



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE

Jahresbericht 30. November 2009

OPERATING AGENT IEA HPP ANNEX 32

ECONOMICAL HEATING AND COOLING SYSTEMS FOR LOW ENERGY HOUSES

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm «Wärmepumpen, WKK, Kälte»
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Kofinanzierung:

alle Teilnehmerländer im IEA-HPP Annex 32

Auftragnehmer:

Institut Energie am Bau, HABG
FHNW
St. Jakobs-Str. 84
CH-4132 Muttenz
www.fhnw.ch

Autoren:

Carsten Wemhöner, FHNW, carsten.Wemhoener@fhnw.ch
Prof. Dr. Thomas Afjei

BFE-Bereichsleiter: Andreas Eckmanns

BFE-Programmleiter: Thomas Kopp

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 151885 / 101579

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Abstract

Das Projekt "Operating Agent IEA HPP Annex 32" umfasst das Projektmanagement des Annex 32 "Economical heating and cooling systems for low energy houses" im Wärmepumpenprogramm (HPP) der Internationalen Energieagentur (IEA).

Projektziel ist die Neu- und Weiterentwicklung von Wärmepumpensystemen für Heiz- und Kühlzwecke, die in Niedrigenergie- und Passivhäusern (z. B. entsprechend MINERGIE® und MINERGIE-P®) eingesetzt werden. Das Projekt wird task- und cost-shared mit Beteiligung der zehn Länder AT, CA, CH, DE, FR, JP, NL, NO, SE und US durchgeführt. Der Zeitplan gliedert sich in vier Aufgabenbereiche: Task 1 legt die Grundlage mit einer Marktübersicht über den Stand des Gebäudemarktes im Bereich Niedrigenergiehäuser und eingesetzter Systeme. Task 1 wurde im Sommer 2007 abgeschlossen und wird für die Schlussberichte aktualisiert. In Task 2 werden im Wesentlichen Standardlösungen für die einzelnen Länder und neue Wärmepumpenprototypen für den kleinen Leistungsbereich entwickelt. In Task 3 werden Feldmessungen durchgeführt, um Erfahrungen zum Systemverhalten im praktischen Einsatz zu sammeln. In Task 4 sollen die Ergebnisse als Auslegungsempfehlungen und Best-Practice-Beispiele aufbereitet werden.

Drei Schwerpunktthemen verbinden die nationalen Projektbeiträge zum Annex 32: Die Entwicklung von Prototypen von neuen und multifunktionalen Wärmepumpensystemen, die auf einen Leistungsbereich von 3-5 kW angepasst sind und auch Systeme mit natürlichen Kältemitteln (CO₂, Propan) umfassen; umfangreiche Feldtests von marktverfügbaren und neu entwickelten Systemen, die als optimierte "best practice" dokumentiert werden; die Ableitung von Auslegungsrichtlinien und Standardlösungen, die die Markteinführung und -verbreitung erleichtern sollen.

Im Jahr 2010 wurden zwei Projekttreffen zur Diskussion der Resultate und Vorbereitung der Schlussberichte durchgeführt. Die Ergebnisse werden entsprechend der einzelnen, oben dargestellten Projektschwerpunkte in mehreren Berichten zusammengefasst und in einem „umbrella report“ eingefügt.

Die Endresultate der nationalen Projekte sind für Ende 2009 geplant, die Schlussberichte für das ExCo-Frühjahrs-Arbeitstreffen 2010. Die Endergebnisse sollen auf einem Workshop auf der 10. IEA HP Konferenz vorgestellt werden.

Aktuelle Informationen zum Annex 32 finden sich auf der Annex 32-Website unter <http://www.annex32.net>.

Summary

The project "Operating Agent IEA HPP Annex 32" comprises the project management and reporting of the Annex 32 "Economical heating and cooling systems for low energy houses" in the frame of the Heat Pump Program (HPP) of the International Energy Agency (IEA).

The objective of the project is a categorisation and further development of multi-functional heat pump systems for low energy houses (e.g. acc. to the Swiss standard MINERGIE®) and ultra-low energy houses (e.g. acc. to the German standard Passivhaus). The project is accomplished task- and cost-shared with the participating countries Austria, Canada, Switzerland (Operating Agent), France, Germany, Japan, Netherlands, Norway, Sweden and the USA.

The research in the national projects in the Annex 32 is concentrated on three main items: the development of prototypes of new multifunctional heat pump systems, which are adapted to a capacity range of 3-5 kW and also comprise systems with natural refrigerants (CO₂, Propane); extensive field test of marketable and newly developed systems, which are

documented as optimised "Best Practice"; the derivation of design recommendations and standard system solutions, which shall facilitate the market introduction and extension.

In 2010 two project meetings have been accomplished to discuss interim results and prepare the final reports. The results will be summarised in several reports concerning the above mentioned main research directions and introduced by an Umbrella report.

The final reports are to be presented on the HPP ExCo spring meeting 2010 and probably published in autumn 2010. It is planned to present final results in the frame of a workshop on the 10th IEA Heat Pump Conference.

Continuously updated information incl. publications for download is found on the IEA HPP Annex 32 website at <http://www.annex32.net>

Projektziele

In der Schweiz ist der Gebäudebereich für 40% der CO₂-Emissionen verantwortlich. Niedrigenergiehäuser, etwa nach MINERGIE® und MINERGIE-P®-Standard, können helfen, den Jahresheizenergiebedarf und damit die CO₂-Emissionen massiv zu reduzieren. Daher ist die Gebäudesanierung hin zu Niedrigenergiegebäuden in vielen Ländern ein wesentliches Element zum Erreichen der Kyoto-Ziele. Um die Potenziale allerdings voll auszuschöpfen, wird gleichzeitig eine effiziente Haustechnik benötigt. In der Tat sind in den letzten Jahren eigene Systeme speziell für den Niedrigenergiebereich entwickelt worden, deren Entwicklung aber noch nicht abgeschlossen ist.

Der IEA HPP Annex 32 mit dem Titel "Economical heating and cooling systems for low energy houses", der im Wärmepumpenprogramm (HPP) der Internationalen Energieagentur (IEA) durchgeführt wird, hat daher zum Ziel, diese Systeme weiter zu entwickeln, die Systemintegration zu verbessern und energieeffiziente Lösungen zu standardisieren. Mit einer Vereinheitlichung der Systeme soll die Verbreitung innovativer und bewährter Lösungen erleichtert und damit aktiv ein Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele geleistet werden.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Am IEA HPP Annex 32 nehmen die zehn Länder AT, CA, CH, DE, FR, JP, NL, NO, SE und US teil. FR ist nach dem Workshop auf der 9. IEA Heat Pump Conference im September 2008 beigetreten.

Der Arbeitsplan gliedert sich in vier Aufgabenbereiche:

- **Task 1: Analyse Stand der Technik**

von Niedrigenergiehäusern und auf dem Markt verfügbaren Systemen

- **Task 2: Entwicklung von Standardlösungen und Prototyp-Systemen**

hinsichtlich Anwendungsbereich, Energieeffizienz, erreichbarem Komfort und Kosten.

- **Task 3: Feldmessungen**

von marktgängigen Systemen in Niedrigenergiehäusern und Feldtest von Prototypen

- **Task 4: Ableiten von Auslegungsempfehlungen und Best Practice Systemen**

für die in Task 2 und Task 3 untersuchten Systeme und Dokumentation von Beispielanlagen (Best Practice) mit dem Ziel einer Vereinfachung und Standardisierung der Systeme und der Systemauslegung.

Ergebnisse Task 1

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass für alle Teilnehmerländer Niedrigenergiehäuser eine Schlüsselrolle zum Erreichen der Kyoto-Ziele spielen. Dabei ist allerdings die Markteinführung in den Ländern recht unterschiedlich. Während Deutschland, Österreich und die Schweiz bereits grosse Marktanteile und hohe jährlichen Zuwachsraten an gebauten Niedrigenergie- und Passivhäusern haben, sind Länder wie die Niederlande und Schweden noch in der Markteinführungsphase.

Ähnliches zeigt sich auch bei der Gebäudetechnik in Niedrigenergiehäusern. In Deutschland, Österreich und der Schweiz gibt es inzwischen mehrere Hersteller, die hochintegrierte Wärmepumpen/Lüftungs-Kompaktgeräte hauptsächlich im Leistungsbereich von 1-2 kW anbieten. In den Ländern mit geringem Marktanteil sind nur wenige Systeme erhältlich und es besteht noch Entwicklungsbedarf. In Norwegen war in den letzten Jahren ein hohes Marktwachstum bei den Niedrigenergiehäusern zu verzeichnen. Die Niedrigenergie-Neubauten stiegen von 2'000 im Jahr 2006 auf insgesamt 10'000 im Jahr 2007. Ein Manko ist die für Niedrigenergiegebäude und norwegische Verhältnisse noch wenig erprobte Haustechnik. Auch muss darauf geachtet werden, dass die hohe Effizienz der Niedrigenergiehäuser nicht durch den Einsatz von Elektrodirektheizungen geschmälert wird.

Bezüglich der Systeme, die in Niedrigenergiehäusern eingesetzt werden, lässt sich feststellen, dass Wärmepumpen zusammen mit aktiven Solarsystemen (Schwerpunkt Warmwasserbereitung) und Holz die Marktführerschaft haben. Auf der anderen Seite herrscht bisher wenig Erfahrung mit der installierten Systemtechnik, was im Annex 32 durch umfangreiche Feldmessungen berücksichtigt wird. Insofern ist noch Entwicklungspotenzial für die Systemoptimierung vorhanden.

Stand der nationalen Projekte

Im Folgenden wird kurz der Stand der nationalen Projekte dargestellt.

Österreich (AT)

In Österreich nehmen das Institut für Wärmetechnik (IWT) der TU Graz und das AIT (Austrian Institute of Technology, früher Arsenal Research), Wien, am Annex 32 teil. Am IWT wird ein Prototyp einer CO₂-Wärmepumpe im Leistungsbereich von 3-5 kW entwickelt. Bisher wurden die folgenden Entwicklungsschritte durchgeführt:

- Festlegung von drei vielversprechenden Systemkonfigurationen
- Analyse von bestangepassten Kältekreisläufen und Kältemitteln, unter anderem CO₂
- Auswahl des besten Systems, Bau und Labortests eines Prototypen

An einem Hersteller-Workshop wurden Zwischenergebnisse zu den Themen Kältekreisberechnung und Systemkonfigurationen vorgestellt und anschliessend ein Prototyp einer erdgekoppelten Sole/Wasser-Wärmepumpe mit aktiver und passiver Kühloption entwickelt. Als Kältemittel wird CO₂ eingesetzt. Erste Labormessungen zeigten, dass der eingesetzte CO₂-Kompressor für die Anwendung nicht geeignet war, und ausgetauscht werden muss. Ein neuer Prototyp-Kompressor eines japanischen Herstellers hatte bei einer Heizleistung von 4 kW einen verhältnismässig hohen isentropen Wirkungsgrad von 0.55–0.7, einen hohen volumetrischen Wirkungsgrad von 0.9 und dadurch geringere Wärmeverluste. Ergebnisse von Kältekreismessungen ergaben Jahresarbeitszahlen von 2.8 im Warmwasserbetrieb, 4 im Heizbetrieb und 3.5 im kombinierten Heiz-/Warmwasserbetrieb. Auf Grundlage der Prüfergebnisse des Prototyps werden bis Ende 2009 noch Systemsimulationen im Hinblick auf den Jahresnutzungsgrad und Regelungsfragen durchgeführt.

Das AIT hat im Sommer 2009 einen Feldtest von 10 Wärmepumpen für den Heiz- und Warmwasserbetrieb abgeschlossen. Die Jahresarbeitszahlen für Systeme mit Erdreich oder Grundwasser als Wärmequelle liegen im Heizbetrieb über 4, für die Luft-Wasser Systeme über 3. Der Warmwasserbetrieb liegt zwischen 2.2 – 3.5 und die Gesamtarbeitszahlen zwischen 3 und 4.2. Des Weiteren wird Ende 2009 der Feldtest zweier Kompaktgeräte mit Heizung, Warmwasser, Kühlung und Lüftung abgeschlossen. Zwischenergebnisse ergaben Erzeugernutzungsgrade von ca. 4 und Systemnutzungsgrade von ca. 3.3. Der passive Kühlbetrieb im Sommer erreicht eine Arbeitszahl von 8.2 für die Periode Mai – Juli 2009.

Kanada (CA)

Kanada ist mit dem Forschungsinstitut LTE des kanadischen Energieversorgers Hydro-Québec vertreten. Das nationale Projekt von Kanada umfasst die Auslegung und den Bau von 2 Netto-Nullenergiehäusern, sog. EQUilibrium-Häuser, die im Rahmen eines Feldtest der Canadian Mortgage and Housing Corporation CMHC untersucht werden. In den Häusern werden solare Technologien mit Wärmepumpen kombiniert. Für das erste Haus liegen jährliche Feldmessungen eines unbewohnten Hauses vor. Seit Sept. 2009 ist das Haus bewohnt, so dass jetzt die Feldmessungen am bewohnten Haus fortgesetzt werden. Das zweite Haus wird zurzeit fertig gestellt und Feldmessungen beginnen demnächst. Das kanadische Projekt wird ab Mitte 2007 aktiv vom kanadischen Solar Building Research Network (SBRN) unterstützt, dessen Ziel die Entwicklung solar optimierter Häuser ist.

Schweiz (CH)

Das Institut Energie am Bau (IEBau) der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) führt im Auftrag des BFE die Projektleitung des Annex 32 durch. Der Schwerpunkt des Schweizer Projekts liegt in der Integration einer passiven und/oder aktiven Kühlfunktion in Wärmepumpensystemen für Niedrigenergiehäuser. Es sind fünf Standardsysteme definiert worden, für die Kriterien zur Systemauswahl und mittels Simulationen Auslegungsempfehlungen abgeleitet werden [9].

Dabei fließen auch Erfahrungen aus zwei Feldanlagen mit erdgekoppelten Wärmepumpen und passiver Kühlfunktion ein. Eine Anlage ist im ersten MINERGIE-P®-Mehrfamilienhaus im Kanton Basel-Stadt Cosy Place® installiert. In der zweiten Heizperiode konnte durch eine optimierte Reglerparameterisierung Verbesserungen im Betriebsverhalten realisiert werden, mit denen die Jahresarbeitszahl im Heizbetrieb von 3.9 auf 4.3 verbessert wurde. Die passive Kühlfunktion erreichte je nach Kühllast Nutzungsgrade von bis zu 13.5 in der zweiten Sommerperiode [10] gegenüber 8.0 in der ersten Sommerperiode.

Eine zweite Anlage ist in einem MINERGIE®-Einfamilienhaus in Muolen (SG) installiert und wird in Zusammenarbeit mit Viessmann Schweiz, Geschäftsbereich SATAG Thermotechnik, messtechnisch untersucht [9]. Die Ergebnisse fließen in den Schlussbericht zu den Feldmessungen ein.

Deutschland (DE)

Deutschland wird durch das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (FhG-ISE) repräsentiert. Der Schwerpunkt des deutschen Projekts ist ein umfassender Feldtest in Task 3. Der Feldtest in Zusammenarbeit mit 7 Wärmepumpenherstellern und 2 Energieversorgern umfasst ~100 Wärmepumpen. Die Systeme entsprechen dem Stand der Technik der jeweiligen Hersteller und die Resultate sollen helfen, die Systeme weiter zu optimieren sowie Hinweise auf die Weiterentwicklung von Wärmepumpen im Leistungsbereich 3-10 kW zu geben. Ein weiterer Feldtest in Zusammenarbeit mit dem deutschen Energieversorger E.ON befasst sich mit dem Ersatz von Kesseln durch Wärmepumpen in Gebäuden mit hohen Vorlauftemperaturen. Zwischenergebnisse des ersten Betriebsjahrs von ~70 Feldanlagen

sind auf dem Annex 32-Workshop in Zürich vorgestellt worden, wobei allerdings über das Jahr die Anzahl der installierten Anlagen ansteigt, so dass Ergebnisse eines ganzen Jahres für die meisten Anlagen erst nächstes Jahr vorliegen. In 2009 sind die verbleibenden ca. 30 Anlagen instrumentiert worden. Derzeit werden eine Gesamtauswertung von 2009 und Detailauswertungen zu einzelnen Anlagen durchgeführt. Die Ergebnisse des Jahres 2008 sind in Tab. 1 gegeben.

Tab. 1: Mittlere Jahresnutzungsgrade aus Messungen in 2008 in den zwei deutschen Feldtests

Feldtest	WP Effizienz (Niedrigenergie)			WP Gebäudebestand (Hochtemperatur)	
	A/W	B/W	W/W	A/W	B/W
JNG H&WW	3.0	3.8	3.5	2.6	3.3
El. Nachheizung	2%	2%	2%	1%	2%
WW-Anteil	k.A.	22%	18%	14%	12%
Hilfsenergie	7%	6%	15%	3%	5%

Frankreich (FR)

Frankreich wird von Electricité de France - Research and Development (EdF R&D) vertreten und ist im September 2008 dem Annex 32 beigetreten. EdF R&D hat einen Systemvergleich auf Grundlage von marktverfügbaren Systemen und dem französischen BBC-Effinergie-Label (<http://www.effinergie.org>) für Niedrigenergiehäuser durchgeführt. Die Studie bestätigt, dass nur eine von drei bestmöglichen Technologien im Hinblick auf die Gebäudedämmung, das Heiz- und das Warmwassersystem zum Erreichen des BBC-Labels umgesetzt werden müssen. Die besten Lösungen im Hinblick auf Primärenergie und Investitionskosten sind Lösungen mit Luft-Luft-Wärmepumpen. Daher ist der Schwerpunkt des französischen Projekts die Weiterentwicklung von kostengünstigen Luft-Luft-Wärmepumpenlösungen für Niedrigenergiehäuser, was mit Labormessungen und einem Feldtest in einem BBC-Haus in St. Sever durchgeführt wird.

Japan (JP)

Japan hat ein grosses nationales Team mit Herstellern, Energieversorgern und Universitäten, die von der Universität Hokkaido und dem Energieversorger Tokyo Electric Power Company (TEPCO) repräsentiert werden. Das japanische Projekt befasst sich mit der Systementwicklung für Niedrigenergiegebäude in der kalten und gemässigten Klimazone von Japan. In der kalten Klimaregion der nördlichsten Insel Hokkaido sind Feldmessungen einer Erdreich-Wärmepumpe durchgeführt worden. Beide Systeme zeigen ein gutes Betriebsverhalten in der Region von Sapporo mit Einsparpotenzial von über 50% im Vergleich zu bestehenden Gebäuden mit Ölkessel. Die beiden Feldtests werden nun als Best-Practice Systemlösungen dokumentiert. Weiterhin werden auf Grundlage der Feldtests höher integrierte Systemlösungen abgeleitet.

Für die Region des moderat warmen Klimas, zu der Tokio, Osaka und Fukuoka zählen und in der 80% der japanischen Bevölkerung leben, sind single-split und multi-split Anlagen die häufigsten Systeme. Die bestehende Auslegung ergibt allerdings zu hohe Leistungswerte für Niedrigenergiehäuser. Daher ist ein neues Auslegungs- und Rechenverfahren entwickelt worden, dass auch in die japanische Direktive zur Rationellen Energienutzung eingeflossen ist.

Niederlande (NL)

In den Niederlanden befinden sich Niedrigenergiehäuser noch in der Markteinführungsphase. Die teilnehmende Institution am Annex 32 ist SenterNovem, die eine Gruppe von Stakeholdern vertritt. Die Beiträge zum Annex 32 beziehen sich auf:

- Analyse von Rechenmethoden und Entwicklung von Rechenmodellen für Niedrigenergiesysteme
- Dokumentation von Marktentwicklungen neuer Systemlösungen für Niedrigenergiehäuser
- Neue Systemlösungen mit Kombinationen von Wärmepumpe und Solarenergie

Norwegen (NO)

Für Norwegen nimmt SINTEF Energy Research in Zusammenarbeit mit der norwegischen technischen Hochschule NTNU in Trondheim am Annex 32 teil. Der Schwerpunkt des norwegischen Projekts ist die Bewertung und Entwicklung von Wärmepumpensystemen für Niedrigenergiehäuser unter Berücksichtigung der kalten Klimabedingungen in Norwegen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Anwendung von natürlichen Kältemitteln, insbesondere CO₂ und Propan. Eine Machbarkeitsstudie eines zentralen Wärmepumpen-Wassererwärmers mit CO₂ als Kältemittel für den Einsatz in einem Niedrigenergie-Appartmenthaus ergab, dass damit im Vergleich zu einem direktelektrischen System 75% elektrische Energie eingespart werden kann. Im Vergleich zu einem in Norwegen typischen Solarsystem mit direktelektrischer Nachheizung kann immer noch 25% eingespart werden. Darüber hinaus wird ein neuartiges Design einer integrierten Wasser-Wasser Wärmepumpe mit dem Kältemittel Propan in einem Passivhaus messtechnisch untersucht. Untersuchungen am Speicher ergaben in der ersten Heizperiode noch Verbesserungspotenziale. Derzeit läuft der Feldtest in der zweiten Heizperiode. Ende November 2009 wurde SINTEF eine Anschlussfinanzierung zugesagt, so dass nun weitere Beiträge zu den Schlussberichten geleistet werden können.

Schweden (SE)

Schweden führt hauptsächlich Systemvergleiche für schwedische Klimaverhältnisse durch. Eine neue Richtlinie in Schweden führt dazu, dass die bestehenden verbreiteten Abluft-Wärmepumpen nicht mehr effizient genug sind. Neue Systeme, die die Richtlinie erfüllen, sind kleine Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Pufferspeicher, grössere Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Leistungsregelung und eine Luftvorwärmung mit dem Erdreich. Auf Grundlage der neuen Richtlinie werden Systemvergleiche durchgeführt.

Des Weiteren wird ein Feldtest in einem Niedrigenergiehaus durchgeführt, das mit einer Systemkombination aus erdgekoppelter Wärmepumpe und Solaranlage ausgerüstet ist.

USA (US)

Das langfristige Ziel des US Department of Energy (DOE) sind Netto-Nullenergiehäuser (Net Zero Energy Houses). Gegenwärtig gibt es nur Pilothäuser, die mittels aktiver Solarenergienutzung auf Jahresbasis auf einen Netto-Energieverbrauch von Null kommen. Der Schwerpunkt des US-Projektes ist die Entwicklung einer hochintegrierten Wärmepumpe für die Funktionen Heizen, Kühlen, Warmwasser und Lüften einschliesslich Entfeuchtung. Die Systementwicklung umfasst die Wärmequellen Luft und Erdreich. Eine Potenzialstudie, die im Vorfeld durchgeführt wurde, ergab, dass Wärmepumpensysteme die Geräteanforderungen am besten erfüllen. Inzwischen sind einzelne Komponenten auf dem Prüfstand getestet worden.

Das Simulationsmodell wurde mit den Testdaten kalibriert. Mit den darauf abgestützten Simulationen wurden für Netto-Nullenergiehäuser Energie-Einsparpotenziale von über 50% identifiziert, wenn mit einem konventionellen System mit gleicher Funktionalität verglichen

wird, das die Mindest-Effizienz-Anforderungen des DOE erfüllt. Kernkomponenten des Vergleichssystems sind eine L/L-Wärmepumpe (Splitgerät mit Umkehrbetrieb zum Heizen und Kühlen) mit einer Jahresarbeitszahl Kühlen (SEER) von 13 und einer Jahresarbeitszahl Heizen (HSPF) von 7.7 nach ASHRAE 116 bzw. 137. Dabei ist zu beachten, dass den Angaben die Einheiten BTU/h und W zugrunde liegen, so dass die Werte durch 3.413 dividiert werden müssen, um die in Europa verwendeten Nutzungsgrade zu erhalten. Das Gerät übernimmt auch eine Entfeuchtung, wenn es im Kühlmodus arbeitet. Für die Warmwasserversorgung wird ein elektrischer Warmwassererwärmer (Energy Factor 0.9 nach ASHRAE 124) betrachtet. Damit sind für die neu entwickelte, hochintegrierte Wärmepumpe je nach Klimaregion Amortisationszeiten von 5-10 Jahren für die Wärmequelle Luft, 6.5-14 Jahren für die Wärmequelle Erdreich ermittelt worden. Zurzeit wird mit Herstellern ein Feldgerät gebaut. Die Feldtests starten Mitte 2010, so dass die Ergebnisse zwar nicht mehr in den Schlussbericht einfließen können, aber ggf. auf dem Abschlussworkshop vorgestellt werden.

Publikationen

Der IEA HPP Annex 32 wurde im Rahmen des gemeinsamen Workshops „Towards Net Zero Energy Buildings“ der EUWP/EEWP Working party der IEA vorgestellt [1].

Eine Zusammenfassung des Arbeitstreffens in Graz (AT), das im März 2009 stattfand, wurde im HPC Newsletter Vol. 27, 1/2009 veröffentlicht [2].

Zum Feldtest des Schweizer Beitrags, der messtechnischen Untersuchung des MINERGIE-P®-Mehrfamilienhauses Cosy Place® wurde im März 2009 ein Bericht [3] im BFE-Forschungsprogramm Rationelle Energienutzung veröffentlicht.

Weiterhin wurden Zwischenergebnisse des Annex 32 [4] und des Schweizer Beitrag zum Annex [5] auf der 15. Wärmepumpenkonferenz des BFE Forschungsprogramms in Burgdorf im Juni 2009 präsentiert.

Darüber hinaus wurde der Stand des Annex 32 im Rahmen der ExCo-Meetings im Mai 2009 in Amersfoort, NL [6] und im Nov. 2009 in Rom, IT [7] und bei einem Meetings des IEA ECBCS Annex 48 [8] im April 2009 in Turin zum Informationsaustausch präsentiert. Der aktuelle Stand des Schweizer Beitrags zum Annex 32 ist in den Jahresberichten zu den Projekten SEK [9], Cosy Place [10] und SEK-Muolen [9] dokumentiert.

Zur Präsentation der Endergebnisse wurde je ein Abstract des Annex 32 [11] und des Schweizer Beitrags [12] für die Klima 2010 Konferenz eingegeben, die vom 9.-12. Mai 2010 stattfindet.

Website

Seit Anfang 2008 ist die Projekt-Website des IEA HPP Annex 32 unter <http://www.annex32.net> freigeschaltet. Die Website wird periodisch aktualisiert und stellt neben Informationen über das Annex 32 Projekt, die nationalen Beiträgen der Teilnehmerländer und Workshop-Publikationen zur Verfügung. Weiterhin umfasst die Website nationale Links zu Organisationen im Niedrigenergiehaus- und Wärmepumpenbereich.

Arbeitstreffen und Endergebnisse

Im Jahr 2009 wurden zwei Arbeitstreffen zum Informationsaustausch der nationalen Projekte und zur Diskussion der Endergebnisse durchgeführt. Auf dem Meeting in März 2009 an der TU Graz, Österreich, wurde die Darstellung der Endergebnisse und die Struktur der

Schlussberichte diskutiert. Auf dem zweiten Meeting wurden einzelne Endergebnisse aus den nationalen Projekten und erste Entwürfe von Schlussberichtsteilen diskutiert. Die Darstellung der Ergebnisse in den Schlussberichten richtet sich nach den Endergebnissen. Zurzeit ist die folgende Struktur geplant:

- **Umbrella Bericht:**

Dieser Bericht umfasst eine executive summary, eine Übersicht zum Annex 32 und zu den nationalen Projekten. Zudem werden die einzelnen Schlussberichtsteile kurz vorgestellt.

- **D1: Systemlösungen:**

Der Berichtsteil 1 beinhaltet eine Kategorisierung von marktgängigen Wärmepumpenlösungen, die auf der Funktionalität des Systems aufbaut und eine Übersicht für die Systemauswahl gibt.

- **D2: Auslegungsempfehlungen für typische Systemkonfigurationen:**

Der Teil 2 beinhaltet Auslegungsempfehlungen zu typischen Systemlösungen von integrierten Wärmepumpen, die den Heiz-, Warmwasser und Kühlbetrieb umfassen und ggf. an eine mechanische Lüftungsanlage gekoppelt sind.

- **D3: Prototypentwicklungen:**

Der Berichtsteil 3 beschreibt die im Rahmen des Annex 32 entwickelten Prototypsysteme und gibt Ergebnisse der durchgeführten Labormessungen.

- **D4: Feldtestergebnisse /Best-Practice Dokumentation**

Der Berichtsteil 4 umfasst eine summarische Auswertung der durchgeführten Feldtests und die Dokumentation einzelner Anlagen als Best-Practice Systeme

- **D5: Empfehlungen für Feldtests**

Der Berichtsteil 5 fasst Erfahrungen und Empfehlungen aus den zahlreichen Feldtestprojekte im Rahmen des Annex 32 zusammen.

Nationale Zusammenarbeit

Auf nationaler Ebene wird mit dem Hersteller Viessmann Schweiz, Geschäftsbereich SATAG Thermotechnik, im BFE-Projekt "SEK - Standardsysteme zum Energieeffizienten Kühlen" zusammengearbeitet, im Wesentlichen im Rahmen einer Feldanlage, die im Herbst 2008 in Betrieb genommen wird. Die Muttergesellschaft Viessmann GmbH & Co. KG nimmt im Rahmen der deutschen Feldtests am Annex 32 teil.

Internationale Zusammenarbeit

Da das Projektmanagement im Rahmen des **IEA-Wärmepumpen-Programms** (IEA HPP) durchgeführt wird, besteht eine Zusammenarbeit mit den zehn teilnehmenden Ländern des Annex 32 "Economical heating and cooling systems for low energy houses".

Ein Informationsaustausch wurde mit dem Annex 48 "Heat pumping and reversible air conditioning" des IEA ECBCS Programms (**E**nergy **C**onservation in **B**uildings and **C**ommunity **S**ystems) aufgrund einer ähnlichen Themenstellung etabliert. Allerdings bezieht sich der ECBCS Annex 48 schwerpunktmässig auf die Abwärmenutzung und den kombinierten Heiz- und Kühlbetrieb von Kälteanlagen für die Gebäudekategorien Büro- und

Geschäftsbauten, was in Hinblick auf die Systemkonfigurationen recht unterschiedlich ist. Der Informationsaustausch wurde durch gegenseitige Teilnahmen an den Arbeitstreffen sichergestellt.

Bewertung 2009 und Ausblick 2010

Im Jahr 2009 standen der Abschluss der nationalen Projektbeiträge und die Darstellung der Ergebnisse in den Schlussberichten im Vordergrund. Auf dem ersten Arbeitstreffen im März 2009 wurde die Struktur der Schlussberichte diskutiert und festgelegt, auf dem zweiten Arbeitstreffen erste Berichtsentwürfe diskutiert und der Zeitplan für die verbleibende Zeit im Annex 32 vereinbart. Der geplante Zeitablauf für die verbleibende Zeit im Annex 32 besteht aus den folgenden Punkten: Die nationalen Projekte werden mehrheitlich bis Ende 2009 abgeschlossen. Auf Grundlage der Länderberichte werden bis März 2010 die Schlussberichtsentwürfe erstellt, wobei noch einzelne Ergebnisse aus den noch laufenden nationalen Projekten integriert werden können. Im April 2010 erfolgt eine Vernehmlassung der Berichtsentwürfe durch die nationalen Teams und eine Schlussrevision der Berichte. Im Mai bzw. Juni 2010 werden die Berichte auf dem ExCo meeting präsentiert und der Annex 32 abgeschlossen. Eine Präsentation der Endergebnisse im Rahmen eines Workshops an der 10. IEA Heat Pump Conference im Mai 2011 wird von den Teilnehmerländern des Annex 32 befürwortet.

Referenzen

- [1] C. Wemhöner: **Strategies and system concepts from IEA HPP Annex 32**, IEA EUWP/EEWP Workshop, 1. April 2009, Paris, CH
- [2] IEA Heat Pump Centre Newsletter Vol. 27, No. 1/2009: **IEA HPP Annex 32 working meeting held in Graz, Austria**, News-Artikel, Borås, April 2009, SE
- [3] R. Dott, Th. Afjei, A. Genkinger, A. Witmer: **Sanfte Kühlung mit erdgekoppelten Wärmepumpen im MINERGIE-P® Mehrfamilienhaus CosyPlace®**, Schlussbericht 1. Messperiode BFE Forschungsprogramm Rationelle Energienutzung, Muttentz, Februar 2009, CH.
- [4] C. Wemhöner, Th. Afjei: **Internationale Zusammenarbeit im IEA HPP Annex 32 – Economical heating and cooling systems for low energy houses**, Tagungsband 15. Wärmepumpentagung des BFE Forschungsprogramms Wärmepumpen, Wärme-Kraft-Kopplung, Kälte, 24. Juni 2009, Burgdorf, CH
- [5] R. Dott, Th. Afjei: **SEK – Standardsysteme zum energieeffizienten Heizen und Kühlen mit Wärmepumpen**, Tagungsband 15. Wärmepumpentagung des BFE Forschungsprogramms Wärmepumpen, Wärme-Kraft-Kopplung, Kälte, 24. Juni 2009, Burgdorf, CH
- [6] C. Wemhöner: **ExCo Statusreport IEA HPP Annex 32**, ExCo Meeting Amersfoort, Mai 2009, CH
- [7] C. Wemhöner: **ExCo Statusreport IEA HPP Annex 32**, ExCo Meeting Rom, Oktober 2009, CH
- [8] C. Wemhöner: **Status IEA HPP Annex 32**, Präsentation auf den IEA ECBSC Annex 48 Working meeting, Turin, April 2009, CH
- [9] R. Dott, Th. Afjei: **SEK - Standardsysteme zum energieeffizienten Heizen und Kühlen mit Wärmepumpen**, Jahresbericht BFE Forschungsprogramms Wärmepumpen, Wärme-Kraft-Kopplung, Kälte, Dezember 2009, CH.
- [10] A. Genkinger, R. Dott, Th. Afjei: **Sanfte Kühlung mit erdgekoppelten Wärmepumpen im MINERGIE-P® Mehrfamilienhaus CosyPlace®**, Jahresbericht BFE Forschungsprogramm Rationelle Energienutzung, Muttentz, Dezember 2009, CH.
- [11] C. Wemhöner, Th. Afjei: **IEA HPP Annex 32 – Prototyping and field evaluation of multifunctional heat pumps for residential low energy houses**, Abstract Clima 2010, Muttentz, September 2009, CH.
- [12] R. Dott, Th. Afjei, A. Genkinger: **Swiss standard solutions for energy efficient heating and cooling with heat pumps in residential buildings**, Abstract Clima 2010, Muttentz, September 2009, CH.