

Jahresbericht 2003, 8. Dezember 2003

# Wärmepumpenanlage mit Heizkörperheizung ohne Speicher

(inkl. einheitliche Aufbereitung vorhandener Messdaten)

Autor und Koautoren	Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer
Beauftragte Institution	Gabathuler AG, Beratende Ingenieure
Adresse	Kirchgasse 23, 8253 Diessenhofen
Telefon, E-mail, Internetadresse	052 / 654 16 50, gabathuler.ag@bluewin.ch
BFE Projekt-/Vertrags-Nummer	100236/150320
Dauer des Projekts	1. August 2003 bis 31. Juli 2004

## ZUSAMMENFASSUNG

Aus Forschungsprojekten des BFE sind mittlerweile 7 Messdatensätze verschiedener Anlagentypen vorhanden, die mehr oder weniger alle STASCH-Schaltungen gemäss [1] abdecken. Aus heutiger Sicht fehlt jedoch ein wesentlicher Anlagentyp, der bisher noch nicht näher untersucht wurde, nämlich die Wärmepumpenanlage mit Heizkörperheizung ohne Speicher. Eine solche Anlage soll im Rahmen dieses Projekts untersucht werden.

Ausserdem gibt es immer wieder Anfragen nach Messdaten von Wärmepumpenanlagen zur Validierung von Modellen, zur Beschreibung dynamischer Vorgänge usw. Deshalb sollen die obgenannten 7 Messdatensätze (inkl. der neu hinzukommenden Anlage) einheitlich beschrieben werden.

Die Evaluation der Versuchsanlage ist abgeschlossen und das Messkonzept ist erstellt. Die Installation der Messeinrichtung beginnt demnächst. Es ist vorgesehen, die Anlage im Dezember 2003 noch in der aktuellen Betriebsart laufen zu lassen (kein Eingriff ins bestehende Regelkonzept). Aufgrund der Resultate des Testbetriebs im Dezember wird dann das Regelkonzept anfangs Januar 2004 umgestellt. Bis zum Frühling wird genügend Zeit bleiben, um repräsentative Messresultate zu allen Betriebsarten zu bekommen. Der Schlussbericht wird – wie geplant – im Juli 2004 vorliegen.

Die Lesbarkeit der Datenträger der ehemaligen Messprojekte wurde überprüft. Die Messdaten sind lesbar und stehen somit grundsätzlich zur Verfügung. Ein erstes Konzept zur Aufbereitung der Messdaten und zu deren Beschreibung wurde erstellt. Die aufbereiteten Messdaten und die zugehörige Beschreibung werden – wie geplant zusammen mit dem Schlussbericht – im Juli 2004 auf einer CD vorliegen.



## Projektziele

Aus den Forschungsprojekten des BFE sind mittlerweile Messdaten verschiedener Anlagentypen vorhanden, die mehr oder weniger alle STASCH-Schaltungen gemäss [1] abdecken.

Aus heutiger Sicht fehlt jedoch ein wesentlicher Anlagentyp, der bisher noch nicht näher untersucht wurde, nämlich die Wärmepumpenanlage mit Heizkörperheizung ohne Speicher. Da solche Anlagen nicht erprobt sind, wurde bei STASCH für eine Heizkörperheizung grundsätzlich ein Speicher empfohlen. Es gibt jedoch Hinweise, dass eine Heizkörperheizung auch ohne Speicher betrieben werden kann, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Thermostatventilanteil  $\leq 40\%$
- Keine Abtauung mittels Prozessumkehr
- Am Regler muss eine genügend grosse Hysterese zur Erzielung akzeptabler Laufzeiten einstellbar sein

Ausserdem gibt es immer wieder Anfragen nach Messdaten von Wärmepumpenanlagen zur Validierung von Modellen, zur Beschreibung dynamischer Vorgänge usw. Oft gibt es auch erst im Nachhinein Hinweise, dass solche Daten gesucht wurden, deren Existenz aber nicht bekannt war oder der Aufwand an diese heranzukommen zu gross erschienen war.

Aufgrund der geschilderten Ausgangssituation wurde das vorliegende Forschungsprojekt mit folgenden Zielsetzungen vorgeschlagen:

1. Beantwortung der folgenden Fragen:
  - Können Wärmepumpenanlagen mit Heizkörperheizung (analog einer Fussbodenheizung) ohne Speicher betrieben werden?
  - Wenn ja: Welche Randbedingungen müssen erfüllt sein?
2. Einheitliche Beschreibung der vorhandenen Messdatensätze (inkl. der neu hinzukommenden Heizkörperheizung ohne Speicher)

Die Ziele für das Berichtsjahr 2003 waren:

1. Suche einer geeigneten Versuchsanlage
2. Installation einer Messeinrichtung zur automatische Messdatenaufzeichnung

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

### A) MESSPROJEKT

Es war schwierig eine geeignete Versuchsanlage zu finden, bei der sowohl Wärmepumpenhersteller wie Bauherr zur Mitarbeit bereit waren. Die Anlage «Richigen» entspricht relativ gut den gestellten Anforderungen (Bild 1):

- Älteres Dreifamilienhaus, bei dem 1995 der Ölheizkessel durch eine Wärmepumpe mit Wassererwärmung ersetzt wurde (Erdwärmesonden)
- Häufig vorkommender Sanierungsfall, bei dem immer der Ersatz durch eine Wärmepumpe geprüft werden sollte
- Wärmeabgabesystem reine Heizkörperheizung (Radiatoren mit relativ hohen Vorlauftemperaturen bis 60°C) mit Thermostatventilen in den südlich orientierten Räumen
- Interesse und Bereitschaft zur Mitarbeit von Seiten Wärmepumpenhersteller und Bauherr

Der mutmassliche Wärmeleistungsbedarf des Wärmeabgabesystems wurde anlässlich der Sanierung im Jahre 1995 aufgrund des Heizölverbrauchs auf 20 kW festgelegt.



Bild 1: Versuchsanlage «Richigen», Ansicht von Süden

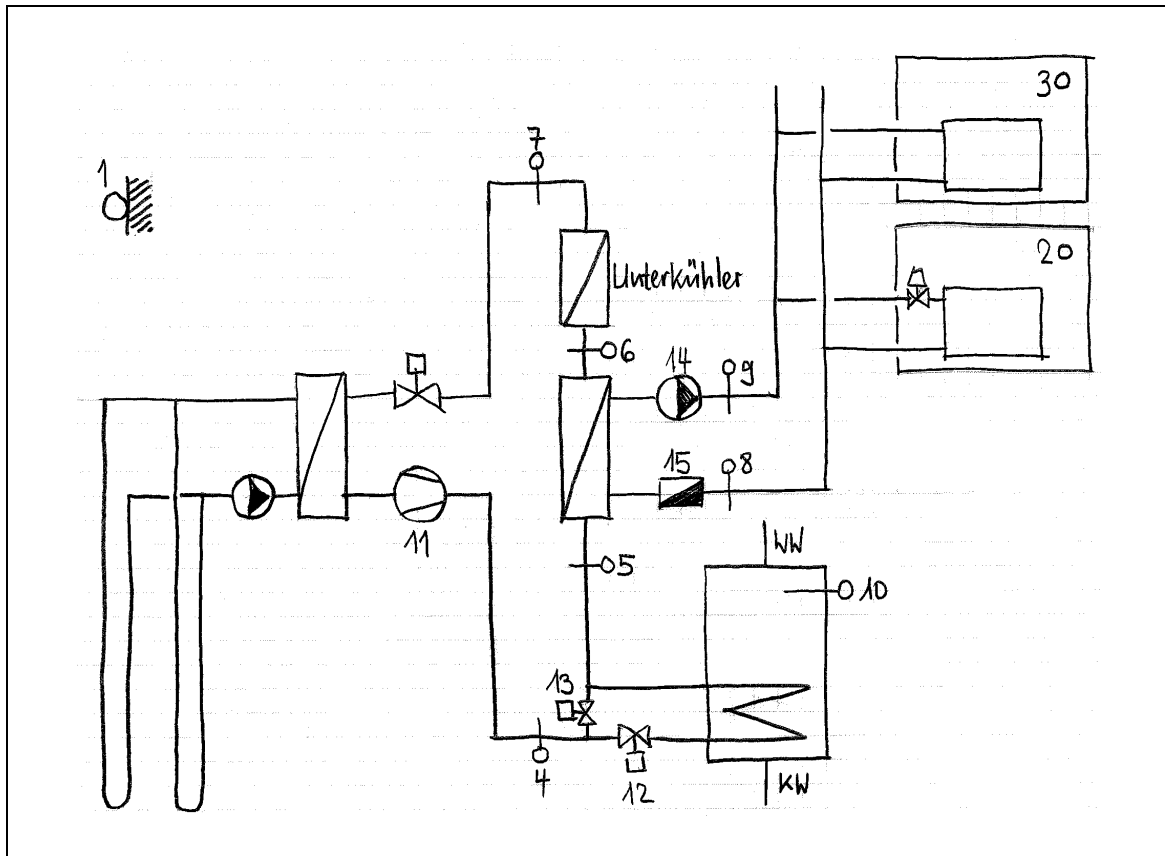


Bild 2: Prinzipschema

Nr.	Messgröße	Messort
1	Temperatur	Nordfassade: Aussenluft (ventiliert)
2	Temperatur	Raum mit Thermostatventil: Raumluft
3	Temperatur	Raum ohne Thermostatventil: Raumluft
4	Temperatur	Arbeitsmittelkreis: Austritt Verdichter
5	Temperatur	Arbeitsmittelkreis: Eintritt Verflüssiger Heizung
6	Temperatur	Arbeitsmittelkreis: Austritt Verflüssiger Heizung
7	Temperatur	Arbeitsmittelkreis: Austritt Unterkühler
8	Temperatur	Heizkreis: Rücklauf
9	Temperatur	Heizkreis: Vorlauf
10	Temperatur	Warmwasserspeicher
11	Betriebsstunden	Arbeitsmittelkreis: Verdichter
12	Betriebsstunden	Arbeitsmittelkreis: Ventil Verflüssiger Warmwasser
13	Betriebsstunden	Arbeitsmittelkreis: Ventil Bypass
14	Betriebsstunden	Heizkreis: Heizungspumpe
15	Volumen	Heizkreis: Rücklauf

Tabelle 3: Messstellenliste

Grundsätzlich ergeben sich aus dem Prinzipschema drei Betriebsarten:

- A) Reiner Heizbetrieb: Verflüssiger Heizung - Unterkühler
- B) Reiner Warmwasserbetrieb: Verflüssiger Warmwasser - Unterkühler (Heizungspumpe AUS)
- C) Heizung + Warmwasser: Verflüssiger Warmwasser - Verflüssiger Heizung - Unterkühler

**Aktuelles Regelkonzept:** Witterungsgeführten Vorlauftemperaturregelung, Stellgrösse ist die Drehzahl des Scroll-Kompressors. Damit kann die Anlage bereits heute ohne Speicher betrieben werden. Die Wassererwärmung erfolgt über drei Sollwerte:

- Sollwert WW Sommer z. B. 55°C
- Sollwert WW Winter z. B. 60°C
- Sollwert WW Priorität z. B. 45°C

Im Winterbetrieb wird bei Heizbetrieb möglichst lange zusätzlich über den Verflüssiger Warmwasser entheizt. Die Anlage läuft also relativ oft in Betriebsart C. Im Sommerbetrieb erfolgt die Wassererwärmung über einen niedrigeren Sommer-Sollwert.

**Regelkonzept für die vorliegende Untersuchung:** Für die Messungen wird das Regelkonzept auf eine witterungsgeführte Zweipunkt-Rücklauftemperaturregelung mit einstellbarer Hysterese geändert, und die Drehzahl des Scroll-Kompressors wird fix auf Maximaldrehzahl gestellt. Zudem muss das Regelkonzept so angepasst werden, dass – neben Betriebsart C – auch reiner Heizbetrieb A und reiner Warmwasserbetrieb B vorkommt. Wie dies im Einzelnen bewerkstelligt werden kann, muss noch geklärt werden. Möglichkeiten sind:

- Sollwert WW Winter tiefer stellen
- Gezielte Wassererwärmung in Betriebsart B (z. B. über Schaltuhr)

Der Sommerbetrieb wird nicht näher untersucht.

## B) AUFBEREITUNG MESSDATEN

Tabelle 4 gibt eine Übersicht der Messdaten, die aufbereitet werden sollen. Die ersten 7 Anlagentypen sind ehemalige Forschungsprojekten des BFE, die mehr oder weniger die STASCH-Schaltungen gemäss [1] abdecken. Der letzte Anlagentyp, den es bei STASCH noch nicht gibt, ist das vorliegende Messprojekt.

Ref.	Bezeichnung	Wärmequelle	Wärmeabgabesystem	Schaltung
[2]	Waltalingen 1	Erdwärmesonde	Fussbodenheizung	Ohne Speicher, mit WW STASCH 1/2
[3]	Barzheim	Aussenluft	Fussbodenheizung	Seriespeicher VL STASCH 3
[4]	Winterthur-Seen 1	Aussenluft	67% FBH, 33% HKH	Seriespeicher RL STASCH 3
[4]	Winterthur-Seen 2	Aussenluft	33% FBH, 67% HKH	Seriespeicher RL STASCH 3
[5]	Waltalingen 2	Aussenluft	Heizkörperheizung	Seriespeicher RL STASCH 3/4 (Retrofit)
[5]	Münsingen	Aussenluft	Heizkörperheizung	Parallelspeicher, mit WW STASCH 5/6 (Retrofit)
[6]	Winterthur-Oberseen	Erdwärmesonde	Fussbodenheizung	Kombispeicher, Solar STASCH 7
Neu	Richigen	Erdwärmesonde	Heizkörperheizung	Ohne Speicher, mit WW Noch nicht bei STASCH

Tabelle 4: Zusammenstellung vorhandener Messdaten

## Nationale Zusammenarbeit

Die Versuchsanlage wird zur Verfügung gestellt und das Regelkonzept angepasst von:

Kälte-Wärme-Technik AG (KWT), 3123 Belp, Herr Daniel Trüssel

## Internationale Zusammenarbeit

Keine.

## Bewertung 2003 und Ausblick 2004

### A) MESSPROJEKT

Die Evaluation der Versuchsanlage ist abgeschlossen und das Messkonzept ist erstellt. Die Installation der Messeinrichtung beginnt demnächst. Es ist vorgesehen, die Anlage im Dezember 2003 noch in der aktuellen Betriebsart laufen zu lassen (kein Eingriff ins bestehende Regelkonzept).

Aufgrund der Resultate des Testbetriebs im Dezember wird dann das Regelkonzept anfangs Januar 2004 umgestellt. Bis zum Frühling wird genügend Zeit bleiben, um repräsentative Messresultate zu allen Betriebszuständen zu bekommen.

Der Schlussbericht wird – wie geplant – im Juli 2004 vorliegen.

### B) AUFBEREITUNG MESSDATEN

Die Lesbarkeit der Datenträger der ehemaligen Messprojekte wurde überprüft. Die Messdaten sind lesbar und stehen somit grundsätzlich zur Verfügung. Ein erstes Konzept zur Aufbereitung der Messdaten und zu deren Beschreibung wurde erstellt.

Die aufbereiteten Messdaten und die zugehörige Beschreibung werden – wie geplant zusammen mit dem Schlussbericht – im Juli 2004 auf einer CD vorliegen.

## Referenzen

- [1] Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer, Thomas Afjei: Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen. Bern: Bundesamt für Energie, 2002.
- [2] Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer, Esfandiar Shafai, Roger Wimmer: Pulsbreitenmodulation für Kleinwärmepumpenanlagen. Phase 1. Bern: Bundesamt für Energie, 1998.
- [3] G. Reiner et al.: Kurztestmethode für Wärmepumpenanlagen. Phase 1 bis 3: Messung, Modellierung und Erprobung der Parameteridentifikation. Bern: Bundesamt für Energie, 1998.
- [4] Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer, Esfandiar Shafai, Roger Wimmer: Pulsbreitenmodulation für Kleinwärmepumpenanlagen. Phase 2: Implementierung in handelsübliche Regler und Erprobung in einem Wohnhaus. Bern: Bundesamt für Energie, 1998.
- [5] Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer, Juraj Cizmar, Erich Zahnd: Messungen an Retrofit-Wärmepumpen. Phase 2. Bern: Bundesamt für Energie, 2002.

- [6] Siedlung Chräbsbach, Oberseen, Haus Uetz. Messresultate des Pilot- und Demonstrationsprogrammes von Energie 2000. Aarau: Infoenergie, 1999.