

Jahresbericht 2003, 11. Dezember 2003

Projekt

Operation Agent IEA HPP Annex 28

| | |
|----------------------------------|--|
| Autor und Koautoren | Carsten Wemhöner, Prof. Dr. Thomas Afjei |
| beauftragte Institution | Institut für Energie, Fachhochschule beider Basel |
| Adresse | Fichtenhagstr. 4, 4132 Muttenz |
| Telefon, E-mail, Internetadresse | 061/467 45 73, c.wemhoener@fhbb.ch 061/467 43 49, t.afjei@fhbb.ch http://www.fhbb.ch/energie |
| BFE Projekt-/Vertrag-Nummer | 100060 / 150061 |
| Dauer des Projekts (von – bis) | 1.1.2003 – 30.4.2005 |

ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt "Operating Agent IEA HPP Annex 28" umfasst das Projektmanagement des Annex 28 „Test procedures and seasonal performance calculation of residential heat pumps with combined space heating and domestic hot water production“ im Wärmepumpenprogramm (HPP) der Internationalen Energieagentur (IEA).

Projektziel ist die Entwicklung von umfassenden Prüfverfahren und Berechnungsmethoden für den Jahresnutzungsgrad obiger Systeme. Das Projekt wird task-shared durchgeführt und es nehmen die Länder AT, CA, CH, DE, FR, JP, NO, SE, UK und US teil. Der Zeitplan gliedert sich in drei Aufgabenbereiche: Zunächst wird als Grundlage in Task 1 eine Marktanalyse der marktverfügbaren Systeme und des aktuellen Standes der Normung durchgeführt, in Task 2 werden darauf aufbauend die entsprechenden Prüfverfahren und in Task 3 die dazu passenden Rechenverfahren entwickelt. Der IEA HPP Annex 28 wurde am 1. Januar 2003 gestartet. Am 13./14. März wurde an der FHBB in Muttenz das Kick-off meeting mit positiver Resonanz durchgeführt. In der Lokalpresse und in den ENET-News wurde darüber berichtet. Die Ergebnisse der Task 1 aus den Ländern liegen vor und wurden auf dem 2. Annextreffen diskutiert, das am 16./17. Oktober 2003 in Lyon stattfand. Ebenfalls wurden erste Zwischenergebnisse aus den folgenden Aufgabenbereichen Task 2 (Prüfverfahren) und Task 3 (Rechenverfahren) vorgestellt. Bezuglich der Verfahren wurde für das Rechenverfahren ein Ansatz auf Grundlage der „bin“-Methode, also eines Temperaturklassenverfahrens, festgelegt. Für das Testverfahren wurde die Notwendigkeit festgestellt, Prüfungen sowohl auf Systemebene als auch komponentenbasierte Tests durchzuführen. Das nächste Annex-Treffen mit Schwerpunkten zu den Task 2 und Task 3 findet im Juni 2004 statt. Im Dezember 2004 sollen die Endergebnisse auf einem Workshop der Öffentlichkeit vorgestellt werden. Der Schlussbericht des IEA HPP Annex 28 soll dann ab Mai 2005 erhältlich sein.

Zum Transfer der Zwischenergebnisse in die entsprechenden europäischen Normengremien besteht mit dem Technischen Komitee CEN/TC 113 für Wärmepumpen und Klimageräte eine Liaison. Mitglieder der am IEA HPP Annex 28 teilnehmenden Institutionen sind ebenfalls in den entsprechenden Gremien vertreten.

Projektziele

Ziel des Projekts „OA IEA HPP Annex 28“ ist das Projektmanagement im internationalen Projekt „Test procedure and seasonal performance calculation of residential heat pumps for combined space heating and hot water production“, das als Annex 28 im Heat Pump Program (HPP) der Internationalen Energieagentur (IEA) durchgeführt wird. Ziel des Annexes ist die Entwicklung von umfassenden Testverfahren und Berechnungsmethoden für unterschiedliche Arten von Wärmepumpensystemen für die kombinierte Raumheizung und Warmwasseraufbereitung [1]. Am Projekt nehmen die zehn Nationen AT (arsenal research), CA (Hydro Quebec), CH (IfE-FHBB, WPZ Töss, HTA Luzern), DE (Viessmann Werke GmbH), FR (EdF, CETIAT), JP (University of Tokyo), NO (SINTEF), SE (SP), UK (Kensaengineering) und US (Oak Ridge National Laboratory) teil. Die beteiligten Institutionen in den einzelnen Ländern sind in der obigen Aufzählung in Klammern angegeben. Die Ergebnisse des IEA HPP Annex 28 sollen kontinuierlich in die entsprechenden Normungsgremien eingebracht werden, um eine Umsetzung in die Normierung zu gewährleisten. Der Annex umfasst dazu drei Aufgabenbereiche:

- Task 1: Recherche der aktuellen Markt- und Forschungssituation bezüglich kombinierter Systeme sowie Stand der nationalen und internationalen Normung
- Task 2: Entwicklung von umfassenden Prüfverfahren für die in Task 1 beschriebenen Systeme
- Task 3: Entwicklung eines möglichst einfachen Rechenverfahrens für die Systeme aus Task 1, mit dem anhand der Ergebnisse aus dem Prüfverfahren der Jahresnutzungsgrad berechnet werden kann.

Zur Bearbeitung der einzelnen Aufgaben ist der folgende Zeitplan [1] festgelegt worden

| | |
|----------------|---|
| Januar 2003 | Beginn des IEA HPP Annex 28 mit der Task 1 |
| März 2003 | Kick-off meeting |
| Juli 2003 | Beginn von Task 2 und Task 3 |
| September 2003 | Länderberichte zu Task 1 |
| Oktober 2003 | 2. Treffen mit Präsentation der Task 1 und ersten Ergebnissen der Task 2 und Task 3 |
| Februar 2004 | Zwischenbericht des Annex |
| Juni 2004 | 3. Treffen mit Präsentation der Ergebnisse von Task 2 + 3 |
| November 2004 | Länderberichte zu Task 2 und Task 3 |
| Dezember 2004 | Entwurf des Schlussberichtes und Workshop zur Präsentation der Annex-Ergebnisse |
| April 2005 | Schlussbericht des Annex 28 an das ExCo |

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Projektmanagement

Im Rahmen des Projektmanagements fallen die folgenden Aufgaben für den Operating Agent an:

- Organisation der projektierten Arbeitstreffen und des Schlussworkshops
- Koordination der Arbeiten der Teilnehmer
- Informationsmanagement zwischen den Teilnehmern untereinander und zu Organisationen, die an ähnlichen Fragestellungen arbeiten

- Kontinuierliches Einbringen von Zwischen- und Endergebnissen in die Normungsgremien
- Berichterstattung des Projektstandes und der Projektergebnisse für das ExCo
- Publikation von Zwischenergebnissen und die Erstellung von Zwischenberichten und des Schlussberichtes

Der Annex wurde termingerecht am 1. Januar 2003 gestartet. Das Kick-off meeting, zu dem bereits im Jahr 2002 eingeladen wurde, fand am 13./14. März 2003 in Muttenz mit Teilnehmern aus den oben genannten 10 Ländern statt [2]. Durch Information und Kooperation mit der ENET-News wurde über das Kick-off meeting in der Ausgabe Juli 2003 [19] berichtet. In der Lokalpresse (BAZ, FHBB News) wurde ebenfalls auf die Veranstaltung hingewiesen. Themenschwerpunkte des Kick-off meetings waren

- Vorstellung der Arbeitsschwerpunkte und geplanten Projekte der Teilnehmer im Annex 28
- Diskussion der Projektziele, Konkretisierung der Arbeitsinhalte und Definition der erwarteten Ergebnisse der Projektabschnitte
- Koordination der Projekte und Spezifikation des Zeitplans
- Organisatorische Angelegenheiten (legal text, finanzielle Sonderstellung Österreichs, Festlegung der nationalen Ansprechpartner, Vertragsbeitritt etc.)

Als Resultat wurden die Projektvorstellungen der Teilnehmer in einer Matrix [3] fixiert, die das anvisierte Arbeitsprogramm bis zu den nächsten beiden Treffen im Oktober 2003 und im Juni 2004 beinhaltet.

Am 16./17. Oktober 2003 wurde das zweite Annex Treffen in Zusammenarbeit mit dem CETIAT in Villeurbanne in der Nähe von Lyon, FR, organisiert und veranstaltet. Die Themenschwerpunkte des Treffens waren

- Diskussion der Ergebnisse der Task 1
- Präsentation der ersten Zwischenergebnisse von Task 2 und Task 3
- Grundlegende Festlegungen für Systemgrenzen, Prüf- und Rechenverfahren auf der Grundlage von Task 1
- Organisatorische Angelegenheiten (Website, externe Teilnehmer, Rechnungen etc.)

Als Vorbereitung des Treffens wurde aus den Länderberichten zur Task 1 eine Zusammenfassung an die Teilnehmer verschickt, in der die wesentlichen Ergebnisse der Länderberichte von Task 1 für die Diskussion dargestellt wurden. Da noch einzelne Berichte fehlen bzw. teilweise noch Informationen der Teilnehmer ergänzt werden, wird die Zusammenfassung in überarbeiteter Form in den Zwischenbericht des Annex 28 einfließen, der Mitte Februar 2004 fertig zu stellen ist.

Berichterstattung über den Annex 28

Für die Sitzung des Executive Committees des Implementing Agreements on Heat Pumping Technologies wurden jeweils ein Statusbericht im Mai 2003 [20] und im Oktober 2003 [21] erstellt, der vom alternate delegate und BFE-Forschungsprogrammleiter Thomas Kopp im ExCo präsentiert wurde.

Für den Jahresbericht der internationalen Energieagentur 2002 wurden auf Anfrage des IEA Heat Pump Centre zwei Kurzartikel redigiert. Aus redaktionellen Gründen sind diese jedoch nicht erschienen.

Veröffentlichungen über den Annex 28

Über das Kick-off meeting wurde in der Lokalpresse (BAZ) und der Hochschulzeitung (FHBB News) berichtet. Ein ausführlicherer fachlicher Bericht ist in der Ausgabe Juli 2003 in den ENET News erschienen [19].

Weiterhin wurde ein Bericht über den IEA HPP Annex 28 für den Newsletter des Heat Pump Centres [18] verfasst, der in der September-Ausgabe 2003 erschienen ist. In diesem Bericht werden die Themengebiete des Annex 28 und die Ergebnisse des Kick-off meetings behandelt.

Inhaltliche Ergebnisse des Task 1

Markt

Der Wärmepumpenmarkt wächst weltweit auf Grundlage der höhere Anforderung von Gebäude-standards und der Entwicklung zu Niedrigenergiegebäuden mit Niedertemperaturheizsystemen, die dadurch günstige Randbedingungen für den Betrieb von Wärmepumpenheizsystemen bieten.

Die Märkte in den einzelnen Ländern sind jedoch sehr unterschiedlich bezüglich des Marktanteils: Während sich in Grossbritannien der Wärmepumpenmarkt erst entwickelt [6], haben Wärmepumpen in ausgebildeten Märkten wie der Schweiz einen erheblichen Marktanteil im Neubaubereich [4]. Während in Europa der Markt durch Heizwärmepumpen dominiert wird – hauptsächlich Anlagen mit hydraulischer Verteilung und Aussenluft, Erdreich und mit steigender Tendenz auch Abluft als Wärmequelle – besteht der amerikanische und japanische Markt hauptsächlich aus Kühlanwendungen mit Luft-Luft-Systemen. In Japan werden derzeit neue Wärmepumpentypen zur reinen Warmwassererzeugung eingeführt, die auf einem überkritischen CO₂-Kreislauf basieren [12].

Wärmepumpenanlagen für den kombinierten Betrieb „Raumheizung und Warmwasserbereitung“ sind in der Markteinführung. Der Marktanteil in den einzelnen Ländern ist allerdings recht heterogen. In Europa kommt hauptsächlich die alternativ kombinierte Betriebsweise zum Einsatz, während sich in einigen Ländern aber auch Kozepte mit simultaner Erzeugung von Warmwasser in der Markteinführung befinden, etwa in Frankreich Systeme mit Enthitzer zur Warmwassererzeugung und seriell geschalteten Kondensator zur Heizwärmeverzeugung [5].

Stand der Normung

Normprüfverfahren in Europa sind derzeit auf reinen Heiz- oder reinen Warmwasserbetrieb beschränkt, wie sie in der EN 255 definiert sind. Die EN 255 ist in allen europäischen Teilnehmerländern des IEA HPP Annex 28 in nationale Normen umgesetzt worden. Nur in Schweden gibt es Prüfverfahren, die die simultane Erzeugung von Heizwärme und Brauchwarmwasser für Abluftwärmepumpen behandeln. Die Prüfung nach EN 255 erfolgt für den stationären Betrieb, eine Prüfung des Taktbetriebs, wie er bei Teillastverhältnissen auftritt, wird nur in der technischen Spezifikation prCEN/TS 14825 [11] behandelt, die kürzlich von der Europäischen Normungsorganisation CEN verabschiedet wurde.

Der Alternativbetrieb, bei dem die Wärmepumpe entweder auf den Heizkreis oder auf die Warmwasserbereitung arbeitet, kann mit den bestehenden Normen nach EN 255 behandelt werden. Sowohl der Heizteil EN 255-2 [8] als auch der Warmwasserteil EN 255-3 [9] befindet sich zur Zeit in Revision. Der Heizungsteil ist als prEN 14511 [10] kurz vor der Fertigstellung.

Auch in Japan gibt es keine Prüfmethoden für den kombinierten Betrieb. Der Standard JRA 4050 [13] für den reinen Warmwasserbetrieb für CO₂-Wärmepumpenwarmwasserwärmer ist 2001 in Kraft getreten.

In der amerikanischen Normung hingegen gibt es für Luft-Luft Wärmepumpen in Kombination mit Enthitzer-Warmwassererwärmern den Standard ASHRAE 137 [17], in dem sowohl Prüfverfahren als auch Rechenmethoden für den Simultanbetrieb, entweder Heizung und Warmwasser oder Kühlung und Warmwasser, definiert werden. Die Prüfverfahren erweitern die Verfahren für den reinen Heiz- und Kühlbetrieb, die in ASHRAE 116 [14] beschrieben werden, und ASHRAE 124 [16] enthält Vorschriften für gas- und ölgefeuerete, direkt elektrisch betriebene sowie Enthitzer-Warmwassererwärmern. Die Testprozeduren enthalten Prüfverfahren für den stationären und für den Taktbetrieb. Prüfungen für den Betrieb bei Vereisung des Verdampfers sind ebenfalls enthalten. Die beschriebenen Prüfverfahren sind typabhängig, d.h. nicht jeder Test muss für jeden Wärmepumpentyp durchgeführt werden.

Das Rechenverfahren lässt sich für Wärmepumpen mit fixer Drehzahl wie auch für drehzahlvariable Einheiten durchführen. Trotz der Einschränkung auf Luft-Luft Systeme mit

Enthitzer-Warmwassererwärmer scheint sich die Systematik auf andere Systemkonfigurationen übertragen zu lassen.

Ergebnisse der Prüfung für den Heizbetrieb sind

- Wärmepumpen-Leistung
- COP
- COP bei Taktbetrieb (Amerikanische Normung)
- Vereisungscharakteristik

Für den Warmwasserbetrieb die Kenngrößen

- Warmwassernutzmenge
- Max. Warmwassertemperatur
- Elektrischer Bedarf für Speicherbereitschaftsverluste
- Nachheizenergie
- COP für die Entnahme von Warmwasser

Festlegungen für Task 2 und Task 3

Prüfverfahren

Beschluss:

- Testverfahren basieren auf bestehenden Normen
- Für hoch integrierte Systeme, z.B. „Swiss Retrofit Heat Pump“, ist ein Systemtest erforderlich.

Vorschlag (zur Entscheidung auf dem nächsten Annex-Treffen):

- Für Systeme, die aus Komponenten zusammengestellt werden, kann eine Prüfung auf Komponentenbasis erfolgen. Die jeweiligen Systemcharakteristika können durch geeignete Simulationsprogramme ermittelt werden.
- Ansatz für den Test von kombinierten Systemen ist die

Rechenmethode

Beschluss

- Für eine Handrechenmethode erfolgt die Entwicklung auf Grundlage des „Bin“-Ansatzes (Temperaturklassenverfahren).

Vorschlag

- Für komplexere Systeme sollte die Norm offen sein für Rechenverfahren auf Grundlage von Simulationsrechnungen.
- Wenn Simulationsrechnungen in einer Norm zugelassen werden, ist ein Validierungswerkzeug erforderlich, das etwa wie der „BESTEST“ [24] für den Gebäudebereich aussehen könnte. Ein BESTEST für HVAC-Systeme ist bereits in Entwicklung.

Nationale Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit auf nationaler Ebene erfolgt in den Schweizer Forschungsprojekten, die im Rahmen des IEA HPP Annex 28 durchgeführt werden. Dies sind zunächst die beiden Projekte „seasonal performance calculation for residential heat pump with combined space heating and domestic hot water production“ [26] an der FHBB und „Prüfprozedere für die kombinierte Raumheizung und Warmwassbereitung“ [25] am WPZ in Winterthur-Töss, die in enger Zusammenarbeit durchgeführt wurden. Die Projekte sind im Oktober 2003 abgeschlossen worden. In den Projekten ist ein Testverfahren und ein darauf aufbauendes Rechenverfahren für den

Alternativbetrieb und für simultan arbeitende Systeme mit einer Wärmepumpe in Kaskadenschaltung und Kondensatunterkühlung entwickelt worden.

Ein weiterer Schweizer Beitrag zum IEA HPP Annex 28 ist das Projekt „Kompaktgeräte“ des BFE [27], das in Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Energie der FHBB und der HTA Luzern durchgeführt wird.

Internationale Zusammenarbeit

Da das Projektmanagement des IEA HPP Annex 28 das Projektziel ist, nimmt die internationale Kooperation eine zentrale Rolle ein. Die internationale Zusammenarbeit besteht zunächst mit den anderen Teilnehmern des IEA HPP Annex 28, darüber hinaus allerdings auch zu Institutionen, die mit der Durchführung des IEA HPP Annex 28 indirekt zu tun haben oder mit denen ein Ergebnisaustausch angestrebt wird. Dies sind im Wesentlichen die Internationale Energieagentur und die entsprechenden Arbeitsgruppen des CEN.

Zusammenarbeit mit Arsenal Research, AT, zur Erstellung der Website des Annex 28

Im Rahmen einer Sondervereinbarung, in der sich Arsenal Research zum Erstellen, dem Hosting und dem Unterhalt der Website als Teilnehmerbeitrag zum IEA HPP Annex 28 bereit erklärt hat, wird vom Operation Agent die Struktur der Seiten vorgegeben. Darüberhinaus werden inhaltliche und redaktionelle Arbeiten durchgeführt. Die Struktur der Seiten ist in Form einer Sitemap dargestellt worden. Die Anforderungen an die Website sind in einem Pflichtenheft zuhanden Arsenal erstellt worden, das aktuell zum Webauftritt des IEA HPP Annex 28 umgesetzt wird.

Kontakt zu Institutionen der Internationalen Energieagentur

Für das formelle Beitrittsverfahren und für die Erstellung des Legal Texts arbeitet der OA eng mit dem Sekretariat des IEA Heat Pump Programs, vertreten durch Frau Francien Somers zusammen. Das IEA Heat Pump Centre hat eine provisorische Website des Annex 28 erstellt (http://www.heatpumpcentre.org/activity/an_28.htm).

Kontakt zu Europäischen Normengremien

Bereits vor Beginn wurde der IEA HPP Annex 28 in den europäischen Normengremium bekannt gemacht. Die Zwischenergebnisse werden kontinuierlich in den Normungsprozess eingebracht und fließen in die prEN 14335 [7] ein, welche sich mit dem Thema „Heizungssysteme in Gebäuden – Berechnungsverfahren für Energiebedarf und Nutzungsgrad von Systemen“ befasst. Eine formelle „Liaison“ zum mit den Berechnungsmethoden befassten Technischen Komitee CEN/TC 228 ist in Bearbeitung.

Die Arbeitsgruppen der Produktnormen sind innerhalb des CEN im Technischen Komitee TC 113 angesiedelt. Die WG 10, die sich zur Zeit im Aufbau befindet, befasst sich mit der Revision der Prüfungsnorm EN 255-3 für die Warmwasserbereitung mit Wärmepumpen. Zu dieser Arbeitsgruppe, in der Mitglieder des Annex 28 mitarbeiten, besteht bereits eine formelle „Liaison“ [23].

Bewertung 2003 und Ausblick 2004

Der IEA HPP Annex 28 ist termingerecht gestartet und verläuft zur Zeit entsprechend des projektierten Zeitplans [1]. Auf dem Kick-off meeting [2] wurde ein Kennenlernen der beteiligten Institutionen und eine erste Koordination der projektierten Arbeiten in den einzelnen Ländern vorgenommen [3]. Die sich anschliessende Task 1 ist fast abgeschlossen und die Ergebnisse werden im Zwischenbericht des Annex, der im Februar 2004 abgeschlossen wird, zusammen mit den ersten Ergebnissen aus der Task 2 und der Task 3 dargestellt. Auf dem zweiten Arbeitstreffen

[22] sind die Ergebnisse der Task 1 vorgestellt und diskutiert worden sowie auf Grundlage der Ergebnisse weitere Festlegungen für die Arbeit in Task 2 und Task 3 beschlossen worden. Eine Aktualisierung und Abstimmung der laufenden Arbeiten ist ebenfalls erfolgt. Das dritte Treffen mit einem Schwerpunkt auf den Ergebnissen der Task 2 und Task 3 wird im Juni 2004 in Tokyo stattfinden.

Referenzen

- [1] M. Zogg et al.: ***Test procedure and seasonal performance calculation of residential heat pump for combined space heating and domestic hot water production***, legal text IEA HPP Annex 28, IEA HPP Annex 28 N 1, FHBB, Muttenz, 13./14.03.2003, CH.
- [2] C. Wemhöner: ***Minutes Kickoff meeting***, IEA HPP Annex 28 N 2, FHBB, Muttenz, 13./14.03.2003, CH.
- [3] C. Wemhöner, Th. Afjei et al.: ***Project plan***, IEA HPP Annex 28 N 21, FHBB, Muttenz, 13./14.03.2003, CH.
- [4] ***Internetsite der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz www.fws.ch***, allgemeine und spezifische Informationen zu Wärmepumpen in der Schweiz, Rubrik „zahlen & fakten/Statistiken“ Download von aktuellen Zahlen zu Wärmepumpen.
- [5] Hantz, Colomines: ***French report on Task 1***, IEA HPP Annex 28 N 33, September 2003, FR.
- [6] Freeborn, R, IEA HPP Annex 28, ***UK report on Task 1***, September 2003, UK.
- [7] prEN 14335:2002, ***Heating systems in buildings, methods for calculation of system energy requirements and system efficiencies***, BE.
- [8] EN 255-2:1997, ***'Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors - Heating mode - Part 2: Testing and requirements for marking for space heating units***, SN EN 255-2:1997, CH.
- [9] EN 255-3:1997, ***'Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors - Heating mode - Part 3: Testing and requirements for marking for sanitary hot water units***, SN EN 255-3:1997, CH.
- [10] prEN 14511:2003 ***Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling***, BE.
- [11] prCEN/TS 14825: 2003 ***Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling — Testing and rating at part load conditions***, BE.
- [12] Hihara, ***Country report of Japan***, IEA HPP Annex 28 N 38, September 2003, JP.
- [13] JRA 4050:2001 ***Heat Pump Water HeatersUsing Carbon Dioxide Refrigerant – Testing and Performance Requirements ountry report of Japan***, JP
- [14] ANSI/ASHRAE standard 116-1995: ***Methods of testing for rating seasonal efficiency of unitary air conditioners and heat pumps***, American society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, inc., Atlanta 1995, US.
- [15] ARI Standard 210/240:2003, ***Unitary air conditioning and air source heat pump equipment, Air conditioning and Refrigeration Institute***, Air-Conditioning and Refrigeration Institute, 2003, CH.

- [16] ASHRAE standard 124-1991: ***Methods of Testing for Rating Combination Space Heating and Water Heating Appliances***, American society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, inc. Atlanta 1991, US.
- [17] ASHRAE standard 137-1995: ***Methods for testing for Efficiency of Space-Conditioning/Water Heater Appliances that include a Desuperheater water heater***, American society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, inc. Atlanta 1995, US.
- [18] C. Wemhöner, Th. Afjei: ***New Annex shifts into gear***, IEA HPC Newsletter, volume 21 NO 3/2003, october 2003, NL.
- [19] J. Wellstein: ***Für kombinierte Standards forschen***, ENET News 7/2003, S. 28, Juli 2003, CH.
- [20] C. Wemhöner, Th. Afjei: ***Annex 28, «Test procedure and seasonal performance calculation of residential heat pumps with combined space and domestic hot water production»***, status report für IEA HPP ExCo, IEA HPP Annex 28 N 23, Mai 2003, CH.
- [21] C. Wemhöner, Th. Afjei: ***Annex 28, «Test procedure and seasonal performance calculation of residential heat pumps with combined space and domestic hot water production»***, status report für IEA HPP ExCo, IEA HPP Annex 28 N 44, Oktober 2003, CH.
- [22] C. Wemhöner, Th. Afjei: ***Minutes second Annex Meeting***, IEA HPP Annex 28 N 45, Oktober 2003, CH.
- [23] CEN/TC 113 N 401: ***Approval of Liaison with external organisations***, September 2003, FR.
- [24] Judkoff, R. et al: ***BESTEST***, NREL, September 1995, US.
- [25] A. Montani: ***Wärmepumpentest für die kombinierte Raumheizung und Warmwasser-bereitung***, Schlussbericht, BFE Forschungsprogramm Umgebungswärme, WKK, Kälte, November 2003, CH (download von der Website des Forschungsprogramms www.waermepumpe.ch/fe Rubrik "Berichte")
- [26] C. Wemhöner, Th. Afjei: ***Seasonal performance calculation of residential heat pumps with combined space heating and domestic hot water production***, Schlussbericht in Englisch, BFE Forschungsprogramm Umgebungswärme, WKK, Kälte, Oktober 2003, CH (download von der Website des Forschungsprogramms www.waermepumpe.ch/fe Rubrik "Berichte")
- [27] C. Wemhöner, Th. Afjei, R. Dott, P. Keller: ***Rechenmethode für den Jahresnutzungsgrad von Wärmepumpen-Kompaktgeräten und Validierung***, Jahresbericht, Dezember 2003, CH.