

## **JAHRESBERICHT 2000**

Zu den Arbeiten gemäss dem Vertrag 78949

### **Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen**

#### **Zusammenfassung:**

In einer ersten Etappe werden Hydraulikschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen auf ihre Praxistauglichkeit und Fehlertoleranz evaluiert. Hierin fliessen Erfahrungen aus Feldmessungen (FAWA), aus den Dokumentationen bisheriger Standardschaltungen (RAVEL, SWKI, FWS) und aus QS-Projekten. Es werden Varianten mit verschiedenen Wärmequellen und verschiedenen Wassererwärmungsmethoden für den Neubau (Vorlauf 45°C) und die Sanierung (Vorlauf 60°C) untersucht. Schaltungen, die sich im Feld bewährt haben und ein grosses Anwendungspotenzial besitzen, werden anhand von Simulationsrechnungen miteinander verglichen, evaluiert und auf die kleinste, notwendige Anzahl reduziert. Beurteilungskriterien sind: Jahresnutzungsgrad, Investitionskosten, Jahreskosten und Robustheit gegenüber Störungen.

**Dauer des Projekts:** 01.10.00 - 30.06.02

**Beitragsempfänger:** FHBB, Institut für Energie

**Berichterstatter:** Dr. Thomas Afjei

**Adresse:** St. Jakobstrasse 84  
4132 Muttenz

**Telefon:** 061-467-43-49  
**e-mail:** t.afjei@pfhbb.ch

## Projektziele

Die Zielsetzungen richten sich nach der Ausschreibung und umfassen:

- Definition je einer möglichst einfachen und doch effizienten Standardschaltung für die in der Ausschreibung aufgelisteten Anwendungsfälle:
  - Wärmequellen Luft, Erdreich und solar
  - Warmwasser mit Wärmepumpe (integriert/separat) oder solar
  - Neubau ( $T_{VL} < 45^{\circ}\text{C}$ ) und Sanierung ( $T_{VL} < 60^{\circ}\text{C}$ )
- Reduktion der Standardschaltungen auf die maximal notwendige Anzahl
- Erarbeiten von Dimensionierungsanleitungen für den Leistungsbereich von 5 bis 25 kW.

Das erwartete Ergebnis ist eine Dokumentation von Standardschaltungen mit Dimensionierungsanleitungen.

## 2000 durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

### Koordination mit FAWA

Zusammen mit dem Projektleiter Standardschaltungen (STASCH) wurden die von Eicher+Pauli zu leistenden Arbeiten, insbesondere die Schnittstellen zu FAWA, bereinigt. Eine wichtige Frage war die Form des Einbezugs der Wärmepumpen-Hersteller. An einer Koordinationssitzung mit der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (D. Wittwer) und einem Vertreter des FAWA-Teams wurde beschlossen, im Januar/Februar 2001 einen ganztägigen Hersteller-Workshop durchzuführen.

Für das Arbeitspapier der Gabathuler AG zum Thema 'Definition Standardlösungen und Standardanwendungen' wurde eine Stellungnahme ausgearbeitet.

### Auswahl der Standardlösungen und Standardanwendungen für die Auswahlmatrix

Zunächst wurden die Begriffe wie folgt definiert:

Standardlösungen	= Wärmepumpe + hydraulische Schaltung + Regelkonzept + Auslegung (Unterscheidung reale Anlagen und Simulationen)
Standardanwendungen	= Hydraulische Entkopplung, Durchfluss konstant/variabel + Warmwasserbereitung + Wärmeabgabesystem (Trägheit, VL/RL-Temperaturen) + Gebäude (Speichermasse, Wärmedämmung, Störenergie) + Nutzer
Auswahlmatrix	= Standardlösungen (Spalten) + Standardanwendungen (Zeilen)

Danach wurden eine möglichst vollständige Liste aller sinnvollen Lösungen erstellt und daraus die folgenden sieben **Standardlösungen** für die Auswahlmatrix ausgewählt:

- Ohne Heizwasserspeicher
- Mit Heizwasserspeicher in Serie im Rücklauf; Variante: mit Überströmventil
- Mit Heizwasserspeicher parallel; Variante: mit Elektroheizeinsatz im Heizwasserspeicher
- Ohne Heizwasserspeicher, aber mit Warmwasserspeicher
- Mit Heizwasserspeicher in Serie im Rücklauf und Warmwasserspeicher; Variante: mit Überströmventil
- Mit Heizwasserspeicher parallel und Warmwasserspeicher; Variante: mit Elektroheizeinsatz im Heizwasserspeicher
- Mit Heizwasserspeicher mit integriertem Warmwasserspeicher und Solarenergienutzung

Bei den Anwendungen ergaben sich unzählige Kombinationsmöglichkeiten. Für die Auswahlmatrix wurden schliesslich nur diejenigen Fälle als **Standardanwendungen** ausgewählt, die relativ häufig vorkommen, technisch sinnvoll sind und bezüglich den ausgewählten Standardlösungen überhaupt relevant sind:

- Hydraulische Entkopplung, Durchfluss konstant/variabel
  - Eine einzige Heizgruppe und keine oder nur wenige Thermostatventile  
→ Durchfluss einigermaßen konstant

- Eine Heizgruppe und wesentlicher Anteil Thermostatventile → Durchfluss variabel
- Mehrere Heizgruppen (ggf. mit Thermostatventilen) → hydraulische Entkopplung notwendig
- Warmwasserbereitung
  - Ohne Warmwasserbereitung
  - Warmwasserbereitung mit Wärmepumpe
  - Warmwasserbereitung mit Wärmepumpe und mit Solarenergienutzung (auch für Heizung)
- Wärmeabgabesystem
  - Träges Wärmeabgabesystem
  - Mittelträges Wärmeabgabesystem
  - Flinkes Wärmeabgabesystem

Die resultierende **Auswahlmatrix** (Tab. 1) besteht somit aus 7 Spalten mit den Standardlösungen und  $3 \times 3 \times 3 = 27$  Zeilen mit den Standardanwendungen. Diese erste Version der Auswahlmatrix dient nun zur Diskussion des weiteren Vorgehens:

- Welche Standardlösungen werden für welche Standardanwendungen zur Realisierung empfohlen?
- Welche Kombinationen werden davon zur Simulation ausgewählt?

Wärmepumpe			Luft-Wasser-Wärmepumpe ODER Sole-Wasser-Wärmepumpe (keine Unterscheidung)							
Hydraulische Schaltung			Ohne Heizwasserspeicher		Heizwasserspeicher in Serie im Rücklauf		Heizwasserspeicher Parallel		Heizwasserspeicher mit integriertem Warmwasserspeicher	
			ohne WW-Speicher	mit WW-Speicher	ohne WW-Speicher	mit WW-Speicher	ohne WW-Speicher	mit WW-Speicher		
Regelkonzept			Witterungsgeführte Zweipunkt-Rücklauftemperaturregelung				Spezial-Steuerung/Regelung			
Auslegung für die Simulation			85% der Maximalleistung bei -10° AT unter Berücksichtigung von 3 h Sperrzeit (keine Wassererwärmung mit der Wärmepumpe)							Spezial-Auslegung
K	O	T	☺	–	☹	–	☹	–	–	
		M	☹	–	☺	–	☺	–	–	
		F	☹	–	☺	–	☺	–	–	
	W	T	–	☺	–	☹	–	☹	–	
		M	–	☹	–	☺	–	☺	–	
		F	–	☹	–	☺	–	☺	–	
	S	T	–	–	–	–	–	–	☺	
		M	–	–	–	–	–	–	☺	
		F	–	–	–	–	–	–	☺	
V1	O	T	⊘	–	☺*	–	☺	–	–	
		M	⊘	–	☺*	–	☺	–	–	
		F	⊘	–	☺*	–	☺	–	–	
	W	T	–	⊘	–	☺*	–	☹	–	
		M	–	⊘	–	☺*	–	☺	–	
		F	–	⊘	–	☺*	–	☺	–	
	S	T	–	–	–	–	–	–	☺	
		M	–	–	–	–	–	–	☺	
		F	–	–	–	–	–	–	☺	
V2	O	T	⊘	–	⊘	–	☺**	–	–	
		M	⊘	–	⊘	–	☺**	–	–	
		F	⊘	–	⊘	–	☺**	–	–	
	W	T	–	⊘	–	⊘	–	☺**	–	
		M	–	⊘	–	⊘	–	☺**	–	
		F	–	⊘	–	⊘	–	☺**	–	
	S	T	–	–	–	–	–	–	☺	
		M	–	–	–	–	–	–	☺	
		F	–	–	–	–	–	–	☺	
* Variante mit Überströmventil										
** Variante mit Mischventilen für mehrere Heizgruppen										
K	Eine einzige Heizgruppe und keine oder nur wenige Thermostatventile → Durchfluss einigermaßen konstant									
V1	Eine Heizgruppe und wesentlicher Anteil Thermostatventile → Durchfluss variabel									
V2	Mehrere Heizgruppen (ggf. mit Thermostatventilen) → hydraulische Entkopplung notwendig									
O	Ohne Warmwasserbereitung									
W	Warmwasserbereitung mit Wärmepumpe									
S	Warmwasserbereitung mit Wärmepumpe und mit Solarenergienutzung (auch für Heizung)									
T	Träges Wärmeabgabesystem									
M	Mittelträges Wärmeabgabesystem									
F	Flinkes Wärmeabgabesystem									
–	Nicht sinnvolle Kombination									
⊘	Verbotene Lösung									
☺	Zur Realisierung empfohlen									
☹	Nach heutiger Sicht nur bedingt zur Realisierung empfohlen									
☹	Nach heutiger Sicht nicht zur Realisierung empfohlen									
☺☹☹	Daraus zur Simulation ausgewählt									

Tab. 1: Erster Entwurf einer Auswahlmatrix (provisorisch)

## **Zusammenarbeit**

Ende Januar oder Anfang Februar 2001 wird zusammen mit der FAWA-Gruppe ein „Expertenworkshop zum Thema Einbindung und Regelung von Kleinwärmepumpenanlagen“ veranstaltet. Dieser hat zum Ziel, die Bedürfnisse der Hersteller zu definieren und deren volle Unterstützung für das Projekt schon in der Anfangsphase sicherzustellen.

## **Perspektiven für 2001**

Im Team werden, unter Beizug der Hersteller (FWS / AWP), Planer (SWKI), Installateure (SSIV, FWS) und Dritter die Erfahrungen mit den bisherigen Standardschaltungen diskutiert und mit einer Beurteilungsmatrix nach definierten Beurteilungskriterien bewertet. Hierin sollen soweit möglich auch die Schaltungen berücksichtigt werden, welche sich im europäischen Ausland bewährten und in der Schweiz ein Potenzial haben könnten (D.A.CH).

Für die notwendige Gebäudesimulation wird je nach Simulationswerkzeug ein Ein- oder Mehrzonenmodell verwendet. Es ist nicht vorgesehen, neue Gebäudemodelle zu entwickeln. Falls erforderlich, wird ein Speichermodell für häufig angewandte Typen (z.B. Frischwasser-, Rossnagel- oder Champignon-Speicher) entwickelt. Sollten an den beiden beteiligten Fachhochschulen unterschiedliche Simulationswerkzeuge zur Anwendung kommen, wird ein Fall parallel simuliert, um allfällige Abweichungen abschätzen zu können. Auch wird für ausgewählte Fälle (z.B. Warmwassererzeuger) ein Vergleich mit Stundenwerten aus dem FAWA-Projekt durchgeführt. Das Speichermodell wird mit Labormessungen der FHBB verglichen. Eine genaue Validierung der verwendeten Simulationswerkzeuge (IDA, TRNSYS, etc.) kann im Rahmen dieses Projekts allerdings nicht durchgeführt werden.

Neben den Jahressimulationen werden kritische Betriebsphasen (z.B. solare Gewinne im Leichtbau oder extreme Kälteperioden und grosse Sperrzeiten) separat simuliert. Damit kann die Störanfälligkeit beurteilt werden.

Die Wirtschaftlichkeit wird aus den vorhandenen FAWA-Daten oder mittels konkreter Offerten von drei Unternehmen für die verschiedenen Standardlösungen / -anwendungen beurteilt.

Die Auswahlmatrix wird nach den Erfahrungen aus dem Herstellerworkshop überarbeitet. Als Endprodukt sollen Standardlösungen für Standardanwendungen mit einer einfachen Dimensionierungsanleitung präsentiert werden. Darin werden Fragen zu den folgenden Themenkreisen behandelt:

- Auswahl Hydraulikschema
- Grösse der Komponenten und Umwälzpumpen
- Hydraulischer Abgleich
- Inbetriebnahme, Reglereinstellung und Sensormontage
- Wirtschaftlichkeit

## **Publikationen 2000**

Keine.