

# MODULARE SIMULATIONSUMGEBUNG ZUR VISUALISIERUNG UND ANALYSE DER POTENZIALE VON INDUSTRIELLEN ENERGIEFLEXIBILITÄTEN

Stefan ROTH<sup>1</sup>, Jonas RAPPOLD<sup>1</sup>, Stefan BRAUNREUTHER<sup>1</sup>,  
Gunther REINHART<sup>1</sup>

## Problemstellung und Motivation

Mit dem Konzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung hat sich die deutsche Bundesregierung im Jahr 2010 entschlossen, die konventionellen Energieträger kontinuierlich durch erneuerbare zu ersetzen. [1] Diesen energiepolitischen Zielen folgend verlagert sich die zentrale Energieerzeugung durch konventionelle regelbare Kraftwerke zunehmend auf dezentrale regenerative Erzeugungsanlagen, wie Photovoltaikanlagen und Windkraftanlagen. Da diese den gegebenen Witterungsverhältnissen folgen, lässt sich deren Einspeiseleistung nicht an die Belastungskurve der elektrischen Energieverbraucher anpassen. Dadurch wird es für eine zuverlässige Energieversorgung zukünftig immer wichtiger, die elektrische Last an die Erzeugung aus fluktuierenden Energiequellen anzupassen, statt wie bisher die Erzeugungsleistung an der Nachfrage zu orientieren. Insbesondere im Bereich der industriellen Produktion bestehen große Potenziale für Lastverschiebungen zur Unterstützung der Netzstabilität. Für die Erschließung und Vermarktung dieser Energieflexibilitäten müssen u. a. betriebswirtschaftliche, energiewirtschaftliche und technische Herausforderungen überwunden werden. Zudem besteht Forschungsbedarf bezüglich der Auswirkungen von Energieflexibilitäten auf die produzierenden Unternehmen und den Wechselwirkungen mit Energiemärkten und Energienetzen. [2] Die nachfolgend beschriebene Simulationsumgebung bietet Stakeholdern aus unterschiedlichen Branchen und Fachrichtungen ein umfassendes Werkzeug zur Visualisierung, Analyse und Demonstration von Versorgungszuständen und Flexibilitätsmaßnahmen. Damit unterstützt sie das Verständnis und die Kommunikation der Akteure.

## Methodische Vorgehensweise

Aufbauend auf einer umfassenden Analyse genereller Stakeholder aus der Techno-, Sozio-, und Ökosphäre exemplarischer Modellregionen, können für die Simulationsumgebung spezifische Anwender abgeleitet werden, die abhängig von ihrer fachlichen Fokussierung sowie ihrem vorrangigen Tätigkeitsfeld mit unterschiedlichen Modellen und Kenngrößen arbeiten. [3] Es werden daher zwei Anwenderfälle unterschieden:

- **Analyse-Anwender:** Stakeholder, die über einen energie- oder produktionstechnischen Hintergrund verfügen und die Simulationsumgebung zur unmittelbaren Visualisierung und Analyse von Flexibilitäten und deren Auswirkungen auf die Versorgungssituation in einer Modellregion verwenden. Beispiele sind Netzbetreiber, Industrievertreter oder Aggregatoren von Flexibilitäten.
- **Demonstrations-Anwender:** Die Kategorie der Stakeholder mit technischem Hintergrund hat die Möglichkeit, Anwendungsfälle in aufbereiteter Form branchenfremden Stakeholdern zu demonstrieren. Diese Visualisierung bildet die Basis für den interdisziplinären Diskurs, der eine objektive Bewertung und Weiterentwicklung von Flexibilitätsmaßnahmen sowie deren Einsatzszenarien unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf soziale und ökonomische Rahmenbedingungen ermöglicht. Beispiele sind Arbeitnehmerverbände, Umweltverbände und Vertreter der Politik.

Neben den Anwenderfällen werden zwei Kategorien von Anwendungsfällen unterschieden. Diese beziehen sich auf die wesentlichen Systemdienstleistungen, die von Flexibilitäten für den Netzbetrieb erbracht werden können [4]:

---

<sup>1</sup> Fraunhofer / Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik, Provinoststraße 52, 86153 Augsburg, Tel.: +49 821 90678-168, Fax: +49 821 90678-199, stefan.roth@igcv.fraunhofer.de, www.igcv.fraunhofer.de

- **Anwendungsfall „Ereignis“:** Netzdienliche Energieflexibilitäten werden in ausgewählten Engpasssituationen, wie lokalen Spannungsproblemen oder Betriebsmittelüberlastungen genutzt. Der Betrachtungszeitraum bezieht sich auf einen eingeschränkten Bereich (Tag, Woche, Monat) in dem die Energieparameter und Flexibilitätseinsätze detailliert dargestellt werden.
- **Anwendungsfall „Bilanz“:** Systemdienliche Flexibilitäten werden heute von Übertragungsnetzbetreibern für den Erhalt der Systemstabilität genutzt und zukünftig möglicherweise in kleineren, dezentralen Bilanzierungsgebieten auch von Verteilnetzbetreibern. Der Betrachtungszeitraum ist hierbei größer (Monat, Jahr) und es werden Flexibilitäten unterschiedlicher Art mehrmals abgerufen, mit dem Ziel die Auswirkungen auf die Residuallast zu ermitteln.

Diese Kategorisierung bildet die Grundlage für den strukturierten Aufbau der Simulationsumgebung. In Abbildung 1 sind die Anwender- und Anwendungsfälle gegenübergestellt und mögliche Eingabe- und Ausgabemodule exemplarisch dargestellt.

## Resultate und Ausblick

Die beschriebene Simulationsumgebung ermöglicht die Visualisierung und Analyse von Flexibilitätsmaßnahmen und deren Auswirkungen auf die Versorgungssituation in einer Modellregion. Dies dient zum einen der Einschätzung und Bewertung der Maßnahmen in technologischer Hinsicht, zum anderen lassen sich die Zusammenhänge in interdisziplinären Teams erläutern und diskutieren. Durch den modularen Aufbau können in einem nächsten Schritt auch sozioökonomische und ökologische Aspekte mittels geeigneter Kenngrößen in der Simulationsumgebung abgebildet werden. Weiterhin ist die Umgebung offen für eine Ausweitung auf weitere Maßnahmen, wie spartenübergreifende Energietransfers, Entwicklungen beim Ausbau erneuerbarer Energieträger sowie im Bereich der Elektromobilität.

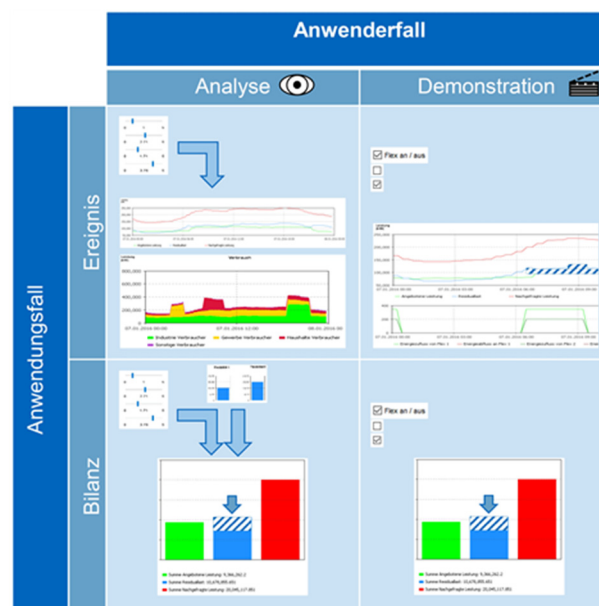


Abbildung 1: Matrix zur Gegenüberstellung der Anwender- und Anwendungsfälle

## Referenzen

- [1] Bundesregierung, „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung,“ 2010.
- [2] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „Roadmap Demand Side Management. Industrielles Lastmanagement für ein zukunftsfähiges Energiesystem.,“ 2016.
- [3] Unterberger, E. et al., „The regional and social impact of energy flexible factories,“ 2017.
- [4] BDEW, „Diskussionspapier: Konkretisierung des Ampelkonzepts im Verteilungsnetz,“ 2017.