

Bundesforschungsprojekt Poly-Energy-Net

In Saarlouis entsteht ein resilientes Polynetz

Ausgeklügelte Informationstechnik soll Lösungen für die Herausforderungen der Energiewende liefern. Im Bundesforschungsprojekt Poly-Energy-Net werden mit Informationstechnik zwei besonders ambitionierte Lösungsansätze verfolgt: Die dynamische Bildung von Microgrids im Elektrizitätsnetz und die Verknüpfung dieser Teilnetze mit dem Gas- und Wärmenetz zu einem gesamteffizienten Polynetz.

Im September 2014 startete das Bundesforschungsprojekt Poly-Energy-Net im Rahmen der Förderinitiative »Zukunftsfähige Stromnetze« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die Stadtwerke Saarlouis GmbH arbeitet in diesem dreijährigen Forschungsvorhaben als Konsortialführer gemeinsam mit neun Partnern aus Wissenschaft und Industrie an der Entwicklung und dem exemplarischen Aufbau resilienter Polynetze. Dazu werden zwei Ansätze verfolgt (Bild 1): Der namensgebende Polyansatz hat das Ziel, das Glasfasernetz sowie die Elektrizitäts-, Gas- und Wärmenetze über spartenübergreifende Energietransfers zu einem Gesamtsystem zu vereinen.

Geeignete Transfertechnologien, wie Blockheizkraftwerke, Power-to-Heat-Anlagen und die Power-to-Gas-Technologie, sollen in ihrer Betriebsweise so angepasst werden, dass die Energieumwandlungen

zur Stabilisierung des elektrischen Versorgungsnetzes beitragen. Der zweite Ansatz des Projekts ist die Bildung autonomer Teilnetze, die sich dynamisch an die jeweilige Netzsituation anpassen können. Diese veränderlichen Zellen werden als Holone bezeichnet. Holone sind im Projekt als autonom versorgte Teilnetze definiert, die sich je nach Netzsituation neu bilden, um die optimale Versorgungssituation zu erreichen.

Integrativer Feldtest zur Evaluierung der Ansätze

Die Erprobung und Weiterentwicklung dieser Zukunftsansätze in einer realen Umgebung stellt hohe Anforderungen an die Infrastruktur des repräsentativen Netzbetreibers. Die Stadtwerke Saarlouis haben Versorgungsgebiete ermittelt, deren bestehender Aufbau die geeignete Basis bildet, um beide Forschungsansätze

ze exemplarisch realisieren zu können (Bild 2).

Im Testgebiet befindet sich ein Nahwärmenetz, das mehrere Wohngebäude über eine zentrale Gasheizung versorgt, die wiederum vom Gasnetz der Stadtwerke Saarlouis gespeist wird. Das elektrische Versorgungsnetz wird aus drei Mittelspannungsstationen und mehreren Photovoltaikanlagen versorgt. Durch die niederspannungsseitige Verbindung der Ortsnetzstationen wird die Möglichkeit geboten, Erzeuger und Verbraucher je nach Bedarf verschiedenen Holonen zuzuordnen. Über Trennstellen in Kabelverteilerschränken kann die Netztopologie an verschiedene Versorgungssituationen und Netzzustände angepasst werden. Für die Datenübertragung der Messwerte, Zustandsinformationen und Regelbefehle ist ein dezidiertes Glasfasernetz vorhanden.

Erprobung von Use-Cases in realem Versorgungsgebiet

In der Konzeptionsphase – unter Federführung der Baum Consult GmbH – wurden die Forschungsansätze in das Holare-Modell und repräsentative Use-Cases übertragen, die die künftigen Herausforderungen der Energieversorgung, bei einer hohen Durchdringung mit dezentralen Erzeugungsanlagen, abbilden. Das für den Feldversuch ausgewählte Versorgungsgebiet wurde von den Stadtwerken Saarlouis so gestaltet, dass alle Use-Cases zu größten Teilen in der realen Umgebung ausführbar sind und so ein Polynetz exemplarisch betrieben werden kann. Für die Umsetzung der Spartenkopplung wurde die Warmwasserbereitung des Nahwärmenetzes durch eine Power-to-Heat-Anlage erweitert. Hierzu wurden die Warmwasserspeicher der Wohngebäude mit elektrischen Heizelementen nachgerüstet und fernwirktechnisch über das Glasfasernetz in das Gesamtsystem eingebunden.

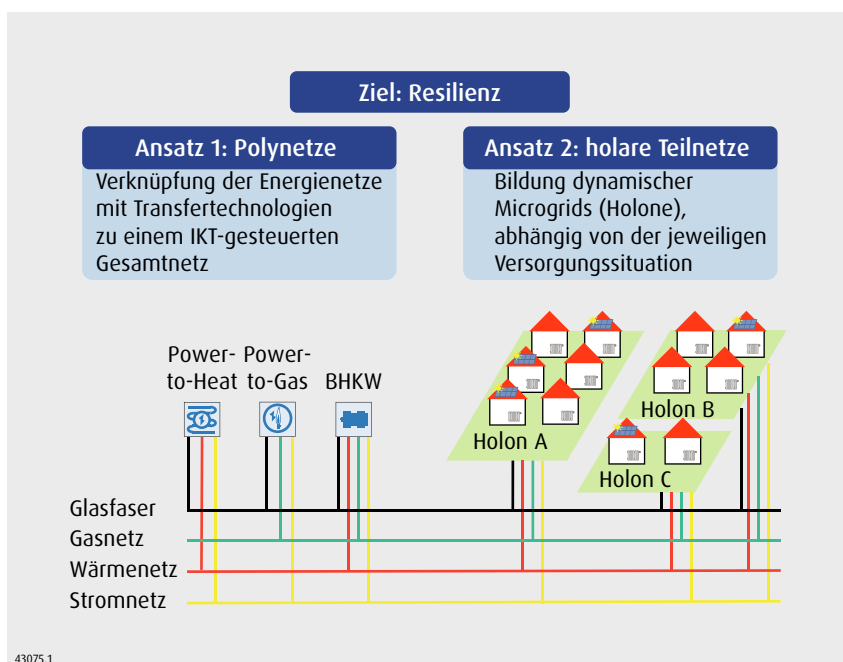


Bild 1. Zwei innovative Ansätze sorgen im Projekt Poly-Energy-Net für Resilienz.

Bei einer ausreichenden Wärmesenke lässt sich überschüssige elektrische Energie netzdienlich in Wärme umwandeln. Integriert in das Regelkonzept, erweitert sich der Handlungsspielraum dahingehend, dass auch in Zeiten hoher regenerativer Einspeisung keine Anlagen abgeregelt werden müssen, sondern elektrische Energie sinnvoll verwendet werden kann. Ohne die Kunden in ihrem Nutzungsverhalten einzuschränken, kann so ein Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch im elektrischen Netz hergestellt werden. Zudem wird lokalen Spannungshüben durch dezentrale Erzeugungsanlagen mit den zuschaltbaren Lasten entgegengewirkt. Die Power-to-Heat-Technologie ermöglicht Flexibilität, die durch die im Projekt zu entwickelnde Regelungstechnik angesteuert wird. Der Maßnahmenkatalog zur Steuerung des Netzes wird ergänzt durch disponible Lasten (Flexibilitäten), die im Rahmen des Projekts bei teilnehmenden Gewerbebetrieben ermittelt wurden. Auf der Erzeugerseite wird das Testgebiet um eine Netzersatzanlage erweitert, die den Zubau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in den Ausbauszenarien simulieren soll.

Mit der Entwicklung der Steuer- und Regelungssoftware sind die Technische Universität Darmstadt und die Urban Software Institute GmbH betraut. Über komplexe Algorithmen wird in verschiedenen Netzsituationen die Auswahl geeigneter Maßnahmen zur Ausbalancierung von Einspeisung und Verbrauch getroffen. Zudem muss zu jeder Zeit Spannungsbandverletzungen und Betriebsmittelüberlastungen entgegengewirkt werden. Die Software für das Poly-Energy-Net wird auf einem zentralen Serversystem und auf verteilten Rechnern in den Ortsnetzstationen installiert. Durch die Dezentralität der Entscheidungshoheit wird die Resilienz des Gesamtsystems erhöht, denn bei einem Ausfall von Teilnetzen oder Störungen einzelner Kommunikationswege können die verbleibenden Komponenten nach einer Reorganisation der Holone zusätzliche Aufgaben übernehmen. Um sicherzugehen, dass der Mensch als Entscheidungsträger eingebunden bleibt und über die Gesamtsituation informiert ist, werden die Holonsteuerungselemente mit einer zentralen Leitstelle verbunden. Die VSE Verteilnetz GmbH realisiert unter anderem die Darstellung der Vorgänge für den menschlichen Betrachter und ermöglicht damit die Übergabe der Eskalation an zuständige Mitarbeiter als letzte Instanz in Gefahrensituationen.

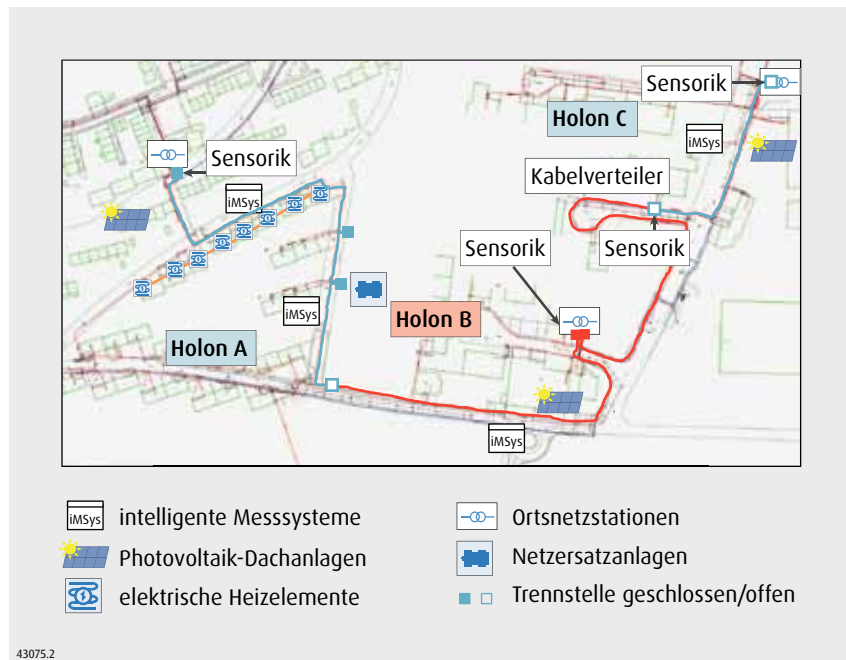


Bild 2. Auszug des Feldtestgebiets mit den eingesetzten Komponenten und der Teilung des Netzes in drei Holone

Messensorik ermöglicht Zustandsüberwachung der Energienetze

Die Grundlage aller Regeleinriffe sind zuverlässige Messungen zur Erfassung der Netzzustände. In Vorbereitung auf die Feldtests wurde ein Messkonzept erstellt, nach dem an geeigneten Stellen alle relevanten Netzqualitätsparameter und Leistungsdaten erfasst werden. In den Ortsnetzstationen werden demnach alle Abgänge der Niederspannungshauptverteilungen sowie die Transformatorzuleitungen erfasst. Da durch den holaren Ansatz im Projekt Poly-Energy-Net den Trennstellen eine besondere Bedeutung zukommt, wurde zudem ein Kabelvertilerschrank mit Messsensorik ausgestattet, um die Erfassung des Netzzustands auf verschiedene Positionen in den Kabelsträngen auszuweiten (Bild 3).

Durch einen zusätzlichen Verteilerschrank konnten alle notwendigen Komponenten für die Messwertverarbeitung und -übertragung trotz erschwerten Platzverhältnissen untergebracht werden. Die Messdaten werden über das dedizierte Glasfasernetz oder über eine redundante GPRS-Verbindung übertragen.

Außer der Sensorik im Verteilungsnetz wird das Messkonzept durch die Integration BSI-konformer intelligenter Messsysteme in Privathaushalten und Gewerbebetrieben erweitert. Die Voltaris GmbH – einer der Projektpartner – ist verantwortlich für die Messwerterfassung, -übertragung und Administration der

Zugangsberechtigungen unter Berücksichtigung der strengen Anforderungen des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende. Die Stadtwerke Saarlouis setzen die schnelle und sichere Datenübertragung über das hauseigene, dedizierte Glasfasernetz um.

Zunehmender Automatisierungsgrad

Der Zeitplan des Feldtests sieht zunächst eine Erprobung der Softwarekomponenten auf virtuellen Maschinen vor, die durch das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) administriert werden. Basierend auf realen Messwerten, trifft die Software Entscheidungen zur Bildung neuer Holone und prüft die damit verbundenen schalttechnischen Maßnahmen mit dynamischen Netzberechnungen auf die Netzverträglichkeit. Diese Maßnahmen werden zunächst manuell im Netz nachgeführt, um die Auswirkungen auf die Netzstabilität mit der eingebauten Messsensorik zu erfassen und zu überprüfen. Mit zunehmendem Fortschritt des Projekts finden die Regelungseingriffe in die Energienetze sowie bei den Erzeugern und Verbrauchern fernwirktechnisch direkt durch die in den Ortsnetzstationen beziehungsweise bei Kunden installierten Komponenten statt. Mit der zentralen Frage des Managements der Echtzeitdaten beschäftigt sich dabei die Technische Universität Berlin und stellt damit sicher, dass kritische Netzsituationen sofort anhand von Echtzeitdaten erkannt und an der benötigten Schnittstelle genutzt werden



Bild 3. Die Trennstellen im linken Kabelverteilerschrank werden durch Messsensorik im ergänzten rechten Verteilerschrank verarbeitet und über GPRS und Glasfaser übertragen.

können. Die Scheer GmbH – ebenfalls Projektpartner – trägt Konzepte für eine Systemarchitektur für historische Daten bei und erarbeitet einen Data Hub für Massendaten. Diesen nutzen weitere Dienste, wie die Prognose von Erzeugungs- und Verbrauchsleistungen, der sich das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) widmet. Durch Mess- und Prognosedaten werden der Holonsteuerung wichtige Informationen für zu erwartende Netzsituationen und eine gegebenenfalls nötige Neubildung von Holonen geliefert.

Fazit

Netzengpässe durch zu hohe Einspeisungen, Instabilitäten durch schnell abfallende Erzeugungen oder im umgekehrten Fall durch hohe oder stark fluktuierende Netzlasten, werden in Zukunft vermehrt den Netzbetrieb erschweren. Auch lokale Spannungsprobleme und überlastete Betriebsmittel werden den Netzbetreibern immer häufiger begegnen, je weiter sich der Umbau der Energieversorgungsstruktur den energiepolitischen Zielen nähert. Die Energieversorger benötigen daher geeignete Instrumente, um ihren Netz-

betrieb lokal zu stabilisieren, aber auch um einen Beitrag zur überregionalen Systemstabilität zu leisten und damit ihrer Rolle in der Kaskade gerecht zu werden.

Dezentrale Regelungskomponenten haben viel Potenzial, die bisher ungenutzten Flexibilitäten im Niederspannungsnetz automatisiert in den Netzbetrieb zu integrieren. Die Vielzahl an Ortsnetzstationen und Leitungen sowie Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen kann nur durch eine zuverlässig arbeitende Softwarelösung orchestriert werden, die die Netzbetreiber bei ihrer Versorgungsaufgabe schon auf der untersten Netzebene unterstützen. Die Ansätze, die in Poly-Energy-Net entwickelt und erprobt werden, ermöglichen es, die dezentral erzeugte elektrische Energie direkt vor Ort zu verbrauchen oder spartenübergreifend umzuwandeln. Gelingt es, die Energienetze zu einem Polynetz zu verknüpfen, wird aus der bisher stark einseitig betrachteten Stromwende eine wirkliche Energiewende, denn die Transfertechnologien darin bieten einschlägige Möglichkeiten, um die negative Residuallast zur Wärme-gewinnung zu nutzen und damit fossile Energieträger zu ersetzen.



Stefan Roth M. Sc.,
Innovationsprojekte,
Stadtwerke Saarlouis GmbH,
Saarlouis



Henri Oliveras,
Innovationsprojekte,
Stadtwerke Saarlouis GmbH,
Saarlouis



Dr. Ralf Levacher,
Technischer Geschäftsführer,
Stadtwerke Saarlouis GmbH,
Saarlouis

>> roth@swsls.de
oliveras@swsls.de
levacher@swsls.de

>> www.polyenergynet.de
www.swsls.de