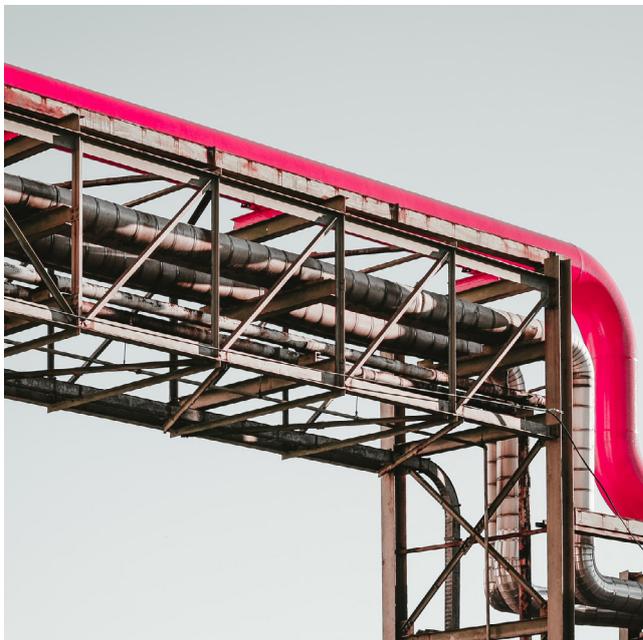


Ergebnisband

Urbane Wärme und Kälte

Ergebnisse aus dem Forschungs- und Technologieprogramm
„Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie



Berichte aus Energie- und Umweltforschung

1/2021

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Die Fotos wurden, soweit nicht anders angegeben, von den ProjektnehmerInnen zur Verfügung gestellt.

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:

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

Ergebnisband Urbane Wärme und Kälte

Ergebnisse aus dem Forschungs- und Technologieprogramm
„Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz,
Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Redaktionelle Gestaltung:
Bianca Pfefferer, MSc
Mag. (FH) Hannes Warmuth
Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT)

Texte aus den Projektberichten

Wien, Dezember 2020

Ein Ergebnisband im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Ergebnisband stellt die Ergebnisse abgeschlossener Projekte aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) vor. Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung von allen betroffenen Bereichen wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMK publiziert und elektronisch über die Plattform www.HAUSderZukunft.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und AnwenderInnen eine interessante Lektüre.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Inhalt

VORBEMERKUNG	5
WÄRME- UND KÄLTENETZE	9
Baukastensystem für Wärmenetze	10
Einbindung von Wärmepumpen in Wärmenetze	11
ENERGIEBEREITSTELLUNG	13
Wärmeversorgung für die Stadt	14
Erdwärmennutzung in Städten	15
Anwendungsrichtlinien für Wärmeversorgungskonzepte	16
Industrielle Energienutzung	17
Planungstool für solares Heizen und Kühlen	18
Industrielle Abwärme für Fernwärmenetze	19
WÄRMESPEICHER	21
Thermochemische Speichertechnologien	22
Speichernutzung zur Reduktion von Netzverlusten	23



© PEXELS, DARIA SHEVTSOVA

WÄRME- UND KÄLTENETZE

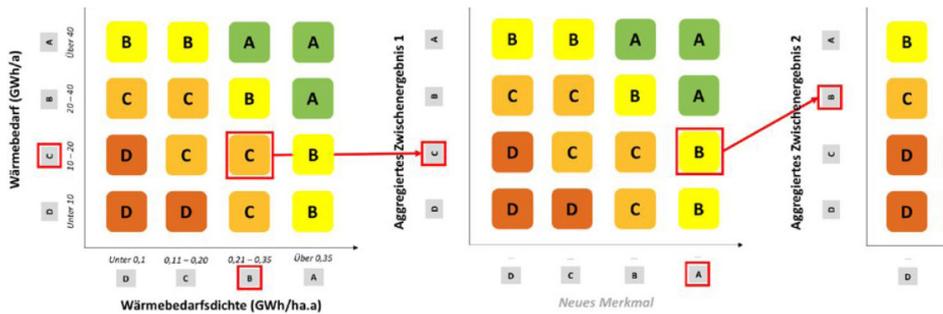
Wachsende Ballungsräume erfordern zunehmend eine abgestimmte Stadtentwicklung hinsichtlich Raumplanung und der Einbindung nachhaltiger Energie- und Versorgungskonzepte. Netze müssen erneuerbare Erzeugungskapazitäten aufnehmen können, die Nutzung von Abwärmepotenzialen ermöglichen und gleichzeitig Versorgungssicherheit garantieren. Dafür ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise erforderlich.

In diesem Kapitel werden eine Methode zur Erarbeitung strategischer Entscheidungshilfen für städtische Energieraumplanung vorgestellt sowie Geschäftsmodelle, welche eine wirtschaftliche Integration von Wärmepumpen in städtische Wärmenetze zur Nutzung von Synergien zwischen Wärme- und Strommarkt erlauben.

Baukastensystem für Wärmenetze

Eco.District.Heat - Potenziale und Restriktionen leitungsgebundener Wärmeversorgung in Stadtquartieren

Ziel des Projektes Eco.District.Heat ist es, eine strategische Entscheidungshilfe für österreichische Städte zu entwickeln, mit der das Themengebiet leitungsgebundene Wärme- (und Kälte-) Versorgung in städtischen Energiekonzepten in Abstimmung mit energieraumplanerischen Fragestellungen aus ganzheitlicher Perspektive bearbeitet werden kann.



Keywords

- Wärmenetze
- Entscheidungshilfe
- Energieraumplanung

Factbox

- Eignungsprüfung einer langfristigen Versorgung von (Stadt-)quartieren mit leitungsgebundener Wärme und Kälte aus energieraumplanerischer Sicht
- energieraumplanerische Entscheidungshilfe für Gemeinden, Energieversorger und Bauträger
- systemtheoretische Betrachtung zur Verschneidung sowohl raumplanerischer und energetischer als auch materieller, ökologischer und ökonomischer Aspekte
- Fallstudienanalyse zeigt, dass trotz Energieeinsparung leitungsgebundene Wärme- und Kälteversorgung nicht nur in städtischen Agglomerationen langfristig sinnvoll ist.

Projektleitung

Univ.-Prof. DI Dr. Gernot Stöglehner
Universität für Bodenkultur Wien

ProjektpartnerInnen

- Österreichische Energieagentur
- Ressourcen Management Agentur

Ballungsräume wachsen. Hinsichtlich der Stadtentwicklung sind Fragen bezüglich der Wahl geeigneter technologischer Netzwerke für die Wärme- und Elektrizitätsversorgung noch nicht ausreichend geklärt. Einerseits ist die Erzielung von Energieüberschüssen aus Plusenergiehäusern möglich, andererseits verfügt die Stadt über erhebliche Abwärmepotenziale aus Elektrizitätsgewinnung, Müllverbrennung, Industrie und abwassertechnischer Infrastruktur, die über Fernwärmenetze nutzbar gemacht werden können.

Das Projekt Eco.District.Heat schafft mit der Entwicklung einer strategischen Entscheidungshilfe für österreichische Städte die Grundlage für eine fundierte Auseinandersetzung mit dem Themenbereich „leitungsgebundene Wärme- (und Kälte-) Versorgung“. Aufbauend auf einer systemtheoretischen Betrachtung werden Entwicklungsszenarien bis 2050 definiert und Stadtraumtypen charakterisiert. Basierend auf der Charakterisierung erfolgt eine qualitative sowie quantitative Bewertung im Sinne eines Baukastensystems auf vier Ebenen:

1. Raumplanung und Energie
2. Kosten
3. Ressourcen sowie
4. Umwelt und Klima

Die Projektergebnisse sind in einem Strategiepapier und in zielgruppenspezifischen Informationspaketen sowie als Entscheidungshilfe für städtische Energieplanung in einem Baukastensystem zusammengefasst. Mit der Baukastenmethodik können bestehende oder geplante Stadtquartiere modelliert und anhand von quantitativen und qualitativen Kriterien in Hinblick auf ihre langfristige Versorgung mit leitungsgebundener Wärme- (und Kälte-) Versorgung analysiert werden. Damit sind die Ergebnisse in der Stadtplanung und Stadtgestaltung in Österreich breit anwendbar.

Mit Hilfe der Ergebnisse können Gemeinden die für Wärmenetze geeigneten Gebiete identifizieren und gegebenenfalls den Anteil angeschlossener Gebäude an bereits vorhandene Netze erhöhen. Die örtliche Raumplanung kann gezielt auf die Erfordernisse von Wärmenetzen Rücksicht nehmen, womit maßvoll verdichtete, sinnvoll funktionsgemischte Strukturen forciert werden. Weiterer Forschungsbedarf wird in einer breiteren Anwendung des Eco.District.Heat-Baukastens und einer kontinuierlichen Verbesserung der Methodik gesehen.

Einbindung von Wärmepumpen in Wärmenetze

fit4power2heat - Sondierung zur Realisierung des Wärmepumpenpooling für städtische Wärmenetze

Die Integration von Wärmepumpen kann die Wirtschaftlichkeit bestehender Wärmenetze erhöhen und gleichzeitig den hohen Kosten für den Ausbau der Stromnetze entgegenwirken. Ziel des Projektes ist es, innovative Geschäftsmodelle für kleine und mittlere städtische Wärmenetze zu entwickeln, insbesondere hinsichtlich der Synergien zwischen Wärme- und Strommarkt. Hauptfokus ist die Anwendung eines Wärmepumpen-Poolings über mehrere Wärmenetze.

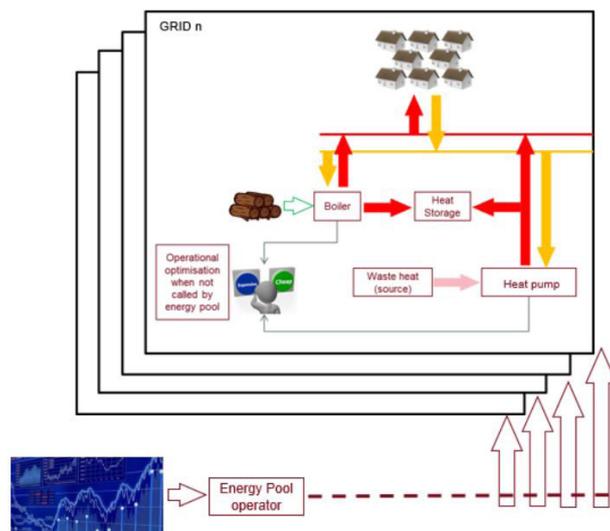


Abbildung 5: Schematisches Projektkonzept

Die massive Entwicklung von erneuerbaren Erzeugungskapazitäten führt im österreichischen Stromnetz zu massiven Herausforderungen, es werden zunehmend Flexibilitätsoptionen notwendig. Der Fernwärmemarkt hingegen sieht sich mit einer großen Zahl an kleinen und mittleren Biomasseanlagen konfrontiert, wobei viele dieser Anlagen am Ende ihrer technischen Lebensdauer angelangt sind. Zusätzliche Herausforderungen bestehen in sich ändernden Marktbedingungen, was in einer reduzierten Wirtschaftlichkeit der Anlagen sowie einer unsicheren Zukunftsperspektive resultiert.

Ziel des Projektes ist es, innovative Geschäftsmodelle für eine wirtschaftliche Integration von Wärmepumpen in kleinen und mittleren städtischen Wärmenetzen zu entwickeln und zu bewerten, insbesondere hinsichtlich der Synergien aus dem Wärme- und Strommarkt. Hauptfokus ist die Anwendung eines Wärmepumpen-Poolings über mehrere Wärmenetze, um somit die Anforderungen des Regener-

giemarktes hinsichtlich der Verfügbarkeit von Stromabnahme zu garantieren.

Die im Rahmen des Projektes entwickelten technischen Lösungen ermöglichen eine Reduktion der Wärmeerzeugungskosten um bis zu 28 % gegenüber einem Baseline-Szenario ohne Wärmepumpe. Die entwickelten Geschäftsmodelle weisen ein attraktiveres Ergebnis vor Zinsen und Steuern (EBIT) als das Baseline-Szenario auf (bis zu 8 % höher).

Neben weiteren Untersuchungen sind auch Demonstrationsprojekte erforderlich. Die Weiterentwicklung der Kommunikationsinfrastruktur, Regelungs- und Prognosealgorithmen ist entscheidend für eine erfolgreiche Umsetzung von Geschäftsmodellen zur Flexibilisierung der Wärmepumpe und damit ihrer optimierten Fahrweise. Zukünftige Veränderungen der Strommärkte sollten ebenfalls detailliert verfolgt werden, um ihre Auswirkungen auf die vorgeschlagenen Geschäftsmodelle zu quantifizieren.

Keywords

- Wärmepumpen
- Wärmenetze
- Regenergie

Factbox

- Durch die Integration von Wärmepumpen und deren Pooling können Wärmenetze an kurzfristigen Strommärkten teilnehmen.
- Der Betrieb der Erzeuger und Speicher sowie Gebotsstrategien wurden mit mathematischen Modellen optimiert.
- Gegenüber einem reinen Biomassebetrieb können die Wärmeerzeugungskosten um bis zu 28% reduziert und ein bis zu 8% höheres Ergebnis vor Zinsen und Steuern (EBIT) erzielt werden.
- Gleichzeitig werden die Lebensdauer der Kessel erhöht sowie Kapazitäten für den Anschluss neuer Kunden geschaffen.

Projektleitung

Dipl. Ing. Johanna Spreitzhofer
Austrian Institute of
Technology GmbH

ProjektpartnerInnen:

- ENGIE Gebäudetechnik GmbH
- ENGIE Energie GmbH



ENERGIEBEREITSTELLUNG

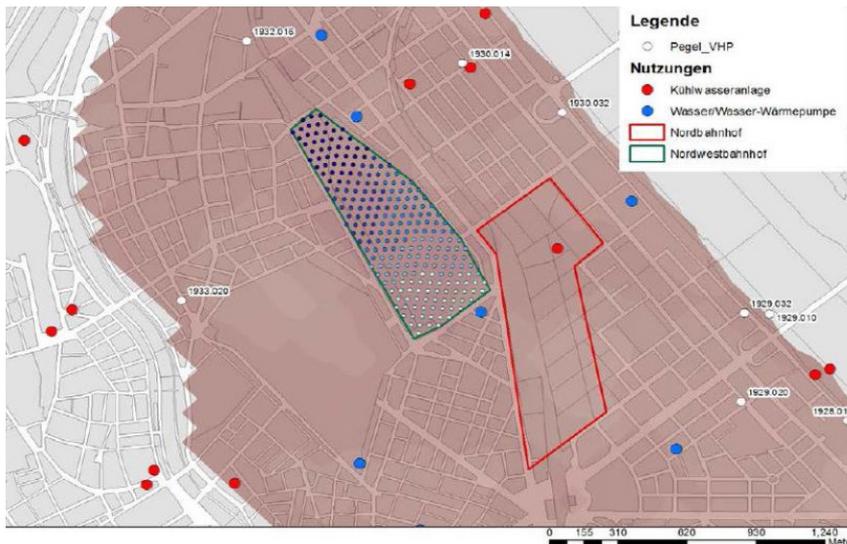
In dicht bebauten städtischen Gebieten ist das Platzangebot und die Ressourcenverfügbarkeit zur Nutzung erneuerbarer Energieträger oft eingeschränkt. Andererseits stehen Energiequellen wie Abwärme oder Umgebungswärme zur Verfügung, welche mitunter nicht optimal ausgeschöpft oder in das System integriert werden.

Nachfolgend werden verschiedene Konzepte zur energie- und kostenoptimalen Beheizung (und Temperierung) mittels Solarenergie und Erdwärme sowie die Einbindung in Anergienetze und Speichersysteme beschrieben. Außerdem werden Nutzungsmöglichkeiten industrieller Überschussenergien sowie regenerativer Energieträger im industriellen Bereich analysiert und eine Merit-Order für Regenerationswärme vorgestellt.

Wärmeversorgung für die Stadt

urban pv+geotherm - Innovative Konzepte zur Versorgung großvolumiger städtischer Gebäude/Quartiere mit PV und Geothermie

Im städtischen Bereich ist die Nutzung erneuerbarer Energien oft problematisch. Ziel war die Erarbeitung von Konzepten zur energie- und kostenoptimierten Beheizung (und ggf. Kühlung) mittels Geothermie und Photovoltaik für großvolumige Gebäude im städtischen Bereich. Mit den Projekterkenntnissen wird es in Zukunft leichter sein, im urbanen Bereich die Nutzung erneuerbarer Energieträger ökologisch und ökonomisch sinnvoll zu planen.



Keywords

- Energiekonzepte
- Wärmeversorgung
- Stadtgebiet

Factbox

- Im urbanen Raum ist das Potenzial lokaler Quellen für die thermische Energieversorgung durch Niedertemperaturnetze (Anergienetze) hoch, Eigenabdeckung in Neubaugebieten ist möglich.
- Niedrige Systemtemperaturen sind wesentlich.
- Vorteilhaft sind Gebiete mit gemischter Nutzung (Energieraumplanung).
- Außenluft, Abwasser und Solarenergie haben in Verbindung mit geothermischen Saisonspeichern das höchste Energiepotenzial.
- PVT-Kollektoren sind in Anergienetzen eine wirtschaftlich konkurrenzfähige Form der Solarenergienutzung.

Projektleitung

DI Franz Zach
Österreichische Energieagentur

ProjektpartnerInnen

- Ochsner Wärmepumpen GmbH
- geohydrotherm
- AEE INTEC

Die Umsetzung eines Energiekonzepts mit Photovoltaik, Geothermie, Wärmepumpe und Großspeicher ist vor allem im dicht bebauten städtischen Gebiet eine Herausforderung, weil das Platzangebot und die Ressourcen begrenzt sind. Fehlerhafte Planung und Ausführung verursachen deutlich niedrigere Arbeitszahlen bzw. Nutzungsgrade der Wärmepumpen von geothermischen Anlagen als theoretisch möglich wäre.

Ziel des Projekts war die Erarbeitung von Konzepten für die energie- und kostenoptimierte Kombination von Geothermie (mit Wärmepumpe) und Photovoltaik sowie anderer vor Ort verfügbarer erneuerbarer Energieträger für die Beheizung und Kühlung im urbanen Raum. Analysen wurden anhand des Stadtentwicklungsgebiets Nordwestbahnhof im 20. Wiener Gemeindebezirk durchgeführt, für das der Bebauungsplan im Wesentlichen feststeht, aber noch kein Energiekonzept ausgearbeitet wurde.

Zunächst erfolgte eine Analyse der geothermischen und solaren Nutzungsmöglichkeiten sowie Potenzialuntersuchungen anderer vor Ort verfügbarer erneuerbarer Energieträger. Auf Basis von Szenarien

wurden Simulationen und Optimierungen durchgeführt. Die Ergebnisse der technischen Machbarkeit, der Systemauslegung sowie der ökonomischen und ökologischen Vergleiche wurden vor der Publikation in einem Beirat diskutiert.

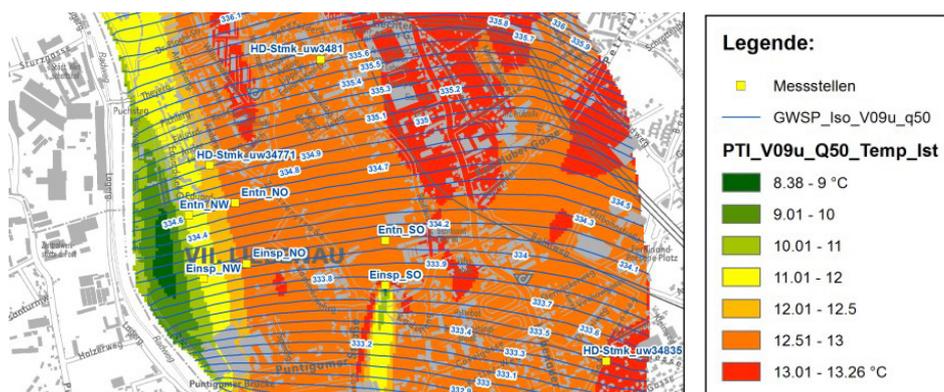
Das Konzept des Anergienetzes, ein Niedertemperatur-Verteilnetz, an das verschiedene Wärmequellen sowie Wärmesenken angeschlossen sind, mit Erdspeichern ist dabei besonders vorteilhaft. Die vor Ort verfügbaren erneuerbaren Energieträger sind in ausreichendem Maße vorhanden, um den Energiebedarf decken zu können. Als Energiequellen wurden Solarenergie, Abwasser, Außenluft und Abwärme aus Kühlanwendungen identifiziert. Die Erdspeichern dienen als Lastausgleich, als Brückenelement zwischen Wärmeangebot und -nachfrage. Die Mehrkosten gegenüber einer Gasversorgung sind moderat. Die Realisierung solcher Konzepte ist daher technisch machbar, ökologisch vorteilhaft und wirtschaftlich konkurrenzfähig.

Für die verstärkte Umsetzung solcher Energiekonzepte wäre zukünftig eine Förderung aller in der Stadt verfügbarer erneuerbarer Energiequellen wünschenswert.

Erdwärmennutzung in Städten

Manage_GeoCity - Entwicklung einer Methodik zur koordinierten Nutzung und Bewirtschaftung der oberflächennahen Erdwärme in urbanen Räumen

Anhand der Modellregion Graz wurde eine Methodik für die koordinierte Nutzung und Bewirtschaftung oberflächennaher Erdwärme für Wärme- und Kühlanwendungen sowie saisonaler Speicherung in urbanen Räumen entwickelt. Dabei wurden Grundwasserströmungen, unterschiedliche geologische Verhältnisse, Wärme- und Kühlbedarf, Wärmeeintrag von Solaranlagen und betrieblicher Abwärme und Möglichkeiten der saisonalen Speicherung von Wärme im Untergrund berücksichtigt.



Zahlreiche Wärmequellen in Stadtgebieten verursachen einerseits eine Aufwärmung des Untergrunds und Grundwassers und haben teilweise negative Auswirkungen auf die Grundwasserqualität. Andererseits stellt diese Erwärmung ein Potenzial für geothermische Wärme- und Kältenutzung dar. Vor allem in urbanen Gebieten besteht das Problem, dass eine unkoordinierte Nutzung sehr rasch zu einer gegenseitigen Beeinflussung und somit zu einer ineffizienten Bewirtschaftung führen kann. Das Projektziel war die Entwicklung einer Methodik für die koordinierte Nutzung und Bewirtschaftung oberflächennaher Erdwärme für Wärme- und Kühlanwendungen in urbanen Räumen. Dabei wurden mittels Fallbeispielen Grundwasserströmungen, unterschiedliche geothermische Verhältnisse des Untergrundes, Wärme- und Kühlbedarf, Wärmeeintrag von Solar- und Abwärme und Möglichkeiten der saisonalen Speicherung von Wärme im Untergrund berücksichtigt.

Dazu wurden unterirdische Gunstzonen für oberflächennahe und grundwasserbürtige Erdwärme für die Modellregion ausgewiesen. In diesen Gunstzonen wurden drei Fallbeispiele identifiziert und Wärme- und Kühlbedarfsanalysen durch-

geführt. Das vorliegende Wärme- und Kältepotenzial des Untergrunds wurde dem Wärme- und Kühlbedarf gegenübergestellt. Die Fallbeispiele wurden technisch, ökonomisch und ökologisch bewertet und für ausgewählte Anwendungsgebiete in den Gunstzonen hochgerechnet. Ein zentrales Thema war die Berücksichtigung der thermischen und wasserwirtschaftlichen Bestandssituation und die Analyse der diesbezüglichen Verbesserungsmöglichkeiten und Nutzungsoptimierung.

Das Ergebnis des Projektes ist eine Methodik für die koordinierte Nutzung und Bewirtschaftung oberflächennaher Erdwärme für Wärme- und Kühlanwendungen in urbanen Räumen, die die Grundlage für zukünftige Nutzungs- und Bewirtschaftungspläne für Städte und Stadtgebieten bildet.

Zukünftige Forschungsthemen sind u.a. die Erstellung einer zentralen „Energiebedarfsdatenbank“ als Grundlage für die städtische Energieraumplanung, die Berücksichtigung der Wärmeeinbringung durch tiefe Einbauten in der Grundwassermodellierung, Untersuchungen zur Grundwasserneubildung in urbanen Gebieten und begleitende Forschungsarbeiten zur Errichtung von saisonalen Speichern im Untergrund.

Keywords

- Erdwärme
- Wärmespeicher
- Modellierung

Factbox

- Heizen mit Wärmepumpen kann eine deutliche Abkühlung des Grundwassers bewirken
- Fallbeispiel mit Erdwärmesondenfeld: räumliche Auswirkungen im Erdreich sind begrenzt (keine signifikanten Temperaturänderungen in einer Entfernung von 50 m)
- Art der Strombereitstellung hat wesentlichen Einfluss auf die Treibhausgasemissionen der Wärmepumpensysteme
- Optimierte Energiekonzepte für die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der untersuchten Konzepte notwendig

Projektleitung

DI (FH) DI Johanna Pucker-Singer
JOANNEUM RESEARCH For-
schungsgesellschaft mbH

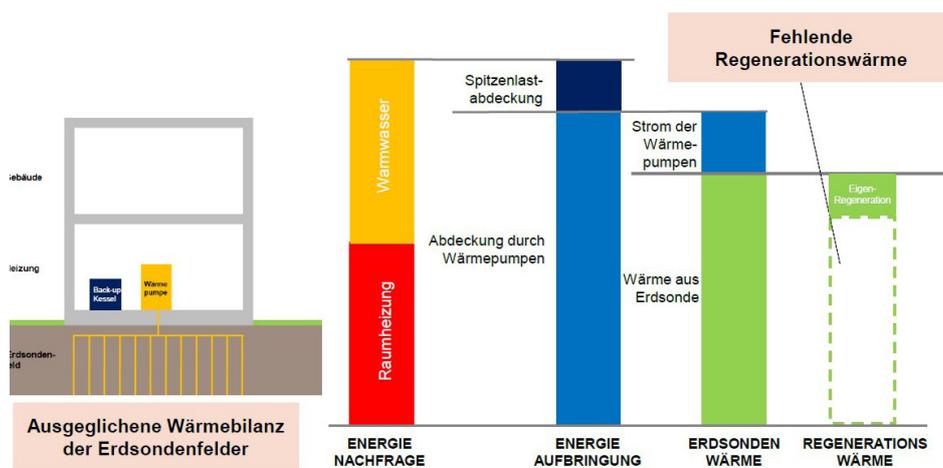
ProjektpartnerInnen

- Grazer Energieagentur GmbH

Anwendungsrichtlinien für Wärmeversorgungskonzepte

ecoRegeneration: Entwicklung einer „Merit-Order“ bei Regenerationswärme für Erdsondenfelder in urbanen Wohngebieten

In urbanen Wohngebieten gibt es zu wenig aktiv-gekühlte Nutzungen, um die Abwärme des Kühlprozesses als erforderlich Regenerationswärme für Erdsondenfelder verwenden zu können. Das Projekt prüft verschiedene Optionen (Abwärme von Gewerbenutzungen in Erdgeschoßzonen, gezielte Ansiedelung von Datenzentren, zusätzliche Installation von Wärmebereitstellungssystemen) innerhalb des Siedlungsgebietes, erarbeitet Geschäftsmodelle und bewertet den Wärmepreis sämtlicher Lösungen, sodass eine Art „Merit-Order“ für Regenerationswärme erstellt werden kann.



Erdsondenfelder müssen thermisch regeneriert werden, damit die Temperatur des Erdreichs nicht stetig abnimmt und sich die Effizienz des Systems verschlechtert. Da in urbanen Wohngebieten zu geringer Kühlbedarf für die Abwärmenutzung des Kühlprozesses zur Regeneration der Erdsonden vorliegt, sind zusätzliche Lösungen erforderlich.

Ziel des Projektes war die Entwicklung von technisch-ökonomischen Grundlagen für die Erzeugung von Regenerationswärme in urbanen Wohngebieten. Dies beinhaltet Informationen zu technischen Eckdaten, Kostendaten, Geschäftsmodellen sowie die Berechnung einer Art „Merit-Order“ für Lösungen zu Regenerationswärme (Abwärme aus Gewerbebetrieben und Datacenter, Hybridkollektoren, Solarabsorber).

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung basiert auf unterschiedlichen Szenarien für Gebäudegrößen und Optionen zur Regeneration. Kostendaten für die Anfangsinvestition sowie für den Betrieb wurden ermittelt. Mit diesen Daten und der Annahme von Berechnungspara-

metern wurde eine Wirtschaftlichkeitsrechnung nach ÖNORM M 7140 realisiert. Die technischen Konzepte wurden mit Stakeholdern diskutiert oder bei realen Machbarkeitsstudien eingesetzt und im Planungsprozess evaluiert.

Die Ergebnisse sind Anwendungsrichtlinien und eine „Merit-Order“ für kostengünstige Regenerationswärme in urbanen Wohngebieten als Hilfestellung für Stadtverwaltungen, Bauträger und Planer. Mit diesen Informationen soll eine einfachere Realisierung von erneuerbaren Wärmeversorgungs-konzepten in urbanen Wohngebieten forciert werden.

Abgesehen von wirtschaftlichen Gesichtspunkten werden sich künftig vermehrt organisatorische Fragen stellen. Mit Unterstützung von Gebietskörperschaften sollten Anforderungen an Bauträger gesetzt werden, um diese Konzepte leichter realisieren zu können und um eine koordinierte, unabhängig Instanz zu bestellen, die für den größeren Abstimmungsaufwand schon ganz zu Beginn der Planung des Stadtentwicklungsgebietes steuernd tätig ist.

Keywords

- Regenerationswärme
- Erdwärmesonden
- Geschäftsmodell

Factbox

- Konzepte mit Wärmepumpe und Erdsonden bieten geeignete regenerative Lösungen für die Wärme- und Kälteversorgung.
- In urbanen Wohngebieten ist ein zu geringer Kühlbedarf vorhanden, um Erdsonden saisonal thermisch ausgeglichen bilanzieren zu können. Hier sind aktive Lösungen oder Technologien zur thermischen Regeneration notwendig.
- Gewerbeflächen im Erdgeschoß von Wohngebäuden (z.B. Supermärkte) werden aktiv gekühlt. Die entnommene Wärme kann zur thermischen Regeneration genutzt werden.

Projektleitung

DI Gerhard Hofer
e7 Energie Markt Analyse GmbH

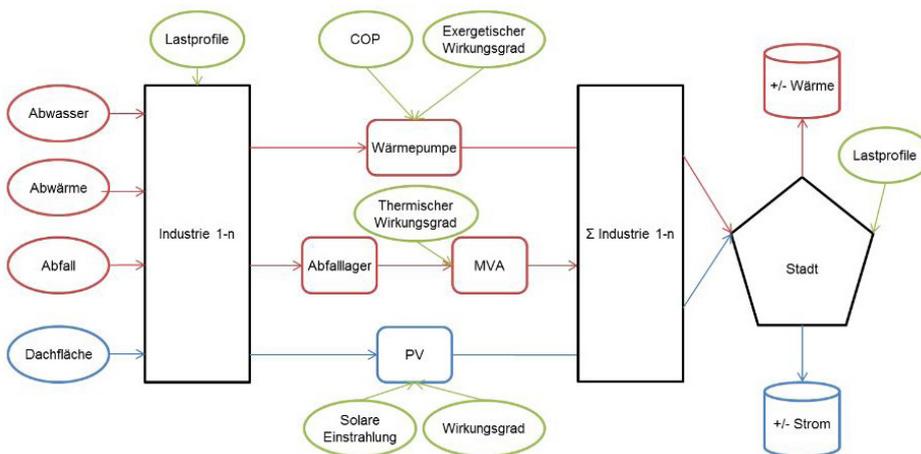
Projektbeteiligte

- Institute of Building Research & Innovation ZT-GmbH
- Urban Innovation Vienna -Energy Center
- VASKO+PARTNER INGENIEURE Ziviltechniker für Bauwesen und Verfahrenstechnik GesmbH

Industrielle Energienutzung

PESI - Paradigmenwechsel im urbanen Energiesystem durch Synergiepotentiale mit der Industrie

Analyse der Nutzungsmöglichkeiten industrieller Überschussenergien verschiedener Form (Abwärme, Abwasser, Abfall) sowie regenerativer Energieträger im industriellen Bereich (Solaranlagen auf Dachflächen) in angrenzenden urbanen Gebieten, die als Energieschwamm fungieren. Auf Basis realer Verbrauchs- und Verfügbarkeitsdaten wurde ein Simulationsmodell erstellt und Möglichkeiten zu Synergien dokumentiert.



Keywords

- Überschussenergie
- Industrie
- Simulationsmodelle

Factbox

- Eine energetische Kopplung von Industriebetrieben und Städten ist technisch möglich.
- Eine Bilanzierung lediglich auf Basis von Energiemengen ist nicht stichhaltig. Es müssen die Lastverläufe von Bedarf und Energiebereitstellung berücksichtigt werden.
- Bei der ökonomischen Bewertung der energetischen Kopplung müssen die Eigenschaften der verschiedenen Technologien zentral mitberücksichtigt werden.
- Bis zu 31% des Gesamtenergiebedarfs einer Stadt können unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen von der Industrie gedeckt werden.

Projektleitung

DI Dr. Matthias Theißing
FH JOANNEUM, Institut für Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement

Projektpartner

- DI Josef Bärnthaler
Energieagentur
Obersteiermark

Mehr als ein Drittel des Energiebedarfs in Österreich ist dem produzierenden Bereich zuzuordnen. Industriebetriebe sind nicht nur durch einen hohen Energieeinsatz für die Produktion gekennzeichnet, sondern es fällt parallel zur Produktion Energie z.B. in Form von Abwärme, Abwasser und Abfall, an bzw. können verfügbare Dachflächen zur Gewinnung regenerativer Energie genutzt werden. So weit möglich erfolgt eine Nutzung dieser Energie in den Betrieben selbst. Der nicht nutzbare Anteil steht grundsätzlich für eine externe Nutzung zur Verfügung.

Im Projekt werden die Strom-, Kälte- und Wärmeerzeugung aus industrieller Abwärme, Abwasser und Abfall sowie die energetische Flächennutzung betrachtet, Potentiale erhoben und Synergien mit dem urbanen Energiebedarf ermittelt. Vier Städte in Kombination mit lokalen Industriebetrieben in der Region Murtal werden analysiert: Zeltweg, Fohnsdorf, Knittelfeld und Judenburg. Ziele sind die Schaffung einer Datenbasis, die Erstellung eines Simulationsmodells und die Analyse der ökonomischen und ökologischen Fragestellungen.

Es konnte festgestellt werden, dass insgesamt bis zu 32% des Gesamtenergiebedarfs der untersuchten Städte durch industrielle Energie gedeckt werden können. Fast die gesamte Menge der anfallenden industriellen Energie kann im Energiesystem der Stadt integriert werden. Nur wenige Stunden im Jahr besteht ein geringes Überangebot.

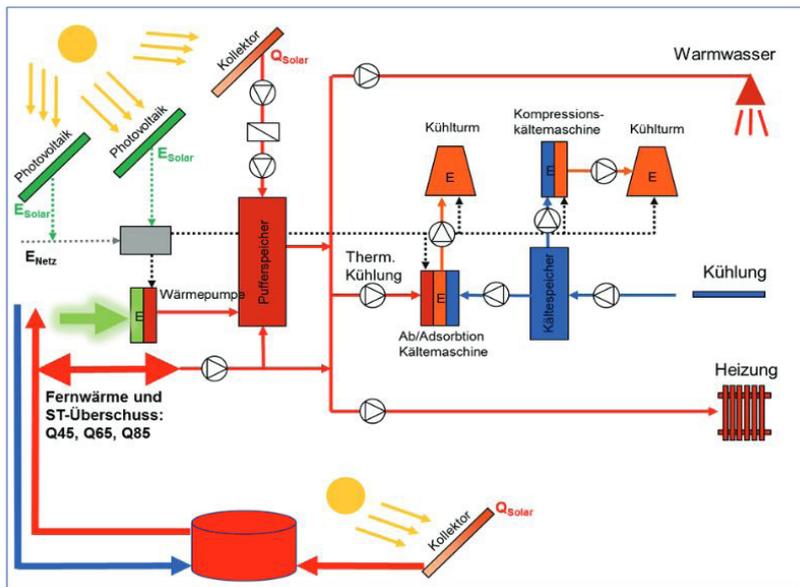
Umsetzungen zur Nutzung von industriellem Strom (PV) sind ohne den Erhalt von Einspeisetarifen nicht wirtschaftlich. Die Stromgestehungskosten werden größtenteils durch die Kosten der PV-Module beeinflusst. Umsetzungen zur Nutzung von industrieller Wärme sind auch ohne Investitionsförderungen wirtschaftlich. Die Wärmegestehungskosten werden stark von den Stromkosten für den Betrieb der Fernwärme- und Wärmepumpen beeinflusst.

Die Nutzung industrieller Energie führt zu einer deutlichen Erhöhung der Energieeffizienz der Industriebetriebe, zur Reduktion von CO₂ Emissionen und des Bedarfs an Primärenergie, reduziert die Abhängigkeit von externen Energielieferanten und erhöht somit die Versorgungssicherheit.

Planungstool für solares Heizen und Kühlen

CiQuSo - Stadtquartiere mit optimierten solar-hybriden Heiz- und Kühlsystemen

Das Forschungsprojekt untersucht, evaluiert und optimiert effiziente Systemlösungen zur solaren Energieversorgung auf Gebäude- und Stadtquartiersebene. Die Anwendbarkeit der entwickelten Konzepte wird am Beispiel des Salzburger Stadtquartiers Itzling demonstriert.



Keywords

- Solarenergie
- Stadtquartiere
- Visualisierungstool

Factbox

- Machbarkeitsstudie zur solaren Wärmeversorgung der Salzburger Goethesiedlung durch eine Großkollektoranlage
- solare Systemlösungen: Quantifizierung des thermischen bzw. elektrischen Lastverschiebepotenzials und ökologische, energetische und wirtschaftliche Bewertung der Systeme
- Innovative Ersatzmodell-erstellung mit Hilfe von Künstlich Neuronalen Netzen (KNN) und Entscheidungsbäumen zur vereinfachten Abbildung des Betriebsverhaltens solarhybrider Heiz- und Kühlsysteme
- Demonstration der CiQuSo-Methode anhand des Salzburger Stadtviertels Itzling

Städte sind jene Orte, in denen Transformationen ausgelöst werden, Innovation zum Tragen kommt und die eine substantielle Dichte an AkteurlInnen besitzen, um die notwendigen Handlungen und Maßnahmen umzusetzen. Jedoch nutzen sie ihre Nachhaltigkeitspotenziale derzeit nicht aus. In diesem Zusammenhang spielt die umfassende Nutzung solarer Energie in der Stadtplanung eine essentielle Rolle. Dieses Projekt soll einen Beitrag zur Bereitstellung erster Grundlagen zu möglichen Technologiesystemlösungen mit solarem Heizen und Kühlen auf Stadtquartiersebenem in der frühen Entwicklungsphase der Quartiersplanung bereitstellen.

Das Hauptziel war die Entwicklung und Optimierung eines Vorplanungstools für Systemlösungen zum solaren Heizen und Kühlen auf Stadtquartiersebene. Die Quartiersoptimierung soll aus vielen möglichen Technologiekombinationen geeigneter solarhybrider Heiz- und Kühlsysteme die unter Berücksichtigung des gebäudeübergreifenden Energieaustausches beste identifizieren. Die Funktionalität der entwickelten Methode wurde anhand eines beispielhaften Quartiers aus dem Salzburger Stadtteil Itzling demonstriert.

Zusammenfassend wurden folgende Ergebnisse erreicht:

- Evaluierte und optimierte energieeffiziente Systemlösungen
- Modellerte solarhybride Energiesysteme
- Entwickelte und angewendete Methode zur Quartiersoptimierung
- Machbarkeitsstudie zur solaren Wärmeversorgung
- Demonstrierte Anwendbarkeit
- webbasiertes CiQuSo-Visualisierungstool (Prototyp)

Prinzipiell konnte die Funktionalität und Leistungsfähigkeit des entwickelten CiQuSo-Frameworks nachgewiesen werden. Für nachgelagerte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erscheint die Weiterentwicklung des CiQuSo-Frameworks 2.0 durch den Aufbau vereinfachter, mathematischphysikalisch formulierter Modelle zur Abbildung des thermischen Gebäudeverhaltens und des energetischen Betriebsverhaltens der Gebäudetechniksysteme zielführend. Dabei muss ein Kompromiss zwischen akzeptabler Rechenzeit und ausreichender Flexibilität hinsichtlich Systemkonfiguration und Berechnungsgüte der vereinfachten Modelle gefunden werden.

Projektleitung

Tim Selke
AIT Austrian Institute of
Technology GmbH

Projektpartner

- AEE INTEC
- Cofely Kältetechnik GmbH
- Salzburg Wohnbau GmbH
- S.O.L.I.D. Solarinstallation und Design GmbH
- Universität Innsbruck

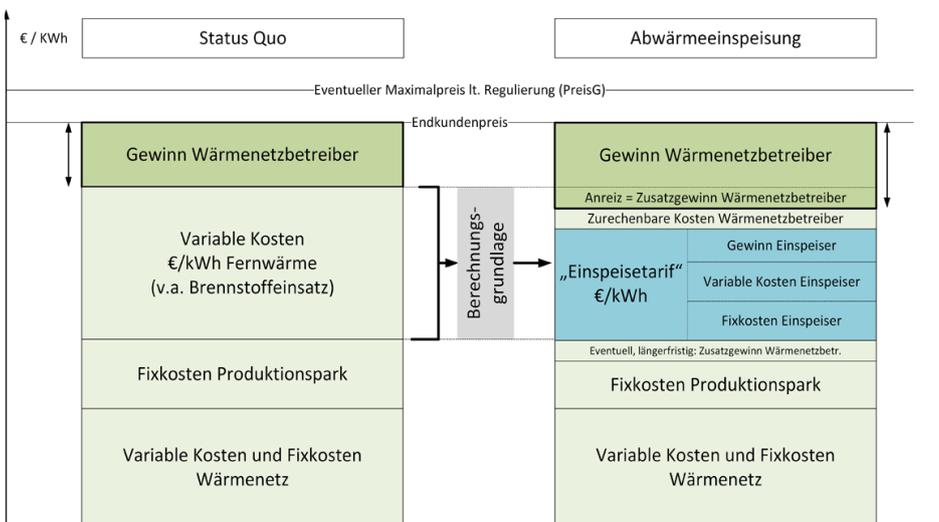
Industrielle Abwärme für Fernwärmenetze

OPEN HEAT GRID - Offene Wärmenetze in urbanen Hybridsystemen

Primäres Forschungsthema war die Untersuchung der Möglichkeiten zur Forcierung der Einspeisung industrieller Abwärme in bestehende Fernwärmenetze. Die Projektergebnisse zeigen, dass Abwärme nicht kostenlos ist: trotz minimaler variabler Kosten müssen sich die Investitionskosten in üblichen Amortisationszeiten rechnen. Die Analyse zeigt, dass es keiner staatlichen Regelung im Sinne einer Einspeiseverpflichtung oder Marktliberalisierung bedarf. Jedoch liegen aus ökonomischer Sicht Informationsasymmetrien vor, wodurch rationale Entscheidungen nicht immer zustande kommen.

Vergleich der Kostenstrukturen für die Einspeisung aus alternativen Quellen.

© Eigene Darstellung, Energieinstitut an der JKU Linz. Erstellt im Rahmen des Projekts „Open Heat Grid“, 2016.



Achtung: Es handelt sich um eine reine Skizzierung der Kostenanteile. Die Höhe der Darstellung der einzelnen Kostenpositionen leitet sich nicht aus deren realen Verhältnissen zueinander ab.

Keywords

- Abwärmennutzung
- Industrie
- Fernwärme

Factbox

- Abwärme ist nicht kostenlos – Investitionskosten müssen sich in üblichen Amortisationszeiten rechnen
- Bestehende Wärmeerzeugungsanlagen: die Gesteuungskosten der Abwärme müssen die Energiekosten der Bestandsanlage unterbieten
- „Enabling guidelines“ für Energiekooperationen zwischen Einspeiser und Fernwärmenetzbetreiber
- Technologieentwicklung zur Kostensenkung bzgl. Abwärme-Aufbereitung & -speicherung

Projektleitung

MMag. Dr. Simon Moser
Energieinstitut an der Johannes
Kepler Universität Linz

Projektpartner

- Austrian Institute of Technology (AIT)
- TU Wien - Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe
- OMV Refining & Marketing GmbH
- voestalpine Stahl GmbH

Industrieunternehmen können als bidirektionaler Koppelpunkt für die Energienetze Strom, Gas und Wärme dienen und Speicher- und Verschiebungspotenziale zwischen diesen erschließen. Hohe Mengen industrieller Abwärme stehen in unterschiedlichen Temperaturniveaus zur Verfügung. Das Projekt untersuchte, welche Hemmnisse für die Integration von industrieller Abwärme in Fernwärmenetze bestehen und wie politische Instrumente zum Einsatz kommen können, um die Integration von Abwärme zu forcieren.

Technische Hemmnisse betreffen v.a. die Temperaturniveaus der Abwärme in Relation zu der des Fernwärmenetzes sowie die Auskoppelung und deren Kontinuität. Die meisten Technologien zur Aufbereitung und Speicherung sind verfügbar, aber nicht wirtschaftlich, da Abwärme nicht kostenlos ist. Zwar gehen die variablen Kosten aufgefangener Abwärme gegen null, da die Bereitstellung quasi keinen Energie-trägereinsatz benötigt, jedoch müssen sich die Investitionskosten in üblichen

Amortisationszeiten rechnen, woraus sich ein minimaler durchschnittlicher „Einspeisetarif“ ableiten lässt. In Wien und Linz ist eine Amortisation aktuell nur im Winter bzw. der Übergangszeit möglich, denn im Sommer steht kostenlose Fernwärme durch Müllverbrennung zur Verfügung.

Die Analyse zeigt, dass die Einspeisung aus alternativen Wärmequellen gleich einem Markt funktioniert und daher aus ökonomisch-theoretischer Sicht keiner staatlichen Regelung im Sinne einer Einspeiseverpflichtung oder Marktliberalisierung bedarf. Höhere Investitionsförderungen für externe Einspeiser werden empfohlen. Eine Substitution des Betriebs der gasgefeuerten Heizkraftwerke ist für Wärmenetzbetreiber von wirtschaftlichem Interesse, wenn der Preis der Abwärme günstiger ist als die variablen Kosten bestehender Produktionseinheiten. Regelungen für ein Profit-Sharing zwischen Wärmenetzbetreiber, Industrieunternehmen und ggf. Energiedienstleister sollten bereits vor der Investition angedacht werden.



WÄRMESPEICHER

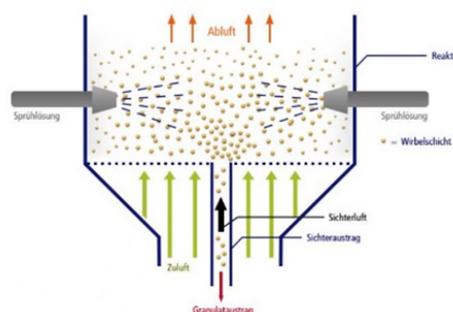
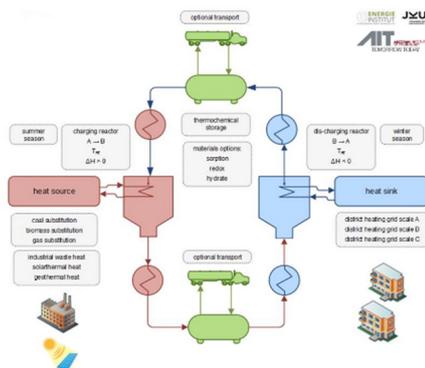
In Energienetzen stimmen Energieangebot und -nachfrage oftmals zeitlich und örtlich nicht überein. Speichersysteme können diesem Ungleichgewicht entgegenwirken und so andernfalls erforderliche Investitionen in Überkapazitäten reduzieren.

In diesem Kapitel werden innovative Speichertechnologien vorgestellt, welche durch hohe Energiedichten und die Möglichkeit zur druck- und verlustlosen Speicherung Vorteile gegenüber aktuell in Fernwärmenetzen eingesetzten sensiblen Speichern aufweisen. Große Volumina, hohe Investitionskosten und hohe Wärmeverluste können dadurch reduziert werden. Darüber hinaus wird die Reduktion von Netzverlusten in Nahwärmenetzen durch den Einsatz von dezentralen Speichern näher beleuchtet.

Thermochemische Speichertechnologien

SeasonalGridStorage - Innovative saisonale Wärmespeicher für urbane Wärmenetze

Die derzeit in Fernwärmenetzen eingesetzten sensiblen Speicher zur saisonalen Speicherung von überschüssiger Wärme weisen einen hohen Raumbedarf sowie hohe Investitionskosten und Wärmeverluste auf. In diesem Projekt wurden Konzepte zur Nutzung innovativer Speichertechnologien, wie thermochemische Speicher mit hohen Energiedichten und der Möglichkeit der druck- und verlustlosen Speicherung entwickelt und mit Hilfe von Simulationsrechnungen in technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Hinsicht untersucht sowie rechtliche Randbedingungen bewertet.



Energieangebot und Wärmenachfrage stimmen oft zeitlich und örtlich nicht überein, wodurch teure Überkapazitäten geschaffen werden müssen. Urbane Wärmenetze stehen aufgrund geänderter Marktsituationen vor der Herausforderung neue Energieträger in bestehende Systeme zu integrieren. Mit thermischen Speichern lassen sich Angebot und Nachfrage ausgleichen und verstärkt erneuerbare Energieträger in Wärmenetze einbinden.

Die derzeit verwendeten sensiblen Wärmespeichertechnologien haben jedoch einige Nachteile wie große Volumina, hohe Speichertemperaturen, Wärmeverluste und hohe Investitionskosten. Die Integration innovativer Speichertechnologien und -materialien in Wärmenetze kann dazu beitragen, die energetische sowie wirtschaftliche Performance dieser Systeme zu verbessern. Aufgrund der hohen Energiedichte, der druck- und verlustlosen Speicherung und der einfachen Transportierbarkeit der Materialien kann den Betrieb saisonaler Wärmespeicher für thermische Netze ermöglicht werden.

In diesem Projekt werden neue innovative Technologien analysiert, die das Prinzip der thermochemischen Energiespeicherung nutzen und mögliche Einbindungskonzepte in urbane Netze ermittelt. Hierfür wurden drei repräsentative urbane Wärmenetze und deren Anforderungen analysiert und dynamische Szenarienrechnungen für unterschiedliche Wärmequellen, Einbindungskonzepte und Speicher-materialien durchgeführt.

Ergebnisse sind die Identifikation wirtschaftlicher Technologien und Betriebsweisen bzw. die Darstellung ökonomisch und energetisch sinnvoller Konzepte zur Integration thermochemischer Speicher in Wärmenetze. Aus den Ergebnissen der energetischen, ökonomischen und ökologischen Bewertungen können Aussagen über die erforderlichen Eigenschaften eines Systems mit thermochemischen saisonalen Fernwärmespeichern getroffen werden, um konkurrenzfähige Energie für Wärmenetze auf unterschiedlichen Größenskalen bereitstellen zu können.

Keywords

- Energiespeicher
- Wärmenetze
- Einbindungskonzepte

Factbox

- Saisonale Speicherung von Solarenergie für Städte und Industrieunternehmen ist technologisch möglich und geeignet, um die im Winter notwendige Wärme bereitzustellen und im Sommer einzuspeichern.
- Identifikation unterschiedlicher thermochemischer (Sorption) und chemischer (Redox) Speichermaterialien
- Entwicklung großtechnisch umsetzbarer Konzepte für saisonale Speicher (Trocknung/Reduktion im Sommer sowie Befeuchtung/ Oxidation im Winter)
- Lebenszyklusanalyse zeigt, dass die Konzepte systemtechnisch konsistent sind.

Kontakt

Mag. Dr. Christoph Zauner
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

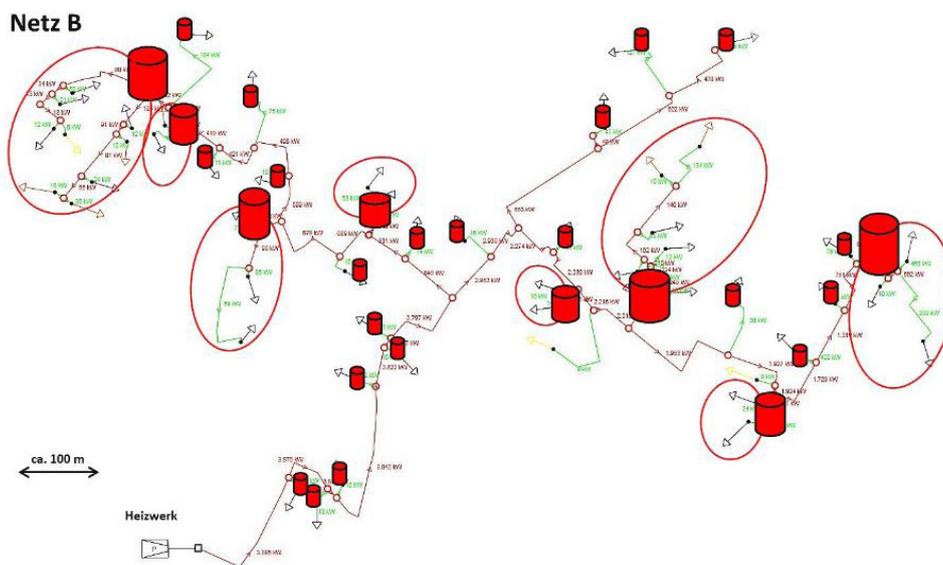
Projektpartner

Energieinstitut an der Johannes-Kepler-Universität Linz

Speichernutzung zur Reduktion von Netzverlusten

TFlex - Temperaturflexibilisierung im Schwachlastbereich des Betriebs von Nahwärmenetzen

Im Zuge des Vorhabens TFlex wurde untersucht, ob sich die Netzverluste bestehender Nahwärmenetze in Schwachlastzeiten dadurch verringern lassen, indem in diesen Zeiträumen das Netz abschaltet und der Wärmebedarf der Kunden aus zuvor geladenen dezentralen Speichern bedient wird. Eine durchgängige wirtschaftliche Begleitung erlaubte es, bereits in der Projektlaufzeit technische Projekterfolge rasch in die Umsetzung zu bringen.



Ziel des Vorhabens ist die Reduktion von Netzverlusten von Nahwärmenetzen im Schwachlastbetrieb. Während vor 10 Jahren Systeme mit Betriebsverlusten von ca. 30 % durchaus nicht ungewöhnlich waren, konnte bei heute neu errichteten Nahwärmenetzen, ein entsprechendes Qualitätscontrolling vorausgesetzt, durchwegs eine Reduktion der Verluste auf rund 15% erreicht werden.

In der Sondierungsstudie soll eine neuartige Systemerweiterung untersucht werden, welche es ermöglicht, ohne teure Änderungen am Wärmenetz die Netzverluste weiter signifikant zu reduzieren. Es kommen dezentrale, bei den KundInnen installierte Wärmespeicher zum Einsatz. In den besonders verlustbehafteten Schwachlastzeiten soll das Netz abgeschaltet und der Wärmebedarf der Verbraucher aus, zuvor bei verlustarmer Netzvollast geladenen, dezentralen Speichern bedient werden. Dabei werden zunächst die Daten der zu betrachtenden Netze erhoben und aufbereitet. Anschließend wird das energetische Modell erstellt und Optimierungsrechnungen hinsichtlich

Speichergrößen und Regelstrategien angesetzt. Außerdem wird die Integration von dezentral installierter Solarthermie zur weiteren Entlastung der Netze betrachtet. Die Ergebnisse werden abschließend hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Aspekte analysiert und einer Sensitivitäts- und Risikoanalyse unterworfen.

Durch den temperaturflexibilisierten Betrieb, der Installation von dezentralen Speichern und Abschaltung des Netzes können bei den betrachteten Nahwärmenetzen die Netzverluste um bis zu 34 % reduziert werden. Die Einsparungen, bilanziert am Einspeisepunkt des Netzes, betragen dann je nach Speicherpositionen zwischen 3 % und 6 %.

Der TFlex-Betrieb ist in der Lage, im reinen Speicherbetrieb geringe Mengen an Kohlenstoffdioxid und Brennstoffenergie einzusparen, mit Einbindung der solaren Erträge auch wesentlich größere Mengen. Aus wirtschaftlicher Betrachtung ist jedoch ausschließlich die Konstellation mit den Cluster-Speichern in bescheidenem Ausmaß sinnvoll.

Keywords

- Nahwärmenetz
- Netzverluste
- Wärmespeicher

Factbox

- Bei den beiden untersuchten Nahwärmenetzen konnten Reduktionen der Netzverluste um bis zu 34% errechnet werden.
- Dabei ergibt sich eine Energieeinsparung von 6% bezogen auf die in das Netz eingespeiste Energie.
- Vorteil: Möglichkeit der nachträglichen Installation von dezentralen Wärmespeichern, sodass auch bei bereits bestehenden Netzen die Netzverluste reduziert werden können.
- Die Wärmedämmung der dezentralen Speicher hat großen Einfluss auf den Erfolg dieser Methode

Projektleitung

Univ. Prof. DI Dr. techn.
Thomas Kienberger
Montanuniversität Leoben

Projektpartner

- FH JOANNEUM Gesellschaft mbH
- Lehrstuhl für Wirtschafts- u. Betriebswissenschaften, Montanuniversität Leoben
- TB Harald Kaufmann GmbH



**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)