

Aktuelle Entwicklungen und Beispiele für zukunftsfähige Energietechnologien



## Innovationen für die Stadt der Zukunft

Smarte Konzepte, Technologien  
und Systemlösungen aus Österreich

Immer mehr Menschen werden zukünftig in urbanen Räumen leben. Die Städte als wichtigster Lebens- und Wirtschaftsraum sind für einen Großteil des globalen Energieverbrauchs verantwortlich. Um Klima- und Ressourcenschonung, Lebensqualität und die Attraktivität als Wirtschaftsstandort langfristig zu sichern, werden neue Strategien und innovative Lösungen für die Stadt der Zukunft benötigt. Die österreichische Forschung und Technologieentwicklung im Bereich Smart City ist eingebettet in zahlreiche internationale Aktivitäten. In österreichischen Städten und Gemeinden werden neue Technologien und Konzepte für die Smart City in der Praxis weiterentwickelt und demonstriert.



Foto: Klima- und Energiefonds/Hans Ringhofer

## Innovationen für die Smart City Nationale und internationale Aktivitäten

2050 werden laut Prognosen der Vereinten Nationen voraussichtlich neun Milliarden Menschen auf der Erde leben, 70 % davon in Städten. Urbanisierung, Globalisierung, demographische Veränderung und Klimawandel stellen hohe Anforderungen an die Stadt von morgen. Zukunftsfähige Städte müssen Klimaschutz und Ressourceneffizienz mit hoher Lebensqualität und attraktiven Arbeitsbedingungen verbinden. Urbane Räume bieten aber auch große Chancen, um neue Lösungen und Konzepte für einen nachhaltigen Umgang mit Energie- und Materialressourcen umzusetzen. Der Begriff „Smart City“ steht für gesamtheitliche Entwicklungskonzepte, die eine Vielzahl von technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Innovationen für die Stadt umfassen. Die Smart City zeichnet sich durch ein intelligentes Systemdesign aus, das neue Technologien und Services für Gebäude und Infrastruktur, Energieerzeugung und -verteilung, Mobilität, industrielle Produktion und Gewerbe zusammenführt.

Kennzeichen der Smart City ist die Integration und Vernetzung der Bereiche Energie, Gebäude, Mobilität, Stadtplanung und Governance, um ökologische, ökonomische und soziale Optimierungspotenziale zu realisieren. Basis dafür bilden moderne Informations- und Kommunikationstechnologien, mit denen technische Systeme und Infrastrukturen der Stadt intelligent gesteuert werden können. Wesentlich sind die umfassende Integration sozialer Aspekte sowie Möglichkeiten der Partizipation für StadtbewohnerInnen.

Seit Ende 2010 engagieren sich das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) und der Klima- und Energiefonds in gemeinsamer Trägerschaft für die Entwicklung von neuen Strategien, Technologien und Systemlösungen für zukunftsfähige Städte. Diese sollen energieeffiziente und klimaverträgliche Lebens- und Arbeitsweisen ermöglichen und die Standortqualität erhöhen.

### Stadt der Zukunft (bmvit)

Das Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ baut auf den Ergebnissen aus den Vorläuferprogrammen „Haus der Zukunft“ und „Energie(systeme) der Zukunft“ auf und unterstützt die Forschung und Entwicklung von neuen Technologien, technologischen (Teil-)Systemen und urbanen Dienstleistungen für die Stadt der Zukunft. Im Fokus stehen Gebäude und urbane Energiesysteme, Quartiere, Stadtteile bzw. die Stadt in Verbindung mit dem Umland. Die Energiefrage ist dabei die Leitfrage. Zentrale Themen sind neue Energiedienstleistungen, die Steigerung der Energieeffizienz und die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im urbanen Raum. Mit Hilfe innovativer, intelligenter Energielösungen für Gebäude und Stadtteile soll der Transformationsprozess in Richtung nachhaltige Stadt unterstützt werden.

### Smart Cities Demo (Klima- und Energiefonds)

Die Smart-Cities-Initiative des Klima- und Energiefonds zielt darauf ab, großflächige Demonstrations- und Pilotprojekte zu initiieren, in denen ausgereifte Technologien und Konzepte in interagierenden Gesamtsystemen erstmals eingesetzt und kombiniert werden. Durch die Verknüpfung von technischen und sozialen Innovationen und Maßnahmen soll die „Zero Emission City“ oder „Zero Emission Urban Region“ in der Praxis demonstriert werden. Smarte Stadtentwicklung erfordert intelligente, vernetzte und integrierte Lösungen für die nachhaltige Erzeugung, Verteilung und den Verbrauch von Energie in urbanen Räumen. Die Stadt(region) wird als Testbed genutzt, in dem innovative Lösungen modellhaft erprobt und evaluiert werden können. Durch die Betrachtung technischer und sozialer Systeme als Gesamtsystem und die Interaktion und Vernetzung sollen einzelne Komponenten und Technologien optimiert werden.



Bildungscampus Grigl, Salzburg, Quelle: Stadt Salzburg

### Internationale Aktivitäten

Forschung und Technologieentwicklung im Bereich Smart Cities werden auf internationaler Ebene seit Jahren forciert. So z. B. im Rahmen des **Europäischen Strategieplans für Energietechnologie (SET-Plan)** oder der **Europäischen Innovationspartnerschaft für intelligente Städte und Gemeinschaften** sowie im Rahmen der **Technologieprogramme der Internationalen Energieagentur IEA**. Hier sind österreichische ExpertInnen z. B. im IEA Energy in Buildings and Communities (EBC) Annex 63: „Umsetzung von Energiestrategien in Gemeinden“ aktiv.

2010 wurde unter österreichischer Mitwirkung die **Joint Programming Initiative (JPI) Urban Europe** gegründet, ein transnationales Forschungsprogramm unter der Schirmherrschaft des Europäischen Ministerrates, in dem grundlegende systemrelevante Fragestellungen zur urbanen Entwicklung behandelt werden. Ziel ist es, die transnationale Kooperation im Bereich Stadtforschung und -entwicklung auszubauen, um attraktive, nachhaltige und wirtschaftlich starke Städte zu schaffen. Eine gemeinsame Initiative der JPI Urban Europe und der Smart Cities Member States Initiative ist das, von der Europäischen Kommission im Rahmen von Horizon 2020 unterstützte, Programm **ERA-NET COFUND „Smart Cities and Communities“**. Darin haben sich 18 nationale und regionale Förderprogramme für Forschung und Technologieentwicklung zusammengeschlossen, um eine transnationale Ausschreibung zu Smart Cities Implementierungsprojekten durchzuführen (Laufzeit: 2016 bis 2019). Programmschwerpunkte sind u. a. Tools und Dienstleistungen für intelligente urbane Energie- und Mobilitätssysteme oder Entwicklungen im Bereich Big Data/Smart Data. In diesem Rahmen wurde aktuell auch ein Prozess gestartet, um eine Ausschreibung zum Thema Smart Cities mit China zu initiieren.

### Bausteine für die Smart City

Die Themen „Aktive Gebäude“, „Wärme- und Kältenetze“, „Intelligente Stromnetze“, „Stadtplanung“, „Energieerzeugung- und Speichertechnologien“ und „Smart Services“ gehören zu den Bausteinen für die Smart City. In Österreich werden aktuell zahlreiche Forschungs- und Technologieentwicklungsprojekte in diesen Themenfeldern durchgeführt. Hier stellen wir einige Projekte vor, die mit Unterstützung der Programme des bmvit und des Klima- und Energiefonds umgesetzt werden. ■



Stadtwerk Lehen, Salzburg, Foto: PRISMA



PV-Anlagen am Supermarkt in Neusiedl am See, Foto: IEV AG



Foto: Jürgen Fälchle/fotolia.de

S

## GrünPlusSchule Gebäudebegrünung und Photovoltaik



Foto: TU Wien, Institut für Hochbau und Technologie



Foto: TU Wien, Institut für Hochbau und Technologie

Für eine hohe Lebensqualität in der Stadt werden multifunktionale Systemlösungen benötigt, mit denen Energie gewonnen, Heiz- und Kühlenergie gespart, die Luftqualität erhöht und Lärmemissionen gemindert werden können. Die dichte innerstädtische Bebauung führt zu einer Reduktion der Grünflächen im urbanen Raum. Eine Begrünung von Fassaden, Dachflächen und Innenräumen kann viele positive Effekte auf die Gebäudequalität haben und das Leben in der Stadt nachhaltig verbessern.

Im Rahmen eines Projekts der Technischen Universität (TU) Wien werden an der Schule GRG7 in der Kandlgasse in 1070 Wien hocheffiziente Gebäudebegrünungssysteme mit verschiedenen Pflanzen-/Substratarten in Kombination mit Photovoltaikmodulen getestet. Das Projektteam analysiert die Einflüsse der Gebäudebegrünung auf das hygrothermische Verhalten der Gebäude, Energiesparpotenziale, Raumluftqualität und Luftfeuchtigkeit, Lärminderung sowie Wasserrückhaltung und Wärmeinselleffekte. Durch die Gebäudebegrünung erwartet man sich u. a. eine Verbesserung des Mikroklimas, die Reduktion der CO<sub>2</sub>- und Staubkonzentration, Schallabsorption und eine Erhöhung des Wirkungsgrads der PV-Module.

### Mess-System im Schulgebäude

2015 wurde die Schule mit unterschiedlichen Begrünungssystemen im Innen- und Außenbereich ausgestattet. Die Kombination von Photovoltaik und Gebäudebegrünung stellt eine innovative Verbindung dar. Die PV-Paneele werden an heißen Sommertagen von der Verdunstung der Pflanzen gekühlt, was ihren Wirkungsgrad erhöht. Die Pflanzen werden durch die Photovoltaikanlage geschützt und können so gut gedeihen. Zahlreiche Messsensoren nehmen in kurzen Zeitabständen die wichtigsten Daten der Räume und der Umgebung auf. Anhand der Messwerte werden begrünte mit nicht begrünten Konstruktionen verglichen und die Auswirkung der Begrünung quantitativ bewertet.

Von großer Bedeutung ist die Einbindung der SchülerInnen, die u. a. bei der Suche nach optimalen Pflanzen, der Auswertung von Messdaten oder der Erfassung von Energiegewinnen mit PV mitarbeiten. Das Projekt läuft bis 2018, die ersten Messergebnisse fallen positiv aus. Der U-Wert konnte um durchschnittlich 20 % gesenkt werden. Bei der CO<sub>2</sub>-Konzentration wurde wesentlich seltener ein Wert über 2000 ppm gemessen und auch der Schallpegel hat sich durch die Begrünung reduziert.

Die Erfahrungen werden genutzt, um aus einer breiten Palette von Pflanzen, Substratstärken und Aufbauten von PV-Modulen eine leistungsfähige und kostengünstige Lösung zu ermitteln. Diese soll multiplizierbar sein und bei Neubau und Sanierung zum Einsatz kommen können. ■



Prof. DI Dr. Azra Korjenic, Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien  
azra.korjenic@tuwien.ac.at, www.bph.tuwien.ac.at

*„Das Projekt GrünPlusSchule beschäftigt sich mit der Bauwerksbegrünung in Kombination mit Energietechnik und urbanem Wasserhaushalt, sowie der Steigerung der Lebensqualität im Innen- wie Außenraum. Es wird gezeigt, wie Gebäude und Städte zukunftsfähig und für den Menschen lebenswert gestaltet werden können. Ein wichtiger Bestandteil des Forschungsprojekts ist die unmittelbare Einbeziehung der SchülerInnen. Die Kinder und Jugendlichen von heute sind die BewohnerInnen sowie EntscheidungsträgerInnen von morgen.“*

Prof. DI Dr. Azra Korjenic  
Institut für Hochbau und Technologie,  
Technische Universität Wien



Foto: TU Wien

## Kolpinghaus Salzburg Auf dem Weg zum Plusenergiegebäude

2016 wurde das Eco-Suite Hotel in Salzburg eröffnet, ein Erweiterungsbau zum Kolpinghaus Salzburg. Ein nachhaltig konzipierter Neubau mit 44 Hotelzimmern ergänzt das Bestandsgebäude, das als Jugendwohnheim und Seminarstandort genutzt wird. Im Zuge der Erweiterung wurde ein zukunftsweisendes Energiekonzept entwickelt, mit dem Ziel, das lokal verfügbare Energieangebot für den Betrieb des gesamten Gebäudekomplexes nutzbar zu machen. Es wurden die Gebäudehülle in Passivhausstandard ausgeführt, eine Komfortlüftungsanlage mit Wärme- und Feuchterückgewinnung eingebaut und energieeffiziente LED-Leuchtmittel sowie energiesparende Haushaltsgeräte eingesetzt. Auf der Dachfläche des Neubaus befinden sich Photovoltaik-Module mit einer Gesamtleistung von 29,5 kWp.

### Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser

Ein zentrales Element des Energiesystems ist die Anlage zur Rückgewinnung der im Abwasser enthaltenen Wärme. Damit wird der thermische Energiebedarf (Heizung und Warmwasser) des Erweiterungsbaus zur Gänze abgedeckt. Darüber hinaus kann überschüssige Energie in das Bestandsgebäude geführt werden. Die durchschnittliche Abwassertemperatur in einem Hotelbetrieb beträgt ca. 22-23°C. Über den Verdampferkreis einer Sole/Wasser-Wärmepumpe wird dem Abwasser Energie entzogen, bis das Abwasser auf ca. 5°C abgekühlt ist. Auf der Kondensatorseite der Wärmepumpe steht damit ganzjährig eine Nutztemperatur von > 50°C zur Verfügung. Die Wärmerückgewinnungsanlage nutzt auch die Abwässer aus dem Bestandsobjekt als Energiequelle. Die Heizenergie wird über einen zentralen Heizwasser-Schichtspeicher geführt und zur Gebäudebeheizung und Warmwasserbereitung im gesamten Gebäudekomplex verteilt. Jährlich werden aus der Abwasser-Wärmerückgewinnung ca. 270.000 kWh an thermischer Energie gewonnen, wobei rund ein Drittel im Erweiterungsbau und zwei Drittel im Bestandsgebäude verwendet werden.

### Stufenplan zur Plusenergie

Verschiedene Optionen zur Weiterentwicklung des Gebäudes in Richtung Plusenergiequalität wurden im Rahmen des Projekts untersucht. Ein Stufenplan (ausgelegt auf zwanzig Jahre) sieht etwa weitere Stromeinsparungen durch energiesparende Beleuchtung und Geräte oder die Erhöhung der PV-Leistung durch die Nutzung der Fassade des Bestandsbaus bei einer zukünftigen Modernisierung vor. Der Einsatz einer Stromboje flussabwärts sowie ökonomische Vorteile der Stromspeicherung wurden ebenfalls geprüft. ■



Robert Freund, Energie.Effizienz.Beratung, robert-freund@gmx.net,  
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/energiepaket-kolpinghaus-jugendwohnheim-und-sommerhotel.php>



Eco-Suite Hotel Salzburg, Foto: Robert Freund

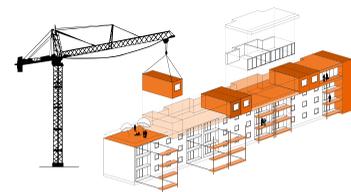


Foto: Dietmar Stampfer



Foto: Robert Freund

### ROOFBOX Nachverdichtung mit energieautarken Raumzellen



Quelle: Nussmüller Architekten ZT GmbH

Mit der „Roofbox“ wurde ein Konzept entwickelt, um rasch hochwertigen Wohnraum mit integrierter Energieversorgung schaffen und bestehende innerstädtische Infrastruktur energie- und kosteneffizient nachverdichten zu können. Das System wurde von der AEE INTEC in Kooperation mit dem Salzburger Institut für Raumordnung & Wohnen/SIR, Nussmüller Architekten ZT GmbH, Haas Fertigbau und der TBH Ingenieur GmbH ausgearbeitet und soll im Zuge von Sanierungsvorhaben zum Einsatz kommen. Die vorgefertigten Raumzellen in Holzbauweise werden in Passivhaus- und Plusenergiestandard ausgeführt und eignen sich speziell für den Aufbau auf Bestandsgebäude der Baualterklassen 1945 bis 1980.

Die Roofbox ist eine technisch-konstruktive Basistypologie und besteht aus den drei Grundmodulen ROOFBOX LIVING (Nutzflächenmodul), ROOFBOX ENERGY (Haustechnikmodul) und ROOFBOX ACCESS (Erschließungsmodul). Durch eine Aneinanderreihung standardisierter Module bzw. durch unterschiedliche Modultiefen und flächige Elemente kann flexibel auf die jeweiligen Nutzungsanforderungen reagiert werden. Die Anlagen für Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie sind in den Haustechnikmodulen untergebracht. Aktive Solarsysteme (PV, Solarthermie) können auf dem Dach der Raumzelle integriert werden. Am Beispiel der Wohnsiedlung „Billrothstrasse / Salzburg“ der Gemeinnützigen Salzburger Wohnbaugesellschaft (GSWB) wurde das Roofbox-Konzept simuliert und gemeinsam mit der GSWB ein baureifes Projekt entwickelt, das große Chancen auf Realisierung hat.

DI Heimo Staller, AEE INTEC, h.staller@aee.at,  
[www.aee-intec.at/index.php?seitenName=projekteDetail&projektId=175](http://www.aee-intec.at/index.php?seitenName=projekteDetail&projektId=175)

## P2H-Pot Potenziale für Power-to-Heat im urbanen Raum

Mit dem steigenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energieerzeugung wächst der Bedarf, die Stromnachfrage zu flexibilisieren. Internationale Studien zeigen, dass die Nutzung von Strom im Wärmesektor in Kombination mit Wärmespeichern (Power-to-Heat P2H) große Potenziale aufweist, um eine wirtschaftliche Flexibilisierung des Gesamtenergiesystems Elektrizität-Wärme-Gas zu erreichen. Bisher werden für Power-to-Heat Elektrodenheizkessel verwendet, die Überschussstrom in Wärme umwandeln und anschließend speichern. Im Forschungsprojekt P2H-Pot werden am Institut für Energietechnik und Thermodynamik der Technischen Universität (TU) Wien in Kooperation mit Partnern aus dem In- und Ausland die Potenziale von Power-to-Heat Lösungen mit Wärmepumpen im urbanen Raum untersucht.

### Innovative Power-to-Heat Systeme

Mittels thermodynamischer Simulationen wird die Eignung verschiedener P2H-Systemkonfigurationen analysiert. Betrachtet werden Elektrodenheizkessel, Kompressionswärmepumpen mit verschiedenen Kältemitteln sowie Rotationswärmepumpen der Firma ECOP mit einem Edelgasgemisch als Kältemittel. Für den Fernwärmebereich besonders erfolgsversprechend erscheint die ECOP Rotation Heat Pump, die einen speziellen Prozess anwendet, der hohe Temperaturspreizungen bei gleichzeitig hohem COP (Coefficient of Performance) ermöglicht. Während bei konventionellen Wärmepumpen, die den 2-Phasenprozess anwenden, das



Temperaturniveau der Nutzwärme auf etwa 100°C beschränkt ist, erreicht die ECOP Wärmepumpe mit dem sogenannten Joule-Prozess Temperaturen bis zu 150°C.

### Analyse der Wirtschaftlichkeit

Ziel des Forschungsprojekts ist es auch, die wirtschaftlichen Potenziale der innovativen Systemkonfigurationen im urbanen Raum für die Zeithorizonte 2020, 2030 und 2050 zu bestimmen. Mit dem Simulationsprogramm HiREPS der Energy Economics Group (EEG) an der TU Wien wird für 20 unterschiedliche Fernwärmenetze die Wirtschaftlichkeit von Elektrodenheizkesseln, Wärmepumpen und Wärmespeicherausbau als Ausgleichsmaßnahme für Überschussstrom aus erneuerbaren Energien untersucht. Analysiert werden österreichische und deutsche Fernwärmenetze, wobei teilweise Netze mit gleicher Größe und Art der Energieerzeugungseinheiten zu Netztypen geclustert werden.

Die rechtlichen, steuerlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen werden ebenfalls untersucht. Der dänische Projektpartner ENERGIEANALYSE.DK bringt P2H-Praxiserfahrungen aus dem skandinavischen Raum ein. Know-how aus dem Fernwärmebereich liefert die Energie AG. ■



DI Johannes Nagler, Inst. f. Energietechnik und Thermodynamik, TU Wien  
johannes.nagler@tuwien.ac.at, www.eeg.tuwien.ac.at/P2H-Pot

## Open Heat Grid Nutzung industrieller Abwärme in Hybridnetzen

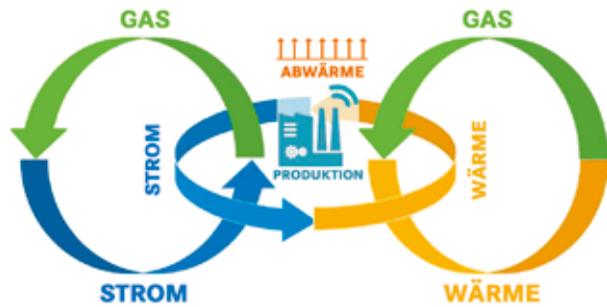
Aktuell sind Wärme-, Strom- und Gasnetze kaum miteinander verknüpft. Neue technologische Entwicklungen ermöglichen aber eine enge bidirektionale Verbindung dieser Netze. Hybridnetze könnten eine Schlüsselrolle bei der zukünftigen Energieversorgung im urbanen Raum spielen und einen wesentlichen Beitrag zu Energieeffizienz und Ressourcenschonung leisten. Im Projekt OPEN HEAT GRID wurden unter Leitung des Energieinstituts an der Johannes Kepler Universität (JKU) Linz unterschiedliche Konzepte für ein offenes Wärmenetz untersucht sowie politische Empfehlungen für offene Wärmenetze in urbanen Energiesystemen erarbeitet. Hybridnetze brauchen ein neues Markt- und Regulierungsdesign, da das Zusammenspiel bislang getrennter Netze und Märkte eine Abstimmung der Tarife erforderlich macht.

### Energiequelle Abwärme

Industrieunternehmen könnten als bidirektionale Koppelpunkte zwischen den Energienetzen (Wärme, Strom und Gas) dienen und Speicher- und Verschiebungspotenziale erschließen. Ein Schwerpunkt des Projekts liegt auf der Integration von industrieller Abwärme. Diese steht in hohen Mengen, jedoch in unterschiedlich verwertbaren Temperaturniveaus zur Verfügung und kann grundsätzlich in bestehenden Fernwärmesystemen zum Einsatz kommen. Technische Hemmnisse betreffen v. a. die Temperaturniveaus der Abwärme in Relation zu der des Fernwärmenetzes sowie die Auskoppelung der Wärme und deren Kontinuität. Technologien zur Aufbereitung und Speicherung der Wärme sind bereits verfügbar, allerdings oft nicht wirtschaftlich.

## Einspeisung in Fernwärmenetze

Im Wärmenetz gibt es in Österreich im Status quo kein Recht auf eine Einspeisung. Der Betreiber eines Fernwärmenetzes ist zugleich Eigentümer des Netzes und einer eigenen Wärmeproduktion. Dies führt zu komplexen Einspeiseverhandlungen, bei denen viele interagierende technische Parameter berücksichtigt werden müssen (Mengen, Profile, Drücke, Temperaturen, etc). Aktuell wird die Einspeisung mit privatrechtlichen Verträgen geregelt. Für zielführende Verhandlungen und Kosten-Nutzen-Analysen sollten entsprechende Guidelines entwickelt werden. Die variablen Kosten aufgefangener Abwärme gehen zwar gegen null, da die Bereitstellung praktisch keinen Energieträgereinsatz benötigt, es entstehen aber Fixkosten für die Auskopplung der Wärme. Diese Kosten müssen sich durch die Einsparungen in der Wärmeproduktion des Wärmenetzbetreibers amortisieren. In Wien und Linz ist eine Amortisation aktuell nur im Winter bzw. in der Übergangszeit möglich, da im Sommer der Fernwärmebedarf vor allem durch Müllverbrennung gedeckt wird. Ein Saisonspeicher könnte Abwärme vom Sommer im Winter nutzbar machen und



Quelle: Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität (JKU) Linz

somit die Wirtschaftlichkeit der Auskopplung erhöhen. Dies soll in Folgeprojekten des Energieinstituts, wie z.B. „Future District Heating System Linz“ mit Beteiligung von AIT Austrian Institute of Technology und Linz AG untersucht werden. ■



Dr. Simon Moser, Energieinstitut an der JKU Linz  
moser@energieinstitut-linz.at, www.energieinstitut-linz.at

## SMART CITY RHEINTAL

### Energie aus dem Bodensee

Mit der SEESTADT Bregenz wird im Rahmen des Projekts Smart City Rheintal ein zukunftsweisendes, vielseitig strukturiertes und mit der bestehenden Stadt vernetztes Stadtquartier realisiert. Um den Energieverbrauch der Büros, Wohnungen und Geschäfte im neuen Stadtteil zu decken, will die Stadtwerke Bregenz GmbH mittels elektrischer Wärmepumpen den Bodensee als Energielieferanten nutzen. Dank der konstanten Temperatur stellt Seewasser eine optimale Wärmequelle dar.

Das Energieangebot des Bodensees (im Wesentlichen das Temperaturniveau des Wassers bei einer vorgegebenen Entnahmetiefe von ca. 40 Metern) soll im Sommer für die Klimatisierung der Gebäude mittels Free-Cooling eingesetzt werden. Dafür wird die Energie des Sekundärkreislafs auf einem Vorlauf-Temperaturniveau von ca. 10°C mittels Wärmetauscher übergeben bzw. auf einem Rücklauf-Temperaturniveau von ca. 16°C wieder übernommen. Bei dieser Form der Raumklimatisierung sind keine Kältemaschinen, aber auch keine Rückkühlungen, z. B. über das Dach, notwendig. Der Rücklauf wird über den Primärkreislauf im Bodensee rückgekühlt. Im Winter wird die Energie des Sekundärkreislafs zur Speisung von elektrischen Wärmepumpen herangezogen, über welche Raumwärme auf Niedertemperaturniveau erzeugt wird.

Laut Vorprüfung gemäß Wasserrechtsgesetz ist die geplante Seewassernutzung genehmigungsfähig und kann im Zuge der Realisierung der Bauprojekte umgesetzt werden.

DI (FH) Christian Eugster, illwerke vkw, christian.eugster@vkw.at,  
www.smartcityrheintal.at/seestadt, www.smartcityrheintal.at/seequartier



Quelle: PRISMA



Quelle: Smart City Rheintal



Video Smart City Rheintal:  
<https://youtu.be/iPKLreuf-rA?list=PLL9POdqUloOK5ZG0LrZQ2KFenCl5X4pxK>



Foto: Salzburg AG

## Rosa Zukunft Gebäude als interaktive Teilnehmer im Smart Grid

Der wachsende Anteil an erneuerbarer Energieerzeugung führt zu einem schwankenden Energieangebot und vielen kleinen dezentralen Einspeisern. Gebäude der Zukunft werden nicht nur Energie verbrauchen, sondern auch selbst Energie produzieren. Die dezentral erzeugte Energie in die Stromnetze einzubinden und gleichzeitig die Qualität der Energieversorgung sicherzustellen, stellt den Netzbetrieb vor große Herausforderungen. Mit Lastmanagement (d. h. der intelligenten Steuerung von Verbrauchern in Gebäuden und Haushalten) kann das Niederspannungsnetz gezielt entlastet und die Einspeisung von dezentralen, fluktuierenden Energiequellen begünstigt werden.

Im Rahmen des Projekts „HiT - Häuser als interaktive Teilnehmer im Smart Grid“ wurde in Salzburg die „Smart Grid“-freundliche Wohnanlage ROSA ZUKUNFT errichtet. Durch eine Kombination von thermischen und elektrischen Erzeugern, Speichern und Verbrauchern mit einem Gebäudeautomationssystem stellt die Demonstrationsanlage nutzbare Flexibilität zur Verfügung. Ziel ist es, das Gebäude sowie seine BewohnerInnen als interaktive TeilnehmerInnen in das Energiesystem einzubinden.

### Optimale Integration ins Netz

Die Energiezentrale der Wohnanlage wurde so ausgelegt, dass das Gebäude optimal auf den Zustand des elektrischen Netzes und die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien reagieren kann. Es wurden ein Blockheizkraftwerk, ein Pufferspeicher, eine Wärmepumpe, eine Photovoltaikanlage sowie ein Fernwärmeanschluss realisiert. Alle Anlagen werden über ein Gebäudeautomationssystem aufeinander abgestimmt gesteuert. Die Wohnanlage soll zu Zeiten, in denen ein Überschuss im Netz besteht, die vorhandenen Speichersysteme laden und bei Engpässen im Netz die Leistung reduzieren bzw. zusätzlich einspeisen. Hierzu wurde eine Preiskurve, bestehend aus einem Netz- und einem Energieanteil, erstellt. Diese wird jeweils am Vortag (day-ahead) an das Gebäude gesendet und dort verarbeitet. Der sogenannte Building Energy Agent (BEA) generiert einen Fahrplan für das Automatisierungssystem und eine



Foto: Salzburg AG



Foto: Salzburg AG

relative Lastprognose für den Energiehandel. Das automatisierte Lastmanagement von elektrischen Erzeugern und Verbrauchern findet ohne Komfortverlust für die BewohnerInnen statt.

### Evaluierung

In einem Feldversuch (April 2014 bis März 2015) wurde die Wohnanlage evaluiert, wobei neben technischen Aspekten auch das NutzerInnenverhalten getestet wurde. 34 der insgesamt 129 Wohneinheiten wurden als „Monitoring-Wohnungen“ u. a. mit Raumluftsensoren und Raumtemperaturreglern ausgestattet. Wichtigste Interaktionsmöglichkeit für die BewohnerInnen stellte die Webapplikation „Smart Center“ dar, über die verschiedene Dienste wie Energiefeedback, Home-Automation, Car-Sharing sowie eine Prognose-Uhr für Informationen über einen zeitvariablen Stromtarif zur Verfügung gestellt wurden. Die Ergebnisse zeigen u.a., dass die BewohnerInnen der Monitoring-Wohnungen auf den Betrachtungszeitraum gerechnet fast 15 % weniger Strom verbrauchten. ■



Dr. Marietta Stutz, Salzburg AG, [mariettaapollonia.stutz@salzburg-ag.at](mailto:mariettaapollonia.stutz@salzburg-ag.at), [www.smartgridssalzburg.at](http://www.smartgridssalzburg.at)



Foto: Projektfabrik Waldhör KG

## Leitprojekt Smart City Demo Aspern

Mit dem Wiener Stadtentwicklungsgebiet aspern – die seestadt wird die großflächige Umsetzung eines Smart City Projekts in Österreich realisiert. Die Seestadt soll zeigen, wie Städte der Zukunft energieeffizient und klimafreundlich funktionieren können. Im Rahmen eines Leitprojekts wird ein systemoptimierter Ansatz entwickelt, der die Bereiche Gebäude, Stromnetz, NutzerInnen-einbindung und IKT-Lösungen umfasst. Die innovativen Lösungen werden in einem aus drei Baufeldern bestehenden Testbed (Wohngebäude, Studentenwohnheim, Kindergarten und Schulgebäude) integriert. Auf Basis der hier gewonnenen Erkenntnisse sollen Betriebs- und Regelungsstrategien von Gebäuden und Stromnetzen verbessert und neue Methoden für die NutzerInnen-Interaktion entwickelt werden. Die Forschungsergebnisse sind nicht auf einzelne Gebäude oder das Wiener Stromnetz beschränkt, sondern werden weltweit auf ganze Stadtteile übertragbar sein.

In den drei Testgebäuden wird mit Hilfe von intelligenten Stromzählern der Verbrauch exakt aufgezeichnet, zusätzlich werden u. a. Daten über die Zimmertemperatur und die Raumluftqualität erfasst. Auf Basis dieser Daten sollen unterschiedliche „Energietypen“ als „Smart User“ von morgen identifiziert werden. Mit zielgerichteten Informationen, neuen Services und Anreizsystemen will man das NutzerInnenverhalten nachhaltig verbessern und den Energieverbrauch optimieren. Technische Voraussetzung dafür können z. B. dynamische Tarifmodelle der Energieanbieter sein. Das Projekt soll Aufschluss darüber geben, welche Systemlösungen bei den KundInnen Akzeptanz finden.

Ein weiterer Fokus liegt auf der Integration von intelligenten Gebäuden im Smart Grid. Auf Basis realer Daten wird untersucht, wie Gebäude bzw. Gebäudepools ihre Stromreserven am Strommarkt gewinnbringend anbieten können. Notwendig dafür ist ein „Building Energy Management System“ (BEMS) im Gebäude, das mit einem „Energiepool-Manager“ kommuniziert. Als Schnittstelle zwischen Gebäuden und Strombörse kann z. B. ein Energieversor-



Foto: Projektfabrik Waldhör KG

ger fungieren. Voraussetzung für die Teilnahme von Gebäuden am Strommarkt sind intelligente Stromnetze und dynamische, zeitvariable Strompreise, die ein Anbieten von Reserven wirtschaftlich interessant machen. ■



Oliver Juli, Aspern Smart City Research GmbH & Co KG  
oliver.juli@ascr.at, www.ascr.at



Video Smart Cities Demo Aspern:

<https://youtu.be/R3il9RiaPqY?list=PLL9POdqUloOK5ZG0LrZQ2KFenCl5X4pxK>

**ERA NET**  
**SMART GRIDS PLUS**

**Smart Grids Plus**  
ERA-Net  
[www.ernet-smartgridsplus.eu](http://www.ernet-smartgridsplus.eu)

Im Rahmen dieser von der Europäischen Kommission unterstützten Forschungsinitiative soll eine nachhaltige Kooperationsstruktur zwischen nationalen und regionalen Smart Grid-Programmen in Europa aufgebaut sowie die Koordination mit den relevanten Initiativen auf europäischer Ebene ermöglicht werden. Ziel ist es, die Integration und Markteinführung von Smart Grid Systemtechnologien in Europa nachhaltig zu fördern. Österreichische ExpertInnen sind u. a. am Projekt „DeCAS – Demonstration of coordinated ancillary services covering different voltage levels and the integration in future markets“ beteiligt und erforschen z. B. Systemdienstleistungen wie Demand Response und spannungsebenenübergreifende Regelungskonzepte für Blindleistung sowie die Marktintegration dieser Technologien.

DI Dr. Helfried Brunner, AIT Austrian Institute of Technology  
[helfried.brunner@ait.ac.at](mailto:helfried.brunner@ait.ac.at)



Salzburg Stadtteil Schallmoos, Foto: SIR

## Smart City Salzburg Strategien und Projekte mit Vorbildfunktion

Die Stadt Salzburg nimmt in vielen energierelevanten Bereichen seit Jahren eine Vorreiterrolle ein. Salzburg verfügt mit zahlreichen Klimaschutzprojekten und als Modellregion für Smart Grids und Elektromobilität über ein breites Spektrum an emissionsreduzierenden Initiativen. Bereits 2008 fanden nationale und internationale Klimaschutzvorgaben Eingang in das Räumliche Entwicklungskonzept (REK) der Stadt. Es ist erklärtes Ziel, den Energieverbrauch deutlich zu senken und den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen. Verschiedene Szenarien wurden für die Energiezukunft der Stadt erarbeitet. Als realistisch wird die Reduktion des Energieverbrauchs pro EinwohnerIn bis 2050 um 30 % zur Basis von 2010 und eine Steigerung der lokalen Produktion erneuerbarer Energie von 8,8 % im Jahr 2010 auf 32,3 % im Jahr 2050 angesehen.

Für die Umsetzung dieser Ziele wurde 2012 unter Einbindung der Stakeholder ein Masterplan 2025 entwickelt, in dem umfangreiche Maßnahmen konkretisiert wurden. Es wird ein technologie- und themenübergreifender Ansatz genutzt, der die Bereiche Gebäude (Neubau/Sanierung), Energieaufbringung und -verteilung, Mobilität, Freiraumplanung, soziale Aspekte sowie die Beteiligung der StadtbewohnerInnen in einer Gesamtstrategie verbindet. Wissenschaftlich begleitet wird der Entwicklungsprozess vom Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen (SIR). Im Rahmen einer Gebäudestrukturanalyse wurden 2013 geeignete Gebäudecluster und Siedlungen für die Sanierung ganzer Stadtquartiere identifiziert.

### Smart City Pilotprojekte

Wichtigstes Vorreiterprojekt ist das **Stadtwerk Lehen** mit fast 300 Wohnungen, Geschäftsflächen, Kindergarten, Studentenheim und dem „Life Science“-Bürokomplex. Hier wurde erstmals ein nachhaltiges Energiekonzept für einen Stadtteil in die Praxis umgesetzt. Maßgeblich dafür war das EU-Projekt „Green Solar City“ aus dem Programm CONCERTO. Gefördert wurden unter anderem 2.000 m<sup>2</sup> Solarkollektorfläche, ein 200.000-Liter Pufferspeicher, eine über

250 m<sup>2</sup> große Photovoltaikanlage sowie ein Niedertemperatur-Mikronetz, über das auch die umliegenden Wohngebäude in der Strubergasse mit Wärme versorgt werden. Die Sanierung des angrenzenden alten Wohnquartiers, der Strubergassensiedlung, erfolgte mit modernsten Technologien.



Stadtwerk Lehen - Solarspeicher, Foto: SIR



Stadtwerk Lehen, Foto: Stadt Salzburg

Die umfassende **Modernisierung der Goethesiedlung im Stadtteil Itzling** (eines der im Rahmen der Gebäudestrukturanalyse identifizierten Gebiete) könnte ein neues, richtungweisendes Vorzeigeprojekt werden. Aktuell werden die Machbarkeit einer energetisch sehr ambitionierten (nahezu CO<sub>2</sub>-neutralen) Energieversorgung geprüft und die sozialen Aspekte einer nachhaltigen Sanierung der Siedlung aus den 1970er Jahren analysiert.

Ausgangspunkt für das Projekt **Smart District Gnigl** war der anstehende Neubau einer Volksschule im Stadtteil Gnigl. Im Zuge dessen sollen der Kindergarten und das benachbarte Vereinsheim in einem neu zu errichtenden Gebäudekomplex integriert werden. Der Bildungscampus Gnigl ist als energetisches Leuchtturmprojekt konzipiert und könnte Impulse für den gesamten Stadtteil setzen. In einer Sondierungsstudie wurden die Grundlagen für die Umsetzung erarbeitet. Dazu gehören u.a. eine Wirtschaftlichkeitsanalyse für das Nahwärmenetz sowie die Abschätzung von Energieeinsparungspotenzialen des umliegenden Gebäudebestands. Zudem wurden Vorschläge für Mobilitätslösungen und die Einbindung der BürgerInnen entwickelt. ■



Dr. Helmut Strasser, SIR Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen  
helmut.strasser@salzburg.gv.at, www.smartcitysalzburg.at



Solarspeicher, Foto: SIR

### Aktuelle Projekte für die Smart City Salzburg

- **EnergyCityConcept** – Energiemodellierung mit dem Ziel einer 100 % CO<sub>2</sub>-freien Wärmeversorgung im Rahmen eines Energiekonzepts für den Stadtteil Schallmoos
- **ZeCaRe** – Sondierung/Umsetzungsvorbereitung einer Sanierung der Siedlung F. Inhauserstraße (eine der identifizierten Siedlungen der Gebäudestrukturanalyse)
- **ItzSmart** – Erarbeitungen von Grundlagen für eine „smarte“ Stadtteilentwicklung in Itzling
- **HeatSwap** – Entwicklung eines integrierten Wärmeplans für den Zentralraum Salzburg als Grundlage für weitere Maßnahmen zur Energieraumplanung

Foto: Franz Neurnmayr



Interview mit  
DI Helmut Strasser  
SIR Salzburger Institut für  
Raumordnung und Wohnen

### Die Stadt Salzburg befindet sich in einem Entwicklungsprozess hin zur Smart City. Was sind dabei die zentralen Herausforderungen?

Zum einen geht es um eine umfassende Modernisierung des Gebäudebestands; durch integrale Planung und BewohnerInnenbindung sollen Wohnsiedlungen zu attraktiven Stadtquartieren aufgewertet werden. Weiters braucht es eine Wärmewende, d. h. die langfristige Sicherung einer CO<sub>2</sub>-freien Wärmeversorgung. Und zum dritten stellt die Umstellung des Mobilitätssystems eine große Herausforderung hinsichtlich Finanzierung und Akzeptanz in der Übergangsphase dar.

### Welche smarten Technologien und Services haben die größten Potenziale?

In erster Linie geht es um Maßnahmen und Instrumente, die die Suffizienz erhöhen. Die beachtliche Effizienzsteigerung im Wohnbau in den letzten Jahrzehnten wurde durch den erhöhten Flächenbedarf aufgeessen. Mehr Fläche bedeutet aber nicht immer höhere Wohnqualität. Synergien durch gemeinschaftliche Nutzungen halte ich für einen guten Ansatz. Eine integrierte Stadt-

### TRANSFORM+ Strategien für die Smart City Wien



Foto: Projektfabrik Waldhör KG

Ein nachhaltiges Energiesystem, intelligente Mobilitätsdienstleistungen und eine effiziente und lebenswerte Stadt- und Gebäudestruktur sind Zielsetzungen der Smart City Wien. Mit Hilfe von integrierten Energie- und Stadtplanungsansätzen werden in Wien zukunftsweisende Lösungen für Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen entwickelt. Das Forschungsprojekt Transform+ (Projektleitung: Österreichisches Institut für Raumplanung ÖIR in Kooperation mit der MA 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung) vertieft die österreichischen Aktivitäten im Rahmen der europäischen Initiative TRANSFORM durch eine konkrete, umfassende Smart City Entwicklungskonzeption für Wien. Im Rahmen des Projekts wurden ein Transformationsplan für die postfossile Stadt erarbeitet, Stakeholderforen und eine „Smart City Working Group“ eingerichtet sowie energiespezifische Datensets und quantitative Analyse-Tools für die Energieraumplanung aufgebaut.

Umsetzungsorientierte Planungsarbeiten in den Stadtteilen **Liesing-Groß-Erlaa** und **aspersn - die seestadt** sollen die nachhaltige Entwicklung auf lokaler Ebene vorantreiben. Für diese Stadtteile wurden abgestimmte Energieversorgungskonzepte und konkrete Pilotanwendungen entwickelt. Der Smart Citizen Assistant bietet den BewohnerInnen der seestadt nutzerInnenfreundlich aufbereitete Daten, die das Energiesparen erleichtern und stellt wichtige Informationen aus dem Stadtteil bereit. Im e-delivery-Projekt wurden die Potenziale zum Aufbau eines elektrobetriebenen Lieferfahrzeug-Pools in einem Gewerbegebiet untersucht.

DI Ina Homeier / MA 18 Stadtentwicklung und Stadtplanung Wien  
ina.homeier@wien.gv.at, www.transform-plus.at

planung kann und muss hier einen maßgeblichen Beitrag leisten. Raumplanung und Energieplanung müssen sich zur Energieraumplanung verbinden, um Energiepotenziale wie beispielsweise Abwärme intelligent nutzen zu können.

### Wie wird sich Salzburg in Zukunft weiterentwickeln, was sind die kommenden Meilensteine?

Einige Stadtumbau- und Quartiersentwicklungen sind gerade in Vorbereitung. Es wird spannend zu sehen, welche Lösungen mit den BewohnerInnen entwickelt werden. Die Verbindungen von Energie, Raumplanung und Freiraumgestaltung auf der einen und Wohnen und Mobilität auf der anderen Seite geben hier die Richtung vor. Einen weiteren Meilenstein sehe ich im angestrebten Phase-Out von Öl und Gas in der Wärmeversorgung. Antworten dazu erwarte ich mir aus dem gerade im Rahmen der „Vorzeregion Energie“ gestarteten Projekts „HeatSwap“. Und drittens könnte der Ausbau eines Stärkefelds, nämlich des Radverkehrs, Salzburg dem europäischen Spitzenfeld mit Amsterdam oder Kopenhagen näher bringen.

## Urban pv+geotherm Nachhaltige Energieerzeugung in der Stadt

Die Energieversorgung von Stadtteilen mit vor Ort verfügbarer erneuerbarer Energie stellt eine vielversprechende Option für die Stadt der Zukunft dar. Die Umsetzung von Energiekonzepten mit Photovoltaik, Solar- und Geothermie, Wärmepumpe und Großspeicher ist im dicht bebauten städtischen Gebiet eine komplexe Herausforderung. Im Projekt Urban pv+geotherm wurden von der Österreichischen Energieagentur (in Kooperation mit AEE INTEC, geohydrotherm und Ochsner Wärmepumpen GmbH) Konzepte für die energie- und kostenoptimierte Kombination aus Geothermie (mit Wärmepumpe) und Photovoltaik sowie anderen vor Ort verfügbaren erneuerbaren Energieträgern für die Beheizung und Kühlung eines Stadtentwicklungsgebiets erarbeitet. Innovative Speichertechnologien und Gebäudetechnik sind Teil der Optimierungsansätze.

### Beispiel Nordwestbahnhof Wien

Die Analysen wurden anhand des Stadtentwicklungsgebiets Nordwestbahnhof im 20. Wiener Gemeindebezirk durchgeführt. Die Experten untersuchten Optionen für die 100-prozentige Energieversorgung mit erneuerbarer „vor-Ort-Energie“ (ohne Fernwärme- oder Erdgasanschluss) in diesem neuen Stadtteil. Ab 2020 sollen am Nordwestbahnhof Neubauten mit einer Gesamtfläche von 780.000 m<sup>2</sup> errichtet werden. 68 % der Gebäude werden Wohnungen sein, der Rest verteilt sich auf Büronutzung, Schulen, Geschäfte und Restaurants. Basierend auf der Analyse der geothermischen und solaren Nutzungsmöglichkeiten sowie auf Potenzialuntersuchungen anderer vor Ort verfügbarer erneuerbarer Energieträger wurden Simulationen für verschiedene Szenarien durchgeführt.

### Ergebnisse

Als besonders vorteilhaft stellte sich das Konzept eines Anergienetzes mit Erdsondenspeichern heraus. Ein Anergienetz ist ein Niedertemperaturnetz mit Temperaturen zwischen 8°C und 20°C, in das verschiedene Wärmequellen sowie Wärmesenken eingebunden sind. Es zeigte sich, dass eine 100-prozentige Deckung des Energiebedarfs aus vor Ort verfügbaren erneuerbaren Quellen möglich ist. Als geeignete Energieträger wurden Solarenergie (z. B. PVT-Kollektoren, die PV und Solarthermie kombinieren), Abwasserenergie, Außenluft sowie Abwärme aus Kühlanwendungen identifiziert. Die Erdsondenspeicher dienen nicht als Wärmequelle, sondern als Lastausgleich, d. h. als Brückenelement zwischen Wärmeangebot und Wärmenachfrage.

Bei der ökologischen Bilanz wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Primärenergieverbrauch ermittelt. Gegenüber einer Erdgasversorgung könnten auf dem Areal des Nordwestbahnhofs im Szenario mit PVT-Kollektoren in Kombination mit dem Erdsondenspeicher jährlich 47 GWh fossile Primärenergie und 9.500 t CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Die Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ergibt mit den Mehrkosten pro Jahr (Annuitäten im Vollkostenvergleich) von Euro 580.000 im Vergleich zur konventionellen Erdgasheizung spezifische CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von etwa Euro 60 pro Tonne für das Anergienetz mit PVT-Kollektoren. ■



DI Franz Zach, Austrian Energy Agency  
franz.zach@energyagency.at, www.energyagency.at

### SMART CITY GRAZ Nachhaltige Energieerzeugung im Stadtteil

In Graz entsteht westlich des Hauptbahnhofes der erste Smart City Stadtteil. Hier werden neue Energietechnologien für intelligente, energieautarke Städte demonstriert. Das **Leitprojekt Smart City Graz** umfasst die Erprobung von innovativen Komponenten wie z. B. neue Solarmodule, solare Kühlung, urbane Solarstromerzeugung, integrierte Fassadentechnologien, Mini-Blockheizkraftwerke, Smart Heat Grids sowie die Umsetzung von Demonstrationsbauten. Herzstück ist der **Science Tower**, ein 60 Meter hoher Forschungsturm, dessen Fassade mit den neuartigen Grätzel-Photovoltaikzellen ummantelt ist. Die Fertigstellung des Gebäudes ist mit Ende 2016 geplant. Im Science Tower werden innovative Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Bereich Urban Technologies forschen und die Anwendung dieser Technologien vorantreiben. Im Rahmen des Leitprojekts entstehen außerdem eine **Energiezentrale** und ein lokales Anergienetz für die energieautonome Versorgung des Stadtteils.

Weiters sollen Wohnanlagen und gewerbliche Flächen mit innovativen Gebäudetechnologien realisiert und zukunftsfähige Mobilitätskonzepte inklusive Elektromobilität erprobt werden. Die Entwicklungen werden durch ein Stadtteilmanagement begleitet, um die Integration der neuen Strukturen in den bestehenden Stadtraum und die Akzeptanz bei den BewohnerInnen sicherzustellen.

DI Kai-Uwe Hoffer,  
Stadtbauverwaltung und Stadtentwicklung Graz  
kai-uwe.hoffer@stadt.graz.at,  
www.smartcitygraz.at



Quelle: markus pemthaler architekten zt gmbh



Video Smart City Graz:  
<https://youtu.be/OZpuO1QeXH4?list=PLL9POdqUloOK5ZG0LrZQ2kFenClSx4pxk>



Energieversorgung über Solarthermie, Gemeindeforum Hallwang, Foto: Adrian Kuster, Millstatt

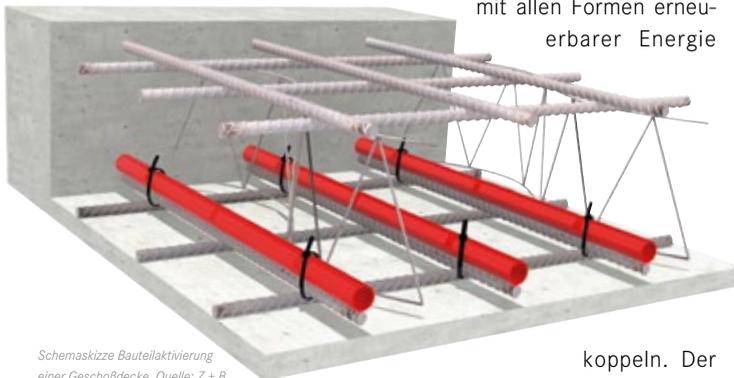


Belegung der zu aktivierenden Decke, Foto: Aichinger Hoch- u. Tiefbau GmbH

## Thermische Bauteilaktivierung Gebäude als Energiespeicher

Ein wirkungsvoller Ansatz, um die Energieeffizienz von Gebäuden zu steigern, ist die Nutzung von tragenden Bauteilen aus Beton zur Einlagerung von thermischer Energie. Bei der „thermischen Bauteilaktivierung“ (TBA) werden Rohrsysteme in großflächige Bauteile aus Beton eingelegt, durch die warmes oder kaltes Wasser geleitet wird. Das Wasser gibt die Wärme oder Kälte an den Beton ab, der mit seiner hohen Materialdichte die Energie speichert und den Raum gleichmäßig beheizt oder kühlt. TBA lässt sich optimal

mit allen Formen erneuerbarer Energie



Schematische Bauteilaktivierung einer Geschoßdecke, Quelle: Z + B

kopplern. Der zum Erwärmen oder Kühlen notwendige minimale Energieaufwand kann z. B. durch Umgebungswärme aus Geothermie oder Grundwasser, Wind, Solarenergie, Photovoltaik, Fernwärme oder mit biogenen Brennstoffen abgedeckt werden. Die aus erneuerbaren Quellen gewonnene Wärme

*„Das Heizen und Kühlen von Gebäuden mittels Bauteilaktivierung ist heute fast schon State-of-the-Art.*

*Die Speicherung alternativer Überschussenergie war bisher ein hoher Kostenfaktor. Jetzt stehen wir vor einer Revolution. Denn bei der hier eingesetzten Speichertechnologie fallen keine zusätzlichen Infrastrukturkosten an.“*

*Baurat h.c. Bmstr. DI Felix Friembichler  
Vereinigung der Österreichischen  
Zementindustrie (VÖZ)*



Foto: VÖZ

oder Kälte wird auf das notwendige Temperaturniveau gebracht und den Betonbauteilen zugeführt. Die Wärmeleitfähigkeit von Beton sorgt dafür, dass die Wärme ohne großen Widerstand und damit rasch vom Rohrregister in die thermisch aktivierten Bauteile eindringen kann. Die gute Wärmespeicherfähigkeit des Baustoffs bewirkt, dass dem „Heizkörper“ – z. B. der thermisch aktivierten Betondecke – relativ große Wärmemengen zugeführt werden können, ohne dass dadurch die Temperatur stark erhöht wird. Das System kann damit als hoch effizienter Energiespeicher für überschüssige Energie aus erneuerbaren Quellen dienen. Die Beladung des Speichers ist auch in unregelmäßigen Zeitintervallen möglich, ohne den thermischen Komfort zu stören. Bei einer genügend hohen Anzahl von Gebäuden mit thermisch aktivierbaren Bauteilen kann die Übernahme von Spitzenstrom aus erneuerbaren Energien helfen, Angebotsspitzen zu glätten und im Gegenzug den Strombedarf zu Zeiten niedrigen Angebots zu drosseln.

### Planungsleitfaden und Monitoring

Von der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ) wurde ein Planungsleitfaden erarbeitet, der die Anwendung von TBA zum Heizen und Kühlen von Gebäuden erläutert. Der Leitfaden behandelt Fragen der Bauphysik, Gebäudekonzeption, Haustechnik und Energieversorgung. Zentral ist die Berechnung der einzelnen Komponenten der TBA. Aktuell führt das Projektteam ein Monitoring bei zwei bauähnlichen, bewohnten Einfamilienhäusern mit unterschiedlichen Energiequellen (Windstrom bzw. Solarenergie) und TBA durch, um die Leistungsfähigkeit der thermischen Bauteilaktivierung zu vergleichen. Große Potenziale könnte die thermische Bauteilaktivierung auch im großvolumigen Wohnbau haben. Speziell in Ballungsräumen eröffnen sich mit dem System interessante Möglichkeiten für die ressourcenschonende Wärmeversorgung und Speicherung von erneuerbarer Energie. □



Download: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/publikationen/planungsleitfaden-energiespeicher-beton.php>



Frank Huber, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ)  
huber@zement-beton.co.at, www.zement.at

## Smart Services Geschäftsmodelle für ressourcenoptimierte urbane Energiesysteme



Stadtentwicklungsgebiet Graz-Reininghaus, Foto: Martin Grabner

Um innovative Technologien und Lösungen für die Smart City realisieren zu können, müssen neuartige Dienstleistungskonzepte und Geschäftsmodelle, sogenannte „Smart Services“, entwickelt und erprobt werden. Ein Projekt der e7 Energie Markt Analyse GmbH, das in Kooperation mit dem Energy Center Wien (TINA Vienna), dem Salzburger Institut für Raumordnung & Wohnen (SIR) und dem Institut für Städtebau der TU Graz durchgeführt wird, beschäftigt sich mit dem energiewirtschaftlichen Aspekt des Smart City Ansatzes innerhalb räumlich abgrenzbarer Stadtteile.

Das Projektteam entwickelt praxistaugliche Geschäftsmodelle für die optimierte Wärmeversorgung von Siedlungsgebieten mit vor Ort produzierter erneuerbarer Energie. Unter Smart Services verstehen die ExpertInnen Dienstleistungspakete, die die Integration von Energienachfrage und Energieerzeugung in ein Gesamtkonzept für die jeweilige Siedlung oder den Stadtteil ermöglichen.

*„Wohnbauträger haben eine Schlüsselrolle in der nachhaltigen Stadtentwicklung. Versorgungslösungen mit erneuerbaren Energien müssen nicht mehr kosten, als herkömmliche Konzepte. Das zeigen unsere Lebenszykluskostenanalysen.“*

DI Walter Hüttler  
Geschäftsführer  
e7 Energie Markt Analyse GmbH



Foto: e7 Energie Markt Analyse GmbH

### Anwendungsbeispiele

Im Rahmen des Projekts werden Smart Services für konkrete Anwendungen in drei österreichischen Stadtentwicklungsgebieten erarbeitet und in einem umfassenden Stakeholder-Prozess auf ihre Praxistauglichkeit überprüft.

Für einen neuen Stadtteil in **Wien Donaufeld** mit insgesamt 6.000 Wohnungen gibt es die Option eines Niedertemperatur-Nahwärmenetzes mit Wärmepumpen und Erdsonden, welches das gesamte Areal mit erneuerbarer Energie beliefern könnte. Das Konzept wurde von Experten von e7 technisch und ökonomisch geprüft und als machbar angesehen. Im Rahmen des Projekts wird ein Finanzierungskonzept erarbeitet, wobei eine Kombination aus Projektfinanzierung, Bürgerbeteiligung und Finanzierungsbeitrag durch Bauträger für dieses Vorhaben geeignet erscheint.

Im Stadtentwicklungsgebiet **Graz Reininghaus** soll die Abwärme und -kälte aus den umliegenden Industrie- und Gewerbebetrieben (Marienhütte, Stamad und Erber Brunnen) genutzt werden. Zusätzlich könnten auf Dach- und Fassadenflächen Photovoltaikmodule installiert werden, die zur Stromversorgung der Wärmepumpen bzw. der Allgemeinanlagen dienen. Als Geschäftsmodell könnte hier eine All-in-One-Variante gewählt werden, da der Investor über eine eigene Betriebsführungsgesellschaft verfügt.

Die Direktnutzung von PV-Strom wird am Beispiel des Wohnareals **Sonnengarten Limberg in Zell am See** mit 200 Wohnungen geprüft. Dazu werden mehrere Optionen analysiert, wie der Strom aus einer 900 m<sup>2</sup> großen PV-Anlage (140 kWp) direkt vor Ort – möglichst ohne Zwischenspeicherung – verbraucht werden kann. Die Wärmeversorgung soll hier an einen Contractor ausgeschrieben werden. ■



DI Stefan Amann, e7 Energie Markt Analyse GmbH  
stefan.amann@e-sieben.at.at, www.e-sieben.at



Die Stadt als Kraftwerk – PV-Anlage der Wien Süd in 1230 Wien, Foto: Wien Süd



PV-Anlagen am Fachmarktzentrum in Klagenfurt, Foto: IEV AG

## Strombiz Geschäftsmodelle für die dezentrale Stromerzeugung und -distribution

Bisher kann dezentral erzeugter Strom aus Photovoltaik (PV) nur vom Eigentümer der Liegenschaft selbst verwendet oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Es gibt keine geeigneten Geschäftsmodelle, um Wohnungsmieter, Wohnungseigentümer bzw. gewerbliche Nutzer in großvolumigen Gebäuden direkt zu beliefern oder den vor Ort erzeugten Strom über Mikronetze an benachbarte Liegenschaften zu verteilen.

Die technische, wirtschaftliche und rechtliche Machbarkeit solcher Geschäftsmodelle wurde in einer Studie des IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH in Kooperation mit ExpertInnen aus Wissenschaft, Recht, Energie- und Bauwirtschaft umfassend untersucht. Basierend auf konkreten Anwendungsfällen wurden insgesamt sieben Modelle entwickelt, getestet und dokumentiert. Für die allgemeinen Teile eines großvolumigen Wohnbaus kann der dezentral erzeugte Strom aus erneuerbaren Quellen schon heute genutzt werden. Die direkte Belieferung von einzelnen Wohnungen stößt allerdings auf rechtliche Barrieren.

### Technische und wirtschaftliche Machbarkeit

Technisch sind entsprechende Lösungen heute bereits realisierbar. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit konnte gezeigt werden, dass durch immer kostengünstigere Komponenten Amortisationszeiten von unter 15 Jahren auch ohne geförderte Einspeisetarife darstellbar sind. Für größere PV-Gemeinschaftsanlagen (ab ca. 25 kWp) sind Amortisationszeiten von unter 10 Jahren erreichbar.



Dr. Wolfgang Amann, IIBW Inst. für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH  
amann@iibw.at, www.iibw.at



Porsche-Viertel in Wiener Neustadt, Foto: Wien Süd



PV-Anlage im Porsche-Viertel Wiener Neustadt, Foto: Wien Süd

### Rechtliche Reformen

Die wesentlichen Hemmnisse für die Umsetzung der Geschäftsmodelle liegen im energie-, wohn- und konsumentenschutzrechtlichen Bereich. Im Rahmen der Studie wurden die vielfältigen rechtlichen Rahmenbedingungen analysiert und Empfehlungen ausgearbeitet. Es besteht großer Reformbedarf beim Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz (EIWOG), um die Potenziale der „vor-Ort“-Nutzung von PV-Strom in Zukunft ausschöpfen zu können. Bei Gemeinschaftsanlagen wird in vielen Konstellationen der Bauherr zum Stromerzeuger und -lieferanten, womit sich neue rechtliche Fragen ergeben. Auch andere energierechtliche Regelungen (z. B. freie Lieferantenwahl, zwingend eigener Zählpunkt pro Wohnung etc.) erschweren die Umsetzung.

### Potenziale

Einige Modelle, z. B. wohnungsweise zugeordnete, von NutzerInnen gepachtete PV-Kleinanlagen oder pauschale Nutzverträge (z. B. für Studentenwohnheime oder Pflegeheime) können nach heutigem Recht bereits realisiert werden. Mit moderaten energierechtlichen Änderungen wäre die kaufmännisch-bilanzierte Weitergabe von PV-Erträgen an Haushalte umsetzbar. Dabei ordnet der Netzbetreiber innerhalb einer Kundenanlage die Erträge aus der PV-Gemeinschaftsanlage bilanziell den einzelnen Haushalten zu. Großes Potenzial sehen die ExpertInnen im gemeinnützigen Bestand und Neubau. Wenn passende Geschäftsmodelle für diesen Sektor vorliegen, ist hier mit einer raschen Marktdurchdringung zu rechnen. ■



Foto: AIT/Zinner

**Dr. Brigitte Bach**  
**Head of Energy Department**  
**AIT Austrian Institute**  
**of Technology**

**Sie sind als Expertin im Rahmen internationaler Forschungsinitiativen zum Thema Smart City tätig. Welche Ziele verfolgen die europäischen Aktivitäten in diesem Forschungsfeld?**

Um tiefgreifende Innovationen auf lange Sicht realisieren zu können, sind klare Strategien in Forschung und Entwicklung notwendig. Ein zentrales Instrument ist der Europäische Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan), der die europäische F&E Politik im Bereich Energie bis 2050 und darüber hinaus nachhaltig prägen wird. Smart Cities bilden in dieser Strategie für die Entwicklung und Verbreitung von kohlenstofffreien Energietechnologien einen wichtigen Schwerpunkt und sind bereits Thema zahlreicher eigenständiger Initiativen und Programme. Österreich spielt in vielen davon eine aktive Rolle, etwa in der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP) für Smart Cities and Communities, der Joint Programming Initiative Urban Europe oder dem Joint Programme Smart Cities im Rahmen der European Energy Research Alliance (EERA).

**Was sind die erfolgversprechendsten Konzepte, um die Energieeffizienz einer Stadt zu steigern?**

Eine massive Steigerung der Effizienz auf allen Infrastrukturebenen ist möglich. Zum Beispiel durch die verstärkte Nutzung von urbanen Abwärmequellen wie Industrieprozessen, durch thermische

Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand oder die forcierte Umsetzung des Passivhausstandards bei Neubauten. Ebenso wichtig ist die Einbindung erneuerbarer Energiesysteme im urbanen Raum durch verstärkte Integration von Photovoltaikanlagen, Solarkollektoren oder auch Windturbinen in Wohn-, Büro- oder Industriegebäuden. Damit werden Gebäude auf lange Sicht zu Plusenergiehäusern, die mehr Energie produzieren als sie verbrauchen und selbst Strom und Wärme ins Netz einspeisen können. Sie übernehmen auf lange Sicht die Rolle eines aktiven Players im Energiesystem. In Zukunft wird es aber aufgrund dieser Entwicklungen notwendig sein, bidirektionale Energieflüsse unter Berücksichtigung von Angebot und Nachfrage zu steuern und zu lenken.

**Wie kann es gelingen, Einzellösungen zu integrierten urbanen Gesamtsystemen zusammenzuführen?**

Die Smart City der Zukunft muss noch viel stärker als heute als Gesamtsystem betrachtet werden, in dem Gebäude und Industrie ebenso berücksichtigt werden müssen wie die Energieversorgung, die thermischen und elektrischen Netze und auch die Mobilität, in der unter anderem Elektrofahrzeuge eine immer wichtigere Rolle spielen werden. Der Grundstein für mehr Energieeffizienz und Nachhaltigkeit wird durch die konkrete Umsetzung in Demoprojekten gelegt, die auf innovatives Design und intelligenten Betrieb des gesamten urbanen Energiesystems mit all seinen Wechselwirkungen abzielen.

*Dr. Brigitte Bach ist im Rahmen internationaler Forschungsinitiativen zum Thema Smart City tätig. Sie wurde im März 2016 als Vorsitzende der Advisory Group on Energy wiedergewählt. Das hochrangig besetzte ExpertInnengremium berät die Europäische Kommission in der strategischen Gestaltung der Energieforschung.*

**energy innovation austria** stellt aktuelle österreichische Entwicklungen und Ergebnisse aus Forschungsarbeiten im Bereich zukunftsweisender Energietechnologien vor. Inhaltliche Basis bilden Forschungsprojekte, die im Rahmen der Programme des bmvit und des Klima- und Energiefonds gefördert wurden. [www.energy-innovation-austria.at](http://www.energy-innovation-austria.at) [www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at) [www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at)

### Informationen:

#### Nationale und Internationale Smart Cities Programme

##### Stadt der Zukunft Programm des bmvit

<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz>

##### Smart-Cities-Initiative des Klima- und Energiefonds

[www.smartcities.at](http://www.smartcities.at)

##### Joint Programming Initiative (JPI) Urban Europe

<http://jpi-urbaneurope.eu/about/what/>

<http://jpi-urbaneurope.eu/enscc/>

##### ERA-NET COFUND „Smart Cities and Communities“

[www.smartcities.at/europa/transnationale-kooperationen/era-net-cofund-smart-cities-and-communities/](http://www.smartcities.at/europa/transnationale-kooperationen/era-net-cofund-smart-cities-and-communities/)

##### Joint Programme Smart Cities im Rahmen der European Energy Research Alliance (EERA)

[www.eera-sc.eu](http://www.eera-sc.eu)

##### IEA Forschungskoooperation

[www.nachhaltigwirtschaften.at/iea](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/iea)

##### IEA-EBC Annex 63:

##### „Umsetzung von Energiestrategien in Gemeinden“

<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologie-programme/ebc/iea-ebc-annex-63.php>

#### IMPRESSUM

**Herausgeber:** Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Radetzkystraße 2, 1030 Wien, Österreich) gemeinsam mit dem Klima- und Energiefonds (Gumpendorfer Straße 5/22, 1060 Wien, Österreich)

**Redaktion und Gestaltung:** Projektfabrik Waldhör KG, 1010 Wien, Am Hof 13/7, [www.projektfabrik.at](http://www.projektfabrik.at)

**Änderungen Ihrer Versandadresse bitte an:** [versand@projektfabrik.at](mailto:versand@projektfabrik.at)