

Forschungsberichtsblatt BWPLUS

## **Demonstrationsprojekt Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb**

von

F. Truckenmüller

Hochschule Reutlingen  
Reutlinger Energiezentrum (REZ)

Förderkennzeichen: BWSGD 15004 - 15012

Die Arbeiten des Baden-Württemberg-Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre  
Sicherung (BWPLUS) werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

Oktober 2019

## **1. Beschreibung der Forschungsergebnisse.**

Im Rahmen des Demonstrationsprojektes Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb wurde an der Hochschule Reutlingen ein Virtuelles Kraftwerk aufgebaut. Das Ergebnis ist ein funktionsfähiges, Smart Grid-konformes Virtuelles Kraftwerk, das den Partnern die Möglichkeit bietet, Komponenten und Kompetenzen in einer komplexen Umgebung zu testen und zu vertiefen. Das Projekt bietet nun eine anbieterunabhängige Testumgebung für Kommunikation, Optimierung, Steuerung und Betrieb von Energieanlagen in Microgrids und Virtuellen Kraftwerken. Steuerbaren Anlagen auf dem Campus der Hochschule Reutlingen und Anlagen im realen Betrieb bei externen Teilnehmern wurden lokal als Microgrids verknüpft und an die zentrale Leitwarte des Virtuellen Kraftwerks angebunden. In der Betriebsphase lief ein kontinuierliches Energie Monitoring der Anlagen und Prozesse, von der die Teilnehmer im Rahmen von Potentialanalysen für die Beteiligung an Virtuellen Kraftwerken mit ihrer bestehenden und zukünftigen Flexibilität profitieren.

Die aufgebaute Infrastruktur wird weiterhin bei der Kooperationsforschung mit Forschungs- und Industriepartner aus der Branche eingesetzt. Sie soll stets auf dem aktuellen Stand der Technik bleiben und weiterhin den flexiblen Test- und Demonstrationseinsatz verschiedenster Produkte – technisch wie ökonomisch – erlauben, so dass diese eine zügige Optimierung, Verifizierung und Markteinführung erreichen können. Sowohl reguläre Studierende an der Hochschule Reutlingen als auch externe Besucher erhalten Zugang zu Informations-, Weiterbildungs- und Lehrveranstaltungen in denen sie aus erster Hand und im Live-Betrieb die neuesten Entwicklungen kennenlernen können.

## **2. Fortschritte für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse.**

Einige Ansätze im Bereich Smart Grid und Virtuelle Kraftwerke werden bereits umgesetzt und finden kommerzielle Anwendung. Als Beispiel für den Einsatz von überregionalen Virtuellen Kraftwerken bündeln die Firmen „Next“ und „Lichtblick“ (kleinere) Einzelanlagen wie Biogasanlagen, Blockheizkraftwerke etc., um den Anlagenbesitzern die Möglichkeit zu bieten über den gemeinsamen Pool kommerziell an unterschiedlichen Märkten wie z.B. Regel-, Spot- und Intradaymarkt teilhaben zu können. Ein weiteres Beispiel ist der Verbund „SüdWestStrom“, ein unabhängiger Verbund von kleinen und mittleren Stadtwerken, der die einzelnen VKs der Stadtwerke bündelt, um einen kommerziellen Vorteil für die Partner an der EEX-Börse zu erzielen. Im Bereich des Smart Grid gibt es eine Vielzahl von Modellregionen und kommerziell erhältlichen Dienstleistungen für Privathaushalte. Smart Metering, ein Messsystem mit elektronischem Basiszähler und Fernauslesung, ist für Neubauten und große Renovierungen bei einem Jahresverbrauch über 6.000kWh für Erzeuger von KWK- und EEG-Anlagen ab 7kW, sowie Bestandsanlagen ab 0,25kW Anschlussleistung und unterbrechbaren Verbrauchseinrichtungen in der Niederspannung, verpflichtend. Ein Demonstrationsprojekt Virtuelles Kraftwerk in realer Umgebung für das Testen von Komponenten und mit den oben aufgelisteten Zielsetzungen mit einem nicht kommerziellen Betrieb war den Beteiligten nicht bekannt.

In den vergangenen Jahren haben sich verschiedene Flexibilitätsoptionen auf Haushaltsebene erschlossen, die in Virtuelle Kraftwerke mündeten bzw. münden können. Hierzu gehören Li-Ionen Speichersysteme, Wärmepumpen (Smart Grid Ready),

Elektrofahrzeuge und dazugehörige Ladestationen sowie Blockheizkraftwerke. Rechtlich ist in diesem Kontext §14a EnWG von Bedeutung, in dem ein reduziertes Netzentgelt vorgeschrieben ist, wenn im Gegenzug die netzdienliche Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen vereinbart wird.

Die Vernetzung autonomer Agenten zu einem Virtuellen Kraftwerk in einer Industrie 4.0-Umgebung mittels Distributed Ledger Technology (DLT) und Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M) ermöglicht das Erschließen von Flexibilitäten im Lastgang und den Einsatz von netzdienlicher Erzeugung. Die Kommunikation erfolgt mittels einer DLT, z.B. Ethereum Blockchain oder tangle (IOTA), über welche die Akteure Liefer- und Abnahme-Verträge aushandeln und überwachen. Der Ansatz lässt sich direkt mit einem anderen Zukunftsthema, der Elektromobilität verbinden. Intelligente Ladesäulen können als Teilnehmer am Netzwerk die Flexibilität ihrer Aufträge einbringen, dabei setzen sie die realen Batteriespeicher der Fahrzeuge netzdienlich ein.

### **3. Nutzen, insbesondere praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen.**

Der Demonstrator hat mit seinen wertvollen Praxiserfahrungen die Technik der dezentralen Energieerzeugung erweitert. Durch die Forschungsergebnisse ergeben sich folgende Fortschritte für Wissenschaft und Technik:

- Umfangreiche Datenbank realer Energiedaten aus Unternehmen als Basis für weitere Untersuchungen und Optimierungen;
- Bewusstsein, wann was in Betrieb ist und wie eingegriffen werden kann, um Flexibilitäten auszunutzen und somit technische und ökonomischer Effizienz zu erreichen;
- Identifizierung von flexiblen Anlagen und Verbrauchern für den Anschluss an ein VK;
- Simulationsbasierte Optimierung z.B. für die Teilnahme am Regelleistungsmarkt.

Microgridsteuerungen können in vielen Anwendungsfällen bei Industrie und Wohnbau eingesetzt werden. In Zukunft können diese Systeme einen wertvollen Beitrag zur Erzeugung von Strom in Dunkelflauten bringen.

Die Microgridsteuerungen werden weiterhin vermehrt in Projekten verwendet und können im Praxisbetrieb an der Hochschule noch laufend verbessert werden. Ein kluges Lastmanagement erspart Investitionen, Ressourcen und laufende Kosten. Von daher kann das Konzept der flexiblen Speicher bei der Optimierung zahlreicher Prozesse zum Einsatz kommen, auch außerhalb von elektrischen Anwendungen.

Durch die Integration von Vorhersagen (Wetter und Strompreise) lassen sich sowohl Netzdienlichkeit als auch Energieeffizienz verbessern. Die entwickelten Strategien können sowohl die Betriebskosten senken als auch das Raumklima verbessern, da sie Überhitzungen und tiefe Temperaturen vermeiden helfen.

Nicht nur in der Anwendung hat das Verbundprojekt viele Vorteile aufgezeigt. Der Lehrstuhl Kommunikationsnetze an der Universität Tübingen war vor Projektbeginn mit dem Thema Energie vor allem über Arbeiten zur Kommunikationsinfrastruktur für Smart Grids befasst.

Durch die Arbeit im Demonstrationsprojekt wurden die Themen Energieoptimierung und Virtuelle Kraftwerke erschlossen. Dies ermöglichte die erfolgreiche Teilnahme am ZIM-Projekt VK-Regelarchitektur sowie die Beantragung weiterer Projekte.

#### **4. Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer auch in projektfremde Anwendungen und Branchen.**

Die aufgebaute Infrastruktur wird weiterhin bei der Kooperationsforschung mit Forschungs- und Industriepartner aus der Branche eingesetzt. Sie wird auf dem aktuellen Stand der Technik gehalten und weiterhin den flexiblen Test- und Demonstrationseinsatz verschiedenster Produkte – technisch wie ökonomisch – erlauben, so dass diese eine zügige Optimierung, Verifizierung und Markteinführung erreichen können. Weiterhin dient das „Virtuelle Kraftwerk Neckar-Alb“ der Weiterbildung zu den verschiedenen Aspekten einer modernen, dezentralen Energieversorgung. Informationen und Ausstattung werde dazu im Rahmen von Folgeprojekten stets aktuell gehalten. Sowohl reguläre Studierende an der Hochschule Reutlingen als auch Fachpublikum und die Öffentlichkeit haben Zugang zu Informations-, Weiterbildungs- und Lehrveranstaltungen, in denen sie aus erster Hand und im Live-Betrieb die neuesten Entwicklungen kennenlernen können.