



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

DYNAMISCHER WÄRMEPUMPENTEST

PHASE 3 UND 4

Jahresbericht 2008

Autor und Koautoren:	Stefan S. Bertsch, Ph.D. Michael Uhlmann, Dipl. Ing. (FH)
beauftragte Institution	Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs NTB
Adresse	Werdenbergstrasse 4 CH-9470 Buchs
Telefon, E-mail, Internetadresse	081 / 755 34 69, stefan.bertsch@ntb.ch , www.ntb.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	102073 / 153578
BFE-Projektbegleiter	Th.Kopp, externer F&E-Programmleiter Ressortforschungsprogramm Wärmepumpen, WKK, Kälte
Dauer des Projekts (von – bis)	15.9.2008 – 30.9.2010
Datum	05.12.2008

ZUSAMMENFASSUNG

Die Minderleistung von Wärmepumpen im Taktbetrieb liegt im Bereich von 5-30% der produzierten Gesamtleistung. Um diese Minderleistung zu reduzieren, ist es wichtig die Einflussgrößen zu verstehen damit geeignete Massnahmen getroffen werden können. In der vorliegenden Arbeit geht es darum, den Modellansatz aus den Projektphasen 1 und 2 zu überprüfen und weiterzuentwickeln. Der Modellansatz soll auf den physikalischen Vorgängen begründet sein und mittels zum Teil vorhandener Labormessungen verifiziert werden. Während Phase 3 des Projektes sich mit Luft-Wasser Wärmepumpen beschäftigt, wird Phase 4 verwendet, um den Ansatz auf Sole-Wasser Wärmepumpen zu übertragen.

Bis jetzt wurde neben der Einarbeitung in die Thematik eine Literaturrecherche durchgeführt und das bestehende Modell untersucht. Des Weiteren wurde ein erstes Konzept für ein überarbeitetes physikalisches Modell auf Basis der Erkenntnisse der Projektphasen 1 und 2 erarbeitet.

Für das kommende Jahr ist die Programmierung, Auswertung und Validierung des neuen Modells für Luft-Wasser Wärmepumpen geplant. Des Weiteren soll die Feldmessung für Sole-Wasser Wärmepumpen vorbereitet und installiert werden.

Projektziele

Um die erzeugte Wärmeleistung der benötigten Wärmeleistung anzulegen, werden Wärmepumpen im Normalfall im Taktbetrieb betrieben. Durch jedes Anfahren und Abstellen der Maschine kommt es dabei zu Wärmeverlusten und Ineffizienzen. Laut bisheriger Abschätzungen in den früheren Phasen dieses Projektes kann die Minderleistung im Bereich von 5-30% [1] liegen. Durch eine optimierte Steuerung der Wärmepumpen ergibt sich aus diesem Grund ein beträchtliches Energiesparpotential.

Ziel dieser Arbeit ist es daher die Minderleistung durch das Takten von Luft-Wasser Wärmepumpen (on-off Betrieb mit Hilfe eines dynamischen, physikalischen Modells zu erfassen. In den ersten beiden Phasen dieses Projektes [1-4] wurden die theoretischen Grundlagen untersucht, ein Modellansatz erstellt und Messungen zur Validierung der Ergebnisse durchgeführt. Bei der Auswertung stellte sich jedoch heraus, dass die gewählten mathematischen Modelle nicht alle physikalischen Randbedingungen erfassen und auch zu numerischen Problemen bei der Lösung des Gleichungssystems führen.

In der **Phase 3** soll nun der bestehende Ansatz für Luft-Wasser Wärmepumpen überprüft und weiterentwickelt werden, um ein robustes und einfaches Modell zu erhalten, das mittels bestehender Wärmepumpenprüfungen validiert und angepasst werden kann. Die Messdaten stammen vor allem aus der zweiten Phase des Projekts, jedoch sollen die Daten durch aktuelle Messungen im Wärmepumpentestzentrum (WPZ) erweitert werden. Eine Erweiterung des bestehenden Prüfumfangs der Wärmepumpenprüfungen wie in einer früheren Projektphase vorgeschlagen wird nicht angestrebt, da bei der gegebenen Auslastung des WPZ eine Verlängerung des Prüfzyklus nicht möglich ist.

Das angestrebte Modell verfolgt zwei Zielrichtungen: Einerseits soll ein physikalischer Ansatz gefunden werden, der das Anfahren der Wärmepumpe abbildet und Optimierung des Kältekreislaufs zulässt. Andererseits soll ein mathematischer Ansatz gefunden werden, der die Minderwärmeproduktion als Funktion der Taktrate und Taktlänge darstellt. Dieser Ansatz soll Grundlage optimierter Regelalgorithmen von Wärmepumpen werden.

In **Phase 4** sollen dann die Einflüsse des On-Off Betriebs auf Sole-Wasser Wärmepumpen untersucht werden. Der Hauptunterschied zur Untersuchung von Luft-Wasser Wärmepumpen liegt in der Regenerationsfähigkeit der Wärmequelle, die sich positiv auf den Taktbetrieb auswirken könnte. Neben der Modellbildungen sind auch Feldmessungen geplant die zur Validierung des Ansatzes benötigt werden.

Ziel für das Jahre 2008 war eine Einarbeitung ins Thema, eine erste Untersuchung des bestehenden Modells und eine Literatursuche.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Literatursuche:

Erste Artikel, die seit der letzten Projektphase veröffentlicht wurden, wurden bereits identifiziert und werden momentan zusammengefasst.

Untersuchung des bestehenden Modells:

Die Unterlagen der vorangehenden Projektphasen wurden identifiziert und die bestehenden Ansätze untersucht. Aus der Analyse ergibt sich, dass Komplexität des bisher gewählten Ansatzes sehr hoch ist, was wahrscheinlich auch zu den mathematischen Problemen geführt hat. Das neue Modell soll modularer aufgebaut werden und die Bewertung der Einflussfaktoren ermöglichen. Auf diese Art werden nur die relevanten Größen in die Simulation integriert, was zu erheblichen Erleichterungen bei der Modellierung führen soll. Der im Moment favorisierte Ansatz sieht vor, die physikalischen Systemgrößen als Eingabewerte zu verwenden. Die Messwerte aus früheren Projektphasen sollen dann dazu dienen das Modell für eine höhere Genauigkeit abzulegen. Es wird jedoch nicht angestrebt alle Modellparameter aus diesen Messwerten abzuleiten wie dies bisher der Fall war. Auf diese Weise soll eine einfachere Übertragung des Simulationsmodells auf verschiedene Wärmepumpensysteme erreicht werden. Der momentane Status dieser Aufgabe ist eine Grundskizze des neuen Simulationsmodells und ein Ansatz, neue Messdaten aus den zukünftigen WPZ Messungen zu gewinnen, ohne den Messbetrieb signifikant zu beeinflussen. Die Einarbeitung in die Simulationssoftware ist so gut wie abgeschlossen.

Nationale und Internationale Zusammenarbeit

Durch die kurze bisherige Projektdauer ist es noch zu keiner signifikanten Zusammenarbeit mit nationalen oder internationalen Forschungsinstitutionen gekommen.

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Das Projekt wurde **2008** gestartet und die Einarbeitung ist im Prinzip abgeschlossen. Probleme des bestehenden Ansatzes wurden erkannt und das Konzept für einen überarbeiteten Ansatz auf Basis der Erkenntnisse der Projektphasen 1 und 2 sollte Ende 2008 fertiggestellt sein. Bisher wurden keine unerwarteten Probleme gefunden.

Für das Frühjahr **2009** ist eine Begleitgruppensitzung geplant, um die Analyse der bestehenden Arbeit und das Konzept für die Phase 3 des Projektes darzulegen. Dieses Konzept soll im Anschluss daran ausgearbeitet werden und erste Ergebnisse an der UAW Konferenz präsentiert werden. Bis Sommer 2009 soll auch ein Konzept für Feldmessungen an Sole-Wasser Wärmepumpen ausgearbeitet werden, die dann im Herbst 2009 installiert werden. Phase 3 des Projektes soll Ende 2009 grösstenteils abgeschlossen sein.

Referenzen

- [1] B. Gubser, M. Ehrbar, **Dynamischer Wärmepumpentest, Phase1, Etappe 1: Ergebnisse der Literaturrecherche**; Schlussbericht, Bundesamt für Energie; 1997.
- [2] B. Gubser, L. Wirth, M. Ehrbar, **Dynamischer Wärmepumpentest, Phase1, Etappe 2: Modellbildung**; Schlussbericht, Bundesamt für Energie; 1999.
- [3] E. Shafai, D. Zogg, M. Ehrbar, L. Wirth, **Dynamischer Wärmepumpentest, Phase1, Etappe 3: Modellansatz für die prüftechnische Charakterisierung der Minderwärmeproduktion**; Schlussbericht, Bundesamt für Energie; 2000.
- [4] B. Hubacher, M. Ehrbar, **Dynamischer Wärmepumpentest, Phase2: Validierung des Modellansatzes und Entwicklung einer Prüfprozedur**; Schlussbericht, Bundesamt für Energie; 2001.