

AUFBAU EINES HIL TESTSTANDES ZUR VALIDIERUNG VON ALGORITHMEN ZUR STEUERUNG VON SMART MICRO GRIDS

Felix ANNEN¹, Kersten KRÖGER¹, Michael KELKER¹, Katrin SCHULTE¹, Jens HAUBROCK¹

Einleitung

Im Zuge der Energiewende steigen die Herausforderungen an das elektrische Netz in Deutschland. Dies betrifft besonders die unteren Netzebenen, da in diesen die zahlenmäßig größte Anzahl an Erzeugungsanlagen angeschlossen sind. Gleichzeitig hat sich die Bundesregierung ein Ziel von sieben bis zehn Millionen zugelassenen Elektrofahrzeugen in Deutschland bis 2030 gegeben [1]. Damit wird sich, im privaten wie im gewerblichen Bereich, die Anzahl der Ladeanlagen signifikant erhöhen. Das führt, zusätzlich zum Ausbau der erneuerbaren Energien, zu einer weiteren Belastung der elektrischen Netze. Ist die Netzanschlusskapazität durch Ladeleistung der Elektrofahrzeuge und Einspeiseleistung der regenerativen Energieerzeuger erschöpft, erfolgt ein teurer Netzausbau mit neuen Erdkabeln oder einem neuen größeren Transformator.

Eine Alternative zum teuren Netzausbau ist die intelligente Steuerung von Erzeugern und Verbrauchern, basierend auf KI-Prognosemodellen, sodass nicht wie bisher, die Erzeugung den Verbrauch folgt, sondern damit die Last der aktuellen Erzeugung angepasst wird [2]. Aber nicht nur aus Sicht der Vermeidung des Netzausbaus ist es sinnvoll, Erzeuger und Verbraucher aufeinander abzustimmen. Gewerbliche Flottenbetreiber und private Verbraucher können über das gesteuerte Laden ihrer EFZs ihren Eigenverbrauchsanteil erhöhen, dadurch Energiekosten sparen und tragen gleichzeitig damit zur Netzstabilität bei.

Um solche Steueralgorithmen praxisnah im Labor zu validieren, wurde ein Hardware-in-the-Loop-Teststand nebst zugehöriger Simulationsplattform entwickelt und aufgebaut. Der Vorteil der Validierung der Steueralgorithmen an einem Hardwareteststand im Vergleich zur reinen Softwaresimulation ist, dass anschließend an den Labortest mit nur geringen Änderungen diese in einen Feldtest integriert werden können. Der Teststand Teil des Smart Energy Application Labs, einem ERA Smart Energy Lab.

Hardwareteststand und Simulationsplattform

Der Hardwareteststand stellt ein Smart Micro Grid dar. Er besteht aus einer Sammelschiene, einer elektronischen AC-Last, einem PV-Wechselrichter angeschlossen an einer DC-Quelle, sechs Ladepunkten für EFZs, sechs EFZ-Simulatoren und einem Batteriespeicher. Die AC-Last, der PV-Wechselrichter und der Batteriespeicher sind energietechnisch an einem Knoten, der Sammelschiene, angeschlossen. Über einen bereits vorbereiteten Anschluss, kann als eine vierte Komponente ein BHKW angeschlossen werden. Die Ladepunkte und die EFZ-Simulatoren arbeiten leistungslos. Die Leistung der EFZs wird auf den Lastgang aufsummiert, der über die AC-Last dargestellt wird. Eventuell vorhandene Messgeräte in den Ladepunkten können über die Simulationsplattform ebenfalls simuliert werden, sodass es für den Steueralgorithmus so aussieht, als würde tatsächlich eine Leistung über den Ladepunkt fließen. Die Leistung wird im Teststand mit einem vorher definierten Skalierungsfaktor dargestellt. Beträgt der Skalierungsfaktor 40, so können mit der AC-Last, die eine reale Leistung von 15kVA hat, bis zu 600kVA dargestellt werden.

Die Simulationsplattform, die die einzelnen Komponenten des Teststands ansteuert, ist in LabView programmiert und vollkommen unabhängig vom zu testenden Steueralgorithmus. Der Simulationsablauf kann entweder automatisch oder manuell erfolgen. Als Eingangsdaten für den Automatikmodus dienen Datensätze zum Lastgang, zur PV-Einspeisung und zur Ladeleistung von EFZ. Diese können entweder historische Messdaten oder künstlich generierte Pseudodatensätze sein.

¹ Fachhochschule Bielefeld Institut für Technische EnergieSysteme (ITES), Interaktion 1, +49.521.106-70574, felix.annen@fh-bielefeld.de, <https://www.fh-bielefeld.de/iium/forschung/agnes>

Simulationsablauf

Im Automatikmodus werden über die LabView-Oberfläche der Simulationsplattform die Datensätze für den Lastgang, die Strahlungsdaten und die EFZ-Daten, ausgewählt. In diesen Datensätzen ist für jedes Ereignis ein Zeitstempel versehen, die aber nicht über den jeweiligen Datensatz hinaus konsistent sein müssen. Es ist also ohne weiteres möglich, Datensätze mit unterschiedlichen Daten zu kombinieren, beispielsweise ein Lastgang von Februar mit Strahlungsdaten von Juni. Sind die Datensätze eingelesen, wird anschließend der Start- und Stopzeitpunkt für jeden Datensatz ausgewählt. Anschließend wird der Simulationsvorgang gestartet.

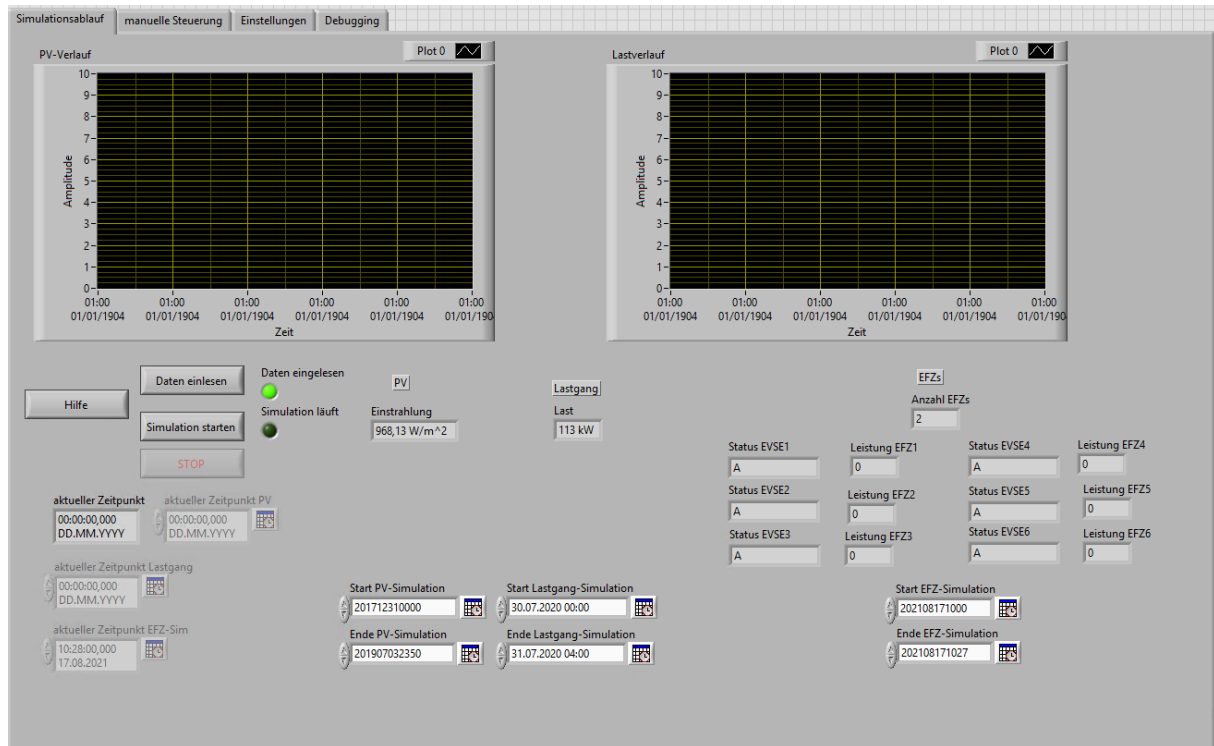


Abbildung 1: Übersicht Simulationsablauf in LabView-Simulationsplattform

Ausblick

Die Simulationsplattform und der Hardwareteststand werden ständig weiterentwickelt. Derzeit wird ein Echtzeitsimulator von OPAL-RT eingebunden, mit dem es möglich ist, ein elektrisches Netz in Echtzeit zu simulieren und den derzeit starren Einspeisepunkt aus dem öffentlichen Netz durch einen Grid Emulator zu ersetzen. Damit ergeben sich völlig neue Möglichkeiten in Bezug auf die Simulation von autonomen Netzzellen.

Neben den historischen und manuell eingegebenen Daten, wird zukünftig auf Live-Daten, beispielsweise eines Zählers in einem Industriebetrieb, einer Photovoltaikanlage oder eines Strahlungssensors, als Eingang genutzt werden.

Referenzen

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (29.09.2021). Förderung der Elektromobilität durch die Bundesregierung [online]. <https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-mobilitaet/verkehr/elektromobilitaet/foerderung> [abgerufen am 29.11.2021]
- [2] Kelker, M.; Schulte, K.; Hansmeier, D.; Annen, F.; Kröger, K.; Lohmann, P.; Haubrock, J.: Development of a forecast model for the prediction of photovoltaic power using neural networks and validating the model based on real measurement data of a local photovoltaic system. Powertech 2019, Juni 23 – 27, Milano 2019
- [3] Deutscher Wetterdienst (29.09.2021). https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/10_minutes/solar/ [abgerufen am 29.11.2021]