reduzieren. Das Besondere hierbei ist, dass sowohl auf Erzeuger- als auch auf Verbraucherseite Steuerungsvorschläge unterbreitet werden. Dies führt insgesamt zur folgenden Forschungsfrage: „Welche derzeitigen und zusätzlichen Entscheidungsoptionen hat ein Portfoliobetreiber unter kombinierter Betrachtung von Erzeuger- und Verbraucherseite?“

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wird Design Science Research nach Hevner et al. (2004, S. 83) verwendet. **Abbildung 1** illustriert das Vorgehen und stellt gleichzeitig den weiteren Aufbau des Aufsatzes dar.

Abschnitt 2 stellt zunächst vorhandene Konzepte im Bereich des Energiemanagements vor. Abschnitt 3 leitet das Konzept des vorgestellten Entscheidungsunterstützungssystems her. Abschnitt 4 erläutert, wie das Portfolio eines VKW und Netzbetreibers optimiert werden kann. Abschnitt 5 stellt beispielhaft einzelne

Simulationsergebnisse und Echtdatenergebnisse vor. Die in den Abschn. 4 und 5 beschriebene prototypische Umsetzung entspricht einer Experimental Design Evaluation. Der durchzuführende Feldversuch entspricht der Observational Design Evaluation (Hevner et al. 2004, S. 86). Abschnitt 4 und Abschn. 5 bedingen sich gegenseitig, da teilweise aus den Simulationsergebnissen wertvolle Anhaltspunkte für die Verbesserung des Modells gewonnen werden. Abschnitt 6 bündelt die Forschungsergebnisse, betrachtet sie kritisch und gibt erste Handlungsempfehlungen.

2 Stand der Forschung

Der Stand der Forschung wird anhand ausgewählter relevanter Publikationen in **Tab. 1** zusammengefasst und nachfolgend im Detail beschrieben. Die Kategorien der Tabelle orientieren sich am Energiefluss vom Erzeuger zum Verbraucher und den jeweils beteiligten Akteuren. Diese Kategorisierung wird auch in **Abb. 2** im nachfolgenden Abschnitt verwendet. Quellen, deren Hauptfokus auf einer der Kategorien liegt, sind mit einem Haken gekennzeichnet, eine Beachtung außerhalb des Fokus mit einem Haken in Klammern.

Zunächst werden zwei Übersichtsartikel vorgestellt, die eine breite Zusammenfassung des Themas Energiemanagement liefern. Anschließend werden relevante Quellen zu Einzelaspekten herausgegriffen.

Eine kompakte und prägnante Einführung zum Themenfeld liefern insbesondere Apperlath und Chamoni 2007

(S. 329f.) und identifizieren die „politisch gewollte Verbreitung dezentraler Erzeuger wie Windkraftanlagen, Solarzellen, Biomasseanlagen, Brennstoffzellen und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK)“ als stärksten Treiber für die IT-Integration in der Energieversorgung. Sie weisen auf eine starke Konzentration der Forschung im technischen Bereich hin. Trotz einer stark zunehmenden Anzahl von Publikationen in den letzten Jahren ist dies nach der im Rahmen dieses Aufsatzes durchgeführten Literaturrecherche auch heute – fünf Jahre später – noch immer der Fall: Ein hoher Anteil der Publikationen entstammt den Ingenieurs-Wissenschaften und wird vielfach auf IEEE-Konferenzen und in IEEE-Journalen veröffentlicht.

Brand (2007, S. 380f) liefert einen guten Überblick über zahlreiche Projekte und (auch Internet-) Quellen zur Forschung an IT-Systemen und neuen IT-Konzepten in der Energiewirtschaft. Viele der Projekte sind noch nicht abgeschlossen. Brand weist insbesondere darauf hin, dass „Veränderungen [...] neue IT-Konzepte und -Systeme [erfordern]“ (S. 380).

Tröschel und Apperlath (2009) (S. 141–143) beschreiben einen VKW-Ansatz als Teil eines dezentralen Energiemanagements. Hierbei wählen sie einen Multi-Agenten-basierten Ansatz zur Koordinierung der im VKW gebündelten dezentralen Erzeugungsanlagen um einer unkoordinierten Netzeinspeisung entgegen zu wirken. Tröschel und Apperlath sehen die Korrektur von Prognoseabweichungen als wesentliche Aufgabe des Energiemanagements bei der Einbindung dezentraler Erzeuger.