



## **Abschlußbericht März 2007**

# **Solcoolcon**

## **Entwicklung eines Standardreglers für solar gestützte Klimaanlagen (SSGK)**

### **Projektnummer: 2004-19**

#### **Bericht erstellt von**

Dipl. Ing. (FH) Frank Luginsland  
PSE GmbH

Dr. Christof Wittwer  
Dipl. Ing. (FH) Hermann Volz  
Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE

Dipl. Ing. Carsten Hindenburg  
SolCoolAirCon – Consulting Services  
(im Unterauftrag des Fraunhofer ISE)



*Entwickelt im Rahmen eines von der Badenova geförderten Projekts*

Freiburg, 30.03.2007

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Arbeitspakete</b>	<b>3</b>
2.1	Erstellen eines ausführlichen Pflichtenhefts	3
2.2	Entwicklung der Regelstrategien	5
2.3	Hardware und Software Entwicklung	6
2.3.1	Hardware-Plattform	6
2.3.2	Messprozess und Regelungssoftware	8
2.4	Systemtests am SSGK Teststand	10
2.5	Auswertung und Optimierung	10
<b>3</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>14</b>
3.1	Marktsituation	14
3.2	Ausblick und weitere Verwertung der Ergebnisse	14
3.3	Interessante Anlagengrößen für PSE	16
3.4	Aktuelle Projekte	16
<b>4</b>	<b>Anhang</b>	<b>17</b>

# 1 Zusammenfassung

Ziel des Projekts war die Entwicklung eines Standardreglers für solare Klimaanlageanlagen. Dabei wurde eine geeignete Hardware identifiziert, und eine darauf abgestimmte Software programmiert. Das Gesamtsystem wurde am SSGK Teststand des Fraunhofer ISE getestet. Dazu wurde der Teststand entsprechend den Anforderungen umgebaut bzw. erweitert.

Es steht nun eine Software zur Verfügung, die mit verschiedenen Hardware-Systemen kombiniert werden kann. Mit dieser Software können Regelalgorithmen für verschieden Anlagenkonfigurationen flexibel und zeiteffektiv realisiert werden. Eine detaillierte Dokumentation der Software ist diesem Bericht beigefügt.

Die Hardware besteht aus Dallas-Bus-Sensoren / Aktoren und einem entsprechend konfiguriertem Embedded-Linux-System. Es wurden entsprechende Platinen und Sensoren entwickelt und hergestellt. Diese Aktoren und Sensoren konnten aber nicht bis zum Projektende soweit entwickelt werden, dass sie als fertiges Produkt bei einem Kunden eingesetzt werden können.

Im Anschluss an das Projekt, wird nun die entwickelte Software in Verbindung mit einer marktverfügbaren Hardwarelösung in einer Demonstrationsanlage eingesetzt. Diese wird in einem Technologiezentrum in Griechenland ausgestellt.

Im Weiteren werden die durchgeführten Arbeiten detailliert beschrieben:

## 2 Arbeitspakete

### 2.1 Erstellen eines ausführlichen Pflichtenhefts

Am Anfang des Projekts wurden die notwendigen Rahmenbedingungen in Form eines Pflichtenheftes definiert. Es wurden die zu untersuchenden Anlagenkonfigurationen und die möglichen Hydraulikschaltungen identifiziert.

Je nach Konfiguration der Anlage wird eine unterschiedliche Anzahl an Aktoren und Sensoren benötigt.

Die für die Regelung der SSGK Anlage am Teststand des Fraunhofer ISE benötigten Sensoren und Aktoren wurden identifiziert und sind in folgender Liste zusammengefasst:

### Liste Sensoren / Aktoren Solcoolcon

#### Sensoren Solar-/Heizkreis

Anzahl	Fühler	Fühlername	Meßbereich	Genauigkeit	Bemerkung
1	Temperatur (Tauchfühler)	Absorberfühler	-10 -> 140 °C	+/- 1K	stabil von -30°C bis 300 °C
1	Temperatur (Tauchfühler)	Vorlauf Sekundärkreis	0 -> 120 °C	+/- 1K	stabil bis 150 °C
1	Temperatur (Tauchfühler)	Pufferspeicher oben	0 -> 120 °C	+/- 1K	stabil bis 150 °C
1	Temperatur (Tauchfühler)	Pufferspeicher unten	0 -> 120 °C	+/- 1K	stabil bis 150 °C
1	Temperatur (Tauchfühler)	Heizkreis Vorlauf	0 -> 120 °C	+/- 1K	stabil bis 150 °C

#### Sensoren DEC System

Anzahl	Fühler		Meßbereich	Genauigkeit	Bemerkung
1	Temperatur (Luft)	Außentemperatur, extern	-25°C -> 50 °C	+/- 1K	Kombifühler mit Außenfeuchte, extern
1	Temperatur (Luft)	Außentemperatur, intern	-25°C -> 50 °C	+/- 1K	Kombifühler mit Außenfeuchte, intern optional für Monitoring, Contracting
1	Temperatur (Luft)	Zulufttemperatur	0 -> 50 °C	+/- 1K	Kombifühler mit Zuluftfeuchte
1	Temperatur (Luft)	Ablufttemperatur	0 -> 50 °C	+/- 1K	Kombifühler mit Abluftfeuchte
1	Temperatur (Luft)	Regenerationslufttemperatur	-10°C -> 100 °C	+/- 1K	stabil von -10°C bis 120 °C
1 bis n	Temperatur (Luft)	Ablufttemperatur	0 -> 50 °C	+/- 1K	Kombifühler mit Abluftfeuchte, optional bei mehreren Zonen
1	Feuchte (Luft)	Außenfeuchte, extern	0 - 100 %	+/- 1 %	Kombifühler mit Außentemp, extern
1	Feuchte (Luft)	Außenfeuchte, intern	0 - 100 %	+/- 1 %	Kombifühler mit Außentemp, intern optional für Monitoring, Contracting
1	Feuchte (Luft)	Zuluftfeuchte	0 - 100 %	+/- 1 %	Kombifühler mit Zulufttemperatur
1	Feuchte (Luft)	Abluftfeuchte	0 - 100 %	+/- 1 %	Kombifühler mit Ablufttemperatur
1 bis n	Feuchte (Luft)	Abluftfeuchte	0 - 100 %	+/- 1 %	Kombifühler mit Ablufttemperatur, optional bei mehreren Zonen
2	Volumenstrom				Umsetzer (z.B. 0 - 10 V auf 2-Draht-Bus gearbeitet werden)
6	Digitale Eingänge		0 / 1		Frostschutzfunktion)

#### Aktoren Solar-/Heizkreis

Anzahl	Signal	Aktor	Leistung	Bemerkung
8	Digitaler Ausgang	Relais	max. 16 A	Pumpen/Ventile
4	Analoge Ausgang		0-10 V / 4- 20mA	

#### Aktoren DEC System

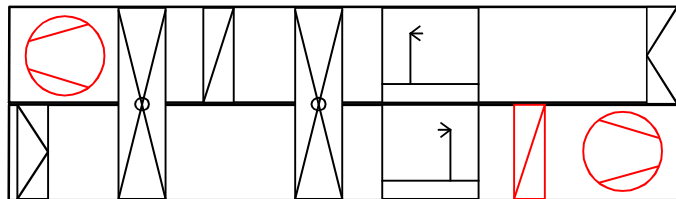
Anzahl	Signal	Aktor	Leistung	Bemerkung
10	Digitaler Ausgang	Relais	max. 16 A	Pumpen/Ventile
7	Analoge Ausgang		0-10 V / 4- 20mA	

Als Kommunikationsschnittstelle mit dem Nutzer wurde eine Programmieroberfläche mit Texteingabe ausgewählt. Diese bietet dem Anwender die Möglichkeit, über eine Konfigurationsdatei und eine Programmbibliothek das Regelungsprogramm an die entsprechende Anlagenkonfiguration anzupassen. Die Visualisierung erfolgt ebenfalls über eine textbasierte Oberfläche, auf der alle wichtigen Daten angezeigt und Regelparameter verändert werden können.

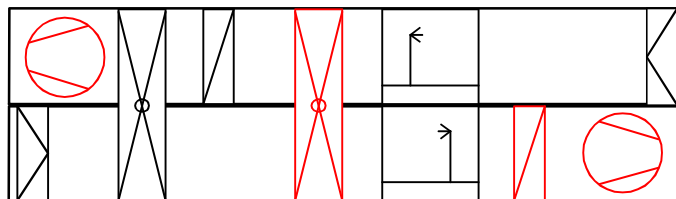
## 2.2 Entwicklung der Regelstrategien

Ziel des Projekts war, einen Regler zu entwickeln, der mit wenig Aufwand für verschiedene Anlagenkonfigurationen einstellbar ist. Für den Teststand am Fraunhofer ISE wurden folgende Anlagenkonfigurationen definiert:

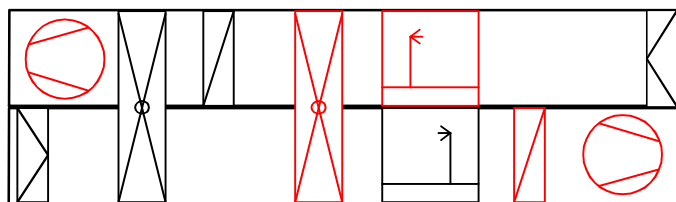
### 1. Einfaches Lüftungsgerät



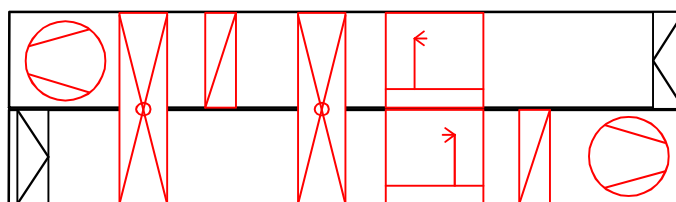
### 2. Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung



### 3. Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung und Abluftbefeuchtung



### 4. Sorptionsgestützte Klimaanlage



Für jede dieser Anlagenkonfiguration wurde eine Regelungsstrategie entwickelt. Aufgrund der Flexibilität der entwickelten Software kann nach Auswahl der jeweiligen Anlagenkonfiguration - ohne zusätzlichen Programmieraufwand – direkt die Anlage geregelt werden. Voraussetzung ist, dass die Anlagenkonfiguration der vorgegebenen Verschaltungsvariante entspricht.

Durch den modularen Charakter der entwickelten Software können weitere Anlagenkonfigurationen in Zukunft mit vertretbarem Aufwand implementiert werden.

## **2.3 Hardware und Software Entwicklung**

### **2.3.1 Hardware-Plattform**

Im Bereich von Regelungssystemen gibt es grundsätzlich den sog. Konsumerbereich und die professionelle Anwendung im Automatisierungsbereich. Während im häuslichen Bereich meist Konsumersysteme mit wenig Vernetzungsfunktionalität zum Einsatz kommen, bietet der professionelle Anwendungsbereich mehr Integrationsoptionen durch Bussysteme an.

Ein neuer technologischer Trend ist der Einsatz von vernetzbaren Embedded Systems, der als Basisschnittstelle mit der sog. Ethernet LAN Schnittstelle ausgerüstet ist. Dabei wird es nun möglich, professionelle Regelungssystemlösungen mit niedrigen Kosten zu realisieren. Eine derartige Hardware zu wählen, war Teil des Systemkonzepts des Projekts.

Neben der Netzwerkfunktionalität wurde ein LowCost Bussystem gesucht, das sich zur Anbindung der Peripherie (Ein- und Ausgänge der Sensoren und Aktoren) eignet. Die klassischen Feldbussysteme im Gebäudebereich im deutschen Markt LON, EIB, RS485 schieden aus Kostengründen für die Lösung aus.

Eine viel versprechende Lösung bietet seit einigen Jahren der Hardware Chiphersteller MAXIM an, der busfähige Sensoren und Aktoren unter dem Markennamen "1-Wire-Technology" an den Markt gebracht hat [<http://www.maxim-ic.com>]. Ein Temperatursensor ist in großen Stückzahlen für einige Cent zu erwerben. Die Sensoren sind mit einem Mikrocontroller bestückt und können über die Datenleitung auch mit Energie gespeist werden. Sie besitzen eine eindeutige Hardwareadresse, die zur Adressierung herangezogen werden kann.

Die Anbindung an ein „Embedded System“ erfolgt über eine serielle Schnittstelle mittels Feldbuskoppler, der RS232 auf „1-Wire Bus Kommunikation“ umsetzt. Eine Testplatine wurde zur Systementwicklung folgendermaßen erstellt:

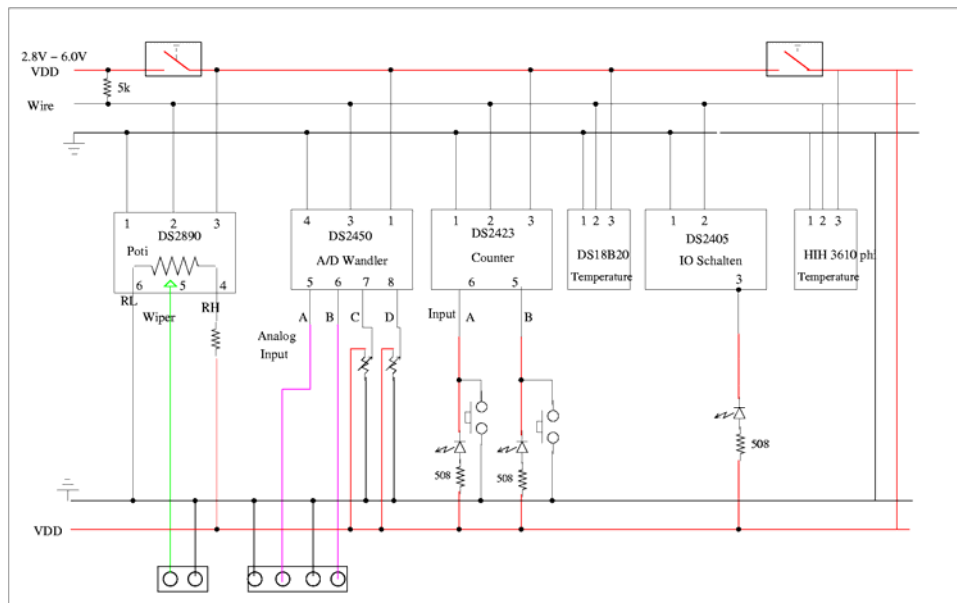


Abbildung 2.3.1: Aufbau der Testplatine zur Systementwicklung

Die Sensoren (Temperatur & Feuchte) sind Mikrochips, die in ein industrietaugliches Gehäuse eingebaut werden müssen. Die Feuchte- und Temperaturfühler wurden deshalb in Tauchhülsen eingebaut.



Abbildung 2.5.2: Messkette mit Temperatur- und Feuchtefühler, sowie digitalen und Analogen Ein- und Ausgängen.

Entwurf für Sensorgehäuse

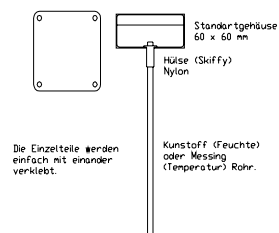


Abbildung 2.5.3: Entwurf Sensorgehäuse



Abbildung 2.5.4: Detailansicht eines Moduls mit 2 analogen Ausgängen

Für die Anbindung der Sensoren/Aktoren an den Dallas Bus, wurde jeweils eine entsprechende Adapterplatine entwickelt. An diese Platine können die jeweiligen Feldgeräte über Klemmen angeschlossen werden. Für den Busanschluss stehen RJ45-Buchsen zur Verfügung.

### 2.3.2 Messprozess und Regelungssoftware

Die Feldbussensoren wurden mittels einer neu implementierten Treibersoftware (`dallas_bus.c` und `dallas_lib.c`) in den Monitoringprozess eingebunden. Die Basis für die Software stellte das open-source-Paket "mux" dar, das mit einer file-basierten Schnittstelle ausgerüstet wurde, um die Regelungssoftware zu integrieren. Dabei lassen sich Sensordaten jederzeit transparent analysieren und Sollwerte aus getrennten Anwendungen aufprägen.

#### ***Netzwerkeinbindung:***

Das Regelungssystem ist über standardisierte Netzwerkdienste erreichbar. Der administrative Zugriff erfolgt über gesicherte ssh-Verbindungen, Die Messwertvisualisierung kann über Webserver und Java Applikationen erfolgen. Eine Parametrierung des Systems kann ebenfalls über das Webinterface erfolgen. Die Schnittstelle zu einer weiteren Systemintegration kann auch netzwerkseitig über eine Socket-Anbindung erfolgen.



```

Controller: main_loop.c main(int argc, char **argv) {

do {
  read_current_data_ctr (sensors, actors); // read sensor and actor struct values
  s_T_aus = get_value_from_sensorlist ("T_aus", sensors);
  .....
  controller_solocoolon(&s, &s, last);
  if ((s.last.DO1_0 != s.DO1_0) && (s.DO1_0 > 0)) set_data_to_mux (s.DO1_0, "DO1_0"); //TIMER
} while (1);

return;
}

```

```

get_value_from_file(unsigned char access_typ, char *data_string)
{
  fn_default = "config_default.cfg"
  fn = "config.cfg"
  if (init_flag) fn = fn_default;
  fopen (fn, "r") skip to access_typ
  switch(access_typ) // TYPE_TSET_ROOM
  { case TYPF_SFT_ROOM: scanf (line, "%le %le" );
    scanf (&Tset_room.value) ;...
    .....
  }
  return;
}

put_value_to_file(unsigned char access_typ, char *putline)
{
  fn_default = "config_default.cfg"
  fn = "config.cfg"
  fn2 = "config2.cfg"
  if (init_flag) fn = fn_default;
  fopen (fn, "r") skip to access_typ
  create_config_entry_and_write_variable(access_typ, putline, write_variable);
  fopen (fn2, "w") write new value
  return;
}

```

```

get_server_response_to_request()
{
  if (request == "get") {
    sscanf (&command, request_and_response) // get 3 string
    get_value_from_file (command, response);
  }
  if (request == "put") {
    sscanf (&command, request_and_response) // get 3 string
    put_value_to_file (command, response);
  }
  if (delta_t_last_access > SAMPLE_TIME) {
    sprintf (dummy1, "request '%s'", request); // col 1
    sprintf (&dummy1[strlen(dummy1)], "sec_of_day %ld", sec_of_day); // col
    uptime, ... response ...
  }
}

top_server_config_file.c: main()
{
  if (USE_TCP_SERVER) {
    get_server_response_to_request (request, dummy);
    top_server_init (&scout, eserve, NULL, TCP_SERVER_PORT);
    .....
  }

  if (down || up || OK) update_display()
  do {
    sleep(1);
    print("Tset. ", Tset_room.value);
  } while (1); // loop
}

```

Abbildung 2.5.4: zeigt beispielhaft die Kommunikation zwischen Messprozess (MUX) und Regelungssoftware

## 2.4 Systemtests am SSGK Teststand

Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Versionen der Hard- und Software am SSGK-Teststand des Fraunhofer ISE getestet.

Die Tests der Hardware dienten in erster Linie dazu, die im Rahmen des Projektes neu entwickelte Hardware auf Herz und Nieren zu testen. Dabei konnten Verbesserungspotentiale und Schwachstellen identifiziert werden. So konnten schon während des Projektes deutliche Verbesserungen an der Hardware umgesetzt werden. Die Verbesserungen betrafen zum Teil das Platinendesign, zum Teil auch Anbindungen der Sensoren an das Bussystem. Es zeigte sich, dass die realen Tests an der SSGK Testanlage wertvoll für die Optimierung der Hardware waren.

Die Tests der Software dienten zum Test und zur Weiterentwicklung. Die Software konnte durch die große Anzahl an Testreihen am SSGKTEST soweit entwickelt werden, dass zum Ende des Projektes nun eine modulare Software zur Verfügung steht, mit der verschiedene Anlagenkonfigurationen (siehe auch Abschnitt 2.2) geregelt werden können. Es müssen für den jeweiligen Anwendungsfall nur noch die Regelparameter vor Ort an die Regelstrecke angepasst werden.

Im Laufe des Projektes wurden verschiedene Regelungsstrategien getestet und optimiert. Die nunmehr vorliegenden Regelungsstrategien erlauben einen stabilen Betrieb und sind auch hinsichtlich des resultierenden Energieverbrauchs gut durchdacht.

## 2.5 Auswertung und Optimierung

Im Folgenden sollen einige wenige Ergebnisse von Testreihen exemplarisch dargestellt und diskutiert werden. Anhand der Testergebnisse wurde der Regelalgorithmus kontinuierlich optimiert.

***Testreihe zur Bewertung des neuen Reglers hinsichtlich der Möglichkeit, eine Außenluftsimulation durchzuführen und gleichzeitig konstante Regenerationstemperaturen zu gewährleisten:***

Mit dem SSGKTEST sind durch die Anlagenhydraulik prinzipiell die Möglichkeiten gegeben, die Simulation einer bestimmten Außentemperatur durchzuführen. Unabhängig davon gibt es im Abluftstrang einen Lufterhitzer, der die im Kühlfall benötigten Regenerationstemperaturen bereitstellt. Da beide Lufterhitzer die Wärme aus demselben Versorgungsstrang beziehen, muss mit der Regelungssoftware ein Betrieb ohne gegenseitige Beeinflussung realisiert werden. In Abbildung 2.5.1 ist eine Versuchsreihe vom 16.8.2006 dargestellt.

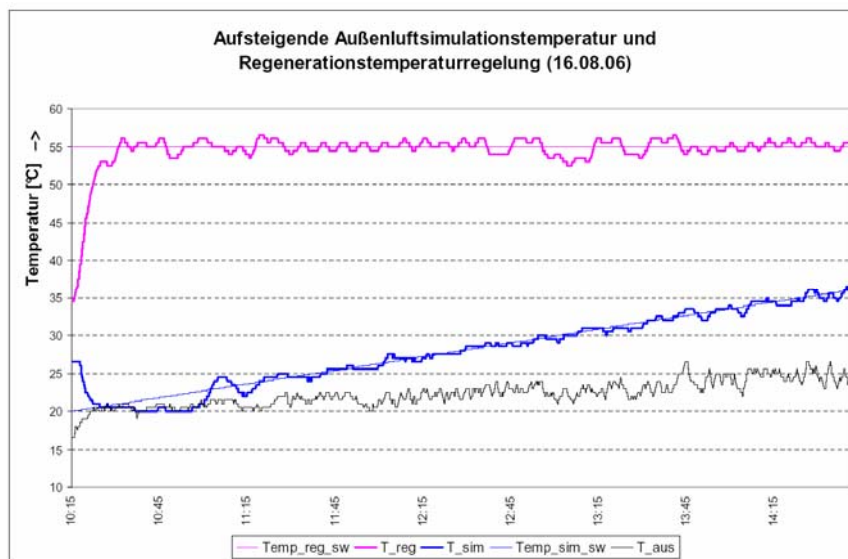


Abbildung 2.5.6: Außenluftsimulation und Regenerationstemperatur

Es ist gut zu erkennen, dass die Regelung die gewünschte Regenerationstemperatur von in diesem Fall 55°C gewährleistet und dies obwohl gleichzeitig der Sollwert für die Außenluftsimulation von 20°C auf 35°C stetig hochgefahren wird.

### **Testreihe zur Regelungsqualität im Heizfall:**

Der Heizfall stellt in der Regelung jeder Klimaanlage einen sehr wichtigen Betriebsfall dar, da der menschliche Körper auf zu geringe Temperaturen viel schneller und auch viel empfindlicher reagiert. In Abbildung 2.5.2 ist daher eine Versuchsreihe zum Einregeln der Ablufttemperatur der SSGKTest-Halle auf einen Sollwert von 25°C dargestellt. In der Nacht vom 17.10. auf den 18.10.06 wurden dazu zwei Zeiträume (22:30-2:00 und 3:15-5:45) programmiert, in denen die Temperatur den Sollwert erreichen soll. In dem Zeitraum dazwischen konnte die Raumtemperatur der Testhalle frei schwingen.

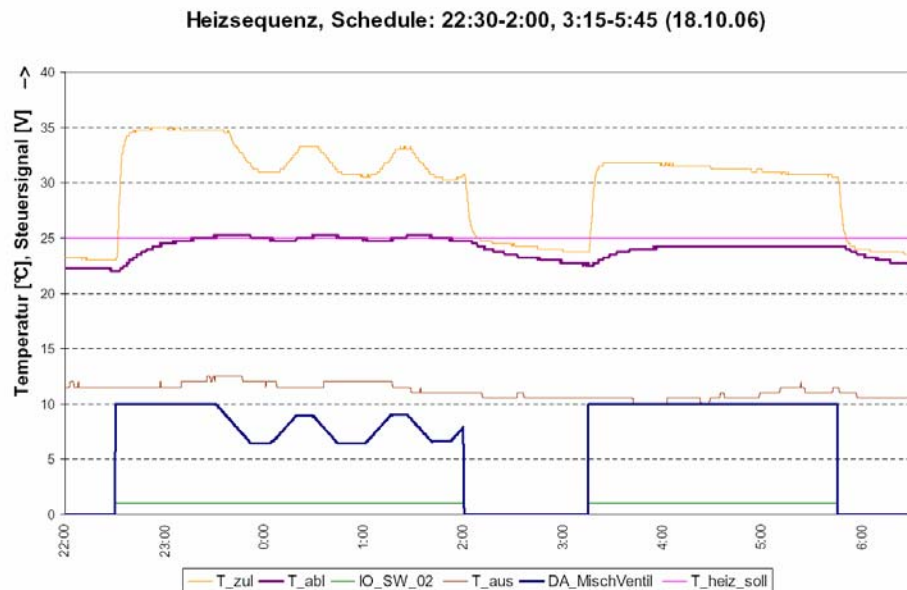


Abbildung 2.5.7: Außenluftsimulation und Regenerationstemperatur

Es ist gut zu erkennen, dass im ersten Zeitraum die Ablufttemperatur schnell den Sollwert erreicht. Dazu wurde das Mischventil (Heizwärmeversorgung) bis zum Maximum von 10V angesteuert. Ab ca. 23:30 war die Solltemperatur erreicht und die Regelung regelte nun das Mischventil zwischen ca. 6 Volt und ca. 9.5 Volt so aus, dass die Raumablufttemperatur nur sehr wenig um den Sollwert von 25°C schwingt. Es ist ebenfalls zu erkennen, dass die Zulufttemperatur zu Beginn des ersten Zeitraums bis zum eingestellten Maximum von 35°C ansteigt und dann die Zulufttemperaturbegrenzung der Regelung greift. Im zweiten Zeitraum ist das Ventil über den kompletten Zeitraum voll geöffnet (10 Volt Signal) trotzdem wird aber weder die maximale Zulufttemperatur von 35°C erreicht, noch wird der Sollwert der Raumablufttemperatur von 25°C komplett erreicht. In diesem Zeitraum stand offensichtlich nicht genügend Heizwärme zur Verfügung (Solarspeicher zu geringe Temperatur).

***Testreihe zur Regelung einer kompletten sorptionsgestützten Klimatisierungsanlage mit Durchlauf aller Regelungssequenzen***

Zum Ende des Projekts wurde in einigen Versuchsreihen der komplette Durchlauf durch die Regelungssequenzen einer kompletten sorptionsgestützten Klimatisierungsanlage (siehe Graphik 4 in Kapitel 2.2) untersucht. In Abbildung 2.5.3 ist ein solcher Sequenzdurchlauf dargestellt.

Damit es gelingt, die Anlage und deren Regelung in kurzer Zeit in allen Heiz- und Kühlsequenzen zu testen, müssen die Sollwerte geschickt gewählt werden.

Im Zeitraum bis 13:40 wurde ein Sollwert von 24°C eingestellt. Dies führte zunächst zum Durchlaufen der beiden implementierten Heizsequenzen (erst Wärmerückgewinnung (siehe DA\_WRG) und dann noch zusätzlich der Zulufterhitzer (siehe DA\_Mischventil). Gegen Ende des Zeitraums ist der Raumabluft Sollwert von 24°C sogar überschritten und der Regler fährt die Heizsequenzen wie gewünscht zurück und geht in den Modus der freien Lüftung über.

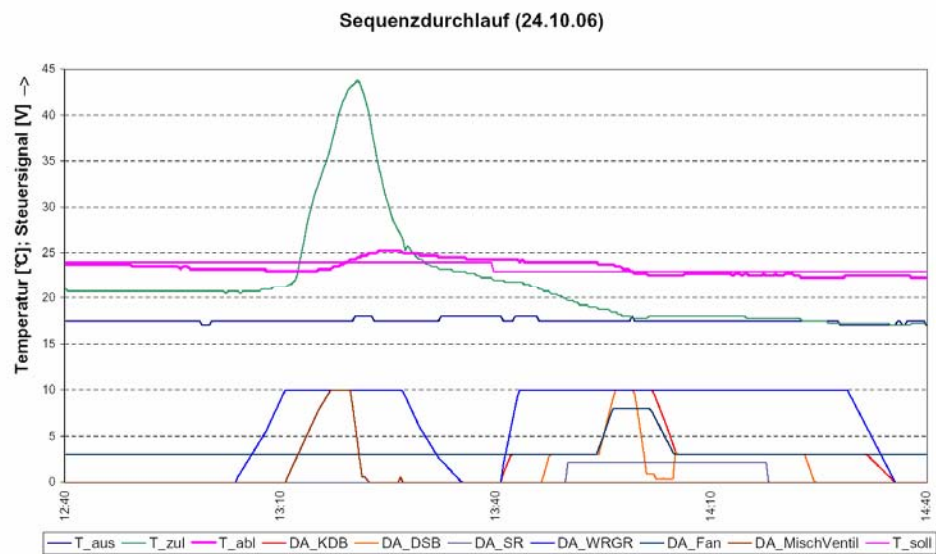


Abbildung 2.5.8: Regelungssequenzen einer kompletten SGK-Anlage

Nach 13:40 wurde der Sollwert für die Raumablufttemperatur der Testhalle von 24°C auf 23°C abgesenkt, um die Anlagenregelung in den Kühlfall zu „zwingen“. Es ist schön zu erkennen, wie in der gewünschten Reihenfolge die Aktoren Wärmerückgewinnungsrund (siehe DA\_WRG), Abluftbefeuchter (siehe DA\_KDB), Zuluftbefeuchter (siehe DA\_DSB) und dann auch noch das Sorptionsrad (siehe DA\_SR) hochgefahren werden. In der letzten Kühlsequenz werden dann die Ventilatoren noch hochgefahren. Um ca. 14:00 Uhr wird dann der Sollwert von 23°C wieder erreicht und die Anlagenregelung reagiert wie gewünscht mit dem sukzessiven Zurückfahren der verschiedenen Regelungssequenzen.

## **3 Zusammenfassung**

Ziel des Projekts war die Entwicklung eines Standardreglers für solare Klimaanlage. Es sollte sowohl Software als auch Hardware entwickelt werden, mit der ein konfigurierbarer Regler umgesetzt werden kann.

Die Hardware wurde entwickelt und intensiv getestet. Allerdings konnte die Hardwareentwicklung nicht soweit vorangetrieben werden, dass daraus ein kommerziell verwertbares Produkt entstanden ist.

Als Software steht nun ein Standardregler zur Verfügung, mit dem eine schnelle Anpassung der Regelalgorithmen an verschiedene Anlagenkonfigurationen durchgeführt werden kann.

### **3.1 Marktsituation**

Der Markt für solare gestützte Klimatisierung auf Basis von SGK-Anlagen hat sich nicht wie erwartet entwickelt. Bis zum Jahr 2004 waren ca. 120 SGK Anlagen in Deutschland installiert, wobei uns keine Informationen über neue Installationen seit dem Jahre 2005 vorliegen. (Es ist zur Zeit nicht möglich genaue Zahlen zur aktuell realisierten Anzahl von SGK-Anlagen zu bekommen.)

Die Klimabranche hat generell eine sehr gute Auftragslage, aber der Wettbewerbsdruck ist trotzdem sehr hoch. Dies führt dazu, dass bisher keiner der relevanten Marktteilnehmer das Thema solare SGK Systeme mit einem eigenständigen Produkt bewirbt. Auch sind die Anlagen bisher systemtechnisch nicht ausgereizt.

Aufgrund dieser Entwicklung, die zum Zeitpunkt der Antragstellung anders beurteilt wurde, ist es für PSE nicht sinnvoll, das ursprüngliche Ziel – Herstellung und Verkauf eines Standardreglers für SGK Anlagen an Gerätehersteller – weiter zu verfolgen.

### **3.2 Ausblick und weitere Verwertung der Ergebnisse**

Die SSGK Technik und insbesondere auch die SGK Technik in Verbindung mit anderen Niedertemperatur Quellen (z.B. Abwärme BHKW) scheint, zumindest zurzeit noch, eine Nischentechnik zu sein. Es werden hauptsächlich Demoanlagen (z.B. SSGK Anlage für ein Informationszentrum in Griechenland) und Sonderanlagen im Forschungsbereich (z.B. Forschungsanlage für Universität Mailand) gebaut.

PSE sieht aber genau hier eine große Chance den im Solcoolcon Projekt entwickelten Regler sinnvoll einzusetzen. Es war von Anfang an das Ziel des Projektes einen flexiblen Regler zu entwickeln, der an verschiedene Anlagenkonfigurationen zeiteffektiv angepasst werden kann. Des Weiteren ist PSE im Sonderanlagenbau seit vielen Jahren erfolgreich tätig.

Basierend auf den positiven Projektergebnissen wird PSE in Zukunft daher komplette SGK Systeme anbieten. Dabei liegt der Schwerpunkt im besonderen auf neuen Konzepten wie zum Beispiel die Einbindung von unterschiedlichen Niedertemperaturquellen, bei denen der Regler flexible an die jeweiligen Konfigurationen angepasst werden muss. Außerdem kann mit dem entwickelten Regler auch eine Messwerterfassung aufgebaut werden, mit deren Hilfe eine energetische und wirtschaftliche Bewertung eines solchen Systems durchgeführt werden kann. Dies kann mit dem entwickelten Regler kostengünstig als Mehrwert angeboten werden.

PSE sieht sich nun aufgrund der Ergebnisse aus dem Solcoolcon Projekt in der Lage, gegenüber potentiellen Kunden, als Generalunternehmer für die Installation von SSGK Anlagen aufzutreten.

Dies beinhaltet die:

1. Planungsunterstützung bei der Auslegung der Anlage
2. Lieferung des Gesamtsystems inkl. Regelung und Monitoring
3. Gegebenenfalls Installation durch Unterauftragnehmer
4. Wissenschaftliche Begleitung

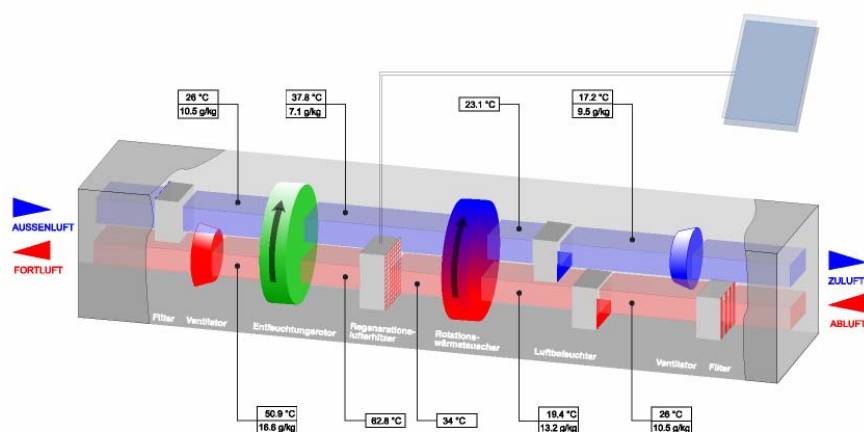


Abbildung 3.2: Beispiel einer Visualisierung der Messwerte einer SSGK-Anlage

### 3.3 Interessante Anlagengrößen für PSE

SGK-Anlagen können überall dort zum Einsatz kommen, wo eine Niedertemperaturquelle zur Verfügung steht und eine Klimatisierung durch vorwiegend Frischluft gewünscht wird.

Dabei sollten folgende Randbedingungen beachtet werden:

	<b>von</b>	<b>bis</b>
Luftmenge:	1000 m <sup>3</sup> /h	10000 m <sup>3</sup> /h
Antriebstemperatur:	45 °C	80 °C
Entfeuchtungsbreite:	---	6 g/kg*
Kühlleistung (ca.):	7 kW	70 kW

\* in Kombination mit herkömmlichen Techniken auch höhere Entfeuchtungsbreiten möglich.

### 3.4 Aktuelle Projekte

Die im Rahmen des Projektes entwickelte Software kann direkt nach Abschluss des Projektes in einer Demonstrationsanlage für ein Technologiezentrum in Griechenland eingesetzt werden. Hierbei wird eine kommerziell verfügbare Hardware (Hersteller Spectra) eingesetzt. Die neuen Hardware Komponenten können direkt über das Konfigurationsfile in die Software eingebunden werden.



Abbildung 3.1: Demonstrationsanlage beim Testaufbau in Freiburg



Des Weiteren ist PSE in Gesprächen mit der Universität Mailand über die Lieferung und Installation eines SSGK System mit dessen Hilfe die Universität Forschungsarbeiten durchführen will.

Aktuell gibt es auch Interesse einer Fachhochschule aus Österreich über die Lieferung einer SSGK Demoanlage.

## **4 Anhang**

Dokumentation zur Solcoolcon - Software