

Theresa^{NEXT} ENTWICKLUNG EINER INTELLIGENTEN TECHNOLOGIEÜBERGREIFENDEN GATEWAYLÖSUNG FÜR DIE SEKTORKOPPLUNG

Autoren: Ebert, P.; Härtelt, S.; Herling, M.; Kittan, S.; Kratzsch, A. Website: fis.hszg.de/976.html
Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Kratzsch Repository: github.com/HSZittauGoerlitz/EnSySim
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Stefan Kittan, S.Kittan@hszg.de

Motivation

Damit Deutschland seine langfristigen Klimaschutzziele erreichen kann, wurden im Klimaschutzplan 2050 entsprechende Maßnahmen erarbeitet. Eine der wichtigsten Maßnahmen nimmt hierbei die **Sektorkopplung** mit Hilfe von „Power to X“-Technologien (PtX-Technologien) ein. Die Sektorkopplung ermöglicht durch direkte oder indirekte Verwendung von regenerativem Strom eine treibhausgasneutrale Versorgung aller Anwendungsbereiche (Sektoren) bzw. die Substitution fossiler Energieträger und Rohstoffe. Mit dem Rückgang der regelfähigen fossilen Energieversorgungsanlagen sowie dem Ausbau von volatilen erneuerbaren Energien steigt ebenfalls der Bedarf an netzdienlichen Speicherkapazitäten im Stromsystem. Eine weitere wichtige Maßnahme im Klimaschutzplan 2050 ist die **Digitalisierung** aller Stufen der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette. Mit der Digitalisierung, unter Verwendung moderner Technologien, werden beispielsweise auch Erzeuger und Verbraucher zur Reduzierung des Netzausbaus zukünftig intelligent miteinander verknüpft.

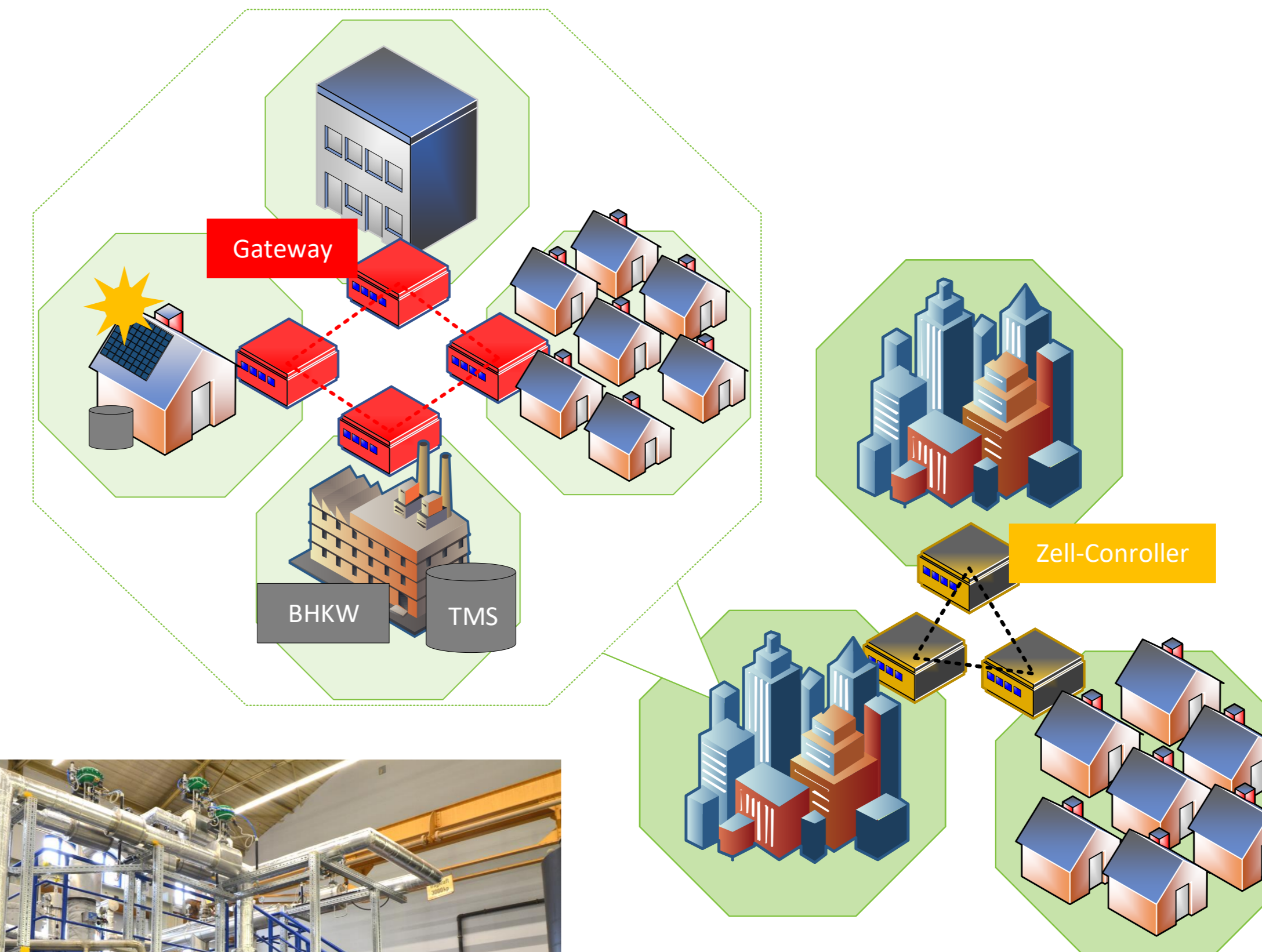
Zielstellung

Grundlage für die Vernetzung und Integration bildet die Kommunikation zwischen den beteiligten Systemen. Denn nur, wenn die verschiedenen Teilnehmer des Energiesystems in der Lage sind Daten auszutauschen und zu verarbeiten, ist eine entsprechende intelligente Zusammenarbeit möglich. Basis dieser Kommunikation bilden Gateways, welche die auszutauschenden Daten erfassen, vorverarbeiten und weiterleiten. Ziel des aktuellen Vorhabens ist die Entwicklung einer solchen Gateway-Technologie, welche möglichst hardwareunabhängig eingesetzt werden kann. Zudem soll durch die Bereitstellung einer Softwarebibliothek die Umsetzung eigener, flexibel einsetzbarer Gateway-Lösungen vereinfacht werden. Am Beispiel der Versuchsanlage THERESA wird ein Gateway entwickelt und erprobt. Dabei erfolgt die Erprobung der Gateway-Funktionen mit Experimenten gekoppelter Simulationen. Um die Experimente an einem realitätsnahen Umfeld durchzuführen, bauen die Simulationen auf ein neu entwickeltes Energiesystemmodell.

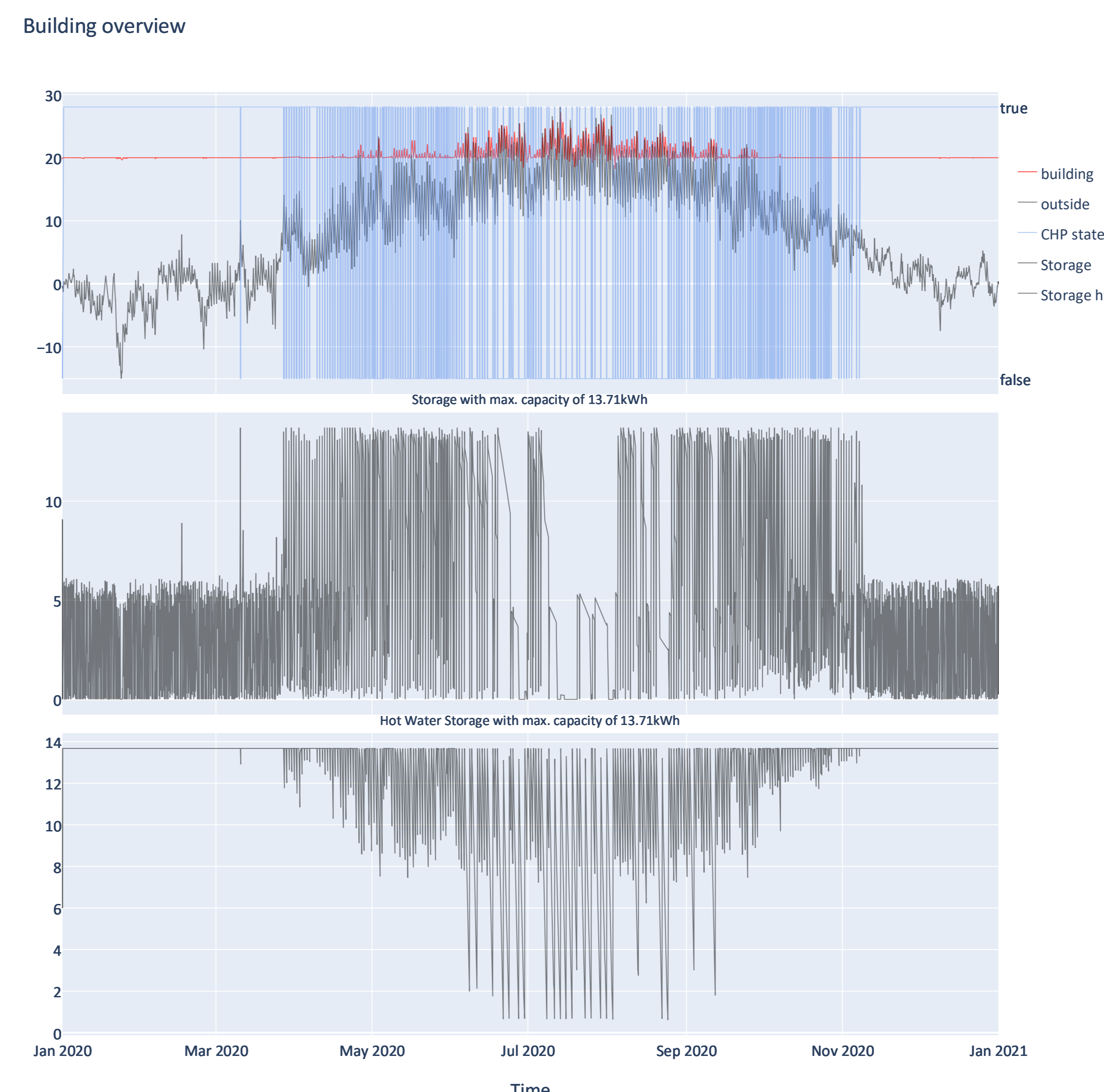
Sektorkopplung & zellulärer Ansatz

Für den erfolgreichen Umbau des Energieversorgungssystems ist nicht nur eine intelligente Vernetzung entscheidend, sondern auch die Ausnutzung von Synergien durch die Koppelung der Sektoren: Strom, Wärme, Industrie und Verkehr. Das Sektor-gekoppelte Energiespeichersystem ist dabei das notwendige Bindeglied. Es ermöglicht erneuerbare Überschüsse oder ansonsten ungenutzte Abwärme für einen anderen Sektor zur Verfügung zu stellen. Ziel ist dabei die direkte Weitergabe und Nutzung von Energie, statt einer zeitlichen Trennung. Weiterhin birgt die Sektorkopplung durch die Umwandlung der Energieform große Potentiale, um regenerative Energieüberschüsse nutzbar zu machen. Der Energieumwandlungswirkungsgrad von Power-to-X Technologien wird dabei wegweisend sein. [1] Basis für die sektorenübergreifende Nutzung der Energie bildet die Weitergabe sowie die intelligente Verarbeitung wesentlicher Betriebsdaten. Im Rahmen des THERESA^{NEXT} Projekt wird hierfür ein wesentlicher Grundstein erarbeitet.

Ein VDE-Fachbeitrag [2] fasst den konkreten Stand zum Thema zellulares Energiesystem zusammen. Der Beitrag wurde durch den VDE Arbeitskreis Energieversorgung 4.0 erarbeitet, wobei die detaillierte technische Ausarbeitung des Konzepts noch offen ist. Dies bedeutet, dass noch entsprechende Anpassungen am Gesamtkonzept, bezüglich der Marktmechanismen und finanziellen Betrachtungen, notwendig sein werden. Dennoch bietet der zelluläre Ansatz genügend Potenzial für einen möglichen Lösungsweg zur erfolgreichen Integration erneuerbarer Energiequellen in das Stromnetz. Im Kontext vom Smart Grid stellen BENZE ET AL. eine neue Denkweise für das elektrische Energiesystem vor: das zelluläre Energiesystem als Umsetzungsvorschlag des Smart Grid. Bei dem zellularen Energiesystem werden lokal zusammengehörige Versorger und Verbraucher um ein Kommunikations- und Automatisierungssystem erweitert und zu einer Zelle zusammengeslossen. Diese Zellen sind in allen Spannungsebenen vorhanden und werden von Agenten verwaltet. Durch das Zusammenschalten benachbarter Zellen entstehen Microgrids, welche zusammen ein intelligentes Energiesystem abbilden. Dieser Ansatz bietet das Potential Energieerzeugung und -verbrauch örtlich näher zusammenzubringen und somit den notwendigen Transport zu minimieren.



Prinzipieller Aufbau des für die Funktionsvalidierung des Gateways verwendeten Energiesystemmodells (oben). Die Versuchsanlage THERESA (links) soll auf Zellebene zur Flexibilisierung beitragen und Versorgungssicherheit gewährleisten. Das entwickelte Gateway übernimmt dabei sowohl die Steuerung (Auswahl des Betriebsmodus) der Anlage als auch die Kommunikation und Kooperation mit den in der Zelle vorhandenen, variablen Erzeugern, Speichern und Verbrauchern.



Beispiel des in Viertelstundenschritten simulierten Jahresverlaufs eines Gebäudes mit BHKW, Pufferspeicher und separatem Trinkwasserspeicher.

Methodik

Ausgangspunkt

Um Speicher optimal betreiben zu können, ist eine Integration in das sie umgebende Netz vonnöten. Diese Aufgabe übernehmen Energiemanagement-Systeme, welche im Zuge der Neustrukturierung des Energieversorgungssystems den sicheren, verlässlichen und wirtschaftlichen Betrieb einer wachsenden Zahl dezentraler Anlagen übernehmen. Für diese Aufgabe kommen verschiedene System-Architekturen (zentral/dezentral, Informationsmodell, Protokolle) in Betracht, auf deren Basis wiederum Algorithmen implementiert werden können. Besonders dezentrale, nicht Modell-basierte Verfahren versprechen eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber konventionellen Ansätzen (plug'n'play-Funktionalität, Datenschutz/-hoheit, einfacher Aufbau), müssen sich in der Praxis aber erst noch beweisen. Ein erster Schritt in diese Richtung ist ihr Einsatz in einem Software-/Hardware-In-The-Loop-Verfahren.

Das Modell

Um Speicher und Algorithmen in einem realistischen Setting untersuchen zu können, wurde ein Energiesystemmodell entwickelt. Das Modell wird aus generischen, rekursiv verwendbaren „Energiezellen“ aufgebaut. Den einzelnen Zellen können Verbraucher, Erzeuger, Speicher sowie Gateways zugeordnet werden (siehe Abbildung links). Darauf aufbauend wurde anhand statistischer Erhebungen ein Test-Szenario modelliert. Berücksichtigt wurden dabei sowohl das Verbrauchsverhalten bezüglich Elektroenergie und Warmwasser der Bewohner sowie die Wärmeverluste prototypischer Gebäude. Als erneuerbare Erzeugung basierend von Wetterdaten ist aktuell ein Photovoltaikmodell implementiert. Zusätzlich sind sektorkoppelnde Wandler wie BHKW's und Wärmepumpen Teil des Modells.

Der Energiespeicher

Die THERESA ist eine Forschungsinfrastruktur für thermische Energiespeichervorgänge. Sie ermöglicht Experimente mit realistischen Parametern und Arbeitsbereichen und Analysen des dynamischen Betriebsverhaltens. Der Arbeitsbereich umfasst dabei Temperaturen bis 350°C und Drücke bis 160 bar. In unserem Versuchsaufbau wird sie die Rolle eines kommunalen Versorgers übernehmen und damit ein Nahwärmenetz speisen, Elektroenergie bereitstellen und Flexibilität in Form von Speicherkapazität verfügbar machen.

Quellen

- [1] M. Sterner und I. Stadler „Energiespeicher -Bedarf, Technologien Integration“ 2., korrigierte und ergänzte Auflage, Wiesbaden, Springer Vieweg, 2017
- [2] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., „Zelluläres Energiesystem – Ein Beitrag zur Konkretisierung des zellularen Ansatzes mit Handlungsempfehlungen“, Frankfurt am Main, Mai 2019.
- [3] Jörg Benze, Christian Hübner, und Andreas Kießling, „Das intelligente Energiesystem als zukünftige Basis für ein nachhaltiges Energiemanagement“, in *Informatik 2011: Informatik schafft Communities ; Beiträge der 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) ; 4. - 7.10.2011 in Berlin ; [Abstracts]*, Bonn: Ges. für Informatik, 2011, S. 511.