

Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb: Eine Demonstrations- und Versuchsanlage

Florian Heimgärtner¹, Bernhard Nold², Frank Truckenmüller² und Michael Menth¹

¹ Universität Tübingen, Lehrstuhl Kommunikationsnetze

{florian.heimgaertner,menth}@uni-tuebingen.de

² Hochschule Reutlingen, Reutlinger Energiezentrum

{bernhard.nold,frank.truckenmueller}@reutlingen-university.de

Ein virtuelles Kraftwerk ist ein Verbund von Energieanlagen, koordiniert von einem gemeinsamen Leitsystem, um bessere Ausnutzung wetterabhängiger Energiequellen oder die gemeinsame Vermarktung von erzeugtem Strom zu ermöglichen. Der Demonstrator Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb ist eine Demonstrationsplattform für Forschung und Lehre, die Anlagen auf dem Campus der Hochschule Reutlingen und verteilte Anlagen in der Region Neckar-Alb integriert.

1 Einleitung

Der Ausbau erneuerbarer Energien führt durch die überwiegend wetterabhängige Erzeugung zu einem zeitlich schwankenden Angebot an Strom. Die zeitliche Verschiebung des Strombezugs und der flexible Einsatz von wetterunabhängigen Erzeugern ermöglichen eine verbesserte Ausnutzung dieses Angebots. Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung kann zur flexiblen Stromerzeugung beitragen während flexible Verbraucher durch die Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors zunehmend zur Verfügung stehen. Zusätzlich bietet in Zukunft die Flexibilisierung von Industrieprozessen mit Speichern die Möglichkeit, den Energiebedarf zeitlich besser an das Energieangebot anzupassen.

Zeitliche Flexibilität beim Anlagenbetrieb kann sowohl zur Minimierung des Bezugs aus dem Stromnetz als auch zur Vermarktung von erzeugtem Strom eingesetzt werden. Dies erfordert jedoch eine intelligente Koordination der einzelnen Anlagen unter Einbeziehung von Prognosedaten. Einen solchen

Verbund von verteilten Energieerzeugern, Energiespeichern und steuerbaren Verbrauchern, die von einem gemeinsamen Leitsystem koordiniert werden, bezeichnet man als virtuelles Kraftwerk. Im Rahmen des Demonstrationsprojekts Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb ist mit Förderung des Landes Baden-Württemberg eine Demonstrationsanlage [1, 2] an der Hochschule Reutlingen errichtet worden.

2 Struktur und Komponenten

Abbildung 1 zeigt den Aufbau des Demonstrators. In einem Projektlabor und auf dem Campus sind zwei Gruppen von Anlagen installiert worden, die als virtuelle Microgrids betrieben werden. Die Microgrids sind insofern virtuell, dass die Anlagen im Hochschulnetz verteilt sind und keine abgeschlossenen Subnetze darstellen. Die erste Anlagengruppe repräsentiert einen Gewerbebetrieb und umfasst eine 212 kWp Photovoltaik-Anlage, ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk mit 20 kW elektrischer Leistung, eine Adsorptionskältemaschine, einen thermischen Speicher, sowie vier 22 kW-Ladepunkte für Elektrofahrzeuge. Die zweite Anlagengruppe repräsentiert ein Wohngebäude und besteht aus einem photovoltaisch-thermischen Hybridkollektor, einer Wärmepumpe mit Eisspeicher, einem thermischen Speicher und Niedertemperaturheizungen. Die Anlagengruppen sind jeweils mit Messinfrastruktur und einer intelligenten Anlagensteuerung ausgestattet.

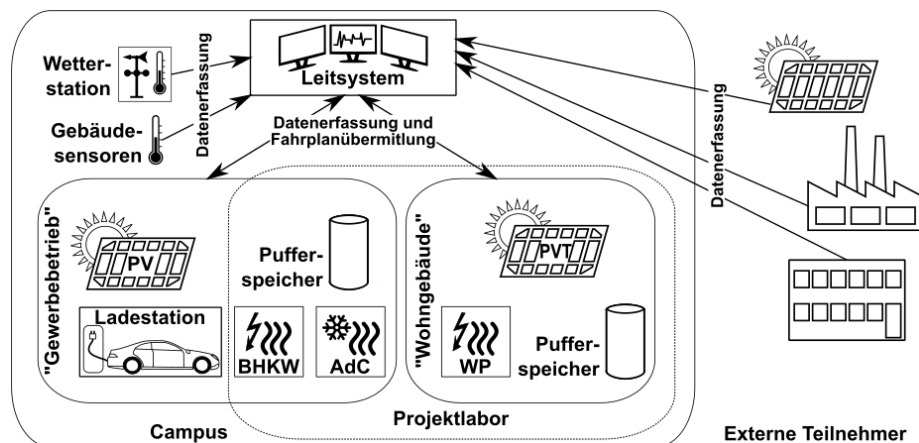


Abb. 1: Übersicht über den Aufbau des Demonstrators mit lokalen und externen Anlagen.

Zusätzlich sind reale Gewerbebetriebe aus der Region zur Datenerfassung eingebunden. Einzelne Anlagen werden außerdem als digitaler Zwilling in einer Realtime-Simulation abgebildet und ebenfalls ins virtuelle Kraftwerk eingebunden [3]. Sensoren in Gebäuden der Hochschule sowie eine Wetterstation liefern weitere Messdaten.

Ein übergeordnetes Leitsystem auf Basis von WinCC OpenArchitecture koordiniert die Anlagen und erstellt aufgrund von Wetter- und Energiemarktprognosen optimierte Fahrpläne.

Die Kommunikation zwischen Anlagensteuerungen und Leitsystem erfolgt über TCP/IP. Für die Übermittlung von Zustandsdaten und Fahrplaninformationen kommt eine HTTP-Schnittstelle mit JSON als Datenformat zum Einsatz. OpenVPN-Tunnel schützen die Datenübertragung gegen Manipulation und Abhören. Der zugelassene Teilnehmerkreis ist durch die Authentifikation mit X.509-Zertifikaten eingeschränkt. Zudem ermöglicht OpenVPN dem Leitsystem die Mess- und Steuereinrichtungen zu erreichen, deren IP-Adressen durch Network Address Translation maskiert sind (z.B. bei externen Teilnehmern über den kundeneigenen Internetzugang).

Die Datenübermittlung zwischen der Anlagensteuerung und den einzelnen Anlagen basiert auf den anlagenspezifischen Schnittstellen und verwendet Modbus, analoge und digitale Signale, oder proprietäre Protokolle.

3 Forschungsarbeiten am Demonstrator

Der Demonstrator wird am Reutlinger Energiezentrum als Versuchsplattform für Forschung und Lehre genutzt. In der laufenden Betriebsphase wird die Infrastruktur für Kommunikation, Monitoring und Steuerung getestet. Außerdem laufen Untersuchungen zur Elektromobilität, externen Industriebetrieben und zur Optimierung von Fahrplänen auf Basis von Preisvorhersagen für den Day-Ahead-Energiemarkt [4]. In Folgeprojekten werden der automatisierte Handel mit Blockchaintechnologie und der gemeinschaftsdienliche Betrieb von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge erprobt.

4 Informations- und Öffentlichkeitsarbeit

Neben dem Einsatz in Forschung und Lehre dient der Demonstrator auch der Informations- und Öffentlichkeitsarbeit. Das Projektlabor mit den Anlagen auf dem Campus kann von interessierten Besuchern besichtigt werden. Neben den Energieanlagen steht dort ein interaktives Exponat bereit, das die Herausforderungen der Energiewende und die Rolle des virtuellen Kraftwerks spielerisch erläutert.

Zudem bestehen im Rahmen des Demonstrationsprojekts Angebote für Energieanalyse und -beratung für Betriebe in der Region Neckar-Alb. Hierbei werden Einspar- und Flexibilisierungsmöglichkeiten ermittelt sowie Potentiale für die Teilnahme an virtuellen Kraftwerken aufgezeigt.

5 Danksagungen

Das Demonstrationsprojekt Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb wurde über das Programm “Smart Grids und Speicher Baden-Württemberg” des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg mit Mitteln des Landes durch den Projektträger Karlsruhe (PTKA) am Karlsruher Institut für Technologie gefördert (Förderkennzeichen BWSGD15004-15012). Für den Inhalt dieses Beitrags sind ausschließlich die Autoren verantwortlich.

6 Referenzen

- [1] F. Heimgärtner, et. al.: Das Demonstrationsprojekt Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb, VDE-Kongress 2016, November 2016
- [2] F. Heimgärtner, E. Schur, F. Truckenmüller, und M. Menth: A Virtual Power Plant Demonstration Platform for Multiple Optimization and Control Systems, ETG-Kongress, November 2017
- [3] P. Trugarinov, F. Truckenmüller und B. Nold: Digital Twin of Energy Devices, Forum of Mining Engineers, September 2019
- [4] T. Stüber, F. Heimgärtner, und M. Menth: Day-Ahead Optimization of Production Schedules for Saving Electrical Energy Costs, ACM e-Energy, Juni 2019