

Jahresbericht 2001, 04. Dezember 2001

Projekt

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen

Autor und Koautoren	Dr. Thomas Afjei, Uwe Schonhardt, G. Zweifel, M. Achermann, R. von Euw, H.R. Gabathuler, M. Erb, P. Renaud
beauftragte Institution	FHBB, Institut für Energie
Adresse	Fichtenhagstrasse 4, 4132 Muttenz
Telefon, E-mail	061-467-43-49, t.afjei@fhbb.ch
Internetadresse	http://www.fhbb.ch/energie
BFE-Nummern	Projekt: 39172 Vertrag: 78949
Dauer des Projekts	vom 01.10.00 bis 15.11.02

ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt hat zum Ziel, einfache Hydraulikschaltungen für Wärmepumpenanlagen bis 25 kW zu identifizieren, um so zuverlässigere und effizientere Gesamtsysteme zu erhalten. Nach Auswertung eines gemeinsamen Workshops der Projektgruppen STASCH und FAWA konnten die Schaltungen auf 7 Schemata reduziert werden.

Diese werden an der HTA Luzern und der FHBB mit der haustechnischen Bibliothek „CARNOT“ in einer MATLAB/SIMULINK-Umgebung simuliert. Hierfür fanden verschiedene Aufbauarbeiten statt, wie der eintägige CARNOT-Einführungskurs am 27.10.01 an der ETH-Zürich und eine Intensivwoche am Solarinstitut Jülich der FH Aachen, wo das CARNOT-Blockset entwickelt wurde. An der HTA Luzern wurden mit IDA Simulationen durchgeführt, um für das Gebäudemodell die minimal erforderliche Anzahl thermischer Zonen zu ermitteln. Derzeit laufen Arbeiten, um das in CARNOT implementierte Gebäudemodell nach der BESTEST-Methode zu validieren.

Von der FAWA-Gruppe sind den STASCH-Schemata entsprechend drei Anlagen instrumentiert worden. Sie werden in 10 Minutenintervallen gemessen, um dynamische Vorgänge zu erfassen und einen Vergleich zwischen Simulation und Praxis zu gewährleisten.

Es ist vorgesehen, die gewonnenen Erkenntnisse in Form von STASCH-Planungshilfen für Installateure als vierseitige Merkblätter (A3 einmal gefaltet) abzugeben. Diese Merkblätter beinhalten 7 Schaltungen mit Dimensionierungsanleitungen für Neubauten und Sanierungen mit tieferen Heizungs-Vorlauftemperaturen. Zusätzlich ist ein Merkblatt für spezielle Retrofit-Wärmepumpen für höhere Heizungs-Vorlauftemperaturen und mit integrierter Warmwasserbereitung geplant. Sie werden ab Ende 2002 auch auf dem Internet zum Herunterladen angeboten.

Projektziele

Die Zielsetzungen richten sich nach der Ausschreibung und umfassen die Definition einer möglichst einfachen und doch effizienten Standardschaltung für Klein-Wärmepumpenanlagen von 5 bis 25 kW. Die Anwendungsfälle beinhalten:

- Luft, Erdreich und Solarthermie als Wärmequelle
- Warmwassererzeugung mit der Wärmepumpe (integriert/separat) oder solar
- Neubau ($T_{VL} < 45^{\circ}\text{C}$) und Sanierung ($T_{VL} < 60^{\circ}\text{C}$)

Die Standardschaltungen sollen auf die minimal notwendige Anzahl reduziert werden. Das erwartete Ergebnis ist eine Dokumentation von Standardschaltungen mit Dimensionierungsanleitungen.

Die Projektgruppe entschied sich zusammen mit dem Programmleiter, die Simulationen auf der MATLAB/SIMULINK-Plattform durchzuführen. Ausschlaggebend dafür war die Verfügbarkeit der haustechnischen Bibliothek CARNOT (Conventional And Renewable eNergy Optimisation Toolbox), welche am Solarinstitut Jülich (SIJ) der FH-Aachen in Deutschland entwickelt und bei den VIESSMANN-Werken in Allendorf erfolgreich eingesetzt wird. Mit diesem Grundsatzentscheid soll ein erster Schritt unternommen werden, eine langfristige und ausbaufähige Plattform für zukünftige BFE-Projekte im Energiebereich aufzubauen. An der HTA-Luzern und an der FHBB werden entsprechende Kompetenzen aufgebaut. Sie ergänzen die vorhandenen Ressourcen am IMRT der ETHZ optimal.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Viele Ergebnisse sind im Zwischenbericht [3] erwähnt. Im Folgenden werden die Arbeiten beschrieben, welche nach Fertigstellung des Zwischenberichts durchgeführt wurden oder für das Verständnis erforderlich sind.

CARNOT Toolbox

Die Arbeiten im Jahr 2001 konzentrierten sich auf den Kompetenzaufbau für die neue Simulationsumgebung. Am 27.09.2001 wurde am Institut für Mess- und Regeltechnik der ETH-Zürich ein eintägiger CARNOT-Kurs abgehalten. Referent war Herr C. Wemhöner vom SIJ, ein Mitentwickler des CARNOT-Blocksets und derzeitiger Kompetenzträger auf diesem Gebiet. Das Referat steht als PDF-Datei zur Verfügung [5].

Die Zielgruppe des Kurses waren in erster Linie Mitglieder der Projektgruppe. Es wurden die grundlegenden Konzepte und die Philosophie der Toolbox CARNOT, der vorhandenen BLOCKs (=Komponentenformulierungen in CARNOT) und deren Funktionen erläutert. Die Veranstaltung war als Grundinformation für alle direkt am Projekt Beteiligten und als Einführung für die Simulationsgruppe gedacht.

Zur Vorbereitung von Simulationen mit den Gesamtsystemen wurden an der FHBB alle erforderlichen Komponenten einzeln mit der notwendigen Umgebung getestet, um deren charakteristische Eigenschaften kennen zu lernen und um ggf. Mängel aufzudecken. Anschliessend konnten daraus Simulationen von Gesamtsystemen zusammengestellt und ausgeführt werden.

Der Aufbau einer vollständigen Schaltung (Nr. 2: Wärmepumpe mit parallel geschalteten Warmwasserspeicher) wurde mit einem vereinfachten Zonenmodell erfolgreich durchgeführt und in ersten Simulationsläufen erprobt.

Zwischen dem 12. und 16.11.2001 absolvierte U. Schonhardt eine Intensivwoche in Jülich. Nach bisher gesammelten Erfahrungen traten Probleme bei der Anwendung und beim Aufbau der Modelle auf. Im direkten Austausch mit Hr. C. Wemhöner konnten diese Probleme durch Testsimulationen einzelner Blöcke und ganzer Systemen lokalisiert und gelöst werden. Neben verschiedens-

ten neuen Erkenntnissen zur Anwendung der Toolbox wurden auch einige Fehler der Software aufgedeckt und behoben. Ein Problem war der Informationsfluss bei Verwendung von Strömungsteilern (DIVERTER) und Strömungsvereinigern (MIXER), welcher über den sog. Thermohydraulischen Vektor (THV) erfolgt. Nach Einführung der neuen MATLAB-Version 6 gab es Probleme bei der Variablenübergabe. Mit einer Zwischenlösung können die STASCH-Schaltungen mit Bodenheizung simuliert werden. Ab Januar 2002 wird vom SIJ ein konzeptionell überarbeitetes Lösungsprinzip zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse der Intensivwoche sind in einem Bericht [6] zusammengefasst.

Das Gebäudemodell in CARNOT

Die Bibliothek von CARNOT enthält verschiedene Komponenten, um ein Gebäude, wie es im Projekt Standardzuschaltung benötigt wird, zu beschreiben. Die Komponenten sind jedoch nicht ausführlich validiert. Aus diesem Grund führt die HTA Luzern eine ausführliche Validierung nach dem in *IEA Task 12* entwickelten **ENVELOPE-BESTEST** [7] durch. Bei diesem Test handelt es sich um einen „Programm zu Programm – Vergleich“. Untersucht werden die Rechenmodelle für die verschiedenen Gebäudeelemente (Wände, Dach, Fenster etc.) sowie deren Kombination. Dabei wird ein Einzonnenmodell (Abb. 1) das dem Aussenklima ausgesetzt ist, schrittweise modifiziert. Die Resultate wie Heiz- und Kühllast, Jahresenergie sowie Temperaturen und Strahlungswerte werden mit Resultaten anderer Simulationsprogramme verglichen. Aus dem ENVELOPE-BESTEST stehen die Resultate von 8 verschiedenen Simulationsprogrammen zur Verfügung (u.a. TRNSYS, DOE, ESPetc.). Weicht das Testresultat wesentlich von den Werten der Vergleichsprogramme ab, muss die Komponente genauer untersucht werden. Der schrittweise Ablauf der Testserie garantiert eine genaue Lokalisation von möglichen Fehlerquellen, da bei jedem Testfall nur ein Parameter verändert wird.

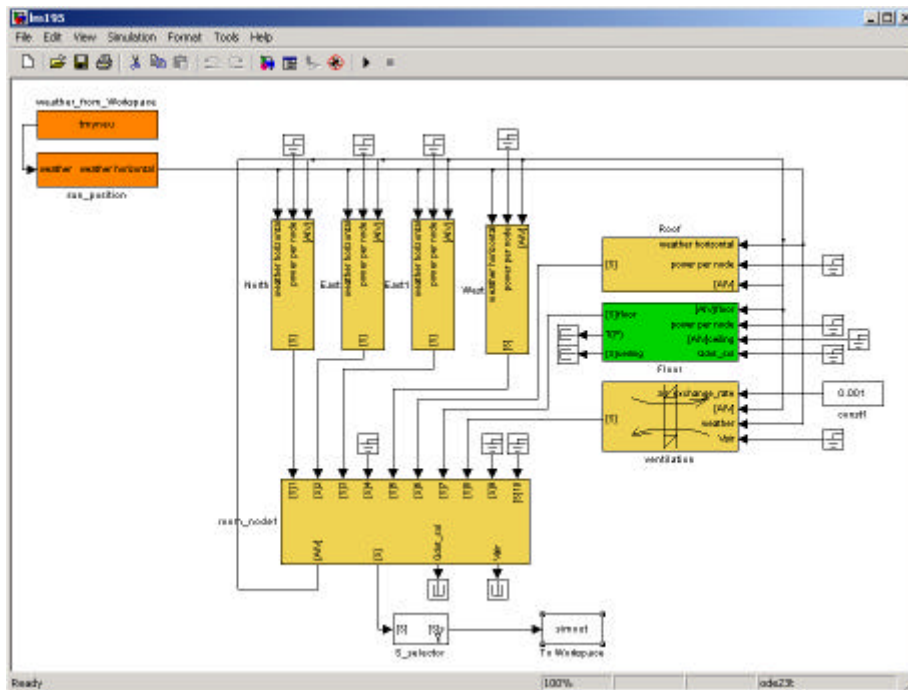


ABB. 1: EINZONENMODELL GEKOPPELT MIT KLIMADATEN – CARNOT KOMPONENTEN IN MATLAB/SIMULINK

An der HTA Luzern laufen die Validierungsarbeiten auf vollen Touren. Um Resultate zu veröffentlichen ist der Zeitpunkt jedoch verfrüht. Ziel ist es, bis Ende Jahr die Tests abzuschliessen und allfällige Mängel in den Modellen zu beheben. Auf dieser Grundlage aufbauend wird in einem weiteren Schritt das Gebäudemodell für die Simulationen des Projektes Standardschaltungen erstellt.

Parameterstudie für minimale Zonenzahl

Über den notwendigen Detaillierungsgrad des Gebäudemodells zur Durchführung der Simulationen für das Projekt 'Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen bis 25 kW' herrscht noch Unklarheit. Die zu erwartende Anzahl Simulationsrechnungen und die Komplexität der Systemmodelle fordern ein möglichst einfaches Gebäudemodell. Dabei soll jedoch keine Einbusse an Genauigkeit und Aussagekraft in Kauf genommen werden müssen. Deshalb wurde eine Vorstudie durchgeführt, um den minimal notwendigen Detaillierungsgrad (Anzahl thermische Zonen) zu eruieren.

Man untersuchte ein Reiheneinfamilienhaus, das in verschiedene thermische Zonen eingeteilt wurde. Simuliert und ausgewertet wurde ein 1-, 2-, 3- und 6-Zonenmodell. Dabei wurden zwei verschiedene Wärmeabgabesysteme berücksichtigt - Heizkörper (rein konvektiv) und Fussbodenheizung (grösstenteils via Strahlung).

Für die Zonenermittlung wählte man ein Referenzgebäude, das bei einer früheren Forschungsarbeit – Kostengünstige Niedertemperaturheizung mit Wärmepumpe – berücksichtigt wurde.

Die Gebäudesimulation wurde mit dem *IDA ICE 2.11* durchgeführt.

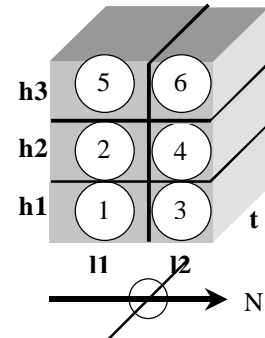


ABB. 2: 6-ZONENMODELL

Damit eine genügend genaue Aussage über die Behaglichkeit in einem Gebäude gemacht werden kann, muss dieses beim vorliegenden Objekt in 6 thermische Zonen (Abb. 2) eingeteilt werden. Ebenfalls verhält sich der Verlauf der Rücklauftemperatur (RL-Temperatur am Eintritt in den Wärmeerzeuger) des 6-Zonenmodells ganz anders als jene der Modelle mit 1-, 2- und 3-Zonen.

Vergleicht man die RL-Temperaturen und die Massenströme der 1- und 2-Zonenmodelle mit dem 6-Zonenmodell (Abb. 3), so wird nicht nur eine zeitliche Verschiebung der Scheitelpunkte (x-Achse) sondern auch eine betragsmässigen Ausschlag der Kurve (y-Achse) sichtbar.

Hingegen haben die Kurven des 3-Zonen- und des 6-Zonenmodells praktisch keine zeitliche Differenz (x-Achse), sondern weichen nur im Ausschlag (y-Achse) ab.

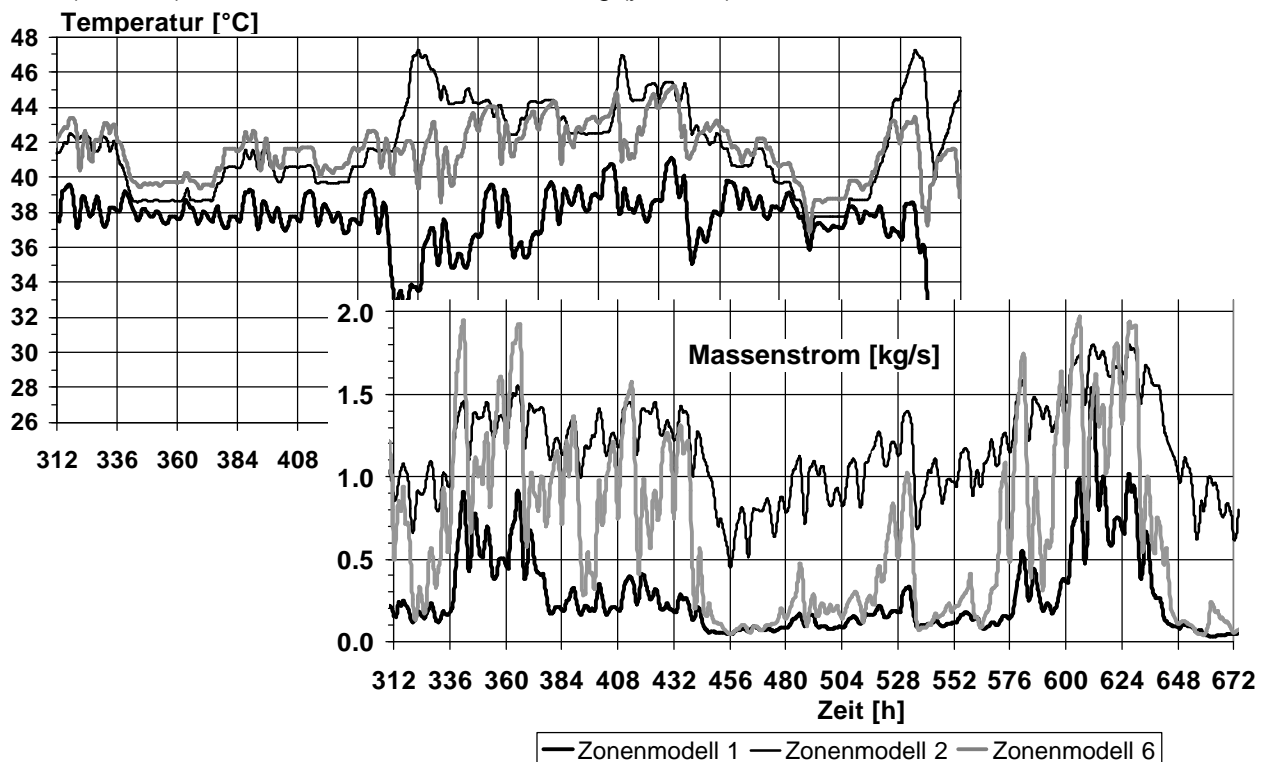
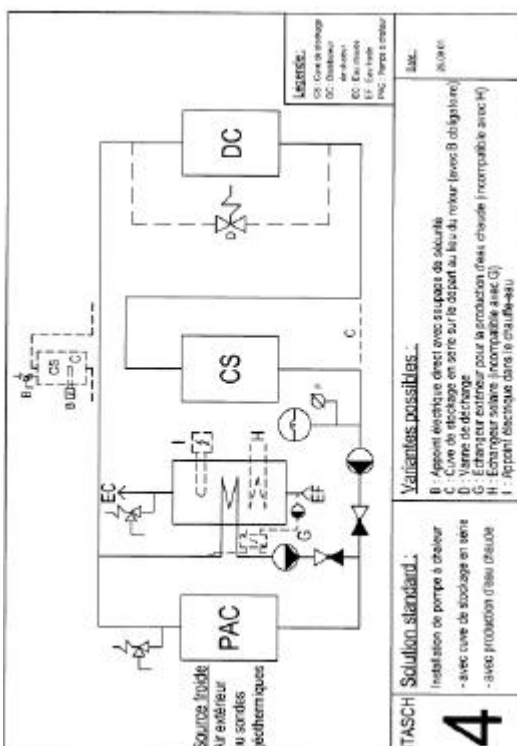
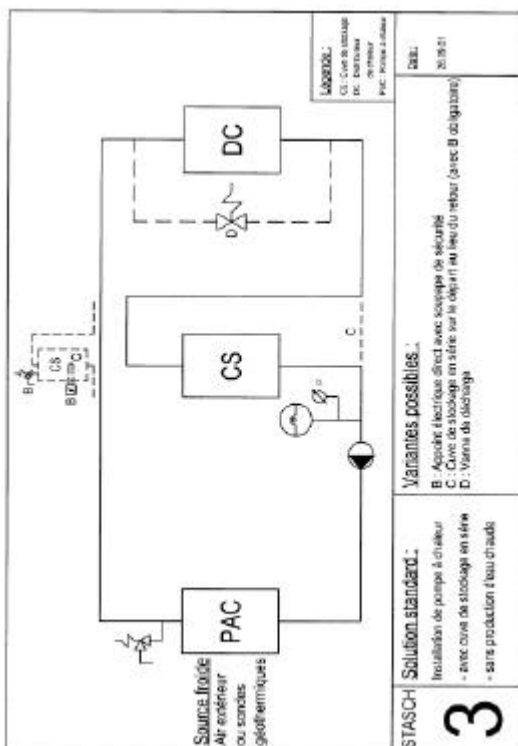
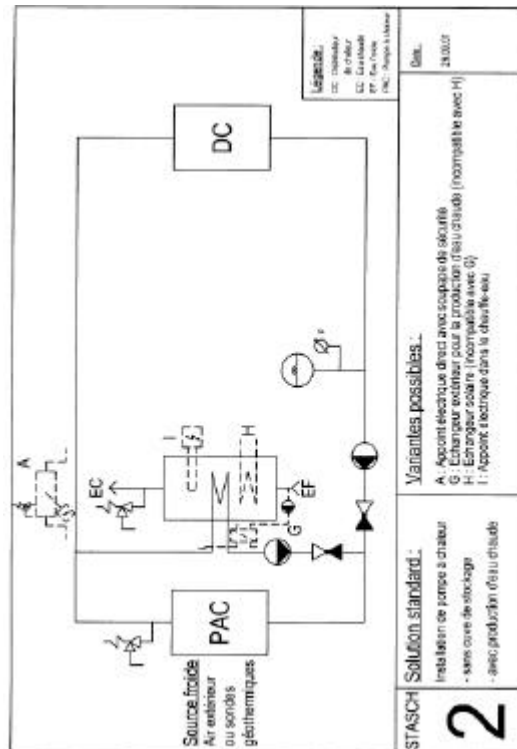
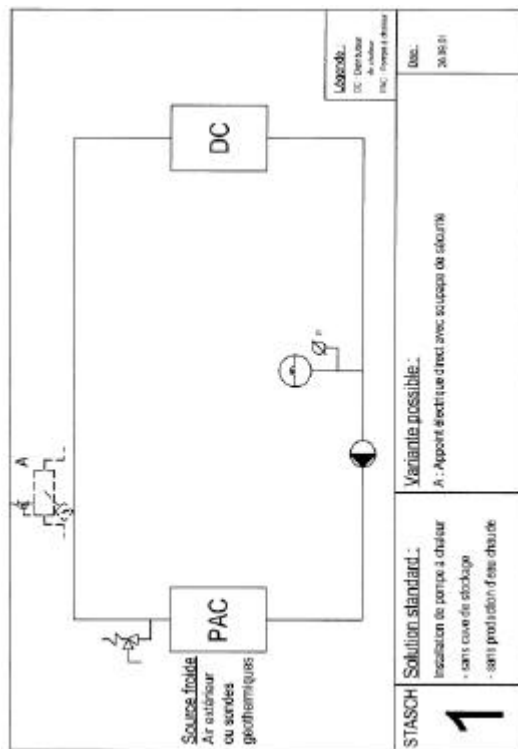


ABB. 3:
LINKS: VERGLEICH DER RL-TEMPERATUREN BEI DER VARIANTE HEIZKÖRPER MIT THERMOSTATVENTIL.
RECHTS: VERGLEICH DER MASSENSTROME BEI DER VARIANTE HEIZKÖRPER MIT THERMOSTATVENTIL
LEGENDE: SCHWARZ FETT = 1 ZONE, SCHWARZ DÜNN = 2 ZONEN, HELLE LINIE = 6 ZONEN

STANDARDLÖSUNGEN

Im Zwischenbericht [3] wurden 7 Schaltungen als Standardlösungen definiert und detailliert beschrieben. An diesen Definitionen haben sich in der Zwischenzeit noch geringfügige Änderungen ergeben, die in Abb. 4 abgebildet sind.



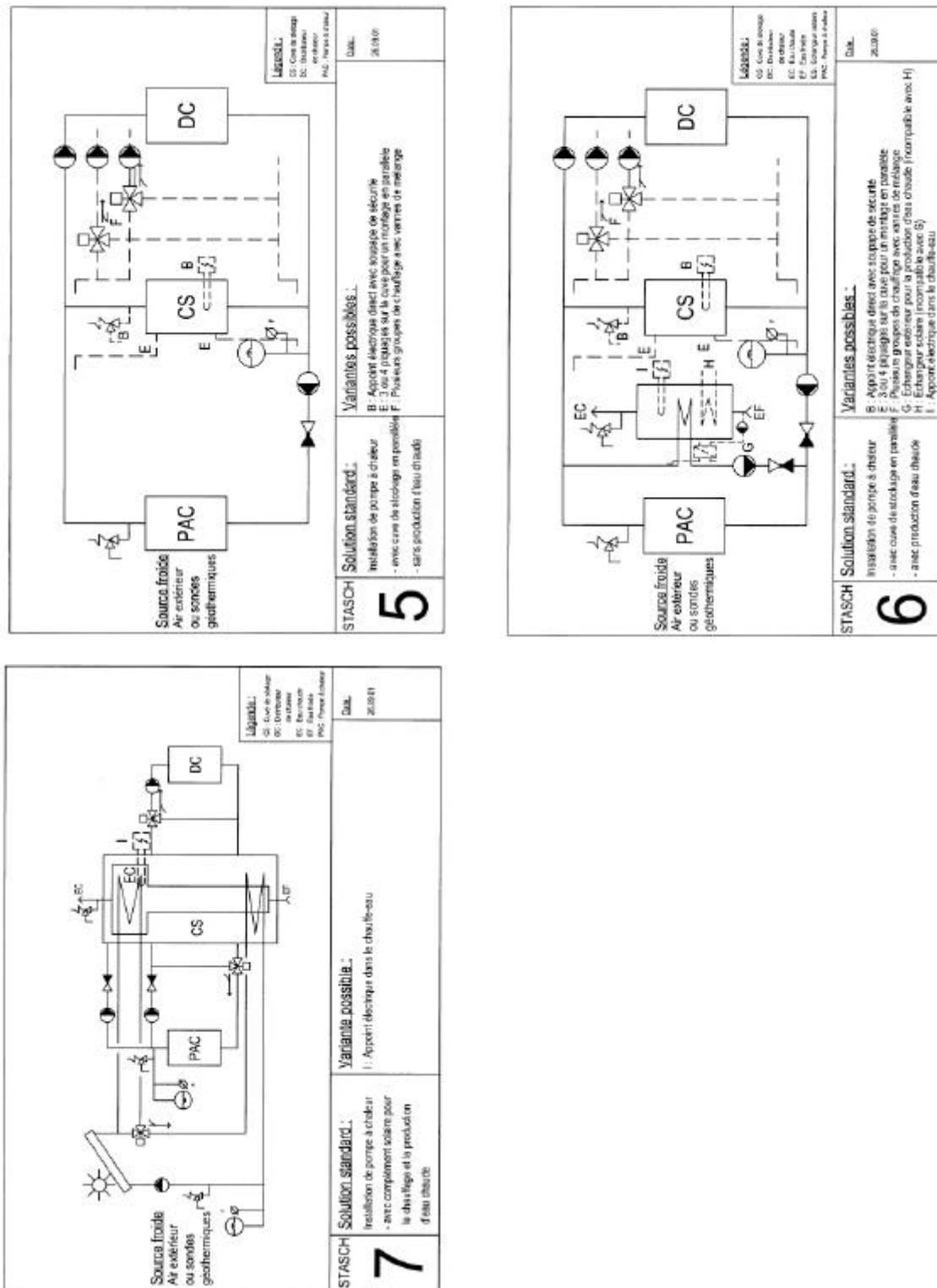


ABB. 4: DIE 7 STASCH-STANDARDLÖSUNGEN
(OHNE EINBINDUNG DER RETROFIT-WÄRMEPUMPEN)

EINBINDUNG RETROFIT-WÄRMEPUMPEN

Neu zum Projekt hinzugekommen ist, dass auch die Einbindung von Retrofit-Wärmepumpen berücksichtigt werden soll. Dazu besteht eine enge Zusammenarbeit mit dem Projekt «Messungen an Retrofit-Wärmepumpen» [4]. Die beiden Versuchsanlagen im genannten Projekt wurden bezüglich Schaltung und Regelkonzept nach STASCH-Vorgaben entsprechend Schaltung 3 bzw. 4 und Schaltung 5 bzw. 6 nach den speziellen Bedürfnissen der Retrofit-Wärmepumpen ausgeführt.

Für Retrofit-Wärmepumpen kommen nur bestimmte Varianten der STASCH-Schaltungen in Frage. Insbesondere im Hinblick auf die Speicheranschlüsse, die Durchflussrichtung beim Seriespeicher und die Abtauung mittels Abtauwärmetauscher im Heizungskreis haben sich noch neue Erkenntnisse und Fragen ergeben. Diese sollen im Rahmen beider Projekte näher untersucht werden.

MESSUNGEN AN WP-ANLAGEN

Zur Kontrolle der numerischen Simulationen werden drei Kleinwärmepumpenanlagen über ein Jahr ausgemessen. Alle diese Anlagen liefern bereits Daten für das Projekt FAWA und entsprechen teilweise den Grundsaltungen, wie sie den Simulationen zugrunde gelegt werden:

- Typ 1: Speicherlose Anlage ohne Warmwassereinbindung (Kürzel: UERJUR48)
- Typ 5: Parallelspeicher-Anlage ohne Warmwassereinbindung (Kürzel: GELHAN25)
- ≈Typ 7: Sonnenkollektor/Kombispeicher-Anlage mit Warmwassereinbindung (Kürzel: TAE-FOE19) In FAWA gibt es keine Anlage, die genau dem Schema von Typ 7 entspricht.

Gemessen werden alle relevanten Energieströme, Zustandsgrößen (I/O-Signale) und Temperaturen der Anlagen. Zusätzlich werden jeweils zwei Raumtemperaturen und die Aussentemperatur erhoben. Das Standard-Messintervall ist 10 Minuten, für Raum- und Aussentemperatur 60 Minuten. Die Temperaturen werden ereignisgesteuert aufgezeichnet, d.h. die Mittelwertbildung über ein Messintervall findet nur bei Vorliegen eines Volumenstromes statt.

Detailinformationen sind in den kommentierten Messstellenplänen im Anhang enthalten.

Nationale Zusammenarbeit

FAWA liefert periodisch die aktuellsten Ergebnisse an die Projektgruppe. Ein neuer Bericht, in dem insbesondere die Relevanz der WP-Aggregate auf die energetische Effizienz von WP-Anlagen diskutiert werden, ist in Vorbereitung. Sobald die FAWA-Begleitgruppe den Bericht freigegeben hat, wird dieser auch dem STASCH-Projekt zur Verfügung stehen.

Zum BFE-Projekt „Messungen an Retrofit-Wärmepumpen“ [4] findet über H.R. Gabathuler ein Informationsaustausch statt.

Das BFE-Projekt Standardschaltungen ist gleichzeitig ein Netzwerkprojekt im neu gebildeten „Building + Renewable Energies Network“ (BRENET)“, ein von der KTI unterstützten Kompetenznetzwerk der Fachhochschulen und anderer Institutionen.

Internationale Zusammenarbeit

Ein internationaler Austausch findet derzeit nicht statt. Allerdings sollen die Projektergebnisse in die D-A-CH Organisation der Wärmepumpenförderorganisationen Deutschland-Österreich-Schweiz und in die Arbeitsgruppe CEN/TC 228/WG 1 eingebracht werden, welche sich mit „Allgemeinen Auslegungskriterien für thermodynamische Heizsysteme“ befasst. H. Reiner, Mitglied unserer Begleitgruppe, ist als CH-Delegierter in dieser Arbeitsgruppe vertreten.

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Bewertung CARNOT Blockset

Die Einarbeitung und Anwendung des CARNOT Blocksets wurde durch den intensiven Kontakt mit dem Solarinstitut Jülich besonders während der Intensivwoche sehr erleichtert. Wesentliche Hürden konnten aus dem Weg geräumt, Kenntnisse vertieft und der allgemeine Umgang mit der Software stark verbessert werden (siehe [6]). Eine CD mit allen Patches wird an die Projektgruppe verteilt.

Ausblick: STASCH-Planungshilfen

Es ist vorgesehen, die gewonnenen Erkenntnisse in Form von STASCH-Planungshilfen für Installateure als vierseitige Merkblätter (A3 einmal gefaltet) abzugeben. Diese Merkblätter sollen auch vom Internet heruntergeladen werden können.

Aufgrund der Untersuchungen im Projekt «Messungen an Retrofit-Wärmepumpen» [4] und im vorliegenden Projekt sollen noch zusätzlich spezielle STASCH-Planungshilfen für Retrofit-Wärmepumpen erstellt werden.

Neue Simulationsmodelle

Das in CARNOT enthaltene Wärmepumpenmodell, eine Gleichung aus der alten deutschen DIN 8900 genügt unseren Ansprüchen nicht. Weder Takt- noch Vereisungs- bzw. Abtauverluste sind darin vorgesehen. Die FHBB wird das Modell von YUM, welches an der HTA Luzern von M. Wetter weiterentwickelt wurde, in CARNOT implementieren. Das in CARNOT vorhandene Erdsondenmodell muss noch überprüft werden, eine Option wäre auch das EWS-Modell von A. Huber, das aber noch nicht in MATLAB implementiert ist.

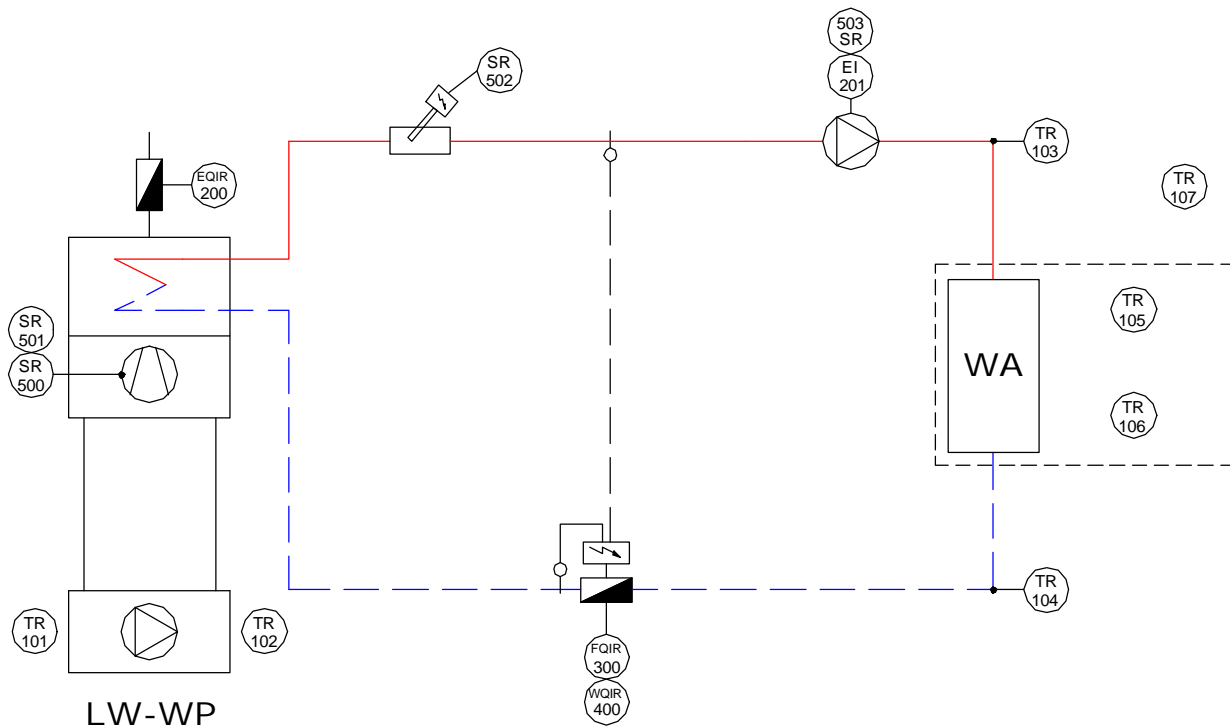
Referenzen

- [1] U. Schonhardt, Th. Afjei: **Standardschaltungen – Effizienzsteigerung von Wärmepumpenanlagen durch Standardisierung hydraulischer Schaltungen**, Posterbeitrag zum TOFT IfE/IfU, 8.6.2001, Muttentz.
- [2] Th. Afjei: **Standard hydraulic circuits for small-scale heat pump plant**, Beitrag für IEA HPC / IPUHPC Workshop, 10./11.10.2001, Arnhem (NL).
- [3] Th. Afjei et al.: **Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen bis 25 kW**. Zwischenbericht. Bern, Bundesamt für Energie, Juli 2001.
- [4] H. R. Gabathuler et al.: **Messungen an Retrofit-Wärmepumpen - Jahresbericht Phase 2**. Bern, Bundesamt für Energie, Dezember 2001.
- [5] C. Wemhöner: **CARNOT Blockset - Conventional And Renewable eNergy Optimisation Toolbox**, Vorstellung an der ETH Zürich am 27.9.2001, Solarinstitut Jülich – FH Aachen (DE).
- [6] U. Schonhardt: **Zusammenstellung der erarbeiteten Themen und Ergebnisse der CARNOT-Intensivwoche in Jülich**, FHBB-IfE, 2001.
- [7] **Building Energy Simulation Test (BESTEST) and Diagnostic Method**, R. Judkoff, IEA, Solar Heating & Cooling Programme, Task 22, 1995.
- [8] **Internetsite des Forschungsprogramms www.waermepumpe.ch/fe**. Rubrik „Berichte“: Download von Zusammenfassungen und der ausführlichen Schlussberichte durchgeführter Forschungsarbeiten, Rubrik „Publikationen“: Download von Publikationen des Programmleiters.

Anhang

MESSSTELLENPLÄNE

UERJUR48



Pos.	Sym- bol	Einheit	Grösse	Intervall	Fühler	Ereignisgesteuert	Bemerkungen
101	TR	°C	Aussenluft WP Eintritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
102	TR	°C	Aussenluft WP Austritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
103	TR	°C	Vorlauftemperatur Verbraucher	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
104	TR	°C	Rücklauftempera- tur Verbraucher	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
105	TR	°C	Raumlufttempera- tur Zimmer	1 Std. Mittelwert	PT100	-	
106	TR	°C	Raumlufttempera- tur Wohnen	1 Std. Mittelwert	PT100	-	
107	TR	°C	Aussenlufttempra- tur	10 Min. Wert	-	-	Daten von Meteosta- tion Höhenkorrigiert

Pos.	Sym- bol	Einheit	Grösse	Intervall	Fühler	Ereignisgesteuert	Bemerkungen
200	EQIR	kWh	elektrische Energie WP	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittel	Elektrozähler	I/O-Signal Kompressor	Siehe unten (*)
201	EI	W	El. Aufnahmeleistung Verbraucherpumpe	Punktmessung	Multimeter	-	
300	FQIR	L/h	Volumenstrom Verbraucher	10-Min. Summen 1 Impuls / ??? L	Wasseruhr	I/O-Signal Kompressor	
400	WQIR	kWh	Wärmemenergie ab WP	10-Min. Summen 1 Impuls / 1 kWh	Wärmezähler	I/O-Signal Kompressor	Siehe unten (**)
500	SR	sec.	Laufzeit WP	in Abhängigkeit der Laufzeit resp. 10-Min. Sum-	Relais	I/O-Signal Kompressor	
501	SR	sec.	Laufzeit Heissgasabtauung	in Abhängigkeit der Laufzeit	Relais	I/O-Signal Heissgasventil	
502	SR	sec.	Laufzeit Heizstab	in Abhängigkeit der Laufzeit	Relais	I/O-Signal Heizstab	
503	SR	sec.	Laufzeit Heizungs- pumpe	in Abhängigkeit der Laufzeit resp. 10-Min. Sum-	Relais	I/O-Signal Heizungs- pumpe	

*Zur Ermittlung der Stromaufnahme wird ein Stromzähler mit Impulsausgang verwendet. Wir setzen Wickelstromwandler mit einer Übersetzung von 10 A auf 5 A ein. Der Elektrozähler MICO 3P besitzt ein einstellbares Übersetzungsverhältnis bis 4000 A/5 A. Der Zähler gibt 1 Impuls/kWh heraus, so kommen wir auf bis zu 1 Impuls/2.5Wh.

**Der Wärmezähler NeoVac 2WR30 besitzt einen Open Kollektor Impulsausgang mit einer Wertigkeit von 1 kWh/Impuls.

Legende

Erstbuchstabe:

- E** Elektrische Grösse
- F** Durchfluss
- M** Feuchte
- P** Druck
- S** Zeit / Laufzeit
- T** Temperatur
- Q** Konzentration
- W** Wärme

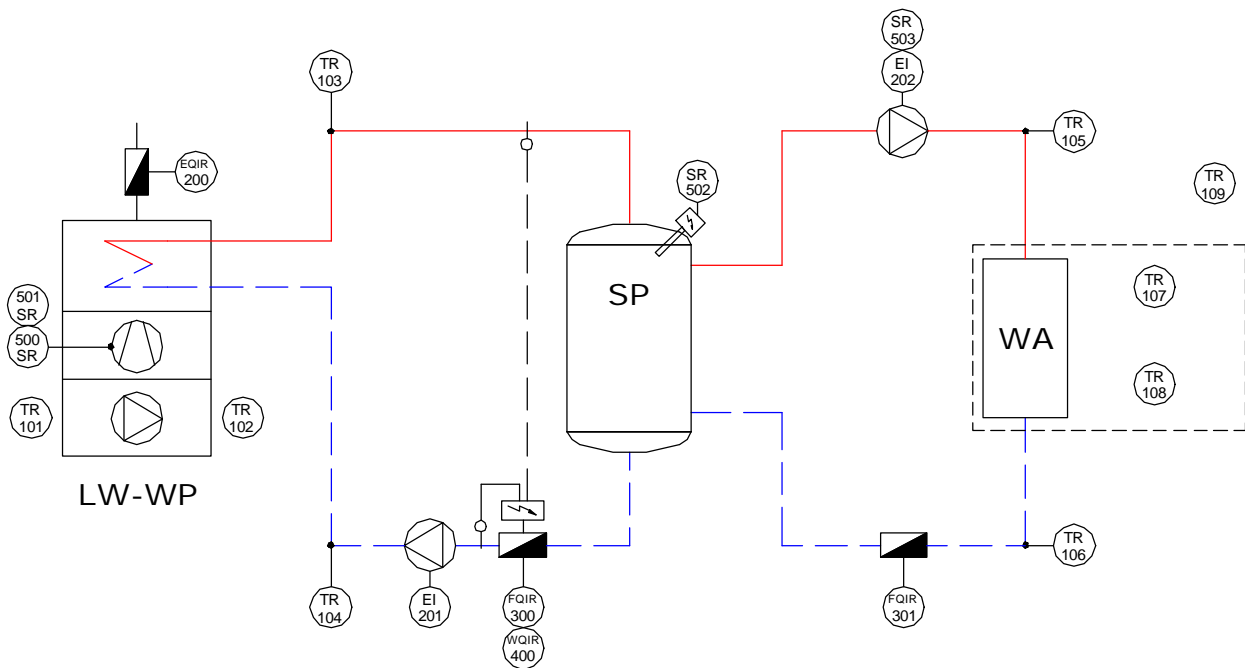
Folgebuchstabe(n):

- E** Einrichtung
- I** Anzeige
- R** Registrierung
- T** Umformer / Wandler

Ergänzungsbuchstabe:

- D** Differenz
- Q** Summe / Integral

GELHAN25



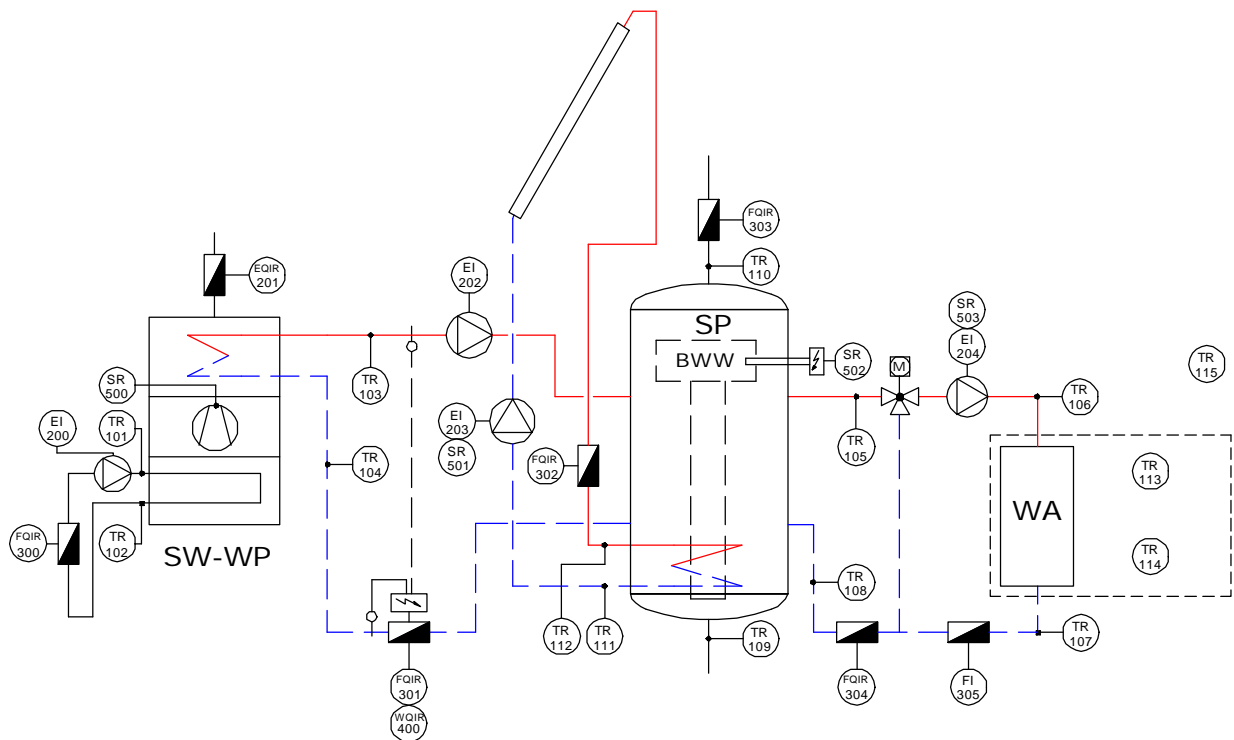
Pos.	Symbol	Einheit	Grösse	Intervall	Fühler	Ereignisgesteuert	Bemerkungen
101	TR	°C	Aussenluft WP Eintritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
102	TR	°C	Aussenluft WP Austritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
103	TR	°C	Vorlauftemperatur WP Austritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
104	TR	°C	Rücklauftemperatur WP Eintritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
105	TR	°C	Vorlauftemperatur Verbraucher	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Heizungs-pumpe	
106	TR	°C	Rücklauftemperatur Verbraucher	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Heizungs-pumpe	
107	TR	°C	Raumlufttemperatur Zimmer	1 Std. Mittelwert	PT100	-	
108	TR	°C	Raumlufttemperatur Wohnen	1 Std. Mittelwert	PT100	-	
109	TR	°C	Aussenlufttemperatur	10 Min. Wert	-	-	Daten von Meteostation Höhenkorrigiert
200	EQIR	kWh	elektrische Energie WP	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittel	Elektrozähler	I/O-Signal Kompressor	Siehe unten (*)
201	EI	W	El. Aufnahmeleistung Speicherladepumpe	Punktmessung	Multimeter	-	
202	EI	W	El. Aufnahmeleistung Verbraucherpumpe	Punktmessung	Multimeter	-	

Pos.	Symbol	Einheit	Grösse	Intervall	Fühler	Ereignisgesteuert	Bemerkungen
300	FQIR	L/h	Volumenstrom Speicherladekreis	10-Min. Summen 1 Impuls / ??? L	Wasser- uhr	I/O-Signal Kompressor	
301	FQIR	L/h	Volumenstrom Verbraucher	10-Min. Summen 1 Impuls / 0.25 L	Wasser- uhr	I/O-Signal Heizungs- pumpe	
400	WQIR	kWh	Wärmemeenergie ab WP	10-Min. Summen 1 Impuls / 1 kWh	Wärme- zähler	I/O-Signal Kompressor	Siehe unten (**)
500	SR	sec.	Laufzeit WP	in Abhängigkeit der Laufzeit resp. 10-Min. Summen	Relais	I/O-Signal Kompressor	
501	SR	sec.	Laufzeit Heissgasab- tauung	in Abhängigkeit der Laufzeit	Relais	I/O-Signal Heissgasven- til	
502	SR	sec.	Laufzeit Heizstab	in Abhängigkeit der Laufzeit	Relais	I/O-Signal Heizstab	
503	SR	sec.	Laufzeit Heizungs- pumpe	in Abhängigkeit der Laufzeit resp. 10-Min. Summen	Relais	I/O-Signal Heizungs- pumpe	

*Zur Ermittlung der Stromaufnahme wird ein Stromzähler mit Impulsausgang verwendet. Wir setzen Wickelstromwandler mit einer Übersetzung von 10 A auf 5 A ein. Der Elektrozähler MICO 3P besitzt ein einstellbares Übersetzungsverhältnis bis 4000 A/5 A. Der Zähler gibt 1 Impuls/kWh heraus, so kommen wir auf bis zu 1 Impuls/2.5Wh.

**Der Wärmezähler NeoVac 2WR30 besitzt einen Open Kollektor Impulsausgang mit einer Wertigkeit von 1 kWh/Impuls.

TAEFOE19



Pos.	Symbol	Einheit	Grösse	Intervall	Fühler	Ereignisgesteuert	Bemerkungen
101	TR	°C	Soletemperatur WP Eintritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
102	TR	°C	Soletemperatur WP Austritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
103	TR	°C	Vorlauftemperatur WP Austritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
104	TR	°C	Rücklauftemperatur WP Eintritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Kompressor	
105	TR	°C	Vorlauftemperatur aus Speicher	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Heizungs-pumpe	
106	TR	°C	Vorlauftemperatur Verbraucher	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Heizungs-pumpe	
107	TR	°C	Rücklauftemperatur Verbraucher	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Heizungs-pumpe	
108	TR	°C	Rücklauftemperatur zum Speicher	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Heizungs-pumpe	
109	TR	°C	KW-Temperatur Eintritt	1 Messung pro 1 Liter	PT100	Impuls von Wasseruhr	
110	TR	°C	WW-Temperatur Austritt	1 Messung pro 1 Liter	PT100	Impuls von Wasseruhr	
111	TR	°C	Solar Temperatur Speicher Austritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Solarum-wälzpumpe	

Pos.	Symbol	Einheit	Grösse	Intervall	Fühler	Ereignisgesteuert	Bemerkungen
112	TR	°C	Solartemperatur Speicher Eintritt	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittelwert	PT100	I/O-Signal Solarumwälzpumpe	
113	TR	°C	Raumlufthtemperatur Wohnen	1 Std. Mittelwert	PT100	-	
114	TR	°C	Raumlufthtemperatur Büro	1 Std. Mittelwert	PT100	-	
115	TR	°C	Aussenlufttemperatur	10 Min. Wert	-	-	Daten von Meteostation Höhenkorrigiert
200	EI	W	elektrische Aufnahmeleistung Solepumpe	Punktmessung	Multimeter	-	
201	EQIR	kWh	elektrische Energie WP	in Abhängigkeit der Laufzeit max. 10-Min. Mittel	Elektrozähler	I/O-Signal Kompressor	Siehe unten (*)
202	EI	W	El. Aufnahmeleistung Speicherladepumpe	Punktmessung	Multimeter	-	
203	EI	W	El. Aufnahmeleistung Solarpumpe	Punktmessung	Multimeter	-	
204	EI	W	El. Aufnahmeleistung Verbraucherpumpe	Punktmessung	Multimeter	-	
300	FQIR	L/h	Volumenstrom Solekreis	10-Min. Summen 1 Impuls / 0.25 L	Wasseruhr	I/O-Signal Kompressor	Glykolart und Konzentration
301	FQIR	L/h	Volumenstrom Speicherladekreis	10-Min. Summen 1 Impuls / 0.25 L	Wasseruhr	I/O-Signal Kompressor	
302	FQIR	L/h	Volumenstrom Solarkreis	10-Min. Summen 1 Impuls / 0.25 L	Wasseruhr	I/O-Signal Kompressor	
303	FQIR	L/h	BWW-Verbrauch	1 Messung pro 1 Liter 1 Impuls / 0.25 L	Wasseruhr	1 Messung pro Liter BWW-Bezug	
304	FQIR	L/h	variabler Volumenstrom Wärmeabgabe	10-Min. Summen 1 Impuls / 0.25 L	Wasseruhr	I/O-Signal Heizungspumpe	
305	FI	L/h	konstanter Volumenstrom Wärmeabgabe	Punktmessung	Ultraschall	-	Durchfluss konstant
400	WQIR	kWh	Wärmeenergie ab WP	10-Min. Summen 1 Impuls / 1 kWh	Wärmezähler	I/O-Signal Kompressor	Siehe unten (**)
500	SR	sec.	Laufzeit WP	in Abhängigkeit der Laufzeit resp. 10-Min. Summen	Relais	I/O-Signal Kompressor	
501	SR	sec.	Laufzeit Solarkreispumpe	in Abhängigkeit der Laufzeit resp. 10-Min. Summen	Relais	I/O-Signal Solarkreispumpe	
502	SR	sec.	Laufzeit Heizstab	in Abhängigkeit der Laufzeit	Relais	I/O-Signal Heizstab	
503	SR	sec.	Laufzeit Heizungspumpe	in Abhängigkeit der Laufzeit resp. 10-Min. Summen	Relais	I/O-Signal Heizungspumpe	

*Zur Ermittlung der Stromaufnahme wird ein Stromzähler mit Impulsausgang verwendet. Wir setzen Wickelstromwandler mit einer Übersetzung von 10 A auf 5 A ein. Der Elektrozähler MICO 3P besitzt ein einstellbares Übersetzungsverhältnis bis 4000 A/5 A. Der Zähler gibt 1 Impuls/kWh heraus, so kommen wir auf bis zu 1 Impuls/2.5Wh.

**Der Wärmezähler NeoVac 2WR30 besitzt einen Open Kollektor Impulsausgang mit einer Wertigkeit von 1 kWh/Impuls.