

Demonstration einer energieeffizienten und sozialgerechten Quartiersentwicklung auf Basis elektrisch-thermischer Verbundsysteme in Zwickau Marienthal – Projekt ZED: Zwickauer Energiewende demonstrieren

SVEN LEONHARDT, *Projektkoordinator ZED, Stadt Zwickau*

ERIK HÖHNE, *Projektmitarbeiter ZED, Stadt Zwickau*

TIM NEUMANN, *Projektmanager IER-SEK, Stadt Zwickau*

PROF. DR. DR.-ING. TOBIAS TEICH, *Westfälische Hochschule Zwickau*

PROF. DR.-ING MIRKO BODACH, *Westfälische Hochschule Zwickau*

PROF. DR.-ING MATTHIAS HOFFMANN, *Westfälische Hochschule Zwickau*

DANIEL KRETZ, *Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Westfälische Hochschule Zwickau*

THOMAS HEMPEL, *Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Westfälische Hochschule Zwickau*

MARTIN SCHWIND, *Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Westfälische Hochschule Zwickau*

SUSAN FRANKE, *Mitarbeiterin, Westfälische Hochschule Zwickau*

PROF. DR.-ING THORSTEN URBANECK, *Technische Universität Chemnitz*

PROF. DR. BERNHARD GILL, *Ludwig-Maximilians-Universität München*

DR. MICHAEL SCHNEIDER, *Wissenschaftlicher Mitarbeiter,*

Ludwig-Maximilians-Universität München

Die grundlegende Idee hinter dem Projekt

Das Projekt „Zwickauer Energiewende Demonstrieren“ (ZED) ist ein von der Stadt Zwickau initiiertes Verbundvorhaben mit zwölf weiteren Partnern. Neben der Stadt Zwickau, die als Verbundkoordinator überwiegend die kommunalen Themen im Fokus hat, sind drei Forschungseinrichtungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten am Vorhaben beteiligt. Die Westfälische Hochschule Zwickau (WHZ) ist mit der Professur Vernetzte Systeme der Betriebswirtschaft, insbesondere Energiemanagement, der Professur für Elektrische Energietechnik/Regenerative Energien und der Professur Wärmetechnik/Computergestützte Planungsmethoden im Projekt vertreten und setzt damit den Fokus auf diese Projektfelder. Die Professur Technische Thermodynamik der Technischen Universität Chemnitz (TUC) und das Institut für Soziologie der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) komplettieren die wissenschaftlichen Partner. Der Anspruch der integrierten Demonstration der Themenstellungen von ZED erfordert auch die Mitwirkung relevanter privatwirtschaftlicher Akteure. Hier sind vor allem der lokale Energieversorger

(Zwickauer Energieversorgung GmbH) und der größte Wohnraumanbieter in Zwickau (Gebäude und Grundstücksgesellschaft Zwickau mbH) sowie weitere Partner aus den Bereichen Infrastruktur (Gesellschaft für intelligente Infrastruktur Zwickau mbH, Senertec Center Sachsen, Samson AG), Gesundheit (Johanniter-Unfall-Hilfe e.V., Alippi GmbH), Architektur (Bauconcept Planungsgesellschaft mbH) und Mobilität (Autoservice Demmler) zu nennen.



Abb. 1: Wohnblock im
Quartier Marienthal
Bild: Projekt ZED

Oberstes Ziel von ZED ist es, Technologien und Methoden für die lokale Energiewende und insbesondere für die Wärmewende vor Ort zu entwickeln und in einem geeigneten Quartier in Zwickau-Marienthal als Reallabor zu demonstrieren. Dabei bildet die Konzeption und Implementierung elektrisch-thermischer Verbundsysteme die Grundlage für eine energetische Quartiersentwicklung zur Realisierung von Null-Emissions-

Quartieren. Hierfür sind hocheffiziente Speichertechnologien und die Kombination elektrischer und thermischer Gesamtkonzepte erforderlich. Dies ermöglicht eine Steigerung des Anteils regenerativer Energiequellen wie Photovoltaik sowie insbesondere Solar- und Geothermie in Wohnquartieren. Mit ZED sollen aber keine „Inseln“ oder typische Projektquartiere geschaffen werden, vielmehr ist es essentiell, dass das Projekt sich an der geplanten Stadtentwicklung orientiert und diese weiter mitgestaltet. Bisher in Zwickau entwickelte Konzepte, wie beispielsweise Klimaschutzkonzepte, Mobilitätskonzepte, Stadtentwicklungskonzepte sowie wissenschaftliche Projekte der WHZ sollen eingebunden und erweitert werden und zu einer energieeffizienten sowie sozialgerechten Quartiersentwicklung beitragen. Neben den technischen Entwicklungen spielt die Sozialgerechtigkeit eine zentrale Rolle. Es ist in diesem inter- und transdisziplinären Vorhaben unabdingbar, eine nutzerorientierte und -zentrierte Technologieentwicklung anzustreben. Ziel ist es deshalb, mit neuen Technologien und wirtschaftlich tragfähigen Konzepten sowie sozialwissenschaftlichen Methoden die Bezahlbarkeit des Wohnens nachhaltig zu sichern und aktiv negativen Trends wie Alters- und insbesondere Energiearmut entgegenwirken.

Quartiersentwicklung im Fokus

Der Projektfokus liegt auf der Demonstration einer energieeffizienten und sozialgerechten Quartiersentwicklung vor dem Hintergrund aktueller Megatrends (Klimawandel, demografische Entwicklung etc.) für den besonders vulnerablen Wohnungsmarkt.

Wohnen stellt ein Grundbedürfnis und die Versorgung mit Wohnraum ein Grundrecht dar. Die Finanzierbarkeit dieser essentiellen Faktoren ist deshalb eine große sozialpolitische Herausforderung in der nahen Zukunft. Der urbane Raum mit seinen Quartieren, Gebäuden und (Energie-)Infrastrukturen zählt zudem zu den wichtigsten Treibern des Klimawandels und stellt die Grundlage für ein nachhaltiges Leben dar.^[1] Die herausragende Bedeutung der Wohnungswirtschaft wird unterstrichen durch den Umstand, dass die Hälfte des Nettoanlagevermögens in Deutschland aus Wohnbauten besteht.^[2] Die demografische Entwicklung und deren gravierende Auswirkungen sind insbesondere in Schwerpunktregionen wie Zwickau, wo der Altersdurchschnitt einzelner Wohnblöcke über 65 Jahre liegt, spürbar und ein zentraler Ansatzpunkt für zukunftsfähige, generationenübergreifende Konzepte des selbstbestimmten und insbesondere bezahlbaren Lebens.

Dieses demografische Spannungsfeld wird durch die negative Entwicklung des Verhältnisses von Leistungserbringern (Personen im sozialversicherungspflichtigen Beschäftigungsverhältnis) zu Leistungsempfängern (Empfänger von Sozialleistungen und insbesondere Rentenzahlungen) im sozialwirtschaftlichen Kontext zunehmend verschärft. Das aktuelle Verhältnis von etwa drei zu eins^[3] wird in weniger als zwanzig Jahren bei etwa eins zu eins liegen^[4]. Dieses Ungleichgewicht führt zu einer Reduzierung der Einkommen von Rentnern und verdeutlicht, wie dramatisch sich die Situation bezahlbarer Mieten sowie Gesundheits- und insbesondere Energiekosten entwickeln wird.^[5] Altersarmut ist daher eines der größten sozialen Risiken der Zukunft in Deutschland.

Aus dem global klimatischen sowie regional demografischen und damit erforderlichen infrastrukturellen Wandel resultiert die Forderung nach Um- und teilweise vollständiger Neustrukturierung der technischen Ausführungen in thermischen Versorgungssystemen. Nur mit Hilfe neuartiger Konzepte und Systeme, die auf Quartiersebene definiert, geplant und demonstriert werden, kann eine nachhaltig bezahlbare Lebensweise realisiert werden. Daher sind die Themen umweltschonender und kostengünstiger Umbau der Energieversorgung (lokale Energiewende) und die Energieeffizienz der Quartiere sowie die Schaffung von altersgerechtem, bezahlbarem Wohnraum prioritär für die nachhaltige Entwicklung von urbanen Räumen. Aus diesem Grund werden die Themen in ZED holistisch betrachtet und analysiert. Darüber hinaus stellt das technische Potenzial einer ganzheitlichen und auch zukünftig wirtschaftlichen Energieversorgung im Quartier eine weitere Motivation für die Kommune und deren Partner dar. Bisher werden Quartiere meist zentral mit Wärme und elektrischer Energie versorgt. In den letzten Jahren gab es hier bereits ein Umdenken und es wurden Ansätze zur Dezentralisierung verfolgt. Vor allem regenerative Energie, erzeugt aus PV-Anlagen für die elektrische Versorgung oder solarthermische Anlagen für die Wärmeversorgung wurden zahlreich installiert. Die sich daraus ergebende Problemstellung resultiert neben der jetzt erforderlichen Interoperabilität der Gewerke in der notwendigen Energiespeicherung vor Ort.

Bisher existieren noch keine quartiersbezogenen Energiespeicher, welche die elektrischen und thermischen Energien vereinen und dabei alle Anforderungen eines Quartiers berücksichtigen. Es kann nur durch die Kombination zu elektrisch-thermischen Verbundsystemen die eigens erzeugte Energie vor Ort gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt verbraucht werden und das zu wirtschaftlichen Preisen. Im Rahmen von ZED wird dies durch die Kopplung sowie Speicherung von Elektro- und Wärmeenergie sowie die unterschiedlichen Organisationsformen entwickelt und im Reallabor demonstriert, um so eine Steigerung der Einzelwirkungsgrade der noch getrennten Systeme, die Konvergenz gegen ein Null-Emissions-Quartier und Reduzierung der CO₂-Emission (Dekarbonisierung) zu erzielen.

Das Reallabor Marienthal

Zur Umsetzung des Projektes ZED wurde das Quartier Zwickau Marienthal als Reallabor ausgewählt. Hier werden unterschiedliche Versorgungsmodelle (weiter-)entwickelt und demonstriert. Das urbane Quartier liegt im Westen der Stadt Zwickau. Hier leben rund 13.500 der insgesamt 91.000 Einwohner der Stadt. Dieses Reallabor einer lokalen Energiewende umfasst etwa 106 Hektar, von denen ca. 79 Hektar Wohnbaufläche sind. Es wird im Norden durch die Werdauer Straße, im Süden durch die Marienthaler Straße, die Antonstraße und die Karl-Keil-Straße sowie im Nordwesten durch den Stadtwald begrenzt.



Der größte Zwickauer Wohnraumanbieter, die Gebäude und Grundstücksverwaltung Zwickau mbH, verwaltet hier 34 Wohngebäude mit 1024 Wohneinheiten und einer Gesamtwohnfläche von etwa 56.320 m². Bei den Gebäuden handelt es sich hauptsächlich um sanierte drei- oder viergeschossige DDR-Typenbauten aus den Baujahren 1957 bis 1964 (Q6, Q20/25, Q25, Q255, Typ 53/2, Typ 56/2, Typ W 56/2) mit Gas-Zentralheizungen (Dämmstandard 8/0400 cm/WLG). Die Warmwasser-

Abb. 2: Quartier Marienthal
Bild: Intra-GIS der Stadt Zwickau (Stand: 2016)

versorgung erfolgt bei einem Großteil der Wohneinheiten über elektrische Durchlauferhitzer. Die Wärmeversorgung erfolgt in der Regel durch erdgasgespeiste Wärmerezeuger, die über kleine Nahwärmenetze mehrere Gebäude mit Heizwärme versorgen. Die Wärmeübergabe an die Gebäude erfolgt über eine Übergabestation mit hydraulischer Entkopplung. So wird ein Ausgleich des Druckniveaus in den Hauptverteilkreisen erreicht. Die Wärmeübergabe in den Wohnungen erfolgt ausschließlich über Plattenheizkörper. Der Verbrauchs-

wert (Heizenergie) der Wohngebäude im Quartier liegt bei einem durchschnittlichen Wärmebedarf sanierter Gebäude von rund 70 kWh/m² und somit bei ca. 3.942.400 kWh/Jahr. Neben den Wohngebäuden des Großvermieters sind im Quartier auch öffentliche Gebäude (Schulen, Kindergärten, Sportstätten etc.) verortet, die ebenfalls analysiert und an die entwickelten Netze angebunden werden sollen. Darüber hinaus sind im Quartier alle städtischen Funktionen wie Wohnen, Dienstleistungen, Gewerbe, Infrastrukturen und Verkehr verortet. Die Altersstruktur im Stadtteil Marienthal spiegelt die der gesamten Stadt wider. Dabei sind ca. 58 Prozent der Menschen im erwerbsfähigen Alter zwischen 16 und 65 Jahren. Etwa 35 Prozent der Menschen in Marienthal sind älter als 65 Jahre. Die Haushaltsstruktur ist mit ca. 48,5 Prozent Einpersonenhaushalten und ca. 35,5 Prozent Zweipersonenhaushalten ebenso repräsentativ für die Gesamtstruktur in Zwickau.

Benchmarking unterschiedlicher Versorgungssysteme

Das Quartier Marienthal wird innerhalb von ZED noch einmal in drei Teilbereiche untergliedert. Hier sollen unterschiedliche Ansätze der energetischen Versorgung miteinander verglichen werden.

Ausgangspunkt für alle wissenschaftlich-technischen Entwicklungen und sozialwissenschaftlichen Untersuchungen ist ein konventionelles Versorgungssystem. In einem Teilgebiet des Reallabors bleibt das Energieversorgungssystem unverändert. Die bestehende Infrastruktur wird durch zusätzliche Messtechnik ausgebaut. Somit kann eine Digitalisierung im Versorgungsnetz erreicht werden, welche zudem die Grundlage weiterer Analysen und Entwicklung von Methoden beispielsweise bei Modellen der Nebenkostenabrechnung ist. Darüber hinaus ist das Gebiet Ausgangspunkt für die Durchführung sozialwissenschaftlicher Quartiersanalysen und weiterer Untersuchungen mit sozialwissenschaftlichem Hintergrund. Nicht zuletzt kann mit konventionellen Vergleichsgebieten die Grundlage für ein quartiersinternes, energetisches Benchmarking geschaffen werden.

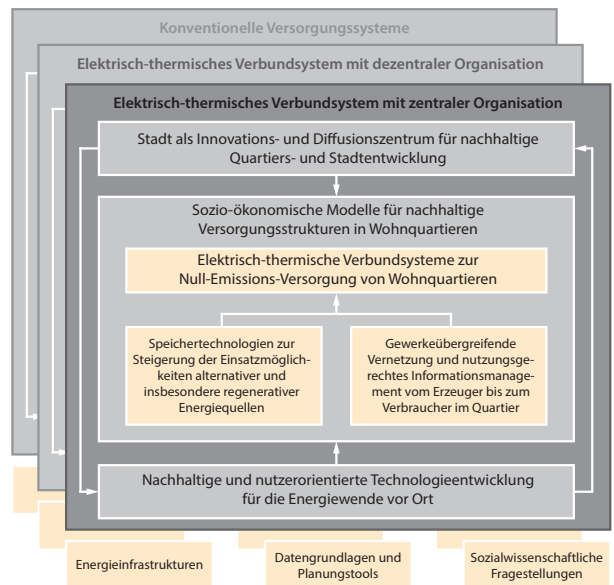
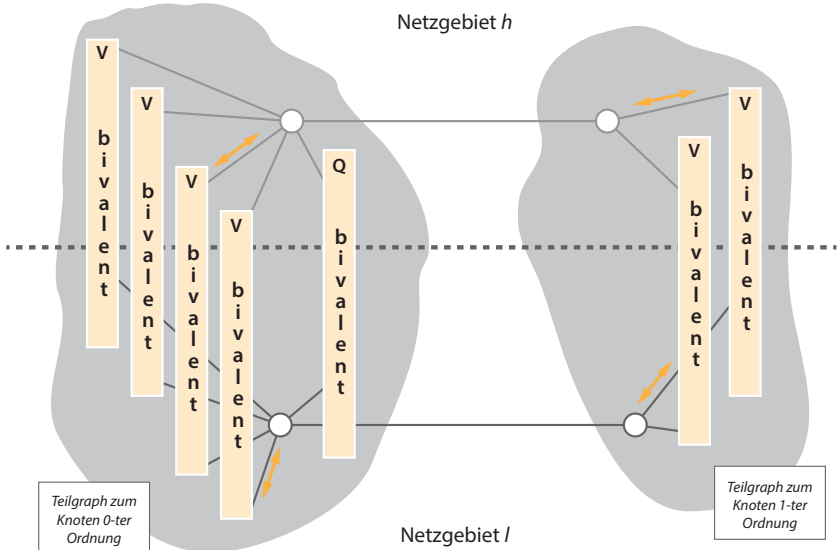


Abb. 3: Zielstruktur ZED. Quelle: Projekt ZED

Neben dem konventionellen Versorgungssystem wird es ein elektrisch-thermisches Verbundsystem mit zentraler Organisation geben. Der technische Ansatz wird durch die Errichtung einer begehbaren Energiezentrale, die zum Monitoring und als Showroom dient, umgesetzt. Dieser Ansatz verdeutlicht das Transferanliegen des Projektes. Neben den technischen Neuentwicklungen sollen von Anfang an die Bürger mit einbezogen werden und auch später die fertigen Lösungen erleben können. Bei dem zentralen Verbundsystem werden regenerative Energiequellen wie Photovoltaik und Windkraft installiert. Das Herzstück sollen zwei oberirdische, hocheffiziente Warmwasserspeicher bilden, die modifiziert werden, um sehr lange Speicherzeiten mit sehr geringen Verlusten und einem sehr guten Schichtungsverhalten, bei gleichzeitiger Einbindung mehrerer Wärmequellen, zu gewährleisten. Um unterschiedliche Temperaturbereiche nutzen zu können, sollen mehrere Wärmepumpen eingesetzt werden. Für die Einbindung von Solarenergie sollen hocheffiziente Flachkollektoren zur Ausbildung eines kostengünstigen Feldes zum Einsatz kommen. Die Absicherung des Versorgungssystems in der Stromversorgung soll über einen chemischen Speicher (Redox-Flow) mit neu entwickelter Wärmerückgewinnung gewährleistet werden.

Das dezentral organisierte Verbundsystem wendet ein innovatives Arbeitsprinzip des Energieflusses auf einzelne Wohnblöcke des Quartiers an. Diese werden über ein intelligentes Wärmenetz miteinander verbunden. Im Unterschied zum konventionellen Wärmenetz wird in einem Rohrleitungspaar Wärme bidirektional transportiert. Das ermöglicht es, jeden Klienten im Netz als Quelle und Senke in einem übergeordneten Betriebsregime des Energienetzes zu sehen.

Abb. 4: Arbeitsprinzip
dezentral organisiertes
Verbundsystem
Quelle: WHZ



Die wissenschaftlichen Grundlagen zu intelligenten Wärmenetzen wurden an der WHZ im Forschungsprojekt „Energieeffiziente Fernwärmeversorgung unter Nutzung der Wärme aus Grubenwässern und anderen natürlichen Wärmequellen (2008-2014)“ gelegt. Das Arbeitsprinzip gestattet es, in einem Wärmenetz das Wärmetransportmedium nur bei Wärmebedarf zu fördern und auf Teilstrecken zur gleichen Zeit unterschiedliche Medientemperaturen zu fahren. Damit wird es möglich, Abwärme oder Restwärme aus dem Netz und Speichersystemen an den Ort einer sinnvollen Verwendung (beispielsweise Wohnung) zu bringen. Voraussetzung für den Betrieb ist die informationelle Vernetzung aller Quellen, Senken und Verteilknoten im Netz. Eine technische Lösung in Form eines Netzknoten (NK) muss für ZED weiterentwickelt und skaliert werden. Weiterhin werden Photovoltaik-Anlagen elektrische Energie bereitstellen und dezentrale elektrische Energiespeicher werden die Entstehung mit dem Verbrauch zeitlich entkoppeln.

Jeder Netzknoten verfügt über einen Schwarmregler. Dieser ist ein Mikrorechner, der die Kommunikation im Datennetz führt und die Regelstrategie des Netzknotens berechnet. Die Rechner aller Netzknoten arbeiten nach dem Prinzip der Schwarmintelligenz zusammen und definieren das Optimum in ihrem Regelbereich nach den Kriterien des Optimums im Gesamtsystem zum jeweiligen Zeitpunkt. Dieser Ansatz gestattet es, sehr unterschiedliche dezentrale Funktionsbereiche zu einem Gesamtsystem zusammenzuführen und zu optimieren. Die Architektur der informationellen Vernetzung mit Netzknoten in einem Wohngebäude schafft die Perspektive, elektrische und thermische Versorgungssysteme unter einem Dach zu führen. Damit kann die Wandlung von elektrischer Energie in thermische, die im System kostengünstig gespeichert werden kann, nach den Stromangeboten optimiert werden.

In den zentralen und dezentralen Ansätzen wird eine Sektorenkopplung zwischen Wärme-, Verkehrs- und Stromsektor verfolgt und der Strom- und Wärmesektor mit zwei unterschiedlichen Ansätzen vernetzt. Als ein weiterer Schlüssel zur Sektorenkopplung werden dem Verbundsystem die neu entwickelten Ladesäulen mit einem angeschlossenen Elektrofahrzeug als intelligenter Verbraucher, in Zeiten hoher Energiebereitstellung, zur Verfügung gestellt.

¹ van Bueren, E.M., van Bohemen, H., Itard, L., Visscher, H. (Eds.): Sustainable Urban Environments, 2012; Springer.

² Statistisches Bundesamt: Vermögensrechnung (Nettoanlagevermögen) für das Bezugsjahr 2015. Die Tabelle ist auf der Seite www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/ unter „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Inlandsprodukt“ abrufbar [Zugriff: 01.03.2018].

³ Raffelhüschen, B., Müller, C.: Demografischer Wandel: Künftige Handlungsoptionen für die deutsche Rentenpolitik, Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit, Juli 2011.

⁴ Institut der deutschen Wirtschaft Köln (IW Köln): Wie lange arbeiten für ein stabiles Rentenniveau?, Mai 2016. Die Studie ist auf der Seite www.iwkoeln.de unter „Studien“ abrufbar [Zugriff: 01.03.2018].

⁵ Geyer, J. und Steiner, V.: Künftige Altersrenten in Deutschland: Relative Stabilität im Westen, starker Rückgang im Osten, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wochenbericht 11/2010, 17.03.2010, S. 3-11.

Kontakt

Sven Leonhardt, Koordinator des Projektes ZED bei der Stadt Zwickau
E-Mail: sven.leonhardt@fh-zwickau.de