



Im SmartEnergyLab des Fraunhofer ISE wurde die intelligente Betriebsführung auf Basis flexibler Tarife zunächst in einem ein Test-Aufbau erprobt.  
© Fraunhofer ISE

## Smart Grid zu günstigen Kosten

Die gleiche Technologie, mit der seit vielen Jahrzehnten abends die Straßenlaternen angeschaltet werden, kann Stromverbraucher und dezentrale Erzeuger zu systemdienlichem Verhalten motivieren. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE hat gemeinsam mit Projektpartnern untersucht, wie sich auf Basis der Rundsteuertechnik dynamische Stromtarife übermitteln lassen. Dabei werden Börsenstrompreise mittels Tarifschaltzeiten über das regionale Stromnetz gesendet.

Variable Stromtarife bieten Anreize, steuerbare Lasten und Erzeuger netzdienlich zu betreiben. Sie können daher das Stromnetz entlasten. Für Kleinanlagen ist das Smart-Grid-Konzept bisher jedoch aufgrund der Kosten von kommunikationsfähigen elektronischen Messeinrichtungen (Smart-Metering) wenig attraktiv. Der innovative Einsatz der Rundsteuertechnik, als bewährtem Bestandteil heutiger Netzleittechnik, bietet die Chance, die Kernfunktionen der Smart Grid-Idee kostengünstig und zeitnah umzusetzen.

Diese Idee verfolgen Wissenschaftler im Forschungsprojekt „CheapFlex“. Anstelle der heute üblichen starren Schaltzeiten für Hoch- oder Niedertarif und Sperrzeiten, die der Verteilnetzbetreiber festlegt, ermöglicht Rundsteuertechnik eine diskriminierungsfreie dynamische Tarifierung auf Basis von Tarifschaltzeitfahrplänen. Das System soll aber nicht nur Tarif-Anreize zu systemfreundlichem Verhalten im Regelbetrieb bieten. In Not- bzw. Extremsituationen soll es bis hin zu direkten Steuerhandlungen eingreifen können.

Bei der Rundsteuertechnik sendet der Netzbetreiber über das Verteilnetz Steuerungsdaten im Ton-Frequenzbereich von 110 bis etwa 2.000 Hz, um elektrische Verbraucher, wie z. B. Wärmepumpen, oder erneuerbare Energieanlagen fernzusteuern. Ein, dem Verbraucher vorgeschalteter, kostengünstiger Rundsteuerempfänger stellt die Steuerbefehle vor Ort zur Verfügung. Eine klassische Anwendung ist die Umschaltung von Mehrtarif- Stromzählern (Niedertarif NT und Hochtarif HT), oder die Unterbrechung des Wärmepumpenbetriebs für das Netzengpassmanagement.

„Die von uns genutzte Rundsteuertechnik ist eine seit mehr als 100 Jahren bewährte, robuste und sichere Basistechnologie zur Steuerung von Verteilnetzen, die heute auf Basis von preiswerten Mikroprozessor-Empfängern gefertigt wird“, so Prof. Christof Wittwer, Abteilungsleiter Intersektorale Energiesysteme und Netzintegration am Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme.

Das Konzept sieht für die dynamische Tarifierung zweistufige Tarifpläne vor, deren NT und HT-Zeiten für den Folgetag berechnet sind. Die Basis dafür sind der sogenannte „Day-Ahead“-Börsenstrompreis und das erwartete Verbraucherverhalten. Am Vorabend sendet die Netzleitwarte Rundsteuertelegramme mit dem Tarifprogramm. Die Rundsteuerempfänger speichern die Schaltzeiten des Tarifs lokal ab und stellen sie per standardisiertem Leittechnikprotokoll dem Energiemanagementsystem zur Verfügung.

Anhand des Tarifplans und der lokalen Prognose für Last und PV-Ertrag kann die Betriebsführung von elektrischen Verbrauchern und dezentralen Erzeugern optimiert werden. Eine Simulationsstudie zeigte, dass der Börsenstrompreis eine gute Bezugsgröße für die Erstellung der Tarifschaltzeiten darstellt. Er ist stark mit den lokalen Lasten und den überregionalen Lasten anderer Verteilnetze korreliert. Das gezielte Verschieben von Lasten und Einspeisungen reduziert nicht nur die Spitzenlast im Netz, sondern senkt auch die Stromrechnung des Endkunden.

### **Feldtest im Münsterland**

Nach ersten Tests im Labor wurden Funktionsmuster in einem Feldtest erprobt. Im Netzgebiet der Stadtwerke Ahaus waren Erzeuger und Lasten sowohl mit als auch ohne Regelmöglichkeit einbezogen. Darunter waren ein BHKW, eine Wärmepumpe, ein Nachtspeicher sowie Photovoltaik-Speicher und Elektrofahrzeuge. Per Messaging App wurden die Kunden über die Tarifschaltzeiten informiert, sodass sie ihr Verbrauchsverhalten flexibel anpassen konnten. Das Feedback der Endkunden war sehr positiv. Sie zeigten großes Interesse an den flexiblen Stromtarifen und reagierten auf die Schaltzeiten.

### **Netzzustandsschätzungen für die direkte Steuerung**

Um über ein direktes Eingreifen bei steuerbaren Lasten und Erzeugern entscheiden zu können, benötigt der Netzbetreiber zusätzliche Informationen zu Netzzustandswerten wie Spannung, Strom, Phasenwinkel und darauf basierenden Werten. In Verteilnetzen sind dafür heute kaum Messeinrichtungen vorhanden. Durch die zunehmende Einspeisung erneuerbarer Energien sowie den Wandel des Wärme- und Verkehrssektors sind diese Betriebswerte heute nicht mehr gut vorhersehbar.

Im Projekt „CheapFlex“ sollte daher auch eine ausreichend präzise Netzzustandsschätzung auf Basis weniger Messdaten demonstriert werden. Der Projektpartner TU Kaiserslautern entwickelte dafür ein Verfahren zur Generierung von Ersatzwerten von Haushaltslasten. Dabei gingen die Forscher davon aus, dass die Verteilung dieser Lasten für einzelne Zeitpunkte gut vorhersehbar ist. Sie legten eine dreiphasige Netzzustandsschätzung auf Eingangsdaten mit vielen Ersatzwerten aus, die im Feldbetrieb mit Referenzmessungen verglichen wurde. Die Abweichungen der geschätzten Spannungs- und Stromwerte gegenüber dem gemessenen Referenzwert wurden dabei für die Netzführung von Verteilnetzen als vollkommen ausreichend angesehen.

### **Zukunftsfähige Stromnetze**

Das Projekt wurde im Rahmen der Förderinitiative „Zukunftsfähige Stromnetze“ vom Bundesministerien für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Eine Projektvisitenkarte findet sich auf der [Website der Förderinitiative](#).

(me)