

in Kooperation mit:



FFG

bm **v** **t**

Bundesministerium
für Verkehr,
Innovation und Technologie

science
brunch



Energie aus Erde, Luft, Wasser

Wärmepumpen und Geothermie



September 2011

Inhalt

Sunsorber2 - Entwicklungen zu einer effizienteren Adsorptionskältemaschine	4
Thermisch angetriebene Lösungsmittelpumpe für Absorptionswärmepumpen kleiner Leistung	6
Einsatz von thermischen Kühltechnologien zur Nutzung der sommerlichen Nahwärme	8
Energie aus Abwasser: Abwasserwärme- und kältenutzung mit hocheffizienten Großwärmepumpen	10
Kälteanlagen im Hotel- und Gastgewerbe	12
Neuartiges Konzept für einen Hochleistungs-Mikrokanal-Absorber für Absorptionswärmepumpen	14
GEO POT – Geothermische Nutzungen und geothermisches Nutzungspersonal von Regionen	16
Geosola – Möglichkeiten, Bemessung und Grenzen neuer Hybrid-Erdwärmesondenkonzepte	18
Geothermie aus alten Ölsonden – Ein Weg zu etwas mehr Unabhängigkeit!	20
Geothermieanlage Aspern – Energie aus Wien für Wien	22

Wir sind umgeben von natürlichen Energiequellen aus Erde, Luft und Wasser. Geothermie – auch Erdwärme genannt – ist die Wärme aus dem Erdkern, die an der Erdoberfläche Gesteins- und Erdschichten sowie unterirdische Wasserreservoirs erhitzt. Wärmepumpen nutzen Erdwärme in den oberen Bodenschichten und Umweltwärme. Effizient und gut geplant stellen sie umweltschonend Wärme her.

Energie aus Erde, Luft und Wasser ist eine riesige Energiequelle. Die Erforschung und Entwicklung, welche Technologien zur Nutzung dieser nahezu unbegrenzt zur Verfügung stehenden Energieform der Klima- und Energiefonds fördert, können Sie in diesem Nachschlagewerk lesen.

Lesen Sie ab Seite vier über die neuesten technologischen Entwicklungen bei Wärmepumpen-Kombinationssystemen. Mit Sunsorber2 wurde eine Adsorptionskältemaschine, die wahlweise mit einer Solaranlage oder mit Fernwärme angetrieben werden kann, durch Bauteiloptimierung weiterentwickelt. Wie Absorptionswärmepumpen kleiner Leistungen durch thermisch betriebene Lösungsmittelpumpen verbessert werden können, zeigt ThermoPump. Der Einsatz von thermischen Kühltechnologien zur Nutzung der sommerlichen Nahwärme wurde am Beispiel des Nahwärmenetzes in Mureck (Südsteiermark) untersucht.

Ab Seite 10 erfahren Sie über neue Konzepte für und Komponenten von Wärmepumpen. Dazu zählen die Nutzung der Energiequelle Abwasser mit hoch-effizienten Großwärmepumpen, Effizienzkriterien für Kälteanlagen im Hotel- und Gastgewerbe sowie neuartige Plattenwärmeüberträger auf Basis von Blasenströmungen („Bubble Plates“) für Absorptionswärmepumpen.

Das Potenzial für Geothermie und Wärmepumpen in Österreich wird ab Seite 16 skizziert. Das Modell GEOPOT stellt 3-dimensional das geothermische Nutzungspotenzial von Grundwasserressourcen dar. Eine Industrieforschungsanlage zur Evaluierung der Möglichkeiten, Bemessung und Grenzen neuer Hybrid-Wärmesondenkonzepte wurde im Projekt Geosola errichtet. Für die Erforschung der Machbarkeit von geothermischer Nachnutzung von alten Ölsonden wurde die Sonde „Prottes Tief 11“ (Teufe 2.243 m) reaktiviert und zu einem Bohrloch-wärmetauscher umgebaut. Ab 2014 wird das Geothermie-Kraftwerk Aspern dank heißem Wasser aus rund 5.000 m Tiefe in der Seestadt Aspern rund 40.000 Wohnungen mit klimafreundlicher Wärme versorgen.

Eine aufschlussreiche Lektüre
wünschen Ihnen

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

Sunsorber2 - Entwicklungen zu einer effizienteren Adsorptionskältemaschine

Projektnummer: 821913

Koordinator	Güssing Energy Technologies GmbH
Partner	bioenergy2020+, Europäisches Zentrum für erneuerbare Energie GmbH
Website	http://get.ac.at/pid_Ref_Sunsorber.html
Dauer	1. 7. 2009 – 30. 11. 2011
Budget in Euro	467.396,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 2. Ausschreibung

Kontakt

Klaus Paar
Projektleitung, F&E, Energie

„Das Optimierungspotenzial unseres Sunsorbers ist gewaltig, ähnlich dem Unterschied zwischen dem Benz Patent-Motorwagen aus 1886 und dem F800 Style aus 2010. Damals holte man aus 0,95 l Hubraum 0,75PS, was für 16 km/h reichte. Heute leistet der 3,5 l Motor des F800 409 PS bei noch dazu weniger Verbrauch.“

Klaus Paar, Projektleiter

Projektmotivation

Der Bedarf an Raumklimatisierung im kleinen Leistungsbereich steigt ständig an, bestehende Systeme sind zwar günstig in der Investition, haben aber auch gravierende Nachteile. Beim Einsatz von Adsorptionskältemaschinen können folgende Verbesserungen bestehender Systeme erreicht werden:

- Kältemittel Wasser: kein Ozonzerstörungs- und Treibhauspotenzial
- Einsatz von Niedertemperatur(ab)wärme als Antriebsenergie
- Verminderung des Spitzenstrombedarfs in den Sommermonaten

Bestehende Adsorptionskältemaschinen kleiner Leistung weisen noch großes Optimierungspotenzial auf. Vor allem müssen die Produktionskosten gesenkt werden, um eine wirtschaftlichere Anlagenkonfiguration erreichen zu können. Dazu ist es notwendig, alle Teile der Adsorptionskältemaschine genau unter die Lupe zu nehmen, das Verbesserungspotenzial zu identifizieren und die Komponenten systematisch zu optimieren. Das Ziel dieses Forschungsprojekts war die methodische Weiterentwicklung einer Adsorptionskältemaschine durch Bauteiloptimierung.

Geplante und erreichte Ziele – kurzer Ausschnitt

Ad-/Desorber

Das Herzstück einer Adsorptionskältemaschine ist der Ad-/Desorber, ein wasserdurchflossener Wärmetauscher mit Sorptionsmaterial, der in regelmäßigen Abständen erwärmt und gekühlt werden muss. Dabei ist ein guter Wärmeübergang zwischen Sorptionsmittel und Wärmetauscher notwendig. Außerdem muss sichergestellt werden, dass das gasförmige Kältemittel gut zu- bzw. abtransportiert werden kann.

Zu diesem Zweck wurden drei verschiedene Lösungskonzepte untersucht, sowie detaillierte Messkampagnen durchgeführt. Bisher liegen noch wenig dokumentierte Adsorptionsisothermen für verschiedenste Stoffpaare, wie etwa Silikagel vor.

Diese im Zuge des Projektes ermittelten Adsorptionseigenschaften bilden eine wesentliche Basis für die detaillierte Prozesssimulation, welche zu dem Ergebnis führte, dass der Zeolith Wärmetauscher am besten für den Sunsorber geeignet ist.

Verdampfer

Im Verdampfer wird das Kältemittel Wasser bei niedrigem Druck ($\sim 10 \text{ mbar}_{\text{abs}}$) in den gasförmigen Zustand überführt. Der niedrige Druck führt zu einigen Besonderheiten, die beim Aufbau des Verdampfers beachtet werden müssen. Verschiedene Systeme wurden untersucht und auf ihre Tauglichkeit in

einer Adsorptionskältemaschine getestet, so sollten innerhalb des Vakuumbehälters so wenig bewegliche Teile als möglich verbaut werden. Das schließt einen Sprühverdampfer sowie eine Rieselverdampfer aus und führt zur Konstruktion des überfluteten Verdampfers. Wichtig ist eine flache Bauweise mit geringer Wasserüberdeckung, um die Effizienz des Gesamtsystems nicht zu verschlechtern. Die Untersuchungen haben ebenfalls gezeigt, dass die Vergrößerung der Oberfläche an der Kältemittelseite durch Verwendung von Rippenrohren keine Verbesserung der Effizienz des Verdampfers bringt.

Klappen

Zwischen Verdampfer, Ad-/Desorber sowie Kondensator müssen je nach Betriebszustand der Adsorptionskältemaschine Durchgänge geöffnet und geschlossen werden. Über Fremdkraft angetriebene Ventile sind teure, störanfällige Bauteile und sollten deswegen vermieden werden. Deshalb sollten sich an den Verbindungsstellen selbsttätig öffnende Klappen befinden, die möglichst einfach und kostengünstig zu produzieren sind. Dünne Platten aus elastischen Materialien können diese Forderung erfüllen. Diese Klappen müssen sich bei sehr geringen Druckdifferenzen selbsttätig öffnen, dem durchströmenden Wasserdampf einen möglichst geringen Druckverlust entgegenzusetzen und im geschlossenen Zustand dicht sein. Außerdem muss das Material dauerelastisch bleiben, da sich die Klappen innerhalb des Vakuumbereichs befinden und deshalb nicht bei einer regelmäßigen Wartung getauscht werden können. Verschiedenste Materialien wurden durch Langzeittests evaluiert, welche einem mehrjährigen Betrieb der Maschine unter realen Bedingungen entsprechen würden.

Höhepunkte

Als Highlight kann die detaillierte Prozesssimulation genannt werden, welche ausführlicher als geplant durchgeführt wurde. Um den Rechenaufwand des endgültigen Modells gering zu halten wurden Vereinfachungen getroffen, wie die Vernachlässigung von Temperatur- oder Druckgradienten oder des Leistungstransportes über fühlbare Wärme des Wasserdampfes, ebenso wurde etwa die Annahme getroffen, dass sich das 2-Phasengebiet im thermodynamischen Gleichgewicht befindet.

Dazu wurden iterativ Modelle entwickelt und der Gesamtprozess in MatLAB-Simulink abgebildet. In umfangreichen Messserien wurde bestätigt, dass die realen Bedingungen sehr genau durch das Simulationsmodell wiedergegeben werden.

Diese Erkenntnisse wurden etwa auch im Rahmen von zwei wissenschaftlichen Veröffentlichungen, einer Diplomarbeit und einem Symposium der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Drei Gründe für das Projekt

- Der Raumklimatisierungsbedarf im kleinen Leistungsbereich steigt ständig an – bestehende Lösungen benötigen elektrischen Strom als Antriebsenergie – Adsorptionskältemaschinen arbeiten mit Wärme
- Bestehende Lösungen sind noch nicht ausgereift – das Optimierungspotenzial ist hoch, die Anlagen sind noch zu teuer für eine weite Verbreitung
- unbedenkliches Kältemittel (Wasser), unbedenkliches Adsorptionsmittel (Silikagel, Zeolith)

Thermisch angetriebene Lösungsmittelpumpe für Absorptionswärmepumpen kleiner Leistung

Projektnummer: 825513

Koordinator	Institut für Wärmetechnik, Technische Universität Graz
Partner	Pink GmbH, Heliotherm Wärmepumpentechnik GmbH
Website	www.iwt.tugraz.at
Dauer	1. 5. 2010 – 31. 10. 2012
Budget in Euro	273.308,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 3. Ausschreibung

Kontakt

René Rieberer
Projektleiter
rene.rieberer@tugraz.at

„Um das Potenzial umweltfreundlicher Technologien wie Wärmepumpensysteme, in Zukunft vermehrt zu nutzen, hat die Entwicklung effizienter, zuverlässiger und wirtschaftlich darstellbarer Produkte höchste Priorität.“

Rene Rieberer, Projektleiter

Ausgangssituation

Der Einsatz von Ammoniak/Wasser-Absorptionswärmepumpensystemen (AWP) kleiner Leistung (< 20 kW) kann wesentlich zur Einsparung von Primärenergie und damit zur Vermeidung von CO₂-Emissionen beitragen.

AWPs gehören zu den sogenannten thermisch angetriebenen Wärmepumpensystemen und arbeiten mit umweltverträglichen „natürlichen“ Kältemitteln. Je nach Anwendung können AWP fürs Heizen – wenn die Wärmeabgabe genutzt wird – oder fürs Kühlen – wenn die Wärmeaufnahme auf tiefem Temperaturniveau genutzt wird – verwendet werden. AWP benötigen (hauptsächlich) Wärme auf einem Temperaturniveau von ca. 80°C zum Antrieb des Kälteprozesses (z. B. Wärme aus Sonnenenergie, Biomasse oder Abwärme) bzw. Wärme auf einem Temperaturniveau ca. 120°C zum Antrieb des Wärmepumpenprozesses, um zum Teil Umgebungs- oder Erdwärme fürs Heizen zu nutzen.

Besonders AWP kleiner Leistung weisen ein großes Potenzial sowohl für Heiz- als auch für Kühlanwendungen auf, da ihr mögliches Einsatzgebiet sowohl Ein- und Mehrfamilienhäuser, als auch Industrie und Gewerbe umfasst. Deshalb wurden in den vergangenen Jahren große Anstrengungen unternommen, um diese Anlagen am Markt zu etablieren. Im kleinen Leistungsbereich bedarf es einer Entwicklung wirt-

schaftlicher Zielsetzungen, um gegen weniger umweltfreundliche Konkurrenztechnologien zu bestehen. Relativ hohe Investitionskosten können erst im Laufe der Zeit durch geringere Betriebskosten aufgewogen werden.

Neben der Kostenreduktion liegen die wesentlichen Herausforderungen hauptsächlich in der Komponentenweiterentwicklung. Ein zentrales Kernstück jeder AWP ist die – i.d.R. elektrisch – angetriebene Lösungsmittelpumpe, an die bei Ammoniak/Wasser-Anlagen zahlreiche technische Anforderungen gestellt werden:

- Die benötigte hohe Druckänderung soll möglichst unabhängig vom relativ geringen Förderstrom sein.
- Der Betrieb mit Medien geringer Viskosität muss ohne Schmiermittel möglich sein.
- Die zuverlässige (hermetische) Abdichtung nach außen muss gegeben sein.
- Die Vermeidung von Kavitation ist eine Herausforderung, da die zu pumpende Lösung annähernd siedend ist.
- Die Pumpe soll kostengünstig, zuverlässig und effizient sein.

Die derzeit für AWP kleiner Leistung eingesetzten Pumpen sind relativ komplex aufgebaut, teuer und es besteht erhebliches Verbesserungspotenzial hinsichtlich Effizienz, Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit.

Ziele und Inhalt

Im Projekt „ThermoPump“ wird nach einem neuen Ansatz für die Lösungsmittelpumpe von Ammoniak/Wasser-AWPs kleiner Leistung gesucht, welcher den elektrischen Antrieb durch einen „thermischen Antrieb“ ersetzt. Der „thermische Antrieb“ soll die Energie für den Pumpprozess aus dem AWP-Prozess selbst gewinnen, sodass keine externe Antriebsenergie für die Lösungsmittelpumpe notwendig ist. Folgende Vorteile verspricht die „ThermoPump“ gegenüber einem elektrischen Antrieb (Ziele):

1. eine kostengünstige Herstellung
2. einen geringeren elektrischen Energiebedarf der AWP
3. eine hermetische Ausführung und somit keine Dichtheitsprobleme
4. eine einfache Konstruktion und Wartungsfreiheit

Aufbauend auf Literatur-, Patent- und Marktrecherchen wird gezielt nach neuen Ideen zur Realisierung einer „thermisch angetriebenen“ Lösungsmittelpumpe gesucht.

Für das am besten geeignete Konzept wird ein detailliertes thermodynamisches Simulationsmodell für die Lösungsmittelpumpe inkl. AWP-Prozess erstellt und detailliert analysiert. Basierend auf diesen Ergebnissen wird eine thermisch angetriebene Pumpe gebaut, und in einem realen Versuchsstand bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen hinsichtlich Effizienz und Betriebsgrenzen vermessen, analysiert und so weit möglich optimiert.

Aufbauend auf den Erfahrungen mit dem Versuchsstand wird das Potenzial einer konkreten Umsetzung dieser Technologie für die Kühl- und Heizanwendung untersucht.

Erwartete Ergebnisse

Die „ThermoPump“ soll den externen elektrischen Antrieb für den notwendigen Pumpprozess durch einen internen Antrieb ersetzen und aufgrund der einfacheren Konstruktion Vorteile hinsichtlich Dichtigkeit, Wartung, Zuverlässigkeit und Kosten mit sich bringen.

Das verfolgte Konzept soll den eigentlichen Aufbau sowie die Effizienz der AWP nicht gravierend beeinflussen, sodass die Pumpe für unterschiedliche Anlagen sowohl für Heiz- und Kühlanwendungen einfach integrierbar ist.

Das erfolgreiche Projekt soll schließlich zu einer technologischen Verbesserung und damit zu einer größeren Verbreitung von Ammoniak/Wasser-Absorptionswärmepumpen beitragen.

Drei Gründe für das Projekt

- Eine einfache Pumpenkonstruktion ist aus wirtschaftlicher Sicht vielversprechend.
- Aus technischer Sicht ist es äußerst interessant für den Pumpprozess keine hochwertige externe Antriebsenergie (Strom), sondern Energie aus dem Arbeitsprozess der Anlage selbst, d.h. Wärme, nutzen zu können.
- Das Projekt sollte bei erfolgreicher Zielerreichung zu einer stärkeren Verbreitung von thermisch angetriebenen Wärmepumpen beitragen.

Einsatz von thermischen Kühltechnologien zur Nutzung der sommerlichen Nahwärme

Projektnummer: 811254

Koordinator	Austrian Institute of Technology
Partner	Technisches Büro Ing. Gerhard Repnik, enerep schöner Tag, Conness Energieberatungs- Planungs- und Betriebs GmbH, Nahwärme Mureck GmbH, Ökostrom Mureck GmbH, Südsteirische Energie- und Eiweißherzeugung regGenmbH
Website	http://www.nachhaltigwirtschaften.at/edz_pdf/1037_bio_nahwaerme.pdf
Dauer	1. 4. 2006 – 30. 3. 2008
Budget in Euro	168.457,-
Ausschreibung	Energiesysteme der Zukunft

Kontakt

Olivier Pol
Scientist
olivier.pol@ait.ac.at

„Obwohl das Forschungsprojekt nicht in eine konkrete Realisierung zugeführt werden konnte, konnten die Potenziale und Grenzen der Einbindung von thermisch angetriebenen Kühlsystemen in Nahwärmenetzen simulationstechnisch quantifiziert werden. Dadurch konnte der entsprechende Forschungsbedarf konkretisiert werden.“

Olivier Pol, Projektleiter

Einleitung und Projektziele

Das steigende Interesse an Kühlung mit Nah- und Fernwärme ist mit der Ausbreitung der Kraft-Wärme-Kopplungstechnologien sowohl im großen als auch im kleinen Leistungsbereich eng verbunden. Parallel zu dieser Entwicklung besteht eine gewisse Wärmeabnahme in den Sommermonaten, da die Nah- und Fernwärme hauptsächlich zur Brauchwasserbereitstellung und in Industrieprozessen eingesetzt wird. Dies hat im Allgemeinen zu einem deutlichen Wärmeüberschuss in den Sommermonaten geführt, der sich nun z. B. mit Hilfe von Absorptionskältemaschinen zu Kühlzwecken einsetzen lässt.

Im Projekt „Einsatz von thermischen Kühltechnologien zur Nutzung der sommerlichen Nahwärme“ wurde am Beispiel des Nahwärmenetzes in Mureck (Südsteiermark) die Anpassung des sommerlichen Wärmenetzbetriebs zur Erreichung eines möglichst hohen Abwärmenutzungsgrades untersucht. Dies könnte durch eine Kombination von möglichen zusätzlichen Wärmeabnehmern, vor allem Absorptionskältemaschinen, erreicht werden. Nach einer Abbildung des bestehenden Wärmenetzes in einer Simulationsumgebung, einer Potenzialerhebung für zusätzliche Wärmeabnehmer (hauptsächlich zu Kühlzwecken) und einer entsprechenden Berechnung der Kühllasten und Lastprofile wurden die Auswirkungen von Absorptionskältemaschinen auf den Wärmenetzbe-

trieb mittels thermisch-hydraulischer Netzsimulation untersucht. Anschließend wurde eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt.

Ergebnisse

Über die Netzsimulation konnte die Verbesserung der Netzenergiebilanz aufgrund des Einsatzes thermisch angetriebener Kühlverfahren in dem Nahwärmenetz quantifiziert werden: am Fallbeispiel Mureck würde sich über den Einsatz von fünf 15 kW Absorptionskältemaschinen im Netz der Wärmenutzungsgrad von 40 % auf ca. 46 % im Sommer erhöhen und der Wärmeverlustanteil sich dementsprechend reduzieren. Die Erhöhung des Stromverbrauchs für die Netzpumpe aufgrund der größeren Wärmeabnahme ist hingegen vernachlässigbar. Es würde sich daher eine allgemeine Verbesserung der gesamten Netzenergiebilanz ergeben.

Die für die Absorptionskältemaschinen ungünstigen Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung ergeben sich vor allem aus der Tatsache, dass eine Lösung mit Splitklimatechnik als Referenzsystem angenommen worden ist. Diese Auswahl entspricht dem Stand der Technik in kleinen Bürogebäuden in ländlichen Gebieten, die sehr oft zuerst ohne Kühlsysteme gebaut und später nachgerüstet werden. Die Berechnungen zeigen, dass, je nach Anlageneffizienzwerten,

die spezifischen Wärmepreise um 5 bis 7 mal niedriger als die spezifischen Strompreise sein sollen, um insgesamt niedrige verbrauchsgebundene Kosten zu erreichen und damit passende Bedingungen für eine Wirtschaftlichkeit des Alternativvorschlags zu erhalten.

Anschließende Arbeiten und nächsten Schritte

In dem kleinen Nahwärmenetz in Mureck könnte das Äquivalente an ca. 40 % der gesamten angeschlossenen Leistung im Sommer zum Antrieb von dezentralen Absorptionskältemaschinen in konventionellen Vorlauf-Rücklauf-Einbindungen genutzt werden, ohne die Rücklauftemperatur im Netz in einem unzulässigen Bereich zu erhöhen. Da die Erhöhung der Vorlauftemperatur auch begrenzt ist (maximal 3 K in Mureck), sollen in Zukunft weitere Technologien, Einbindungen und Netzmanagementstrategien zur Optimierung von Nah- und Fernwärmesystemen untersucht werden:

- Adsorption und sorptionsgestützte Klimatisierung: in diesem Sinne und im Rahmen der österreichischen Beteiligung an dem IEA Joint Project SHC Task 42 / ECES Task 24 (Fortschrittliche Materialien für kompakte Wärmespeicher) wird die Integration von Sorptionsspeichern in Nahwärmenetzen anhand von Simulationsmethoden untersucht. Aktuelle Ergebnisse zeigen, dass Heizregister mit hoher Temperaturspreizung sogar eine Reduzierung der Rücklauftemperatur ermöglichen und dass die Anzahl von thermochemischen Speichern somit nicht begrenzt ist (Basciotti & Pol, 2011).
- Nutzung der BHKW-Abgase auf hohen Temperaturniveaus in einer direkten Kraft-Wärme-Kälte-

Kopplung, Solarunterstützung, double-lift Schaltungen. Arbeiten in diesem Bereich sollen zur Entwicklung von neuen Kältemaschinen führen (wie beispielsweise die von der TU Berlin und des ZAE Bayern kürzlich entwickelte Absorptionskältemaschine (BINE, 2011)), um die Kältegestehungskosten deutlich zu reduzieren und die elektrische Effizienz gegenüber dem Stand der Technik zu steigern.

- Netzmanagementstrategien (Speicher), um den Einsatz thermisch angetriebener Kühlverfahren in Nahwärmenetzen zu ermöglichen. Mit diesem Thema beschäftigt sich teilweise das laufende Projekt Smart Heat Net (Basciotti et al., 2011).

Drei Gründe für das Projekt

- Wichtige Forschungsfrage für österreichische Nahwärmenetzbetreiber
- Zünder für weitere Forschungsprojekte in Österreich (Smart Heat Net, Beteiligung am IEA Joint Project SHC Task 42 / ECES Task 24)
- Entwicklung, Validierung und Nutzung eines dynamischen Fernwärmenetzmodells

Energie aus Abwasser: Abwasserwärme- und Kälte-nutzung mit hocheffizienten Großwärmepumpen

Projektnummer: 821900

Koordinator	Ochsner Wärmepumpen GmbH
Partner	Austrian Energy Agency, Universität für Boden-kultur, Fernwärme Wien GmbH, Energie Schweiz für Infrastrukturanlagen
Website	-
Dauer	1. 11. 2009 – 31. 5. 2012
Budget in Euro	436.065,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 2. Ausschreibung

Kontakt

Karl Ochsner
Projektleiter, Geschäftsführer
karl.ochsner@ochsner.at

„Abwasserwärmenutzung ist eine äußerst innovative technologische Lösung zur Wärme- und Kälteversorgung. Damit könnten 10 % der städtischen Gebäude versorgt werden, insbesondere auch zukünftige Smart Cities. Mit diesem Projekt wird das erforderliche Know-How erarbeitet, um eine breite Umsetzung vorzubereiten“

Karl Ochsner, Projektleiter

Energiequelle Abwasser – Energie-verteilstanz Kanal

Abwasser enthält große Energiemengen, die durch verschiedenste Prozesse (Waschen, Kochen, Baden, Haushalt, Gewerbe, usw.) in das Abwasser eingebracht werden und weiter ungenutzt über das Kanalsystem zur Kläranlage transportiert werden.

Etwa 82.000 km beträgt die Gesamtlänge der öffentlichen Kanäle in Österreich (Quelle: Kommunalkredit Public Consulting GmbH, Stand bis einschließlich 2007), ohne Hausanschlusskanäle. Damit besteht, insbesondere in Ballungsräumen ein „Energie-Verteilnetz“, welches einerseits zur Wärmegewinnung, aber auch zur Abfuhr von Überschusswärme (Kälteenergiegewinnung) genutzt werden kann. Die Wärmepumpe, die sowohl Wärme-, als auch Kälteenergie sehr effizient zur Verfügung stellt, ist dabei ein wichtiger Systembaustein.

Im laufenden Forschungsprojekt „Energie aus Abwasser“ werden sämtliche relevanten Fragestellungen der Abwasserwärmenutzung analysiert und bewertet sowie Lösungsvorschläge für den breiten Einsatz zur nachhaltigen Energieversorgung gemacht. Anhand von insgesamt 7 Machbarkeitsstudien werden konkrete Anwendungsfälle sowohl hinsichtlich der technischen Konzeption des Gesamtsystems, der Energieersparnis, der Schadstoffreduktion als auch der Wirtschaftlichkeit betrachtet und dabei auch die rechtlichen Rahmenbedingungen untersucht.

Die größte Herausforderung der Thematik stellt dabei der Energieaustausch mit dem Abwasser dar, da dieser Untersuchungsbereich entscheidend für die Effizienz des Gesamtsystems ist. Im Wesentlichen stehen folgende Wärmetauscher-Bauarten zur Verfügung:

A) Wärmetauscher im Kanal eingebaut:

Das Abwasser fließt über den Wärmetauscher. Für den Abwassertransport zum Wärmetauscher ist kein zusätzlicher Energieaufwand erforderlich. Der Einfluss der Verschmutzung auf die Übertragungsleistung wird durch entsprechende Dimensionierung der Wärmetauscherfläche ausgeglichen. Auch ist zu berücksichtigen, dass das Abwasser bei Einbau der Wärmetauscher sowie bei Durchführung von Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten umgeleitet werden muss.

B) Externer Wärmetauscher:

Hierbei wird ein Abwasserteilstrom über den Wärmetauscher gepumpt. Diese Wärmetauscher sind am Markt sowohl mit als auch ohne Reinigungseinrichtungen erhältlich. Anders als bei Variante A ist hier der Energieaufwand für den Abwassertransport zu berücksichtigen. Vorteilhaft ist diese Form der Wärmetauscher aufgrund der leichten Zugänglichkeit für Wartungs- und Reparaturaufgaben.

C) Wärmeaustausch nach der Kläranlage:

Diesbezügliche Lösungen sind relativ einfach zu realisieren, da das Abwasser in gereinigter Form zur Verfügung steht.

Die Abwasserwärme sollte im günstigsten Fall jedoch in unmittelbarer Nähe der Gewinnung genutzt werden, um lange Versorgungsleitungen zu VerbraucherInnen zu vermeiden.

Voraussetzung für die Nutzung von Energie aus Abwasser

Um Energie aus Abwasser optimal nutzen zu können, sollte ein Abwasserstrom vorhanden sein, dessen Durchfluss zumindest 15 l/sec beträgt. Einen zentralen Kostenblock im Gesamtsystem stellen die Abwasserwärmetauscher dar. Um ein möglichst günstiges wirtschaftliches Ergebnis zu erzielen, sollte die geplante Anlagenleistung deshalb mindestens 100 kW betragen. Bei der Nutzung der Abwasserwärme sind die jeweils erforderlichen Eintrittstemperaturen in die Kläranlage zu beachten, um etwaige Beeinflussungen in der Funktion der Kläranlage auszuschließen zu können.

Erste Ergebnisse aus konkreten Projekten (Machbarkeitsstudien):

Gemeindeabwasserverband Amstetten:

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde die Wärme-Versorgung des Betriebsgebäudes der Stadtwerke Amstetten sowie des benachbarten Wasserkraftwerks untersucht.

Wärmepumpe bivalent/parallel mit 185 kW

Gesamtleistung: 235 kW

Spezial Abwasser Wärmetauscher extern

Jahresdeckung Energiebedarf durch Wärmepumpe und Abwasser: 97 %

Amortisationsdauer: in Abhängigkeit der Nutzung.
CO₂ Reduktion: 71 Tonnen / anno bzw. 69 % jeweils gegenüber Erdgas.

Abwasserverband Hall in Tirol - Fritzens:

Die Machbarkeitsstudie untersuchte die Abwasserentnahme nach der Kläranlage und vor dem Vorfluter (Inn).

Abwassermenge: 200 l/sec mit Temperatur von 12 °C
Freistrom Plattenwärmetauscher mit hydraulischer Rückspüleinrichtung

Heizleistung: 4,5 MW

Kalte Fernwärme zu der/den Heizzentrale(n) und von dort Niedertemperatur-Nahwärmenetze zu den VerbraucherInnen.

Insgesamt 7 OCHSNER Wärmepumpen mit je 640 kW
Heizleistung bei 50/45°C und 10/6 °C

Leistungszahl (COP): 4,4

Amortisationsdauer: in Abhängigkeit der Nutzung.

CO₂ Reduktion: 989 Tonnen/anno bzw. 61,5 % jeweils gegenüber Erdgas

Derzeit finden Gespräche mit zukünftigen AbnehmerInnen statt.

Drei Gründe für das Projekt

- Die im Abwasser vorhandene Energie, welche ursprünglich mit kostbarer Primärenergie erzeugt wurde, kann mit Wärmepumpen wiederverwendet werden.
- Das Kanalnetz als vorhandene „Energie-Infrastrukturleitung“ eignet sich hervorragend für die Wärmeentnahme (Heizung und Warmwasser) und zur Wärmeabgabe (Kühlung).
- Um die Abwasserwärmenutzung in Österreich flächendeckend und rasch umzusetzen, sind die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen zu ermitteln und zu dokumentieren.

Kälteanlagen im Hotel- und Gastgewerbe

Fakten

Projektnummer: 815593

Koordinator	Energie Tirol
Partner	Ingenieurbüro DI Andreas Greml Ingenieurbüro DI Wolfgang Kreuzer
Website	www.effizientekälte.at
Dauer	1. 6. 2008 – 30. 9. 2010
Budget in Euro	80.204,-
Ausschreibung	Energie der Zukunft

Kontakt

Roland Kapferer
Projektleitung
roland.kapferer@energie-tirol.at

„So groß wie die Variation der installierten Kälteanlagen, so groß ist auch die Schwankung in der Energieeffizienz. Durch entsprechende Empfehlungen und Verbesserungsvorschläge sowie die neu ausgearbeitete Qualitätskriterien für die Bestellung wird das Ziel effizienter Kälteanlagen unterstützt.“

Roland Kapferer, Projektleiter

Ausgangssituation und Projektziele

Personen, die sich mit Energie in Beherbergungsbetrieben auseinandersetzen, beachten meist nur Heizung, Warmwasser und Beleuchtung. Die Kältetechnik als ein wesentlicher Teil des Strombedarfes und entscheidender Faktor für die Qualität der Lebensmittel wurde bisher weitgehend vernachlässigt, weil die Technologie der Kältebereitstellung im Vergleich zur Heizung wesentlich schwieriger zu erfassen und zu optimieren ist.

Um die vorhandenen allgemein zugänglichen Unterlagen zu Kälteanlagen zu ergänzen, wurde dieses Projekt im Bereich des Tourismus angesiedelt, weil dieser Bereich für Österreich im Allgemeinen und für das Bundesland Tirol im Speziellen von großer Bedeutung ist.

Folgende Ziele wurden verfolgt:

- Erfassung des techn. Ausstattungsgrades
- Energiebedarf und Einsparpotenziale
- Aufzeigen von typischen Situationen
- Lösungen zur Effizienzsteigerung
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- Leitfaden für die Energieberatung

Ergebnisse

Der elektrische Energiebedarf in einem typischen 3- bzw. 4-Sterne-Hotel beträgt für alle Kälteanwendungen 2,8 kWh pro Übernachtung bzw. 18 % des Gesamtstrombedarfes von 15,3 kWh pro Übernachtung. Dabei entfallen von den 2,8 kWh pro Übernachtung ca. 1,0 kWh auf steckerfertige Standardgeräte (Eiscrusher, Karbonator, Weinkühler, Minibars, ...) und 1,8 kWh auf gewerbliche, individuell gefertigte Kälteanlagen. Die angegebenen Daten entsprechen mittleren Werten der Studie.

In einer Hochrechnung wurde dabei der Tiroler Bedarf für individuell gefertigte Kälteanlagen, die im Focus des Projektes standen, mit etwa 50 GWh/Jahr ermittelt. Steckerfertige Geräte, wie Kühltruhen oder Kühlschränke, sind hier nicht enthalten.

Zur Effizienzverbesserung wurden 2 Szenarien angenommen: einerseits die Sanierung, bei der die Kälteanlagen nur in Teilbereichen verbessert werden oder der komplette Neubau. Diese Unterscheidung ist deswegen erforderlich, weil die Betriebe wegen ihrer gewachsenen und dezentralen Struktur der Kälteanlagen nur beschränkte Möglichkeiten für eine Komplettsanierung bzw. einen Neubau bieten.

Damit ergibt sich für die Effizienzsteigerung:

- Teilsanierungen von Kälteanlagen oder der Austausch von einzelnen Teilen bringen nur geringe Einsparungen von etwa 8 %. Die Empfehlung lautet klar: Überarbeitung der gesamten Struktur der Anlagen und Verbesserung der technischen Parameter. Nicht zu unterschätzen sind die Nutzungsbedingungen, in denen ebenfalls ein entsprechendes Einsparpotenzial liegt.
- Der Neubau der Anlagen kann im Wesentlichen mit den Schlagworten Maschinenverbund, Drehzahlregelung, Wärmerückgewinnung und Wärmedämmung der Kühlbereiche beschrieben werden. Damit lassen sich bei einer Sanierung der Kältetechnik bis zu 33 % an elektrischer Energie einsparen. Bei einer zusätzlichen Verbesserung der Wärmedämmung beträgt die Einsparung an elektrischer Energie bis zu 50 %.
- Insbesondere wird auf die Wärmerückgewinnung hingewiesen, die einen deutlichen Beitrag zur Wärmebereitstellung liefern kann und zusätzlich Energie und Energiekosten einspart.

Mit dem Projekt konnte der Mangel an Wissen über Kälteanlagen im Tourismus größtenteils beseitigt werden. Die Auswirkungen einzelner Maßnahmen auf die Gesamteffizienz können nun einfach abgeschätzt werden.

Für technisch Versierte, wie EnergieberaterInnen, wurde ein Beratungstool auf EXCEL-Basis erarbeitet. Damit können bestehende Kälteanlagen beurteilt und die Effizienz von Verbesserungsmaßnahmen abgeschätzt und wirtschaftlich beurteilt werden.

Einen weiteren wesentlichen Beitrag für effiziente Neuanlagen liefern die entwickelten Bestellkriterien. Damit ist es Hoteliers, die kein tieferes technisches Wissen im Kältebereich haben, möglich, eine bestimmte Güteklasse für ihre Kälteanlage zu wählen. Mit den Bestellkriterien können vergleichbare Angebote eingeholt und mit den vorgegebenen technischen Parametern ein effizienter Betrieb gesichert werden. Unterlagen stehen auf www.effizientekälte.at zum Download bereit.

Drei Gründe für das Projekt

- Mit dem Projekt konnte der Mangel an Wissen über Kälteanlagen im Tourismus größtenteils beseitigt werden.
- Für EnergieberaterInnen wurde ein Beratungstool erarbeitet um damit bestehende Kälteanlagen zu beurteilen und die Effizienz von Verbesserungsmaßnahmen abzuschätzen.
- Einen wesentlichen Beitrag für effiziente Neuanlagen liefern die entwickelten Bestellkriterien mit denen es für Hoteliers möglich ist, ohne technisches Wissen, vergleichbare Angebote einzuholen und ihre Kälteanlage zu wählen.

Neuartiges Konzept für einen Hochleistungs-Mikrokanal-Absorber für Absorptionswärmepumpen

Projektnummer: 821841

Koordinator	AIT - Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H.
Partner	Pink Ges.m.b.H, Heliotherm Wärmepumpentechnik Ges.m.b.H.
Website	www.ait.ac.at/departments/energy/research-areas/energy-for-the-built-environment/renewable-heating-and-cooling/bubbleplate/
Dauer	1. 10. 2009 – 31. 7. 2012
Budget in Euro	298.280,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020 – 2. Ausschreibung

Kontakt

Gerwin Schmid
Projektleiter
gerwin.schmid@ait.ac.at

„Die Absorptionstechnologie wird einen großen Anteil zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen. Insbesondere im industriellen und gewerblichen Bereich sind große Potenziale vorhanden“

Gerwin Schmid, Projektleiter

Ziel

Aufgrund steigender Energiepreise bildet die Absorptionskälte- und -wärmetechnik eine gute Alternative zu herkömmlichen Technologien, die für Kühlen und Heizen zur Anwendung kommen. Zu den gestiegenen Energiekosten kommt noch die Notwendigkeit CO₂-Emissionen zu reduzieren hinzu, weshalb zu erwarten ist, dass die Absorptionstechnologie in den kommenden Jahren stark an Bedeutung gewinnen wird. Diese Technologie lässt sich für Raumkühlung und Warmwasserbereitung im gewerblichen Bereich sowie in industriellen Anwendungen einsetzen.

Um die Wettbewerbsfähigkeit in Anwendungen niedriger Leistungsbereiche zu gewährleisten, (<50 kW Kälteleistung) sind Komponenten, die automatisiert fertigbar sind, und kompakte Bauweisen für notwendig. Diese Anforderungen werden durch den Einsatz von Plattenwärmetauschern erfüllt, wobei zugleich Wärme- und Stofftransport verbessert werden. Grundsätzlich wird der Wärme- und Massentransport durch Erniedrigung der Transferwiderstände erhöht. Dies kann einerseits durch die Erzeugung von Turbulenzen im 2-Phasen-Fluss und/oder andererseits durch Verkleinerung des Flussquerschnittes, das heißt der Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Flüssigkeit und Wärme ableitendem Festkörper, erreicht werden. In einem Filmabsorber stellt die Gravitation oft die einzige (und daher limitierende)

treibende Kraft für Turbulenz dar, da der durch die Gasströmung erzeugte Schub üblicherweise vernachlässigbar klein ist. In Blasenabsorbern hingegen spielen außerdem sowohl der Auftrieb als auch der eingepreßte Druck eine Rolle. Entsprechend eingesetzt führt dies schließlich zu deutlich besseren Transportkoeffizienten in Blasenströmungen, da diese einen hohen Wärmetransfer bei gleichzeitig guter Durchmischung zwischen Flüssigkeit und Dampf ermöglichen.

Ziel des gegenständlichen Forschungsprojektes (BubblePlate) ist es ein erstes Konzept eines neuartigen Plattenwärmeübertragers auf Basis von Blasenströmungen zu entwickeln, der speziell auf die Absorption ausgelegt ist. Dazu werden sowohl umfangreiche Experimente als auch CFD (Computational Fluid Dynamics) Simulationen durchgeführt. Die Erprobung des entworfenen Hochleistungs-Mikrokanal-Absorbers erfolgt in zwei unterschiedlichen Absorptionswärmepumpen.

Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes BubblePlate wurden nach Abschluss der Planungs-, Montage- und Kalibrierungsarbeiten Absorptionsvorgänge in Kanälen verschiedener Querschnitte behandelt und bei verschiedenen Ammoniakdampfeinlässen optisch mittels

Hochgeschwindigkeitskamera untersucht. Dabei unterscheidet sich dieses Projekt gerade durch den Einsatz von optischen Methoden in Verbindung mit CFD-Simulationen von Arbeiten anderer Forschungsgruppen, die in diesem Bereich bisher durchgeführt wurden. Dadurch ist das Erlangen eines fundamentalen und umfangreichen Verständnisses des komplexen Verhaltens von Absorptionsvorgängen möglich. Die bisherigen Beobachtungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bei den untersuchten Konfigurationen hatte die Gaseintrittsgeometrie nur einen geringen Einfluss auf den Absorptionsprozess.
- Durch immer wieder auftretendes Abreißen der Dampfblase fluktuiert die Strömungsgeschwindigkeit der Lösung. Dies begünstigt den Absorptionsprozess, da es dadurch zu mehr Turbulenzen im System kommt und es zu keinen großen Gradienten in der Lösungskonzentration kommen kann.
- Ein relativ kleiner Anteil von Gasblasen wird, nachdem diese sphärische Form angenommen haben, nicht weiter absorbiert. Ob dies an Oberflächenspannungseffekten und/oder am lokalen Strömungsverhalten um die Blase liegt, muss noch weiter untersucht werden.

Mit den bisherigen Erkenntnissen aus Experiment und Simulation wird derzeit das Konzept des Plattenwärmeübertragers entwickelt, welches im Weiteren erprobt wird.

Drei Gründe für das Projekt

- Die Entwicklung für kleine Leistungen führt zur Erschließung neuer Märkte mit großen Stückzahlen.
- CO₂-Emissionsreduktionsmaßnahmen und die Energiepreisentwicklung machen die Absorptionstechnologie kompetitiv.
- Durch die Kombination von analytischen, numerischen und experimentellen Methoden wird ein umfassendes Verständnis des Absorptionsprozesses gewonnen.

GEOPOT – Geothermische Nutzungen und geothermisches Nutzungspersonal von Regionen

Fakten

Projektnummer: 818890

Koordinator	Wasser Tirol – Wasserdienstleistungs-GmbH (Dr. Ernst Fleischhacker)
Partner	Universität Innsbruck – Arbeitsbereich Umwelttechnik (Univ. Prof. Dr. Wolfgang Rauch), hydro-IT (Dipl. Inf. Heiko Kinzel)
Website	www.wassertirol.at/e-i-n-g-a-b-e/projektberichte/geopot/index.html
Dauer	1. 1. 2009 – 31. 3. 2011
Budget in Euro	235.000,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 1. Ausschreibung

Kontakt

Rupert Ebenbichler
Projektleiter
rupert.ebenbichler@wassertirol.at

„Unsere Messungen und die Erstellung von Wärmelastplänen haben gezeigt, dass die Ressource Grundwasser besonders in Ballungsgebieten stark beansprucht ist und Handlungsbedarf besteht. Um diese Ressource sinnvoll nutzbar zu machen, benötigt es umfangreichere Erhebungen und neue Berechnungsmodelle wie GEOPOT“

Ernst Fleischhacker, Geschäftsführer der Wasser Tirol – Wasserdienstleistungs-GmbH

Grundwasserressourcenschutz durch regionale Betrachtung der thermischen Nutzung

Für eine österreichische Klimastrategie ist die nachhaltige Nutzung oberflächennaher Erdwärme eine bedeutende Technik. Während für die lokale Betrachtung der technischen und ökologischen Folgen der thermischen Nutzung des Untergrundes mehrere Modelle am Markt existieren, sind für die großräumige, regionale Betrachtung nur wenige vorhanden bzw. können diese mit den vorhandenen Datenlagen nur unter großem Aufwand angewendet werden. Eine großräumige regionale Betrachtung zielt auf die rasche Beurteilung einer Vielzahl von in Wechselwirkung stehender Anlagen mit jedoch nur geringer Datenlage ab.

Die Wechselwirkung zwischen den Anlagen entsteht vor allem durch die Rückeinleitung des energetisch genutzten Wassers, was zu Temperaturanomalien nach der Rückgabe entlang der Grundwasserfließrichtung führt. Zu den zahlreichen sonstigen Nutzungen und Beanspruchungen des Grundwassers (z. B. als Trinkwasserressource) kommt daher eine weitere hinzu, nämlich die thermische. Es stellt sich nicht nur die Frage, auf welche Art und Weise der Grundwasserkörper durch die Veränderung der Temperatur betroffen ist, sondern auch, welche ökologischen Auswirkungen derartige Temperatur-

anomalien auf das Gesamtsystem der Grund- und Trinkwasserbewirtschaftung haben.

Robuste Modelle zur Berechnung von Temperaturveränderungen im Grundwasserkörper nötig

Um den Einfluss thermischer Grundwassernutzungen auf das Gesamtsystem untersuchen zu können, werden robuste Verfahren benötigt, welche auch bei geringer Datenauflösung Aussagen mit ausreichender Genauigkeit hinsichtlich der Ausbreitung der Temperaturveränderungen im Grundwasserkörper ermöglichen. Denn obwohl die Modellierung der kleinräumigen Beeinflussung des Grundwassers sehr weit entwickelt ist, fehlt eine wissenschaftliche Methodik zur Untersuchung großräumiger Grundwasserkörper weitgehend. Für die Untersuchung und Visualisierung dynamischer Vorgänge im Grundwasser bietet sich, sowohl für die Dateneingabe, wie auch für die Auswertung und Ausgabe, die Einbettung in ein Geographisches Informationssystem (GIS) an. Ausgehend von diesen Fragestellungen wurde 2006/07 von der Wasser Tirol – Wasserdienstleistungs-GmbH und der Universität Innsbruck – Institut für Infrastruktur das Softwareprodukt GWTEMPIS entwickelt. GWTEMPIS basiert auf einer wissenschaftlich fundierten und abgesicherten Methodik zur Ermittlung und Darstel-

lung der Ausbreitung von Temperaturanomalien aus Wärmepumpen- oder Kühlanlagen in Aquiferen auf regionaler Basis. Mit diesem Produkt ist es möglich, die regionalen Auswirkungen auf den Grundwasserkörper zu untersuchen und dadurch eine nachhaltige Nutzung dieser erneuerbaren Energieressource ohne Schädigung des Grundwassersystems zu ermöglichen.

GEOPOT – ein innovatives Berechnungs- und Darstellungsmodell für die regionale thermische Grundwassernutzung

Im gegenständlichen Projekt GEOPOT wurde ein regionales Berechnungs- und Darstellungsmodell erstellt, welches eine Weiterentwicklung von GWTEMPIS darstellt. Das Modell GEOPOT ist ebenfalls in das GIS-System ArcGIS integriert, im Gegensatz zu GWTEMPIS berücksichtigt es jedoch die dritte Dimension. Die 3-dimensionale Wärme- bzw. Kälteausbreitung kann sowohl stationär als auch instationär schnell für große Modellgebiete berechnet werden. Hierzu wurde im gegenständlichen Projekt eine Berechnungsmethodik entwickelt, welche einerseits eine Genauigkeitssteigerung gegenüber bisherigen Verfahren und Software z. B. bessere Hydraulik, aber auch weniger Rechenzeit als beispielsweise vollständig 3-dimensionale Berechnungsmethoden aufweist. Zudem wurde die Bedienungsfreundlichkeit deutlich verbessert. Im Modell kann im Weiteren die Wärme-/Kälteausbreitung nicht nur durch Grundwasserwärmepumpen, sondern auch durch Erdwärmesonden berücksichtigt werden.

Die während des Projektes entwickelte methodische Vorgehensweise wurde im Projektgebiet Innsbruck getestet. Mit Hilfe des Modells GEOPOT konnte so das regionale geothermische Nutzungspotential des Innenstadtbereichs von Innsbruck berechnet werden.

Somit ist es möglich, mit Hilfe des innovativen und praxisnahen Berechnungs- und Darstellungsmodells GEOPOT und der während des Projektes entwickelten Methodik eine regionale und großräumige Beurteilung der thermischen Nutzung des Untergrunds mittels Wärmepumpen bzw. Erdwärmesonden abzugeben.

Drei Gründe für das Projekt

- Mit GEOPOT können die Auswirkungen der geothermischen Wärmenutzung auf regionaler Ebene ermittelt und in 3D dargestellt werden. Grundwasserpumpen sowie Erdwärmesonden (stationärer sowie instationärer Betrieb) können berücksichtigt werden.
- Mit GEOPOT können Grundlagen für die Einreichung und die behördliche Bewilligung von Geothermieanlagen geschaffen werden.
- GEOPOT ermöglicht die Abschätzung des derzeit genutzten und des noch nachhaltig nutzbaren geothermischen Potenzials auf regionaler Ebene.

Geosola – Möglichkeiten, Bemessung und Grenzen neuer Hybrid-Erdwärmesondenkonzepte

Fakten

Projektnummer: 815718

Koordinator	JKU Linz
Partner	Austrian Research Centers GmbH – ARC Alpine Bau GmbH, M-TEC Mittermayr GmbH, GVT Verfahrenstechnik GmbH, JKU – Institut für Verfahrenstechnik, T&G Automation GmbH
Website	www.ivt.jku.at/Geothermie/Projekt.htm
Dauer	1. 5. 2008 – 30. 6. 2011
Budget in Euro	500.260,-
Ausschreibung	Energie der Zukunft, 1. Ausschreibung

Kontakt

Wolfgang Samhaber
Projektkoordination
wsa@jku.at

„Erneuerbare Energien und deren Nutzung stellen uns vor neue Herausforderungen. Nur durch innovative Konzepte und neue Ansätze können konventionelle Energiequellen sinnvoll ersetzt werden. Mit „Geosola“ wurde grundlegende Forschung im Bereich der Kombination von Geothermie und solarer Wärmeenergie betrieben.“

Wolfgang Samhaber, Projektleiter

Energie der Zukunft – neue Herausforderungen

Die Energiepolitik fordert eine Erhöhung des Anteils an erneuerbarer Energie am Primärenergieverbrauch. Von diesem entfallen in Mitteleuropa ungefähr 50 % auf Heiz- und Kühlzwecke. Hier besteht die Möglichkeit, einen großen Anteil durch erneuerbare Energie zu ersetzen. Dabei hat die oberflächennahe Geothermie viel Potential, und auch Solarenergie trägt dazu bei, den Anteil erneuerbarer Energie zu erhöhen.

Die Projektidee für „Geosola“ war es, diese beiden Energiequellen zu kombinieren und Grundlagenforschung auf dem Gebiet des Wärmetransports im Untergrund und Einflüssen auf diesen zu betreiben. Es wurde eine Industrieforschungsanlage mit insgesamt sechs unterschiedlichen Sondenbohrungen errichtet. Neben spezieller und umfassender Messtechnik wurde die Anlage auch so ausgerüstet, dass die kontrollierbare Einbringung von Wärmeenergie in die Erdwärmesonden möglich ist (Hybrid-Erdwärmesonde). So kann ein Nachladen der Sonde mit solaren Wärmeüberschüssen simuliert werden. Außerdem wurden bei drei Erdwärmesonden Sole- und CO₂-Wärmeentzugssysteme kombiniert, um die bisher wenig erforschten CO₂-Sonden weitergehend untersuchen zu können.

Neue Erkenntnisse zur Wärmebevorratung und zum Wärmetransport

Mit der Geosola-Anlage war erstmals eine ausschließlich zu Forschungszwecken errichtete Anlage dieser Art zugänglich. So konnten im Zuge der dreijährigen Entwicklungs- und Forschungstätigkeit Erkenntnisse gewonnen werden, die an einer betriebswirtschaftlich genutzten Anlage nicht möglich gewesen wären: Dadurch, dass keine Rücksicht auf Wärmebereitstellung oder Heizzwecke genommen werden musste, konnten spezielle Forschungs-Messprogramme durchgeführt werden.

Durch die umfangreiche Messtechnik – faseroptische Temperatursensoren (Glasfaser – Lichtwellenleiter) wurden seit Inbetriebnahme alle Temperaturen im Untergrund an jeder Stelle der Erdwärmesonden aufgezeichnet und größtenteils auch ausgewertet.

Die gesammelten Ergebnisse wurden außerdem bereits im Abschlussbericht des Projektes veröffentlicht:

- Die Grenzen der Wärme-Entzugsleistung von Sole- und CO₂-Sonden wurde untersucht, weiters wurden Untersuchungen hinsichtlich optimaler Füllmengen für CO₂-Sonden durchgeführt.
- Hinsichtlich der Wärmeeinbringung konnte der Einfluss von Grundwasserströmungen quantifiziert werden: Es wurde gezeigt, dass Wärme-

bevorratung im Untergrund überall dort nicht wirtschaftlich ist, wo schnell fließende Aquifere Wärme abtransportieren.

- Dort, wo im Bereich hoher Temperaturgradienten (oberflächennaher Bereich bis etwa 30 m unter GOK) kein Aquifer strömt, kann Kurzzeit-Wärmebevorratung sinnvoll sein.
- Jedenfalls positiv wirkt sich die Wärmeerbringung auf das Temperaturniveau im Untergrund aus: In den Jahren der Nutzung der Anlage konnte kein Temperaturabfall festgestellt werden. Der geringe Wärmestrom aus der Erde (beschränkte Autoregeneration) wurde durch Wärmeeintrag unterstützt, und somit lassen sich dadurch nachhaltige Systeme realisieren.

Chancen zur nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung mit Strömungs sonden

Grundwasser ist eine wertvolle Ressource, deren Nutzung zu Recht strengen Regeln unterliegt. Schnell fließende Aquifere transportieren – wegen der hohen Wärmekapazität von Wasser – eine weitere Ressource mit sich, deren Nutzung immer wirtschaftlicher wird: Wärme. Dass diese ohne Eingriffe in ein empfindliches Gleichgewicht genutzt werden kann, wurde durch eine weitere Entwicklung im Rahmen des Geosola-Projektes gezeigt: Mit Strömungs sonden lässt sich ohne Stoffaustausch Wärme aus dem Grundwasser entziehen, und zwar auf höchst effektive Art und Weise: Bis zu 500 W pro Meter Wärmeaustauschlänge in der Bohrung wurden an der Forschungsanlage gemessen, eine Verbesserung um den Faktor 10 gegenüber erdgekoppelten Sonden!

Drei Gründe für das Projekt

- Geosola hat wichtige Erkenntnisse über die Kombination von Geothermie und Solarenergie und über den Wärmetransport im Untergrund geliefert.
- Das Errichten einer Anlage ausschließlich zu Forschungszwecken. Vergleichbare Anlagen können meist nur sehr eingeschränkt wissenschaftlich genutzt werden.
- Weiterführende Untersuchungen (aktuell z. B. Forschung an CO₂-Sonden und Strömungs sonden sowie die Entwicklung einer Gebrauchsformel für die Berechnung von Nusselt-Zahlen in Erdwärmesonden).

Geothermie aus alten Ölsonden – Ein Weg zu etwas mehr Unabhängigkeit!

Projektnummer: 821865

Koordinator	OMV AG
Partner	–
Website	www.omv.com
Dauer	1. 1. 2009 – 1. 6. 2011
Budget in Euro	1.757.616,-
Ausschreibung	Neue Energien 2020, 2. Ausschreibung

Kontakt

Oliver Dinstl
Koordinator
oliver.dinstl@omv.com

„Die geothermale Nachnutzung ausgeförderter Öl- und Gassonden könnte auf regionaler Ebene ein interessanter Nischenplayer im Energiesegment werden!“

Leopold Bräuer, Projektleiter

Die OMV Exploration & Production GmbH hatte sich im Jahr 2008 zum Ziel gesetzt aufgelassene Öl- und Gassonden hinsichtlich einer geothermischen Nachnutzung zu untersuchen. Das untersuchte Prinzip der geothermalen Energiegewinnung aus alten Öl- und Gassonden lässt sich folgendermaßen vereinfacht erklären:

„Heizungswasser wird am obersten Punkt des Bohrlochs eingebracht, nach unten gepumpt und dabei durch das umgebende Gestein erwärmt. Am tiefsten Punkt wird das Wasser umgelenkt und folglich an die Oberfläche wieder zurückgefördert, wo es die thermische Leistung an einen Wärmetauscher abgibt. Das abgekühlte Wasser wird dann wieder in Richtung des Sondenbodens gepumpt.“

Die Nachnutzung alter Öl- und Gassonden, zur Verwendung als Energielieferanten für regionale Anwendungen, ist in dieser Form neuartig. Hierbei wurde die Umrüstung einer alten Bohrlochsonde zu einem Bohrlochwärmetauscher geplant um die theoretischen Berechnungen durch ein reales Forschungsprojekt zu verifizieren. Die ermittelten Erkenntnisse sollen für weitere Projekte genutzt werden, weitere aufgelassene Sonden sollen als Wärmequelle genutzt werden. Neu entwickelte Softwarelösungen sollen den Weg für weitere wirtschaftlich tragbare Projekte ermöglichen, auch tiefere Sonden sollen in das

mögliche Portfolio übernommen werden. Analytische Studien wurden durch ein reales Projekt ergänzt und die technische Plausibilität der Anlage evaluiert. Des Weiteren wurden reale Betriebsbedingungen, Integrationsfähigkeit in bestehende Heizsysteme, Abkühlungskurven des Gesteins und weitere Prozessanalysen durchgeführt.

Die Schwerpunkte des Projektes waren:

- Umrüstung und Adaptierung einer alten Sonde zu einem Bohrlochwärmetauscher
- Integration in ein bestehendes Heizsystem über ein eigenes Fernwärmenetz
- Test der Gesamtanlage unter realen und dynamischen, atmosphärischen Bedingungen
- Entwicklung einer Software zum Eruiere weiterer Geothermiepotenziale
- Erhebung von Verbesserungspotenzialen

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde die Sonde „Prottes Tief 11“ (Teufe 2.243 m) in der Gemeinde Prottes reaktiviert und zu einem Bohrlochwärmetauscher umgebaut.

Die Erde als Energiequelle, eine ausgeförderte Ölsonde zirkuliert Warmwasser:

Als Sonde wurde ein Koaxialrohr eingesetzt. Dieses wurde mit Abstandshaltern ins Casing eingeführt und

zentriert, wobei die Fixierung mit einem neu entwickelten Eruptiv-Kreuz ausgeführt wurde. Der Isolationsraum wurde für den Testbetrieb mit Stickstoff gefüllt. Die Adaptierung des Eruptiv-Kreuzes und des Tubings stellten die technischen Voraussetzungen für weitere Anwendungen dar. Weiters wurde ein Geothermiecontainer mit allen notwendigen Messinstrumenten ausgestattet.

Die Integration in ein bestehendes Heizungssystem erfolgte in Form der Beheizung der Sporthalle Prottes. Dafür wurde ein 350 m Nahwärmeleitungs-trasse verlegt. Im Heizraum wurden drei Gaswärmepumpen parallel installiert. Diese dienen zur Anhebung auf das benötigte Temperaturniveau zur Beheizung der Sporthalle.

Eckdaten:

- Tiefe: 2.243 m
- Durchflussrate: 3-10 m³/h
- Gebirgstemperatur am Sondenboden: ca. 83 °C

Ein wesentlicher Faktor bei der Installation des Bohrlochwärmetauschers war die Abstimmung der Koaxialrohre um Wärmeverluste zu minimieren. Der Temperaturverlauf in Abhängigkeit der Tiefe konnte durch die gewonnenen Messungen berechnet werden. Die höchste Temperatur herrscht am Sondenboden.

Die Wärmeträgeraustrittstemperatur wird von der Injektionstemperatur, dem Sondenmassenstrom und dem Gebirgswärmestrom beeinflusst. Die größten Leistungen können bei niedrigen Injektionstemperaturen erreicht werden.

Kontrolle der Integrität an der Sonde

Die Bohrsonde wurde für die Einbauten gemäß bohrtechnologischen Voraussetzungen auf ihre Integrität gegenüber der Formation überprüft. Es wurde ein Drucktest durchgeführt, um zu gewährleisten, dass eine dichte Abgrenzung gegenüber der Formation und eventuell vorhandenem Formationswasser gegeben ist.

Drei Gründe für das Projekt

- Das Projekt wurde ausgeführt um das geothermische Potenzial aus unbrauchbar gewordenen Kohlenwasserstoffsonden abschätzen zu können. Wir konnten die Idee eines verbrauchsarmen Wärmeproduzenten realisieren.
- Alternative Wärmequellen reduzieren den Treibhausgasausstoß und den Verbrauch konventioneller Energieträger.
- Mit den bei Tiefensonden höheren Sondenwärmeleistungen und Wärmeträgeraustrittstemperaturen könnten höhere Leistungen erreicht werden.

Geothermieranlage Aspern – Energie aus Wien für Wien

Fakten

Projektnummer: A760431

Koordinator	Geothermiezentrum Aspern GmbH
Partner	Wien Energie Fernwärme, Wirtschaftsagentur Wien
Website	www.geothermiewien.at
Dauer	2008 – 2014
Budget in Euro	45 Mio. Euro
Ausschreibung	Förderung des Klima- und Energiefonds

Kontakt

Michael Kotschan
Geschäftsführer
info@geothermiewien.at

„Umweltfreundliche Lösungen zur Energieerzeugung sind die Zukunft. Die tiefe Geothermie spielt dabei europaweit eine wichtige Rolle. Nach dem Motto Energie aus Wien für Wien setzten wir mit der Geothermieranlage Aspern einen Baustein für eine nachhaltige Energieversorgung Wiens.“

Michael Kotschan, Projektleiter

Projektbeschreibung

In Österreich speisen Thermalwasservorkommen die Becken zahlreicher Thermen. Ihre Nutzung als Energiequelle beschränkte sich jedoch auf wenige kleine Anlagen. Bis jetzt, denn in Wien wird nun die Geothermie nutzbar gemacht.

Mit der Geothermieranlage Aspern schlägt Wien ein neues Kapitel des regionalen Klimaschutzes auf und unterstreicht die richtungsweisende Rolle Wiens für eine nachhaltige Energiezukunft.

Ziel des hydrothermalen Geothermieprojektes ist die Förderung von Thermalwasser aus einer Tiefe von rund 5000 m. Für die Erschließung der wasserführenden Gesteinsschichten im Untergrund Wiens werden zwei Bohrungen abgeteuft. In der Geothermieranlage wird das 150 °C heiße Wasser an die Oberfläche gefördert, die Wärmeenergie gewonnen und in das Fernwärmenetz eingespeist. Das im Thermalwasser in geringen Mengen enthaltene Methan kann zur Stromerzeugung genützt werden und dient dem Eigenbedarf der Anlage. Um den natürlichen Wasserkreislauf im Untergrund zu schließen, wird in weiterer Folge das abgekühlte Thermalwasser über die zweite Bohrung wieder in die Tiefe zurück geführt.

Mit einer thermischen Leistung von ca. 40 MW kann der gesamte Wärmebedarf des neuen Stadtteils „aspern die Seestadt Wiens“ gedeckt werden und so-

mit insgesamt 40.000 Wohnungen in Wien künftig mit umweltfreundlicher Energie für Heizung und Warmwasser versorgt werden.

Das mit einer Investitionssumme von 45 Mio. Euro bezifferte Pilotprojekt wird von der Stadt Wien und dem Klima- und Energiefonds gefördert. Betrieben wird die Geothermieranlage von der Geothermiezentrum Aspern GmbH, einem gemeinsamen Unternehmen von Wien Energie Fernwärme und der Wirtschaftsagentur Wien.

Ziele des Projektes

Die Geothermieranlage Aspern wird Österreichs leistungsstärkste Anlage und die erste Anwendung hydrothermalen Geothermie zur Energiegewinnung im Wiener Becken sein. Das Pilotprojekt soll den Weg zu einer intensiven Nutzung des Energiepotenzials aus Geothermie in Wien und im Osten Österreichs ebnen. Geothermie zählt zu den innovativsten und umweltfreundlichsten Methoden zur Wärmeenergiegewinnung. Eine Wärmeversorgung aus Geothermie ist CO₂-neutral, sie ist effizient und stabil im Preis. Die Energiegewinnung ist vollkommen unabhängig von äußeren Einflüssen wie Wind und Sonne und kann direkt vor Ort passieren.

Die Geothermieranlage wird so viel Wärme produzieren, dass der Überschuss, der nicht von der Seestadt

Aspern benötigt wird, ins Wiener Fernwärmenetz eingespeist werden kann, um dort die Grundlast zu stützen. Das heißt auch: weniger Energie-Verbrauch in den fossil befeuerten Kesseln und damit mehr Unabhängigkeit von Erdgas-Importen.

Das Geothermieprojekt Aspern ist europaweit gesehen ein einzigartiges Projekt. Die bis zu 5.000 m tiefen Bohrungen werden auf Wiener Stadtgebiet durchgeführt. Neben der großen thermischen Leistung stellt auch das hoch mineralisierte Thermalwasser eine Herausforderung für die Anlagenplanung dar.

Klima- und Energieziele

Die Geothermie ist nach menschlichem Ermessen eine unerschöpfliche Energiequelle und zählt zu den regenerativen Energien. Der kontinuierliche Wärmefluss aus größeren Tiefen erneuert sich stetig und wird im menschlichen Zeitraum niemals versiegen. Wien steht somit eine dauerhafte und nachhaltige Energiequelle zur Verfügung.

Geothermische Energie trägt bereits zu einem Teil zur Deckung der Energienachfrage in Europa bei. In den letzten Jahren wurde die Nutzung europaweit ausgebaut. Diese Entwicklung wird sich aufgrund der energie- und umweltpolitischen Zielvorgaben auch in den kommenden Jahren fortsetzen und sich tendenziell verstärken. Künftig kann die Geothermie einen wichtigen Beitrag zum angestrebten regenerativen Energiemix in Europa darstellen.

In der European Renewable Energy Roadmap wurde dementsprechend als Zielvorgabe für die Geothermie bis zum Jahr 2020 eine installierte Leistung von ca. 39.000 MW thermisch (tiefe & oberflächennahe

Geothermie) und ca. 5.000 MW elektrisch vorgegeben. Um die Ziele des EU Fahrplans für erneuerbare Energien erreichen zu können, setzte Österreich im National Renewable Energy Action Plan 2010 für die Geothermie als Ziel bis 2020 die Erhöhung von 220 GWh auf 465 GWh im Jahr fest.

Darüber hinaus leistet die Geothermie einen unverzichtbaren Beitrag zum Klimaschutz. Mit diesem Projekt wird es möglich sein, einen ganzen Stadtteil Wiens – die Seestadt Aspern – komplett CO₂-neutral mit Wärmeenergie zu versorgen. Die durch die Nutzung des Thermalwasservorkommens ausgelöste CO₂-Einsparung beträgt rund 130.000 t im Jahr. Durch die Einspeisung der umweltfreundlichen Wärme in das Wiener Fernwärmenetz kann der erneuerbare Energieanteil im Netz von 16 auf 20 % gesteigert werden. Infolgedessen sinkt die Abhängigkeit Wiens von Energieimporten.

Drei Gründe für das Projekt

- CO₂-neutral und klimafreundlich: Geothermie ist eine nachhaltige Energiequelle, die keine Emissionen verursacht.
- Preisstabil und energieeffizient: Fernwärme aus Geothermie ist eine preisstabile Energieform. Die Anlage wird 24 h pro Tag, 365 Tage im Jahr Wärme ins Wiener Fernwärmenetz einspeisen.
- Sicher und unabhängig: Die Geothermie ist nach menschlichen Maßstäben eine unerschöpfliche Energiequelle. Die in der Anlage produzierte Energie macht Wien von anderen Energieträgern unabhängiger.



Impressum

Medieninhaber:

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22, 1060 Wien
Tel: (+43 1) 585 03 90, Fax: (+43 1) 585 03 90-11
E-Mail: office@klimafonds.gv.at
www.klimafonds.gv.at

Für den Inhalt verantwortlich:

Die AutorInnen tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider. Weder der Klima- und Energiefonds noch die Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) sind für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung:

ZS communication + art GmbH, www.z-s.at

Verlags- und Herstellungsort: Wien

Wir haben diese Broschüre mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt und die Daten überprüft. Rundungs-, Satz- oder Druckfehler können wir dennoch nicht ausschließen.