

Kurzfassung des Berichts zur Energiewirtschaftlichen Optimierung des Betriebes von Plusenergiehäusern durch Vernetzung zu einem virtuellen Kraftwerk

Auftraggeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Projektnummer: 2190
Datum: 30.01.2014

Transferstelle Bingen • Berlinstr. 107a • 55411 Bingen • www.tsb-energie.de

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Langshausen
Tel: 06721 / 98424 - 261
Fax: 06721 / 98424 - 29
langshausen@tsb-energie.de

M. Sc. Markus Sinß
Tel: 06721 / 98424 - 275
Fax: 06721 / 98424 - 29
sinss@tsb-energie.de

im

Institut für Innovation, Transfer und Beratung GmbH • Berlinstraße 107a • 55411 Bingen am Rhein

Einleitung

Die Energiewirtschaft befindet sich im Wandel von einer zentralen Versorgung zu einer immer mehr dezentralen Erzeugung der Energie. Dies geschieht vor allem durch den Zubau regenerativer Strom- und Wärmeerzeuger. Die regenerativen und oft fluktuierenden Stromerzeuger müssen jedoch in die Elektrizitätsnetze integriert werden. Notwendig hierfür ist der Aufbau von virtuellen Kraftwerken. Es wird hierbei neben den Stromnetzen eine kommunikative Ebene eingeführt. Hierbei können Netzengpässe oder Netzüberschüsse in Schaltbefehle für Verbraucher und Erzeuger elektrischer Energie umgewandelt werden. Dies bedeutet den Aufbau von bidirektionalen Kommunikationswegen zwischen Erzeuger und Verbraucher, welche die Möglichkeit zur Automatisierung und zentralen Steuerung des Netzes bieten, um Zeiten mit niedrigerer Stromproduktion bzw. Zeiten mit Überschussproduktion bewältigen zu können.

Auch entsteht eine neue Art der Energiewirtschaft mit einem wesentlich höheren Anteil regenerativer Energieerzeugung. Sie stellt vor allem die Verteilnetzbetreiber, d.h. die Stadtwerke und Regionalversorger vor viele neue Aufgaben. Sie wandeln sich vom reinen Stromverteiler zum regionalen bzw. lokalen Netzmanager. Der Ansatz der Integration von Batterien in Gebäuden wird deshalb von den Energieversorgern unterstützt. Diese Anlagen können aus zwei Blickwinkeln betrieben werden. Zum einen dienen sie einem Hausbesitzer, um beispielsweise den selbst erzeugten Strom einer Photovoltaikanlage auch während der Nacht im Gebäude zu nutzen. Zweitens kann diese Anlage aber auch aus dem Blickwinkel der Versorger zum Netzmanagement genutzt werden. Durch ihre Flexibilität können diese Aufgaben übernommen werden, was letztlich auch zusätzliche Wertschöpfungspotentiale für Batterien generiert.

Zielsetzung des Projektes

Im Rahmen dieses Projektes wird die Batterie des Effizienzhauses Plus des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung in ein virtuelles Kraftwerk integriert. Hierzu muss eine bidirektionale Kommunikation mit der Anlage erfolgen, so dass ihr Zustand und damit ihr möglicher elektrischer Leistungshub bestimmt werden können. Die Anlage wird entsprechend ihrer Möglichkeiten zur Erbringung von Laständerungen im Sinne der Regelenergie angeregt. Damit ist die Batterie zur Erbringung von Systemdienstleistungen im Stromnetz vorbereitet, bzw. kann der Strom anderweitig vermarktet werden.

Mit den gewonnenen Erfahrungen aus der ersten Phasen des Projektes, bei der die Kommunikation realisiert wird und die Betriebsweise der Anlagen bewertet wird, wird ein mathematisches Modell zur Prognose des Verhaltens erstellt. Dieses Modell wird dann genutzt, um mögliche Laständerungen der Anlagen in die Bereiche zu legen, in welchen der Bedarf an Regelenergie im Netz am größten ist. Dies geschieht unter der Beachtung des wirtschaftlichen Gesamtoptimums. So wird der Eigenverbrauch des Gebäudes in diese Optimierung einbezogen.

Somit wird untersucht, ob auch mit Anlagen kleinerer Leistung, die zu einem virtuellen Kraftwerk verbunden werden, ein nennenswerter Beitrag zur Netzstabilität erreicht werden kann.

Kommunikative Anbindung in ein virtuelles Kraftwerk

Die bei der Transferstelle Bingen vorhandene Technik des virtuellen Kraftwerks wird für den Aufbau genutzt. Die hierzu benötigte Steuersoftware EC24 ist vorhanden und wird zur Verfügung gestellt.

Die Anbindung an das EC24 wird auf der Softwareebene realisiert. Hierzu wird an das Gebäudeleitsystem / Energiemanagementsystem (EMS) angekoppelt, sodass die Daten der Batterie und der Energiebedarf des Gebäudes transparent werden. Die Kommunikation wird zur Zentrale des virtuellen Kraftwerks in Bingen konzipiert, mit den anderen Projektbeteiligten abgestimmt und aufgebaut.

Um die gewünschten Informationen austauschen zu können, müssen verschiedene Datenpunkte aus dem EMS über eine OPC Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden.

Um diese Daten jedoch zum EC24 bzw. zum Routing Server des EC24 zu übermitteln bedarf es eines Windows-Rechners bzw. einer Windows-Virtuellen Maschine, auf dem der OPC Client läuft, welcher die Informationen mittels eines proprietären Protokolls zum EC24 Routing Server übermittelt. Die Verbindung zum EC24 Routing Server erfolgt über das Internet. Zwecks Administration / Wartung des Rechners / der Virtuellen Maschine ist ein Remote Zugriff notwendig.

Definition der Datenpunkte und Ansteuerung

In diesem Abschnitt werden die für die nachfolgenden Arbeitspakete erforderlichen Datenpunkte definiert und deren Übertragung in ein Energiedatenmanagementsystem eingerichtet, sodass die Daten archiviert werden können. Das Energiedatenmanagementsystem dient weiterhin als Auswerte- und Visualisierungswerkzeug.

Um die Datengrundlage für die Untersuchungen zu schaffen, wurde zunächst in Zusammenarbeit mit dem Automatisierer vor Ort und der Hochschule Offenburg eine Liste der von der TSB zu übertragenden Datenpunkte erstellt. In dieser Liste sind sowohl die für die Minutenreserveleistung als auch für die weiteren Projektschritte notwendigen Datenpunkte enthalten. Grundlage zur Definition dieser Datenpunktliste war u.a. die Dokumentation der im Haus verbauten Messstellen. Die definierten Datenpunkte werden zur TSB übertragen und dort in ein Energiedatenmanagementsystem eingelesen, können visualisiert und in eine Datenbank geschrieben werden.

Die Ansteuerung der Batterieanlage wurde mit den für die Erbringung von Minutenreserve notwendigen Parametern auf der Schnittstelle komplett definiert. Die Datenübermittlung wurde in beide Richtungen funktionsfähig eingerichtet. Eine vollständige Ansteuerung der Batterieanlage mit Sollwerten für extern angestoßene Lade- bzw. Entladezyklen wurde jedoch nicht durchgeführt, da es mit der Lade- / Entladeregulierung der Batterieanlage nicht möglich war. Um dies zu realisieren bedarf es der Installation einer genaueren Messtechnik.

Entwicklung eines energiewirtschaftlichen Optimierers

In diesem Abschnitt wird die Struktur für die Implementierung eines Optimierers erstellt, welcher die Daten des Plusenergiehauses und Prognosen zu Erzeugung und Verbrauch verarbeitet und eine optimierte Vermarktung ermöglicht.

In der energiewirtschaftlichen Optimierung werden der Stromeinkauf und die PV-Strom Eigennutzung mit Zwischenpufferung durch die Batterie als Standardvariante der Stromversorgung und Batterienutzung angenommen. Durch eine energiewirtschaftliche Optimierung können zusätzliche Erlöse erzielt werden, welche maßgeblich von den Freiheitsgraden der Batterie und der Prognosegüte des Verbrauchs und der Erzeugung am Folgetag abhängen. Für die Optimierung werden der Regelleistungsmarkt der Minutenreserve (Vermarktung am Folgetag) und der Spotmarkt (Vermarktung in der Folgestunde) herangezogen.

Die Ergebnisse der Leistung, die vermarktet werden kann, werden immer um 9 Uhr des Vortages berechnet, damit diese rechtzeitig für die Vermarktung in der Minutenreserve zur Verfügung stehen. Der energiewirtschaftliche Optimierer verarbeitet aktuelle Messwerte aus dem Effizienzhaus Plus und ebenso die vorhandenen Prognosewerte des Verbrauchs und der Erzeugung. Auf Basis dieser Werte werden die zu vermarktenden Leistungen in den einzelnen Zeitscheiben der Minutenreserve berechnet. Dazu wurde ein Ranking der Zeitscheiben nach deren Einnahmepotenzial erstellt. Die Vermarktung findet dann immer zuerst in denjenigen Zeitscheiben statt, die statistisch den größten Minutenreserve Bedarf aufweisen.

Wenn eine Vermarktung stattfindet, und die angebotene Leistung in der Minutenreserve abgerufen wird, können sich die Freiheitsgrade für die folgenden Tage verändern. In der Regel wird es so sein, das der Freiheitsgrad in derselben Leistungsrichtung kleiner wird und der in der anderen Leistungsrichtung größer. Diese Änderungen werden durch den Optimierer direkt erfasst und verarbeitet, da dieser auf die aktuellen Messwerte des Hauses zugreift, diese Freiheitsgrade können aber bedingt durch den Planungsvorlauf bei der Minutenreserve nur am Spotmarkt vermarktet werden.

Die untertägige Vermarktung am Intradaymarkt kann erfolgen, wenn die Anlagenleistung in derselben Leistungsrichtung noch nicht in der Minutenreserve vermarktet worden ist. Da in der Betrachtung davon ausgegangen wird, dass eine Vermarktung in der Minutenreserve stattfindet, ist keine Vermarktung am Intradaymarkt möglich, da die Freiheitsgrade der Anlagen bereits veräußert sind. Interessant ist die Vermarktung am Intradaymarkt dann, wenn die Angebote in der Minutenreserve durch zu hohe Leistungspreise keinen Zuschlag bekommen.

Finanzielle Potenzialabschätzung

Die durch den energiewirtschaftlichen Optimierer berechneten Freiheitsgrade können in der Minutenreserve vermarktet werden und so Einnahmen generieren. Je nach Angebotsstrategie in der Minutenreserve können unterschiedliche Erlöse erzielt werden, diese sind vor al-

lem abhängig vom gebotenen Arbeitspreis. Bei einem niedrigen Arbeitspreis finden relativ viele Abrufe statt, bei einem hohen Arbeitspreis relativ wenige bis keine.

Variante mit hohem Arbeitspreis und niedrigen Abrufstunden:

Mit der gegebenen Batterie und deren Freiheitsgraden könnten mit dieser Angebotsvariante bei einem Arbeitspreis von 1.000 €/MWh in positiver und einem von -1.000 €/MWh in negativer Leistungsrichtung etwa **150 €/a**, aus Leistungs- und Arbeitspreis, an Zusatzerlösen generiert werden, dies wäre mit einer Abrufdauer von etwa 3 Stunden verbunden. Von diesem Erlös geht noch ein Anteil von 30 - 50 % an den jeweiligen Minutenreserve Händler für dessen Dienstleistung.

Variante mit niedrigem Arbeitspreis und hohen Abrufstunden:

Bei dieser Variante wurde ein Arbeitspreis von 500 €/MWh für die positive und -500 €/MWh für die negative Minutenreserve angenommen, dieser Preis führt zu einer höheren Abrufstundenzahl.

Mit dieser Variante und der gegebenen Batterie mit den entsprechend berechneten Freiheitsgraden, wären jährliche Erlöse von etwa **175 €/a**, aus Leistungs- und Arbeitspreis, bei ca. 10 Abrufstunden möglich. Auch von diesem Wert gehen ca. 30 - 50 % an den jeweiligen Händler der Minutenreserve.

Diese Werte geben eine Größenordnung des Einnahmepotenzials an, dieses Potenzial ist allerdings von vielen Einflussfaktoren abhängig und kann auch durch Preisänderungen am Markt sowie durch Änderungen des Marktdesign beeinflusst werden.

Fazit / Ausblick

Die Freiheitsgrade des Effizienzhauses Plus könnten schon heute einer Vermarktung zugeführt werden, aber bedingt durch die niedrige Leistung, die aufwändigen Prognosen und die Prognoseungenauigkeiten ist ein solches Vermarktungsmodell derzeit nicht wirtschaftlich umsetzbar. Die Prognoseungenauigkeiten können auch dazu führen, dass keine Leistung bereitgestellt werden kann, deshalb wäre dieses Vermarktungsmodell nur mit einer hohen Anzahl an ähnlichen Häusern möglich, da die große Anzahl für eine Vergleichmäßigung sorgt und so immer ein Teil der Leistung einer Vermarktung zugeführt werden kann.

Eine Möglichkeit die Flexibilität im Effizienzhaus Plus zu erhöhen, ist die Optimierung der E-Mobility Ladesäule. Das im Haus eingesetzte System lädt die daran angeschlossenen Fahrzeuge direkt auf, bis diese komplett geladen sind.

Wenn die Ladesäule mit einer Schnittstelle gemäß IEC 61851-1 Mode 3 ausgestattet ist, kann diese die Ladung der Autobatterie ansteuern. D.h. es kann der Ladestrom vorgegeben werden.

Somit wären der Zeitpunkt des Ladevorgangs und der Verlauf der Ladeleistung beeinflussbar und Elektroautos könnten somit aktiv zur Regelung des Netzbezugs des Gebäudes beitragen. Weiterhin wäre mit solch einer Ladetechnik auch eine Erhöhung der Freiheitsgrade und

somit der Flexibilitäten die in dem Haus bereitgestellt werden können möglich. Dies würde das Einnahmepotenzial der Vermarktung der Freiheitsgrade weiter erhöhen. Auch wäre langfristig denkbar, dass die Batterie des Elektroautos als zusätzliche Batterie vermarktet werden kann und diese somit auch entladen werden kann, wenn dies zeitlich und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Zukünftig wäre auch die Einführung von Typpräqualifizierungen in der Regelleistung sinnvoll, da diese die Kosten für den Eintritt in den Regelleistungsmarkt deutlich senken könnten. So könnten beispielsweise Anlagen eines Typs oder einer Baureihe direkt vom Hersteller bei den Übertragungsnetzbetreibern präqualifiziert werden, sodass dies nicht im Nachhinein mit erhöhtem Aufwand auf Anlagenbetreiberseite, wie auch auf Übertragungsnetzbetreiberseite erfolgen muss. Somit wäre einer der beiden großen Kostenfaktoren zur Einbindung in ein virtuelles Regelenenergiekraftwerk stark reduziert.

Eine bessere Ausnutzung der Freiheitsgrade kann erfolgen, wenn über eine Schnittstelle eines Smart-Meter ein Tarifsignale an die Batteriesteuerung gesendet werden würde. So wäre es möglich, zusätzlich zu der Regelleistungsbereitstellung den Strombezug möglichst kostengünstig darzustellen. Grundsätzlich wäre auch denkbar, dass mehrere Märkte, mit gleichen Handelszeiten, bedient werden können. So könnte mittels eines Optimierers eine Merit-Order der verschiedenen Märkte zu jeder Stunde berechnet werden und immer an dem attraktivsten Markt teilgenommen werden.