

Eigenverbrauchsoptimierung in MFH über innovative Strombörse

Im Rahmen eines Pilotprojektes des Bundesamtes für Energie wird für eine Arealüberbauung in Möriken-Wildegg AG eine neuartige Strombörse mit Real-Time-Pricing entwickelt. Die Überbauung besteht aus 4 Mehrfamilienhäusern (MFH) im Minergie-P-Eco-Standard und 4 Photovoltaik-Anlagen (PV) mit einer Gesamtleistung von 160 kWp. Die 36 Wohnungen werden als Eigenverbrauchsgemeinschaft betrieben. Mit dem Eigenverbrauchsmanager werden 4 Wärmepumpen, ca. 100 Haushaltgeräte und mehrere Elektromobil-Ladestationen geregelt. Eine neu entwickelte Software ermöglicht die automatische Abrechnung gegenüber den Bewohnern nach dem Prinzip des Real-Time-Pricings. Dank dem Verursacherprinzip wird für die Bewohner ein Anreiz geschaffen, lokal produzierten Strom zu nutzen.

Michael Koller



Abbildung 1: Arealüberbauung Möriken-Wildegg (Quelle: Setz Architektur)

Einleitung

Energieeffizientes Bauen in Kombination mit einer PV-Anlage für den Eigenverbrauch ist bereits im Bereich der Einfamilienhäuser ein aktuelles Thema. Durch intelligente Regelungstechnik konnte gezeigt werden, dass sich der Eigenverbrauchsanteil verdoppeln lässt. Bei Mehrfamilienhäusern ist das Potential noch grösser, da die Anzahl der Verbraucher mit der Grösse des Objektes steigt. Um dieses Potential auszuschöpfen, werden neue Wege im Zählerwesen beschritten. Durch die neue Energieverordnung von 2018 wird das Zählerwesen liberalisiert. Dadurch haben die Eigenverbrauchsgemeinschaften das Recht, eigene Energiezähler für die Energiekostenabrechnung innerhalb der Gemeinschaft zu verwenden und die Energiekosten selbst abzurechnen.

Dieses Projekt soll zeigen, dass eine Eigenverbrauchsgemeinschaft für Arealnetze, sogenannte Micro Grids, mit intelligenter Regelungstechnik wirtschaftlich zu betrei-

ben ist. Das Projekt wurde durch das Architekturbüro Setz Architektur initialisiert und wird durch das Bundesamt für Energie BFE im Rahmen eines Pilot- und Demonstrationsprojektes unterstützt. Weitere Partner sind die Firma Smart Energy Control GmbH, ein Spin-Off der FHNW, sowie das Institut für Automation.

Arealüberbauung

Die MFH-Überbauung, welche in Holz-/Mischbauweise realisiert wird, umfasst 4 Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 36 Wohnungen im Eigentums- und Mietverhältnis. Die Fertigstellung ist auf Q1 2019 geplant. Die Gebäude werden nach Standard Minergie-P-Eco gebaut und sind somit äusserst energieeffizient. Für die Stromproduktion werden insgesamt 4 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 160 kWp auf den Dächern sowie Fassaden und Terrassenbrüstungen montiert. Pro Haus ist eine Erdsondenwärmepumpe für Heizung und Brauchwarmwasser zuständig. Zudem können die Wärmepumpen im



Abbildung 2: PV-Module integriert in die Holzfassade (Quelle: Setz Architektur)

Sommer für Natural Cooling verwendet werden. Neben den ca. 100 Haushaltsgeräten in den Wohnungen sind Elektromobil-Ladestationen in der gemeinsamen Tiefgarage geplant.

Lokales Stromnetz

Für die Überbauung wird ein lokales Stromnetz aufgebaut. Dadurch werden alle Produzenten mit allen Verbrauchern verbunden. Der Eigenverbrauchsmanager, eine Software der Firma Smart Energy Control, übernimmt dabei die zentrale Regelung der Wärmepumpen, der Elektromobil-Ladestationen und der Haushaltsgeräte. Für die Anbindung an das örtliche Stromnetz ist nur ein Netzanschlusspunkt mit bidirektionalem Zweirichtungs-Zähler vorgesehen.

C1 13-13 MFH Überbauung Grabenweg Möriken
Schema Elektrizität V3

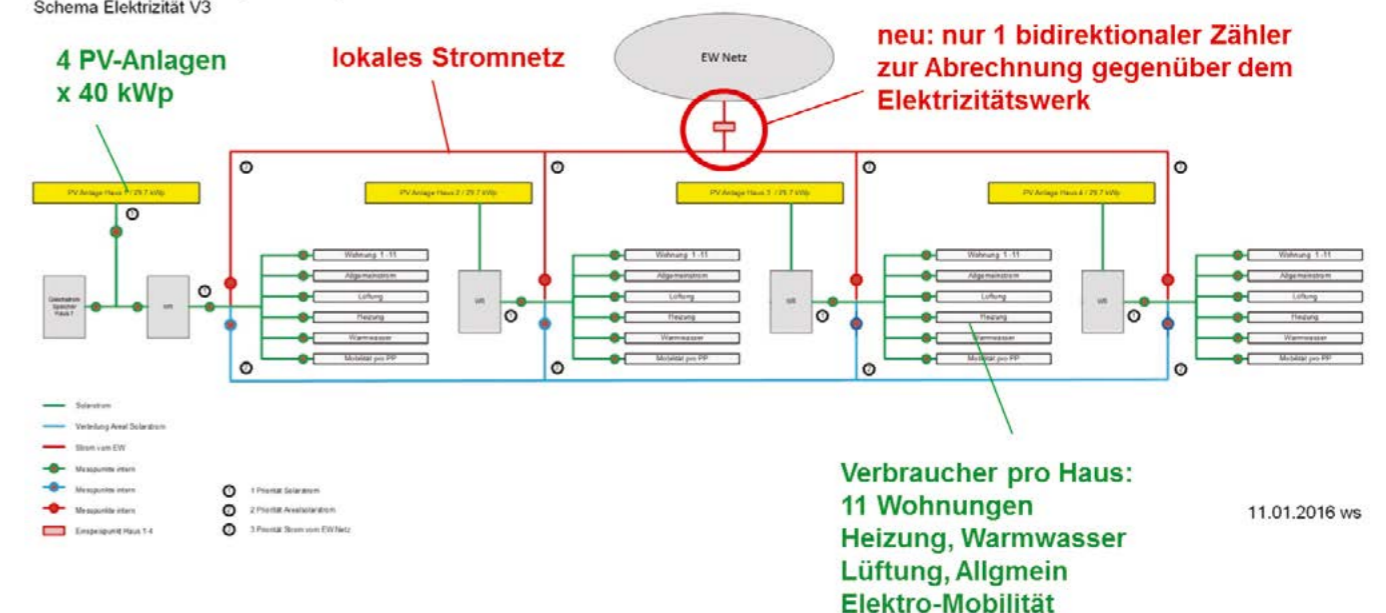


Abbildung 3: Lokales Stromnetz (Quelle: Smart Energy Control)

Messkonzept

Der Energieverbrauch der Wohnungen wird über MID-gereichte Privatzähler gemessen. Weiter werden die Produzenten sowie die allgemeinen Energieverbraucher wie Wärmepumpe, Lüftung usw. gemessen. Die Messdaten der Zähler werden über ein lokales Kommunikationsnetz ausgelesen und vom Eigenverbrauchsmanager weiterverarbeitet.

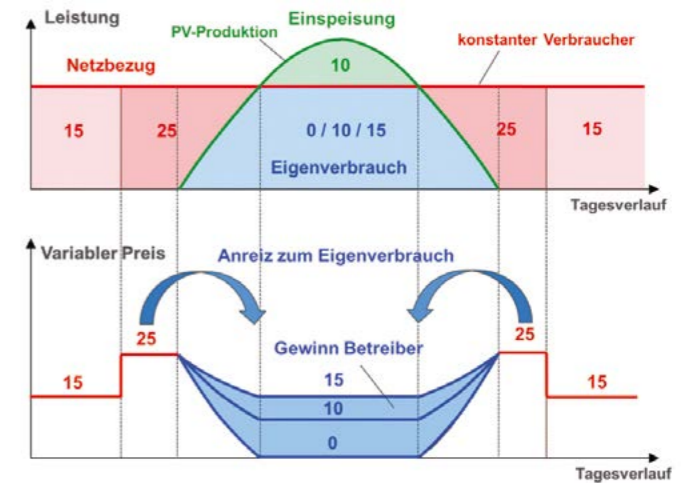


Abbildung 4: Berechnung variabler Tarif (Quelle: Smart Energy Control)

Real-Time-Pricing

In diesem Pilotprojekt wird das Konzept des Real-Time-Pricings umgesetzt. Der Strompreis ist somit nicht nur an die Tarifzeiten des Energieversorgers gekoppelt, sondern auch an die aktuelle Produktion der PV-Anlage und den aktuellen Gesamtverbrauch der Überbauung. Aus diesen Parametern wird in Echtzeit ein variabler Stromtarif berechnet.

Ein Beispiel für die Preisberechnung ist in Abbildung 4 ersichtlich. Hierbei wird von einem konstanten Verbrauch

ausgegangen. In den Stunden ohne Produktion verhält sich der Strompreis nach den Tarifzeiten des Energieversorgers, in diesem Beispiel 15 Rp./kWh im Niedertarif und 25 Rp./kWh im Hochtarif. Setzt nun die Produktion während des Tages ein, so sinkt der Preis im Verhältnis zum Eigenverbrauchsanteil. Wird der Verbrauch komplett durch die Produktion gedeckt, so ist der Preis minimal. Dieser minimale Preis entspricht dem Solartarif und kann durch den Betreiber der Eigenverbrauchsgemeinschaft festge-

legt werden (z.B. 10 oder 15 Rp/kWh). Wird der Solartarif tiefer als der Nachtтарif gewählt, hat der Bewohner einen finanziellen Anreiz, den Strom tagsüber zu nutzen. Dies bringt für alle Beteiligten Vorteile mit sich. Erstens spart der Bewohner bei der Stromrechnung. Zweitens kann der Betreiber der PV-Anlage seinen Solarstrom zu einem höheren Preis absetzen als er vom Elektrizitätswerk für das Einspeisen erhält (Beispiel 5 Rp./kWh) und drittens werden durch die Lastverschiebung die Einspeise- und Bezugsspitzen für den Energieversorger geglättet.

Die Bewohner haben den Überblick

Damit die Bewohner den aktuellen Strompreis im Überblick behalten, wird dieser visuell in Form eines Ampelsystems auf den Raumbediengeräten in den Wohnungen dargestellt. Zudem wird der Strompreis auf einer neu entwickelten App angezeigt.

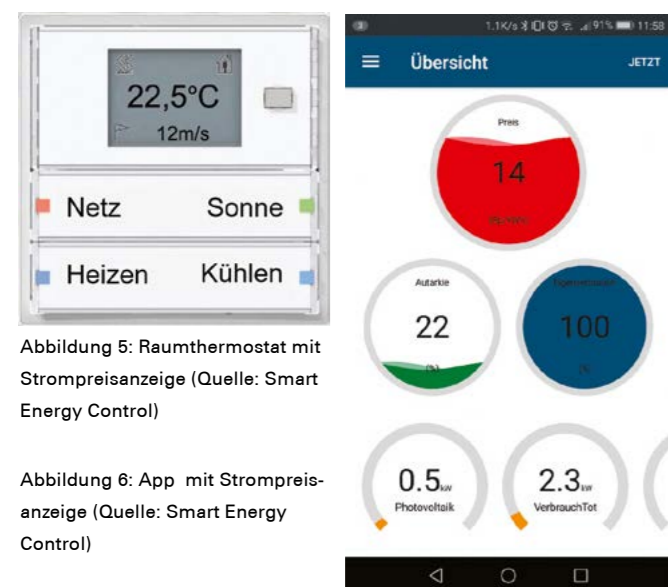


Abbildung 5: Raumthermostat mit Strompreisanzeige (Quelle: Smart Energy Control)

Abbildung 6: App mit Strompreisanzeige (Quelle: Smart Energy Control)

Stromkostenreduktion dank intelligenter Regelung

Das zentrale Regelorgan bildet der Eigenverbrauchsmanager der Firma Smart Energy Control. Diese Software übernimmt vollautomatisch die Ansteuerung der grossen Verbraucher innerhalb der Überbauung. Durch innovative Regelalgorithmen werden die Wärmepumpen, die Elektromobil-Ladestationen und die Haushaltsgeräte der Bewohner tarifoptimiert geregelt.

Neben den geschalteten Haushaltsgeräten können die Wärmepumpen und die Ladestationen variabel angesteuert werden. Diese Ansteuerung erlaubt es der Software, je nach Produktionsüberschuss die Last dynamisch zu variieren und somit die Netzbelastung deutlich zu reduzieren.

Thermische Speicherung im Gebäude

Eine weitere Innovation des Systems ist die thermische Speicherung des Solarstroms über Wärmepumpen. Neben den klassischen technischen Speichern wie Brauchwarmwasserspeicher oder Heizungspufferspeicher kann die Gebäudemasse als aktiver thermischer Speicher genutzt werden. So kann das Temperaturniveau des Gebäudes bei Produktionsüberschuss um ca. 1 Grad angehoben oder

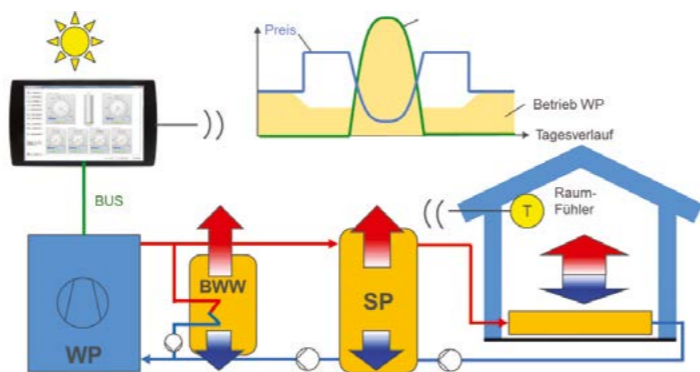


Abbildung 7: Thermische Speicherung des Solarstroms (Quelle: Smart Energy Control)

abgesenkt werden. Durch die hervorragende Dämmung der Gebäude kann somit auf den Betrieb der Wärmepumpe in der Nacht verzichtet werden. Durch die kontinuierliche Raumtemperaturüberwachung ist der Komfort für die Bewohner jederzeit sichergestellt.

Abrechnungssystem

Ein grundsätzliches Problem bei den meisten Eigenverbrauchsgemeinschaften ist die gerechte Aufteilung des Eigenverbrauchs auf die einzelnen Bewohner. In vielen Fällen werden die Einsparungen durch den Eigenverbrauch auf die Bewohner gleichermassen verteilt. Dies ist jedoch nicht verursachergerecht. Ein neu entwickeltes Abrechnungssystem löst diese Problematik. Dabei werden individuelle Stromkostenabrechnungen voll automatisch erstellt. Durch die hohe Datenqualität der Messdaten kann für jeden Bewohner der individuelle Strommix (Eigenverbrauch und Netzbezug) bestimmt werden. Diese Abrechnungsmethode deckt sich wiederum mit dem variablen Stromtarif und ist somit konsistent zum Real-Time-Pricing.

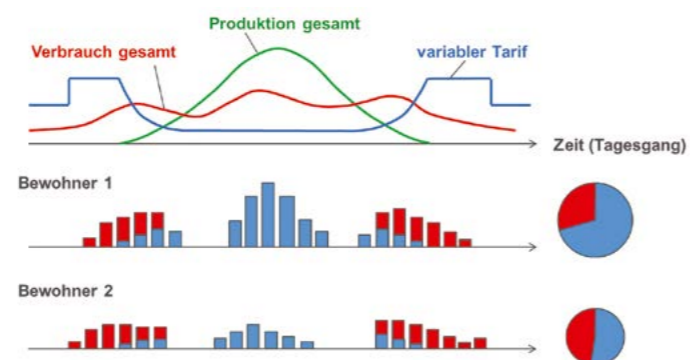


Abbildung 8: Individueller Lastgang von zwei Bewohnern (in Rot Netzbezug, Blau Eigenverbrauch) (Quelle: Smart Energy Control)

Weiter können bei dem Abrechnungssystem Heizkosten und allgemeine Stromkosten ermittelt und aufgrund von Verteilschlüsseln wie Wohnfläche oder Wertquoten den Bewohnern zugeordnet werden.

Individuelle Energiekosten

Tarif Rp./kWh	10	10	18.5	11.8	Kosten CHF
	Strom Solar HT kWh	Strom Solar NT kWh	Strom Netz HT kWh	Strom Netz NT kWh	
Periode: 01.07.2017 bis 31.07.2017	98.40	11.76	63.24	94.50	33.87
Periode: 01.08.2017 bis 31.08.2017	75.80	24.70	75.60	108.30	36.82

	Strom Solar HT kWh	Strom Solar NT kWh	Strom Netz HT kWh	Strom Netz NT kWh	Kosten CHF
Haushalt_EG	69.68	12.03	62.48	113.57	33.13
E-Mobil	104.52	24.43	76.36	89.23	37.55
Total	174.20	36.46	138.84	202.80	70.68

Anteil Allgemeine Energiekosten Abrechnungsmethode: Proportional zur Wohnfläche | Periode: 01.07.2017 bis 31.08.2017

Tarif Rp./kWh	10	10	18.5	11.8	Kosten CHF
	Strom Solar HT kWh	Strom Solar NT kWh	Strom Netz HT kWh	Strom Netz NT kWh	
El.Energie Allgemein	21.40	10.20	34.40	53.10	15.79
Verteilschlüssel Allg. Energiekosten		45.000%			
Anteil Kosten el. Energie Allgemein		7.11 CHF			7.11

Anteil Heizkosten Abrechnungsmethode: Proportional zur Wohnfläche | Periode: 01.07.2017 bis 31.08.2017

Tarif Rp./kWh	10	10	18.5	11.8	Kosten CHF
	Strom Solar HT kWh	Strom Solar NT kWh	Strom Netz HT kWh	Strom Netz NT kWh	
Produktionskosten Heizenergie	0.50	0.10	0.60	1.10	0.30
Verteilschlüssel Heizkosten		45.000%			
Anteil Heizkosten		0.14 CHF			0.14

Zusammenfassung

Individuelle Abrechnung	70.68
Anteil Allgemeine Energiekosten	7.11
Anteil Heizkosten	0.14
Subtotal	77.92
Rundungsbetrag	-0.02
Rechnungsbetrag	77.90

Abbildung 9: Beispiel einer automatisch erstellten Stromkostenabrechnung

Projektteam

Michael Koller, Masterstudent, michael.koller@students.fhnw.ch
Prof. Dr. Zogg, Dozent, Projektleiter, david.zogg@fhnw.ch

In Zusammenarbeit mit Smart Energy Control GmbH, Ein Spin-Off der Fachhochschule Nordwestschweiz

Referenzen

- [1] Prof. Dr. D. Zogg, 2016 «OPTEG - Regelstrategien für die Optimierung des Eigenverbrauchs von Gebäuden»
- [2] Bundesamt für Energie, 2017 «Wichtigste Neuerungen im Energierecht ab 2018»
- [3] Michael Koller, 2017 «Projektarbeit P7 - Eigenverbrauchsoptimierung in MFH über innovative Strombörse»