



Autor: Dipl. Ing. Uwe Behrndt [ubehrndt@web.de](mailto:ubehrndt@web.de)

# Inhaltsverzeichnis

1. Übersicht.....	4
1.1. realisierte Funktionen.....	5
1.2. verwendete Softwarewerkzeuge.....	6
2. notwendige Hardware.....	7
2.1. Erweiterung der Heizungsanlage.....	7
2.2. „elektronische“ Baugruppen.....	9
2.3. Bilder vom Umbau.....	9
3. Funktionsbeschreibung der Steuerung.....	11
3.1. Sensoren und Aktoren.....	11
3.2. Die Zeitschaltung, die Betriebsarten und die Heizungssteuerungsseite „110“.....	13
3.3. Die Ermittlung der Vorlauf- Solltemperatur.....	16
3.4. Die Steuerung der Brauchwassererwärmung.....	16
3.5. Zirkulation und Legionellenschutz.....	18
3.6. Die Brennersteuerung.....	19
3.7. Die Umschaltung des Pufferspeichers.....	21
3.8. Die Fußbodenheizung.....	22
3.9. Die Speicheranzeige.....	22
3.10. Die Solarfunktionen.....	23
3.11. Der Feststoffkessel.....	27
3.12. Die Heizungsüberwachung.....	28
3.13. Die Heizungsübersichtsseite „111“.....	32
3.14. Die Anwendungsseite Wartung Heizung „112“.....	33
3.15. Die Hausparameter- Seite „95“.....	34
3.16. Die Grafik- Seite „97“.....	35
3.17. Anwendungsseite „Hzg_Aktoren - 115“.....	36
3.18. Untermenü „Heizöl_tanken - 200“.....	37
4. Auswertung der Sensordaten mit dem Solvisviewer.....	38

**weitere Dokumentation:**

**Hauscomputer Hardware Band 0 (Allgemeines, Interfaces mit ATtiny 26)**

**Hauscomputer Hardware Band 1 (Hausbus, Interfaces, Bussensoren)**

**Hauscomputer Hardware Band 2 (Sensoren, Schaltmodule)**

**Hauscomputer Hardware Band 3 (praktische Anwendungen)**

**Hauscomputer Hardware Band 4 (kombinierte Heizungssteuerung)**

**Programmhandbuch Hauscomp.exe**

**Hauscomputer und Linux**

Die jeweils aktuelle Version ist verfügbar unter [www.haus-computer.de/](http://www.haus-computer.de/)

***Zur besseren Lesbarkeit dieses Dokumentes bitte im PDF Reader (z.B. PDF-XChange Viewer) unter Ansicht „Lesezeichen“ aktivieren, man erhält dann ein zusätzliches bedienbares Panel mit der Gliederungsübersicht.***



## 1. Übersicht

In dieser Dokumentation wird eine Steuerung mit dem Projekt „Hauscomputer“ beschrieben, mit deren Hilfe eine Ölheizung 2009 um zwei weitere Energieerzeuger erweitert wurde. Das Projekt ist real aufgebaut und wird ständig weiterentwickelt. Tatsächlich war mehr als ein Jahr Entwicklungsarbeit notwendig, um das entsprechende funktionierende Niveau zu erreichen. Der Hauscomputer steuert neben der Heizungsanlage gleichzeitig noch mehrere andere Anlagen, die aber hier nicht weiter beschrieben werden. Die zugehörigen Hauscomp.ini/ Hardware.ini befinden sich im Verzeichnis „\kombinierte Heizungssteuerung“ und wurden nur um die Geburtstage (Datum=) gekürzt. Die folgende Tabelle bezieht sich auf die zugehörigen EAGLE Projekt Dateien unter „\Eagle\_Projekte ab EAGLE V6.1\projects\SILCE“. Diese Dateien stellen auch den aktuellen Wissenstand dar, sind also der folgenden Dokumentation im Zweifelsfall vorzuziehen.

### Aktueller Bearbeitungsstand (06.05.2014):

<i>Was?</i>	<i>Entwurf (2009)</i>	<i>Simulation/ Test mit Hardware-Imitation</i>	<i>1- wöchige Testphase an Zielhardware incl. „Feintuning“</i>	<i>Langzeitbetrieb, letzte Änderungen:</i>
Hzg_ Legionellenschutz	ok	ok	ok	Ä: Dez. 2013
Hzg_ Überwachung	ok	ok	ok	Ä: Sep. 2013
Hzg_ Solar	ok	ok	ok	Ä: Nov. 2011
Hzg_ Betriebsarten	ok	ok	ok	Ä: Feb. 2014
Hzg_ Vorlaufregelung	ok	ok	ok	Ä: Sep.2013
Hzg_ Brauchwasser	ok	ok	ok	Ä: Mai 2014
Hzg_ Holzkessel	ok	ok	In anderem Projekt ok	
Hzg_ Ölbrenner	ok	ok	ok	Ä: Jan. 2014
Hzg_ FBH_ Speicher	ok	ok	ok	Ä: Dez. 2013
Anzeigen Seite 110	ok	ok	ok	ok
Anzeigen Seite 111	ok	ok	ok	ok
Anzeigen Seite 112	ok	ok	ok	Ä: Nov 2010
Wartungsfunktionen Seite 115	ok	ok	ok	ok

## 1.1. realisierte Funktionen

- Komplette witterungsgeführte Steuerung einer Ölheizung mit vollautomatischer Unterstützung durch Solarenergie und Feststoff- (Holz) Heizung. Folgende Betriebsarten sind von Hand schaltbar:
  - Automatik (automatischer, zeitabhängiger Wechsel zwischen Normal- und Abschaltbetrieb bzw. Absenkbetrieb bei Erreichen der Frostschutzgrenze)
  - Wochenende (dauerhafter Betrieb wie Sa, So, Feiertag)
  - nur Warmwasser (ausschließlich Brauchwassererzeugung, Heizung auf Frostschutz)
  - Absenkbetrieb (ausschließlich Absenkbetrieb, keine Brauchwassererwärmung durch Ölheizung)
  - Frostschutz (Verhinderung Einfrieren Heizungsanlage bei Außentemperaturen  $< +3$  °C)
- Jederzeit Heizen mit Feststoff (Holz) möglich, automatische Erkennung
- längerfristige Vorgabe von Anwesenheits- und Abwesenheitszeiten möglich (z.B. Urlaub o.ä.)
- hocheffizientes, vollautomatisches Laden/Entladen eines 500-1000 l Pufferspeichers
- je nach Sonneneinstrahlung vollautomatische Umschaltung der Speichernutzung zwischen 3 Betriebsarten:
  - Brauchwassererwärmung im Sommer (wenn keine Heizungsunterstützung notwendig)
  - Heizungsrücklaufanhebung in der Übergangszeit (Temperatur am Solarkollektor  $>$  Temperatur Heizungsrücklauf)
  - Unterstützung Fußbodenheizung im Winter (Temperatur am Solarkollektor  $<$  Temperatur Heizungsrücklauf)
- Regelung der Heizungsvorlauftemperatur in Abhängigkeit von Außentemperatur und Windgeschwindigkeit; Kennlinien für Normal- und Absenkbetrieb einzeln einstellbar; keine Sommer/Winter Umstellung notwendig
- vollautomatische Sensorüberwachung und Störungsmeldung
- Speichervorrang bei Brauchwassererwärmung durch Ölheizung, Speicherpumpennachlauf einstellbar
- Kesselschutzfunktionen Ölheizung: Kesselanfahrentlastung, Begrenzung maximale Kesseltemperatur, einstellbare minimale Kesseltemperatur während der Heizperiode, einstellbare Mindestlaufzeit des Brenners (Reduzierung der täglichen Brennerstarts, Verbesserung des Abgasverhaltens)
- Ansteuerung normaler Umwälzpumpen mit Impulspaketsteuerung – Leistungsreduzierung und Geräuschminderung im System, damit „normale“ Umwälzpumpen in „elektronische“ verwandelt, integrierte „Kickstartfunktion“ nach längerem Stillstand
- zusätzliche Funktionen bei Brauchwassererwärmung:
  - Legionellenschutz – einmal wöchentlich (Mittwoch) Erhitzung Brauchwasser auf einstellbaren Wert (Standard:  $+66$ °C)

- Frostschutz – Temperatur Brauchwasser wird über einstellbaren Wert gehalten (Standard: +15°C)
- automatische zeitgesteuerte Ansteuerung einer Zirkulationspumpe bei Bedarf (Temperatur Zirkulationsleitung ist geringer als die Temperatur des Brauchwassers)
- Frostschutzfunktion Zirkulationsleitung (Standard: +5°C)
- umfangreiche Anzeige und Diagnosefunktionen auf Display, wie z.B. täglicher Öl Verbrauch, Zahl der Brennerstarts, 24h – Grafik usw.
- Solarenergie: Ermittlung des gesamten und täglichen Ertrages
- automatische Rückkühlfunktion über Solarkollektor bei Notwendigkeit im Zeitraum 0:00 bis 08:00 Uhr, sowie Rückkühlung über Feststoffheizung bei vollem Speicher
- automatischer Pulsbetrieb Solarkreis, wenn Solarflüssigkeit siedet (Stillstand) und erneute Bedarfsanforderung vorliegt
- Langzeitspeicherung beliebiger Parameter möglich, auch Solvis-kompatible Heizungslogs
- zu Wartungszwecken ist jede Pumpe bzw. der Mischer von Hand dauerhaft auf EIN, AUS oder Automatik per Software schaltbar.

## **1.2. verwendete Softwarewerkzeuge**

Neben der Software des Projektes „Hauscomputer“, also insbesondere dem Programm „Hauscomp.exe“ bedurfte es noch einiger Programme, um die hier gezeigten Ergebnisse darzustellen. Das Kopieren und Editieren der Hardware.ini und Hauscomp.ini erfolgte mit dem „Total Commander“ von Christian Ghisler. Die Screenshots erfolgten mit der Taste „P“ aus dem Programm Hauscomp.exe heraus und der nachfolgenden Bearbeitung mit „IrfanView“.

Für die Dokumentation wurde ein Kompromiss zwischen Zeitaufwand und Kosten gefunden. Die SPS Strukturübersichten und das Hydraulikschema wurden zunächst grafisch mit der Freeware EAGLE 5.0 light von Cadsoft zusammengestellt und jeweils als A4- Bild in die Zwischenablage exportiert. Dazu notwendig sind die Bibliotheken „Hauscomputer.lbr“ und „Heizung.lbr“ aus dem Verzeichnis „\EAGLE\_projekte\lbr“. Das eigentliche Handbuch wurde dann unter OpenOffice 3.0ff. geschrieben und als PDF File exportiert. Für eigene Anwendungen empfehle ich ebenfalls eine begleitende saubere Dokumentation – ein Garant für die zuverlässige Funktion einer Steuerung über mehrere Jahrzehnte.

Die Auswertung der Sensordaten erfolgte ab 2013 mit dem Programm SolvisViewer (<http://www.dialog-edv.de/public/sc2/>)

## 2. notwendige Hardware

### 2.1. Erweiterung der Heizungsanlage

Die bisherige Heizungsanlage mit einem Öl- Kessel mit 25 kW Leistung und einem Brauchwasserspeicher (160 l) wurde 2009 um einen 500 l Pufferspeicher, zwei Solarfeldern mit jeweils 30 chinesischen Heatpipe Röhren (insgesamt 9,6 m<sup>2</sup>) und der Option für eine Feststoffheizung erweitert.

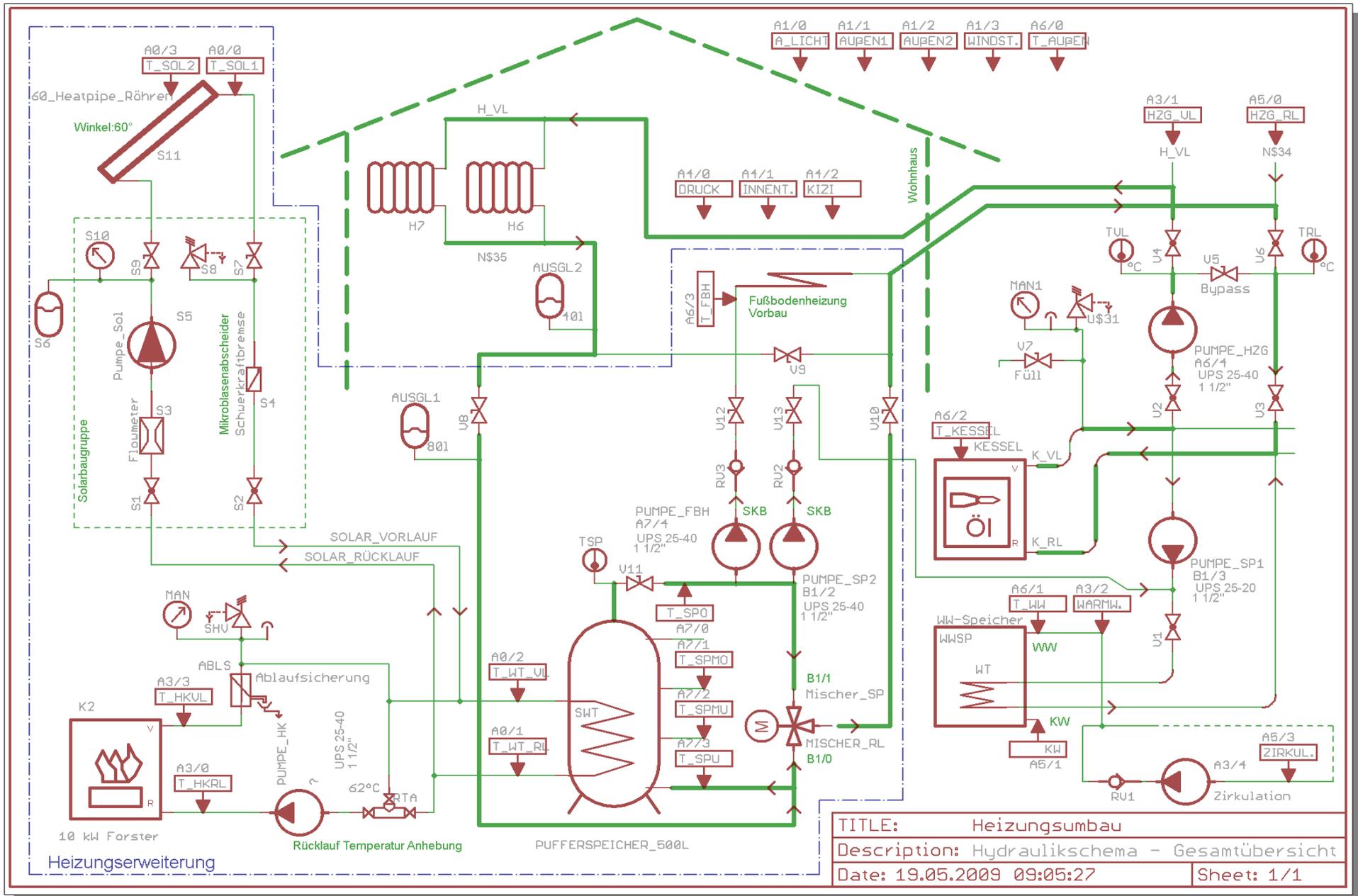
Der Pufferspeicher wurde in den Heizungsrücklauf integriert. Ein so genanntes 3 Wege Ventil (eigentlich müsste es 2 – Wege Ventil heißen) schaltet dabei den zum Kessel weiterführenden Rücklauf entweder an den ursprünglichen Rücklauf oder an den oberen Abgang des Pufferspeichers. Im ersten Fall „steht“ das Wasser im Pufferspeicher, bis es über Pumpen weitergeführt wird – ein klassischer Speicherbetrieb. Im zweiten Fall durchfließt der Rücklauf den Speicher. Eine Erwärmung des Speicherwassers durch den integrierten Wärmetauscher führt zur Heizungs- Rücklaufanhebung. Die Solaranlage besteht aus den Röhrenfeldern, der Solargruppe mit Pumpe und einem Ausgleichsbehälter und ist an dem Wärmetauscher des Pufferspeichers angeschlossen. Der getrennte Kreislauf ist mit einem Wasser/ Glykolgemisch gefüllt, um ein Einfrieren bei Frost zu verhindern. Bei Heatpipe Röhren könnte man theoretisch auch auf das Gemisch und damit auf den Wärmetauscher verzichten: ein federbelastetes Ventil müsste bei Stromausfall den Weg freimachen für eine von Schwerkraft angetriebene Wasserströmung vom tieferliegenden (noch warmen) Heizungssystem durch die (kalten) Solar Sammler um ein Einfrieren zu verhindern. Der Nachteil: Ist die Anlage undicht, so muss das Wasser der gesamten Heizungsanlage (incl. Pufferspeicher) abgelassen und später wieder aufgefüllt werden.

Die Feststoffheizung ist optional möglich, wurde aber vorerst noch nicht realisiert. Eine noch nicht angeschlossene Fußbodenheizung im Kern des Hauses wurde in das Umbauprojekt einbezogen und soll künftig die Energieeffizienz der Gesamtanlage in den Wintermonaten steigern: Wenn der Solarertrag selbst für die Rücklaufanhebung zu gering ist, wird die verbliebene solare Restenergie der Fußbodenheizung aufgeprägt. Als Wegeventil kam übrigens ein vorhandener Heizungsmischer mit umgebauter Nockenscheibe zum Einsatz. Wichtig ist dabei, dass das Ventil in den Endstellungen den jeweils anderen Strömungsweg dicht schließt. Die Heatpipe Röhren wurden kurzfristig anstelle eines geplanten Flachkollektors beschafft, da sie kostengünstiger waren.

<b><i>Kosten für den Heizungsumbau:</i></b>	
elektronische Baugruppen, Kabel.....	150 €
Pufferspeicher.....	850 €
9,6 m <sup>2</sup> Heatpipe- Röhren Solaranlage mit Solarstation, Rohr und Isolierung komplett.....	2500 €
Pumpen, Mischer, Rohre, Fittings u.a .....	700 €
Förderung.....	- 1050 €
<b><i>Gesamt.....</i></b>	<b><i>3150 €</i></b>

Bei einer Einsparung von geschätzt 500 l Heizöl jährlich dürften sich die Kosten nach ca. 8 Jahren amortisieren (500 l/J x 0,80 €/l = 400 €/Jahr).

Die folgende Übersicht zeigt das Hydraulikschema, die Sensoren und Aktoren mit den verwendeten Bezeichnungen, Adressen und Kanälen.



## 2.2. „elektronische“ Baugruppen

- 386 - PC mit IDE Flash (Hauscomp.exe unter DOS, kein Netzwerk), ab 2014 IGEL 5-4 (mit Linux und Netzwerk)
- 1 x 230 V Schaltinterface zur Ansteuerung der Pumpen, des Mischers, sowie die Meldeleitungen vom Ölbrenner.
- 1 x 8 Kanal Sensor und PWM Interfaces (aufgesteckt auf das Schaltinterface), ersetzt ab 2013 durch Interface „Mini“
- 1 x PT1000 Präzisionsinterface (aufgesteckt auf das Schaltinterface) für die 4 Temperatursensoren des Solarsystems.
- 1 x Adapter für Reglereinschub an Ölheizung Ökoplus; der bisherige Regler „Delta“ wurde entfernt. Der Adapter verbindet das Schaltinterface bzw. das 8 Kanal SensorInterface mit der Heizungspumpe, dem Brenner sowie den Temperatursensoren für den Kessel, Brauchwasser und Außentemperatur. Die „Schornsteinfegertaste“ am Steuerungsgehäuse funktioniert auch weiterhin ohne Hauscomputer. Im Adapter sind 4 x 230 V Glimmleuchten angeschlossen: „Netz“, „Brenner“, „Umwälzpumpe“ und Speicherladepumpe „SP\_1“.

## 2.3. Bilder vom Umbau



Adapter für ehemaligen Heizungsregler (der alte Regler steht obendrüber)



60 Chinesische Vakuum-Heatpiperöhren von Felzen Solar/ 9,6 m<sup>2</sup>



Solarstation mit Pumpe



*Pufferspeicher 500l mit Pumpengruppe*



*P\_FBH, P\_2, Mischer*



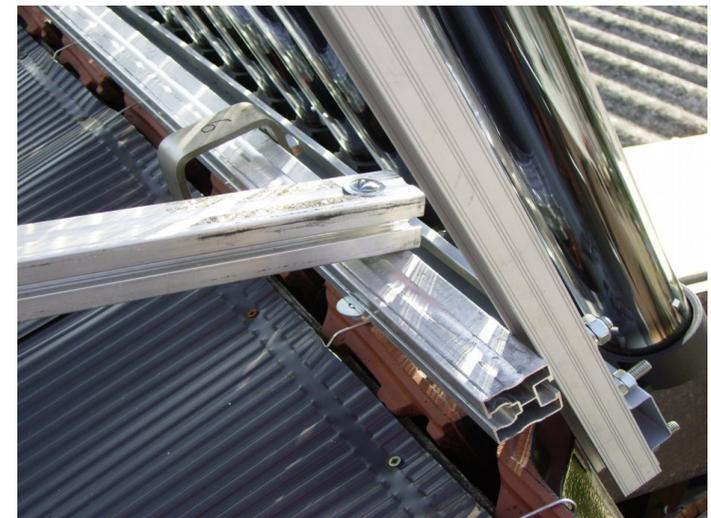
*Solarkollektor, 60° Aufständigung, Südausrichtung*



*230V Schaltinterface mit 8 Kanal AD/PWM Interface und PT1000 Präzisionsinterface*



*Sensoranschlüsse am Solarkollektor*



*Detail Aufständigung*

### 3. Funktionsbeschreibung der Steuerung

#### 3.1. Sensoren und Aktoren

Hinweis: In diesem Projekt nicht benutzten Sensoren/ Aktoren sind grau hinterlegt

Einbauort	Sensor Bezeichnung	Einheit	Analog Adresse	Analog Kanal	Abfrage- frequenz	1.physik Wert	1.A/D- Wert	2.physik Wert	2.A/D- Wert	3.physik Wert	3.A/D- Wert	Bemerkungen	
PT1000 (MAX1236)	T_Solar1 <b>A</b>	°C	0	0	0	0.1	865	77.56	1945	211.28	3592	PT1000	
	T_WT_RL <b>B</b>	°C		1	30	0.1	875	77.56	1963	211.28	3623	PT1000	
	T_WT_VL <b>C</b>	°C		2	30	0.1	880	77.56	1976	211.28	3653	PT1000	
	T_Solar2 <b>D</b>	°C		3	30	0.1	870	77.56	1950	211.28	3596	PT1000	
Nordgiebel	Windstärke	m/s	1	3	0	0	0	9,26	102	22,4	192		
	Außenlicht <b>Licht</b>	%		0	30	0	10	100	230				
	Außentemp.1 <b>T-B-3</b>	°C		1	30	-24	35	3.6	84	23.2	123		
	Außentemp.2 <b>T-B-4</b>	°C		2	30	-24	34	3.6	83	23.2	121		
	D/A:			4									
Garage	Feuchte_Keller	%	2	3	30	0	0	255	255				
				0									
	Kellertemp. <b>T-B-1</b>	°C		1	30	-24	38	4.0	87	20.6	120		
	Kühltruhe <b>T-B-2</b>	°C		2	30	-24	36	4.0	86	45.0	159		
	D/A:     Pumpe_HK	E/A		4	90	0	0	1	255				
Hzg_Sens_I (Analog - Erweiterung)	Holz_VL	°C	3	3	30	?							
	Heizung EIN/AUS->T_HKRL	V		0	0	0	0	5	255				
	Hzg_VL <b>T-B-5</b>	°C		1	30	-24	36	4.2	86	44.4	157		
	Warmwasser <b>T-B-6</b>	°C		2	30	-24	33	4.2	84	44.4	156		
	D/A: Zirkulation	E/A		4	90	0	0	1	255				
Komm.-Zentrum	Innenluftfeuchte ?	%	4	3									
	Druck ?	Bar		0									
	Innentemp. <b>T-A-2</b>	°C		1	30	-22	92	4.6	156	24.2	197		
	Kinderzimmer <b>T-A-1</b>	°C		2	30	-22	98	4.6	162	23.8	203		
	D/A:			4									
Fassade Hof (Analog - Erweiterung)	Zirkulation <b>T-C-1</b>	°C	5	3	30	-24	33	4.2	84	44.4	155		
	Hzg_RL <b>T-C-2</b>	°C		0	30	-24	36	4.2	87	44.4	159		
	Kaltwasser <b>T-A-4</b>	°C		1	30	-22	100	4.4	163	45.2	243		

	Bodentemp.	<b>T-A-6</b>	°C		2	30	-22	96	4.4	159	45.2	239	
	D/A:	Brunnen	E/A		4	90	0	0	1	255	1	255	
Hzg_Sens_II (8- Kanalinterface)	T_Außen	KTY10	°C	6	0	60	-20.0	56	+14.0	138	+50.0	214	Rb=1,8k*
	T_WW	KTY10	°C		1	60	+14.0	79	+50.0	154	+50.0	200	Rb=2,2k*
	T_Kessel	KTY10	°C		2	60	+14.0	79	+50.0	154	+50.0	200	Rb=2,2k*
	T_FBH	<b>SN:006</b>	°C		3	60	22.2	73	52.2	144	78.8	200	KTY81-122
	D/A: Pumpe_Hzg				4	0	0	0	100	255	100	255	**
Speicher (8- Kanalinterface)	T_SPO	<b>SN:008</b>	°C	7	0	60	22.2	75	52.2	144	78.8	200	KTY81-122
	T_SPMO	<b>SN:002</b>	°C		1	60	22.2	75	52.2	140	78.8	193	KTY81-122
	T_SPMU	<b>SN:001</b>	°C		2	60	22.2	75	52.2	144	78.8	200	KTY81-122
	T_SPU	<b>SN:007</b>	°C		3	60	22.2	77	52.2	145	78.8	201	KTY81-122
	D/A: Pumpe_FBH				4	0	0	0	100	255	100	255	

\* KTY10      \*\* bei Ausfall Software (Watchdog): Pumpe\_Hzg EIN  
SN 001..SN 008: KTY81-122

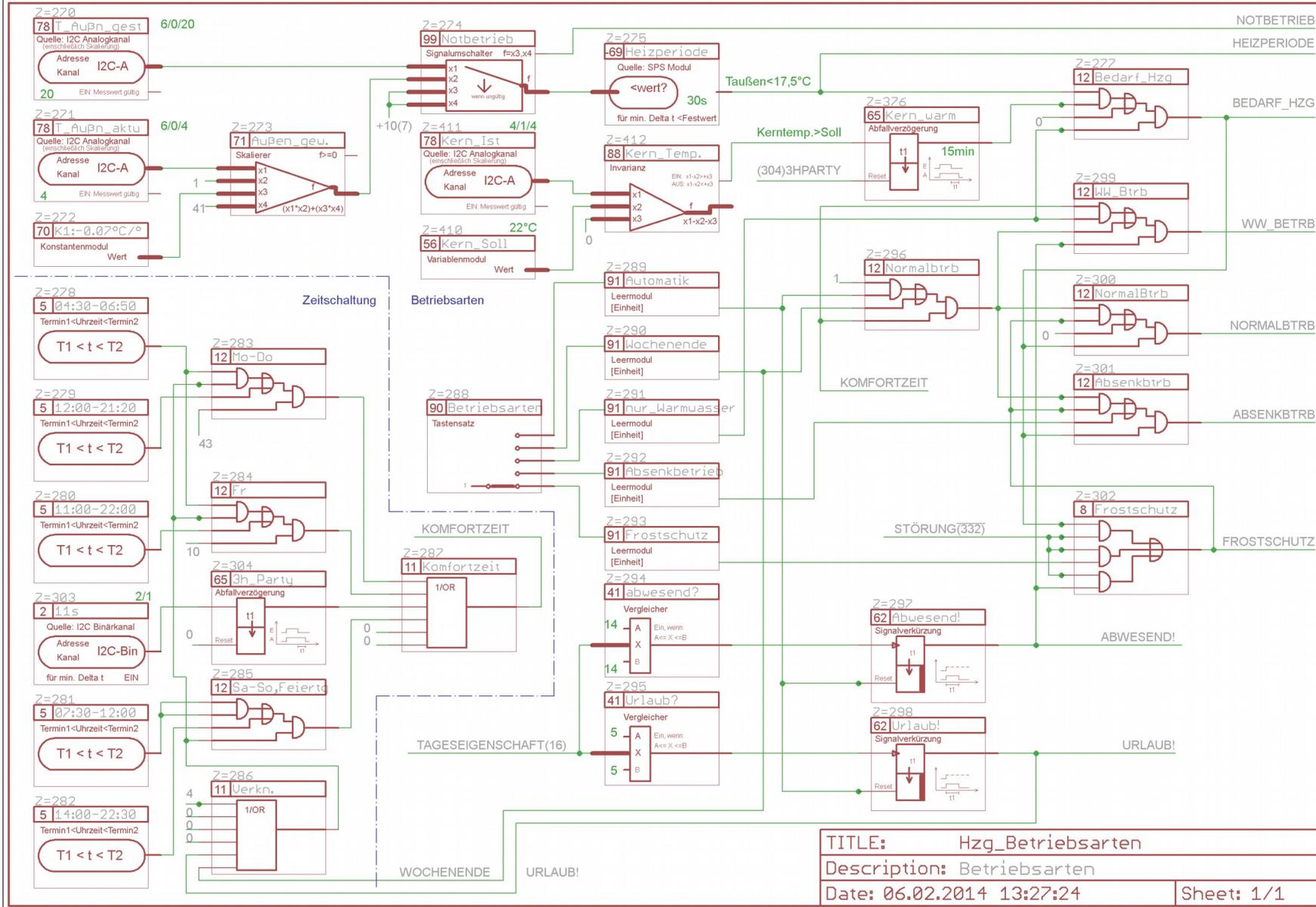
Einbauort	Signal-Bezeichnung	Binär Adresse	Binär Kanal	Maske	Stecker Bezeichnung	PIN Bezeichnung Prototyp	PIN Bezeichnung A+D Interface	Bemerkungen
CI (230 V - Schaltinterface)	hoch	0 9,1 x je [s]	0	0				E
	runter		1	0				E
	Leertaste		2	0				E
	Hinweis!		3	1				E/A
	OK		4	0				E
	Taste Gelb		5	0				E
	Gelb!		6	1				A
	Watchdog		7	1				A
Hzg_Aktoren (230 V - Schaltinterface)	Mischer_RL	1 (Abfrage min. alle 1,5 sek)	0	1				E/A K0
	Mischer_SP		1	1				E/A K1
	Pumpe_SP2		2	1				E/A K2
	Pumpe_SP1		3	1				E/A K3
	Pumpe_Sol		4	1				E/A K4
	Brenner		5	1				E/A K5 potenzialfreier Schließer

	Störung_BR		6	0				E: K6
	Betrieb_BR		7	0				E: K7
Kom. Zentrum Haus I (A+D Interface)	Eingang 1 (Bewegungssensor)	2	0	1	P0	4 V 1	5	E
	Lastrelais_4 dann:Hof Strahler		1	1	P1	5	6	E/A ?
	Lastrelais_5 dann:Hof Fluter		2	1	P2	6	7	E/A ?
	Hoflicht dann: Hinweis!		3	1	P3	7	8	A
	Fern.. dann:Bestätigung (O.K.)		4	0	P4	9	9	E
	Zu.. dann:Alarmeinang		5	0	P5	10	10	E
	Relais_Fern		6	1	P6	11	11	A
	Relais_Zu		7	1	P7	12	12	A
Kom. Zentrum Haus II (A+D Interface)	Rolladen GZ	3	0	1	P8	4 V 2	13	A
	Rolladen Bad		1	1	P9	5	14	A
	Rolladen Kü		2	1	P10	6	15	A
	Rolladen AZ		3	1	P11	7	16	A
	Rolladen WZ		4	1	P12	9	17	A
	Blumenlicht dann:Sirene/Alarm		5	1	P13	10	18	A
	Lüfter_I dann:Lüfter		6	1	P14	11	19	A
	Lüfter_II dann:Watchdog		7	1	P15	12	20	A/Blink
			-		_1		3, 4 (12VSI)	12V_EXT
			-		_2	-	1, 2, 21	Masse

### 3.2. Die Zeitschaltung, die Betriebsarten und die Heizungssteuerungsseite „110“

Um eine vernünftige Heizungssteuerung zu gestalten, wurde eine praxisnahe Zeitschaltuhr implementiert. Je nach Wochentag werden verschiedene Schaltzeiten verknüpft, um letztlich den SPS Modul 287 (Komfortzeit) zu aktivieren. Wird die Taste Binäradresse 2 Kanal 1 elf Sekunden lang betätigt, so wird für 3 h das Signal „Party“ und damit die Heizung/Warmwasser aktiv. Über die Module 288..293 wird die Betriebsart der Steuerung eingestellt. Normalerweise ist „Automatik“ aktiv, in dieser Betriebsart wird während der Komfortzeit sowohl Brauchwasser (Signal WW\_Betrb) erwärmt, als auch die Heizung im Normalbetrieb nach Kennlinie gefahren. Außerhalb der Komfortzeit wird der Absenkbetrieb aktiviert. Zusätzlich berechnen die Module 270..277 aus der Tagesdurchschnittstemperatur der Außentemperatur des Vortages, ob überhaupt für den aktuellen Tag das Heizen notwendig ist. Das Signal Notbetrieb ist nach Programmstart solange aktiv, bis diese Durchschnittstemperatur gültig vorliegt. Die Auswertemodule 294 und 295 analysieren die Tageseigenschaft (wird mit dem Datumsbereich gesetzt) und dienen der automatischen Umschaltung der Komfortzeit bei Urlaub bzw. das Überführen der Heizung in den Frostschutzbetrieb bei Abwesenheit.

# 270-304,376,410-411



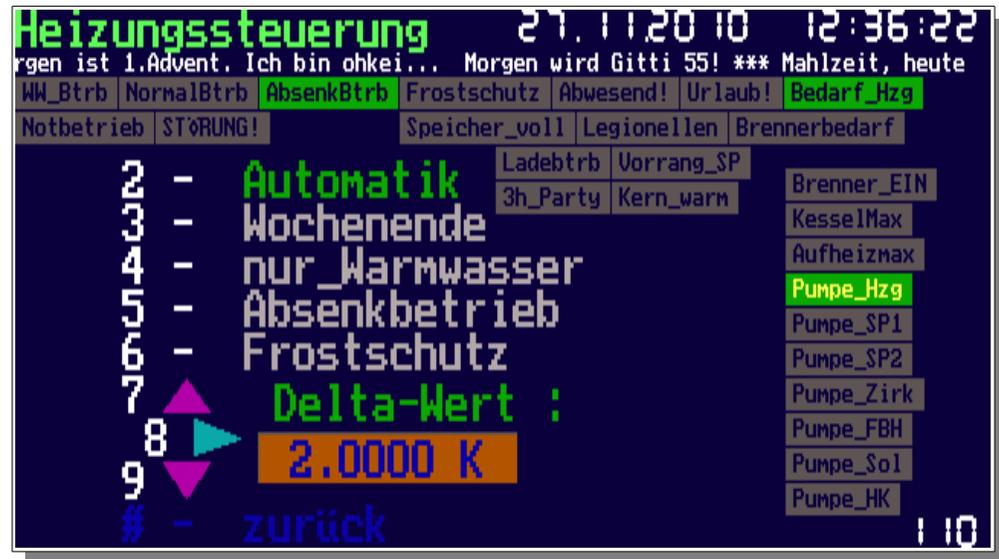
Die grafische Umsetzung erfolgte auf der Anwendungsseite „Heizungssteuerung“ nach folgendem Schema:

```

Menü11x= 110 Heizungssteuerung
/Heizungssteuerung
Zeile= 110 2 4 289
Zeile= 110 3 4 290
Zeile= 110 4 4 291
Zeile= 110 5 4 292
Zeile= 110 6 4 293
Analogwert=110 789 410 0.5 22
Anzeige= 110 9 8 299 0 27 0 0 8 2 1 /Leuchtfeld Warmwasserbetrieb
Anzeige= 110 9 8 300 68 27 0 0 8 2 1 /Leuchtfeld Normalbetrieb
Anzeige= 110 9 8 301 160 27 0 0 8 2 1 /Leuchtfeld Absenkbetrieb
Anzeige= 110 9 8 302 252 27 0 0 8 2 1 /Leuchtfeld Frostschutz
Anzeige= 110 9 8 297 352 27 0 0 8 2 1 /Leuchtfeld Abwesend!
Anzeige= 110 9 8 298 436 27 0 0 8 2 1 /Leuchtfeld Urlaub!
Anzeige= 110 9 8 277 504 27 0 0 8 2 1 /Leuchtfeld Heizung
...

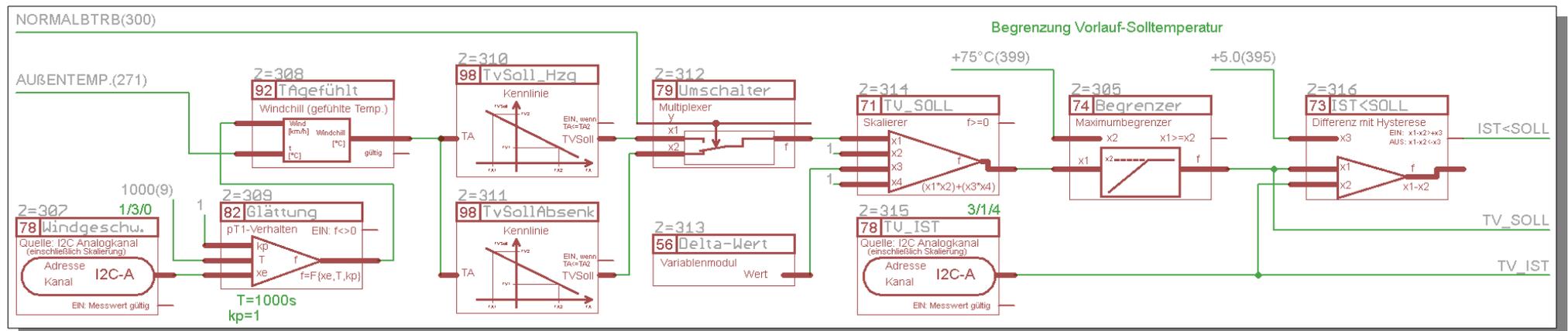
```

Damit sind übersichtlich auf einer Seite alle Zustände der Heizungsanlage ersichtlich. Über Hardwaretasten oder der Tastatur des PCs können die Betriebsarten und der Delta- Wert verändert werden. Der Delta-Wert bleibt auch nach Programmneustart erhalten.



### 3.3. Die Ermittlung der Vorlauf- Solltemperatur

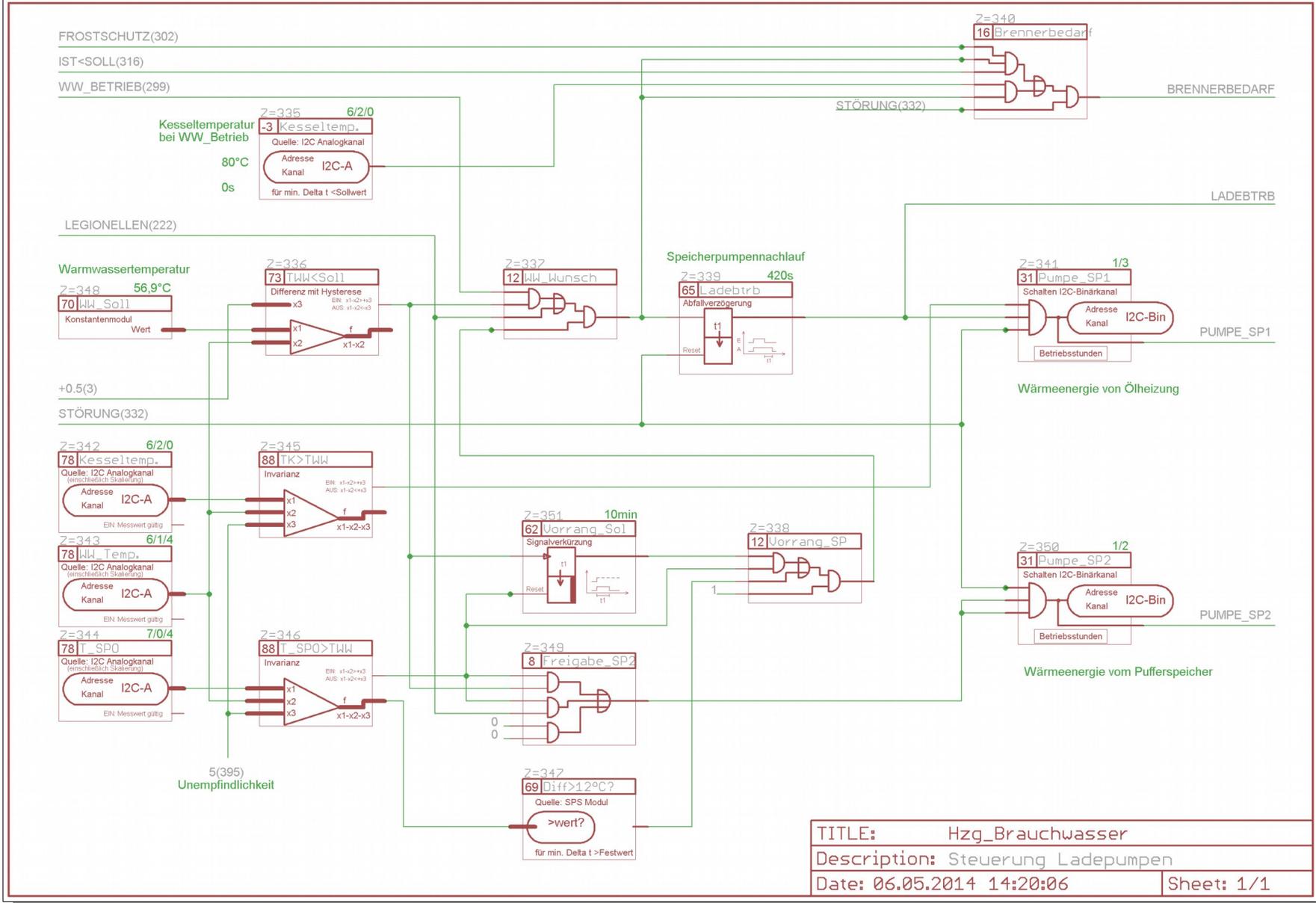
Im Normal- und Absenkbetrieb wird eine witterungsgeführte Heizkesselregelung mittels Zweipunkt- Regler realisiert. Die genaue Innentemperatur wird durch Thermostatventile an den Heizkörpern eingestellt. Offene Fenster über eine längere Zeit haben damit keinen Einfluß auf die Heizkesselregelung. Die Außentemperatur, ergänzt um eine stark gemittelte Windgeschwindigkeit wird in eine sogenannte „gefühlte“ Temperatur umgerechnet. Damit wird dem Auskühleffekt von EFH bei starkem Wind Rechnung getragen. In den Modulen 310 und 311 wird der „gefühlten“ Temperatur über eine Kennlinie die Soll-Vorlauftemperatur zugewiesen. Je nach Betriebsart gelangt diese zum Modul 314 und wird um einen Delta Wert ergänzt. Dieser Wert kann von Hand auf der Anwendungsseite 110 in 1°C Schritten erhöht bzw. verringert werden. Der Typ 78 stellt sicher, dass dieser Wert auch beim nächsten Programmstart nicht „vergessen“ wird. Alternativ könnte man hier auch die gewichtete Innentemperatur zur Nachregelung anschließen. Der Modul 305 begrenzt den Sollwert auf eine für die Heizung ungefährliche Größe. Der eigentliche Zweipunktregler ist Modul 316. In der Praxis ist eine Hysterese von ca. 6°C ausreichend. Eine Vergrößerung dieses Wertes führt zu größeren Schwankungen der Kesseltemperatur aber auch zu einer kleineren Zahl von Brennerstarts.



### 3.4. Die Steuerung der Brauchwassererwärmung

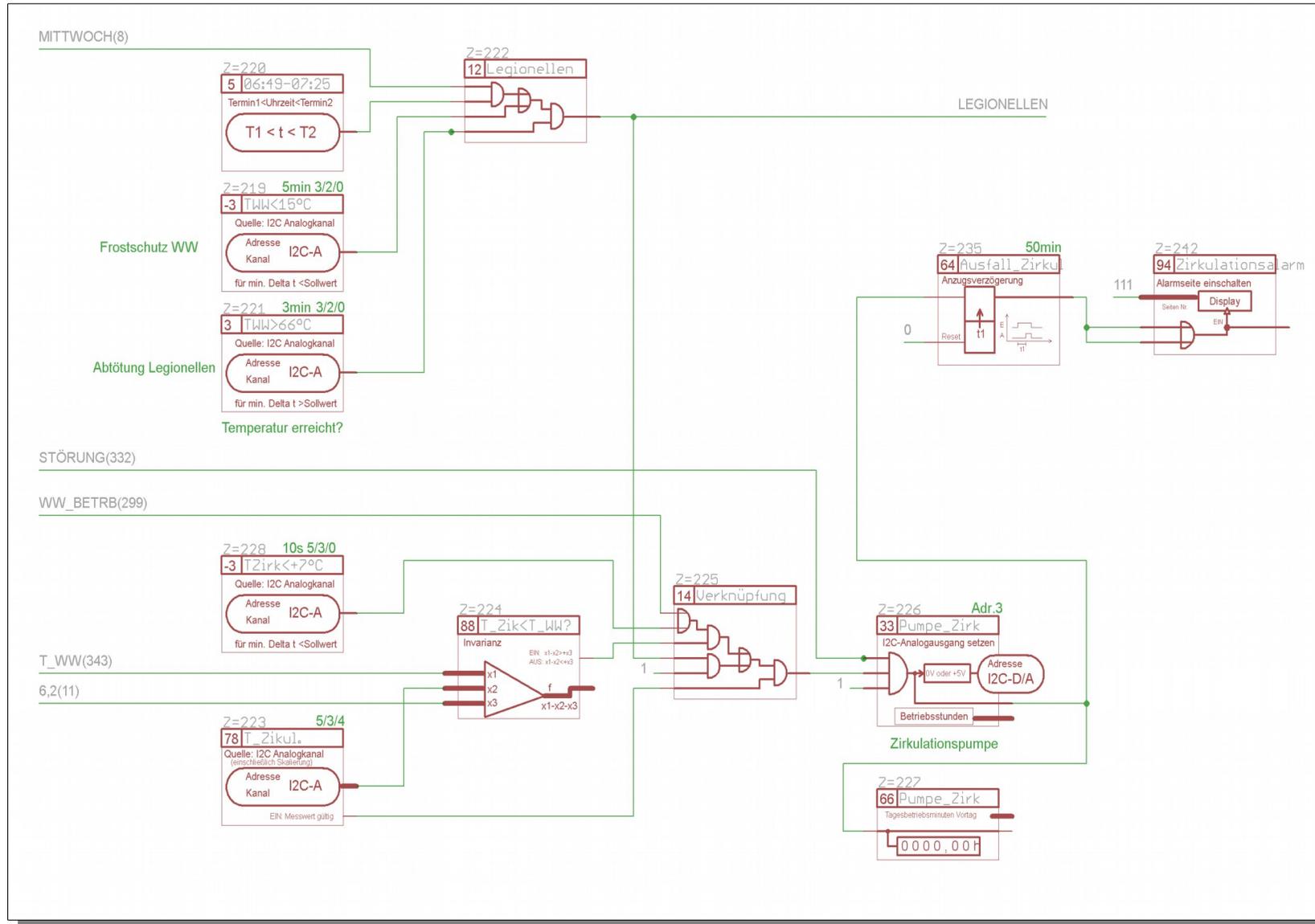
Zunächst wird laufend die Temperatur des Brauchwassers gemessen und mit der Temperatur des Heizungskessels und des Speichers verglichen (342-346). Fällt die Temperatur des Brauchwassers unter einen Sollwert (348) so wird ein Bedarf zum Nachheizen/Laden festgestellt (337) und entweder über die Ölheizung (340) bzw. bei ausreichender Temperatur im Pufferspeicher über den Pufferspeicher (349) sichergestellt. Ist der Pufferspeicher mindestens 8+5=12 Grad wärmer als das Brauchwasser blockiert Modul 347 dauerhaft die Ölheizung. Ist der Pufferspeicher nicht ganz so warm, wird der Speichervorrang für eine zügige Brauchwassererwärmung auf 10 min begrenzt. Die Ladepumpe SP1 ist zusätzlich mit einer Nachlaufeinrichtung versehen (339), um nach Abschaltung des Brenners die Temperaturerhöhung ausreichend abzubauen. Unabhängig von der aktuellen Temperatur des Brauchwassers führt das Signal „Legionellen“ zum Zuschalten der entsprechenden Ladepumpen und zum Aufheizen des Brauchwassers.

# 335-351



TITLE: Hzg_Brauchwasser	
Description: Steuerung Ladepumpen	
Date: 06.05.2014 14:20:06	Sheet: 1/1

### 3.5. Zirkulation und Legionellenschutz



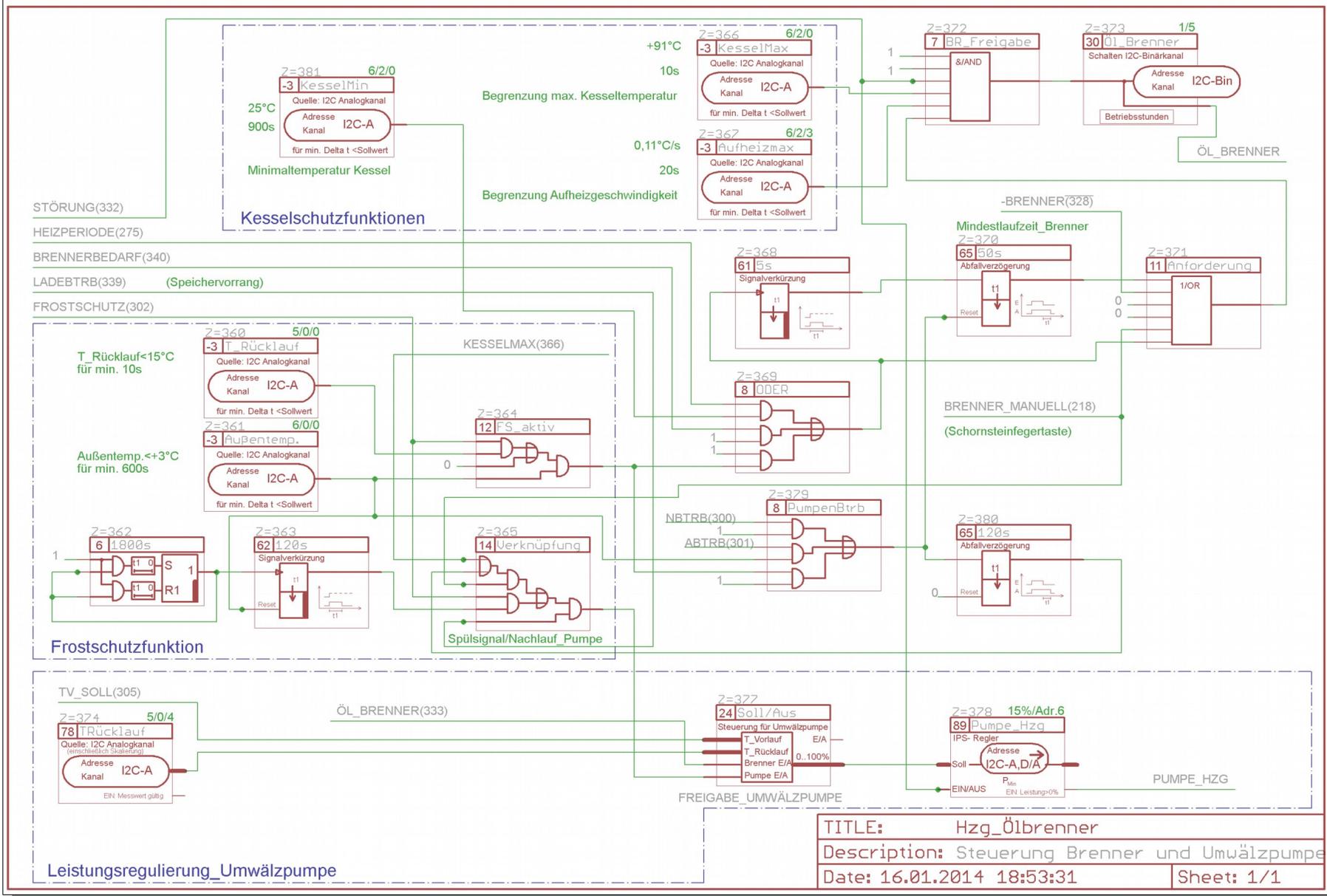
Die Leitungslänge vom Brauchwasserspeicher zu der entferntesten Zapfstelle beträgt im konkreten Fall etwa 25 m. Deshalb musste eine Zirkulationsleitung mit entsprechender Zirkulationspumpe eingebaut werden. Jeden Mittwoch frühmorgens zwischen 6:49-7:25 Uhr wird zudem das Signal „Legionellen“ ausgelöst: Das Brauchwasser wird 3 Minuten lang auf eine Temperatur von über 66 °C gebracht, so werden die im Wasser befindlichen schädlichen Bakterien zuverlässig abgetötet. Um mit dem heißen Wasser auch die Zirkulationsleitung zu spülen, wird in dieser Zeit auch die Zirkulationspumpe dauerhaft eingeschaltet. Im täglichen Betrieb, während der Komfortzeit geht die Pumpe nur an, wenn die Temperatur an der kältesten Stelle der Zirkulationsleitung (T\_Zirk) um 6,2 °C unter der Temperatur des Brauchwassers liegt (T\_WW). Das führt zur Erwärmung des Wassers in der Zirkulationsleitung und wieder zum Abschalten der Pumpe. Fällt die Temperatur T\_Zirk unter 7 °C, so wird die Pumpe zum Schutz vor Frost dauerhaft eingeschaltet.

### **3.6. Die Brennersteuerung**

Zur Funktion: Der Brenner einer Öl- Heizung braucht eigentlich nur regelmäßig ein- und ausgeschaltet werden und schon läuft das Ganze. Aber ganz so einfach ist es leider nicht, es sind Besonderheiten zu beachten. Ist der Kessel z.B. noch relativ kalt, so darf nicht sofort über längere Zeit die volle Leistung gefahren werden: Ermüdungserscheinungen des Materials wären die Folge. Reglerhersteller nennen diese Funktion „Kesselanfahrentlastung“. In diesem Projekt darf der Temperaturgradient der Kesseltemperatur 0,11 °C je Sekunde bzw. 9 °C je Minute nicht überschreiten (367). Eine Überschreitung dieses Wertes oder eine Überschreitung der maximalen Kesseltemperatur von +91°C (366) führt zur sofortigen Abschaltung des Öl- Brenners. Weiterhin gibt es eine minimale Kesseltemperatur, die während der Heizperiode nicht unterschritten werden soll (381). Die lange Auslösezeit von 900 s verhindert ständige Brennerstarts im Absenkbetrieb bei Außentemperaturen um den Gefrierpunkt. Modul 370 erlaubt für den Brenner eine Mindestlaufzeit einzustellen – zweckmäßig für umweltfreundliche Abgase und die Effizienz des Brenners. Allerdings kann so auch u.U. die maximale Kesseltemperatur erreicht und überschritten werden. Eine (harmlose) Warnmeldung wäre die Folge. Die Frostschutzsektion besteht aus den Modulen 360..365. Bei Außentemperaturen unter +3°C wird aller 1800 s (30 min) ein Spülsignal von 120 s Länge generiert, dass die Heizungsumwälzpumpe triggert und eine saubere Messung der Temperatur des Heizungsrücklaufes (T\_Rücklauf) gewährleistet. Hat der Rücklauf weniger als +15 °C, so wird der Brenner kurzfristig gestartet.

Die Ansteuerung der Heizungsumwälzpumpe ist eine philosophische Angelegenheit. Die Hersteller moderner elektronischer Pumpen regeln die Pumpenleistung nach dem hydraulischen Gegendruck, müssen aber über Temperaturveränderungen des Mediums den Zeitpunkt des Absenkbetriebes feststellen, damit die Pumpe nicht fälschlicherweise des nachts auf Maximalleistung fährt. Eine zentrale Steuerung mit Impulspaketsteuerung wie in diesem Projekt hat den Vorteil, dass alle Parameter im System verfügbar sind. Deshalb wird hier die Pumpenleistung aus der Differenz zwischen Solltemperatur des Vorlaufs und der Ist-Temperatur des Rücklaufs errechnet (374, 305). Zusätzlich läuft die Pumpe langsam auf Maximalleistung, wenn der Brenner aktiv ist (377). So kann die Zahl der Brennerstarts minimiert werden. Ein Pumpennachlauf (380) verhindert ein unkontrolliertes Nachheizen des Kessels. Zum Einsatz kommt eine Grundfos UPS 25-40 in Schalterstellung „II“. Die Hardware der PWM Steuerung wurde mit einer zusätzlichen Diode so verändert, dass bei Ausfall der Software die Umwälzpumpe dauerhaft „EIN“ ist. Bei Einsatz von ATtiny26 Modulen ist das nicht mehr erforderlich, da der Startwert softwaremäßig vorgegeben werden kann. In Modul 378 ist zusätzlich eine „Kickstartfunktion“ integriert: war die Pumpe länger als 10 h „AUS“, so wird sie beim nächsten Einschalten für eine knappe Minute auf 100% gefahren. Zudem ist ein zusätzlicher Antiblokierschutz nicht notwendig, denn täglich um Mitternacht fährt die Software den Tagesabschluss und in dieser Zeit wird die Watchdog im Schaltinterface aktiv und schaltet die Pumpe auch im Sommer für ein paar Sekunden ein.

# 360-381, nicht 376

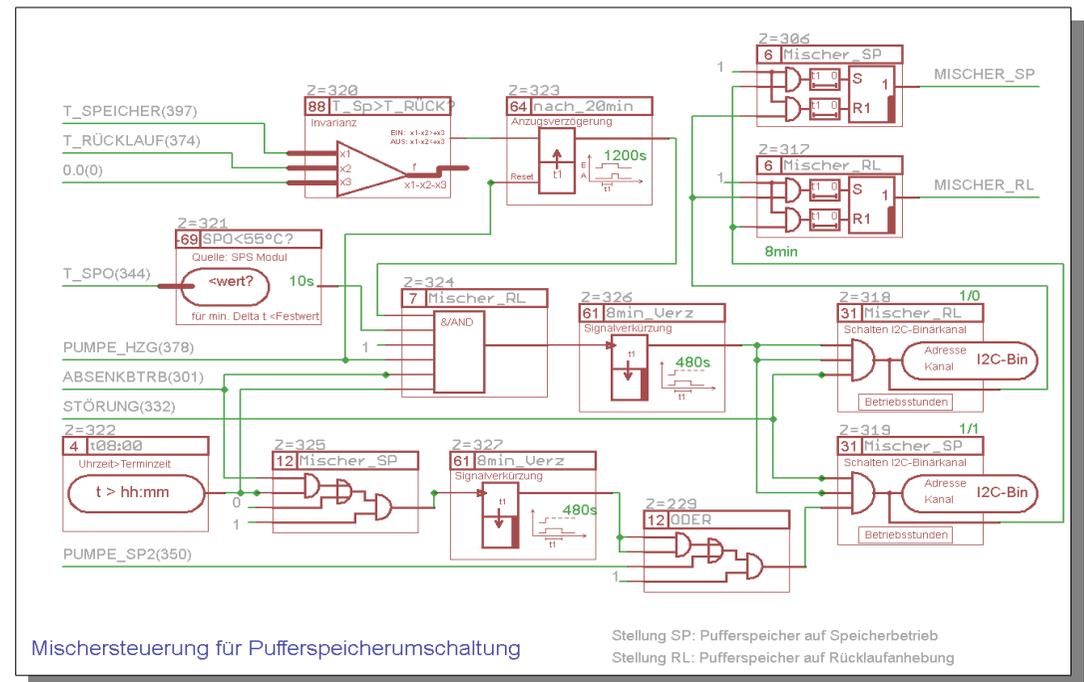


### 3.7. Die Umschaltung des Pufferspeichers

Die Energie von den Sonnenkollektoren und der Feststoffheizung führen (so vorhanden) über einen Wärmetauscher zur Erwärmung des Wassers im Pufferspeicher. Um die drei Betriebsarten des Pufferspeichers zu erreichen (Speicher/ Fußbodenheizung, Rücklaufanhebung, Speicher/ Brauchwasserbereitung) wird ein Umschaltventil entweder in die Stellung „Mischer\_RL“ (Rücklaufanhebung) bzw. „Mischer\_SP“ (Speicherbetrieb) gefahren. Jeden Morgen, wenn der Absenkbetrieb beendet wird, spätestens aber um 8:00 Uhr wird „Mischer\_SP“ aktiv (322, 325, 327, 319, 306). Das bedeutet, das Wasser im Speicher ist zwar mit dem Heizungsrücklauf verbunden, steht aber praktisch still. Die Temperatur des Wassers ist zu dieser Zeit in der Heizperiode sehr niedrig, da ja möglicherweise gerade noch die Rücklaufanhebung aktiv war. In den nächsten Stunden entscheidet es sich, ob die, von der Sonne oder vom Feststoffkessel zugeführte Energie ausreicht, um die Temperatur im Speicher auf einen Wert über den des Rücklaufes zu bringen. Ist das der Fall, so schaltet das Ventil in die Position „Mischer\_RL“ (320, 321, 323, 324 usw.) und der Pufferspeicher wird in den Heizungsrücklauf integriert. Jede weitere Energiezufuhr erhöht damit die Temperatur des Heizungsrücklaufs.

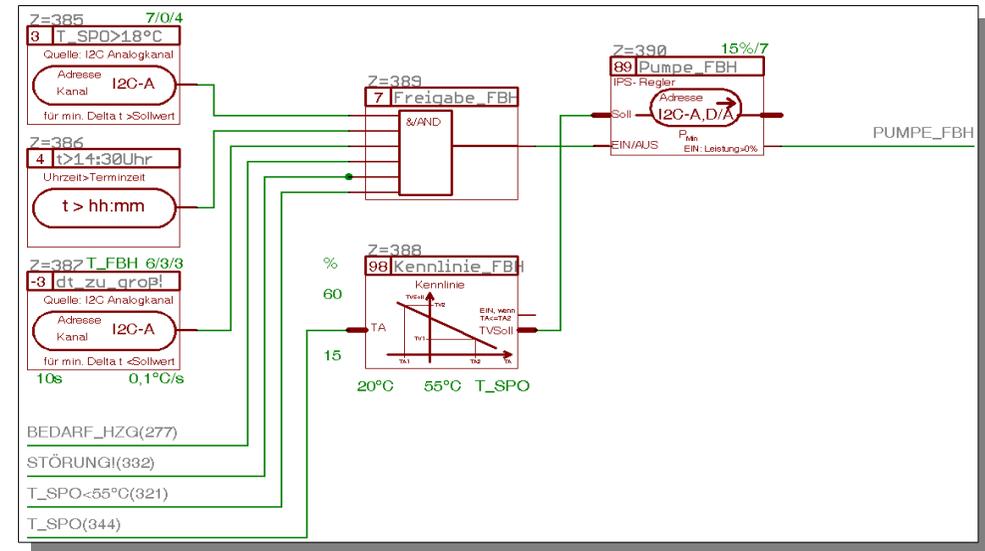
Kommt es nicht zu dieser Umschaltung, so verbleibt der Speicher im Speicherbetrieb bei relativ niedriger Temperatur – bis um 14:30 Uhr die Fußbodenheizung aktiv wird. Sie begnügt sich mit dieser geringen Temperatur und nutzt so selbst die geringe solare Wärmezufuhr im Winter. Spätestens, wenn die Pumpe\_FBH den Speicherinhalt einmal umgewälzt hat, steigt die Temperatur der Fußbodenheizung auf den Wert des Heizungsrücklaufs.

Im Sommer, wenn kein Heizungsbetrieb stattfindet, die Heizungsumwälzpumpe deshalb auch abgeschaltet ist, verbleibt der Pufferspeicher ständig im Speicherbetrieb und kann damit für den Ladebetrieb zum Aufheizen des Brauchwasserspeichers herangezogen werden. Wird wieder Heizungsbedarf angemeldet, während der Speicher noch heiß ist, so wird das Umschalten in die Rücklaufanhebung mit Modul 321 solange unterbunden, bis sich die Temperatur über den Ladebetrieb sich wieder auf einen Wert unter 55 °C abgebaut hat. Dieser ist möglich, weil das Aktivieren der Pumpe SP2 zur hydraulischen Zwangsumschaltung auf Speicherbetrieb führt. Die Module 306 und 317 dienen der Simulation der Ventilstellung für die Anzeige auf Seite 111. Das ist technisch notwendig, da es keine elektrische Rückmeldung vom Ventil zum Programm gibt.



### 3.8. Die Fußbodenheizung

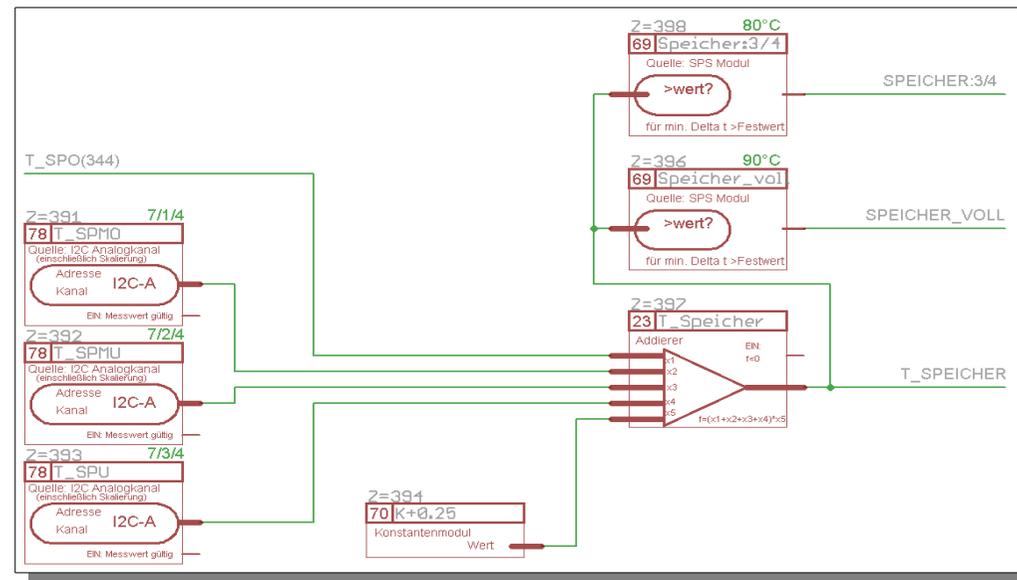
Im vorliegenden Fall ist in einem nachträglich gebauten Vorbau/ Wintergarten, eine Fußbodenheizung installiert worden. Ziel der neu installierten Steuerung ist, sie möglichst energetisch sinnvoll in das Heizungssystem einzubinden (siehe vorangegangenen Abschnitt). Praktisch wird dazu lediglich die Pumpe\_FBH nach einer Kennlinie der Speichertemperatur über Impulspaketsteuerung (388, 390) gefahren. Bei zu hoher Temperatur, im Sommerbetrieb und bei Störung wird die Pumpe blockiert.



### 3.9. Die Speicheranzeige

Die Module 391 – 398 berechnen 3 wichtige Signale:

- die Durchschnittstemperatur des Pufferspeichers
- das Signal „Speicher:3/4“ voll
- das Signal „Speicher\_voll“



### 3.10. Die Solarfunktionen

Die normale Funktion des Sonnenkollektors ist es, bei Sonneneinstrahlung sich zu erwärmen. Die Solarpumpe transportiert die Wärme in den Pufferspeicher, wenn dieser kühler als der Kollektor ist. Die Temperaturdifferenz zwischen der Kollektortemperatur und der Einspeisestelle am Pufferspeicher dient deshalb als Steuerungskriterium. Zugleich ist diese Differenz auch ein Kriterium für die Messung des Energieertrages. Ist sie sehr klein, so wird die Messung ungenauer und der Energieverbrauch der Pumpe größer. Deshalb habe ich einen speziellen Steuerungsmodul eingesetzt, der einen Kompromiss zwischen den verschiedenen Anforderungen herstellt (257). Zugleich können zwei Kollektorfühler angeschlossen werden, damit lassen sich thermische Spikes erfassen um die Solarpumpe z.B. bei Abschattungen eher zuzuschalten. Modul 260 gibt die Pumpe frei, wenn die Sensoren intakt sind und sperrt die Pumpe, wenn die Temperatur des Kollektors einen Maximalwert überschreitet oder der Speicher voll ist. Wenn der Sonnenkollektor in den Stillstandsbetrieb gerät, weil der Speicher voll ist, so steigt normalerweise die Kollektortemperatur anschließend immer weiter und fällt erst bei Sonnenuntergang wieder. Modul 268 wird in diesem Fall aktiv, sowie der Speicher wieder aufnahmefähig ist. Der Modul pulst die Solarflüssigkeit, bis die Temperatur 107°C unterschritten hat und die normale Funktion wiederhergestellt ist. Modul 283 realisiert die Rückkühlfunktion, die von 0:00 – 8:00 Uhr bei Bedarf freigegeben wird. Die Rückkühlung wird prophylaktisch aktiv, wenn der Speicher fast voll ist und verringert so das Risiko, dass die Flüssigkeit im Kollektor siedet und damit vorzeitig altert.

Die aktuelle Leistung wird berechnet aus der Temperaturdifferenz der Temperatur am Abgang des Sonnenkollektors ( $T_{\text{Solar1}}$ ) und der Temperatur am Ausgang des Wärmetauschers am Pufferspeicher ( $T_{\text{WT\_RL}}$ ). Die Durchflussgeschwindigkeit wird dabei als konstant angenommen. Die Berechnung des solaren Energieertrages erfolgt durch Integration der Leistung (258) durch die Module Gesamtertrag (261) und täglicher Solarertrag (262).

Um eine Vorstellung von der Genauigkeit der errechneten Erträge zu erhalten wurde der Messaufbau in 3 Phasen kalibriert.

- Zunächst wurden das Präzisionsinterface aufgebaut und mit Sensoren nach Anleitung auf 0,3 °C kalibriert.
- Danach erfolgte der Einbau der Sensoren in den Kollektor bzw. über Anlegefühler an die Rohleitungen am Pufferspeicher. Nach Isolation der Fühler mit Dämmmaterial wurde der Solarkreis in Betrieb genommen (Pumpe dauerhaft EIN) und über 3 h entlüftet, sowie die 4 Temperaturen des Präzisionsinterfaces beobachtet. Zufälligerweise betrug die Wassertemperatur im Pufferspeicher nach dem Auffüllen genauso viel wie die Außentemperatur, nämlich 12,2 °C. Da der Test in den Abendstunden bei bedecktem Himmel vorgenommen wurde, konnte auch keine Sonnenenergie eingefangen werden. Tatsächlich zeigten die vier Sensoren nach 2 ½ h Stunden exakt die selbe Temperatur an. Somit sind methodische Messfehler bei der Temperaturmessung weitgehend ausgeschlossen.
- Im nächsten Schritt wurde der Pufferspeicher, der hydraulisch vom Heizungssystem getrennt war, mittels Sonneneinstrahlung über mehrere Tage erwärmt. In der Software wurde ein fiktiver Volumenstrom eingesetzt. In dieser Zeit wurden alle 20 min die Speicher- und Kollektortemperaturen in der SPS.csv gesammelt und mit dem Gesamtertrag verglichen. Eine mathematische Auswertung ergab dann den korrekten Volumenstrom, die Verlustkoeffizienten des Pufferspeichers und der Gesamtanlage.

Aus diesen Erfahrungen konnte abgeleitet werden, dass ein fest vorgegebener Volumenstrom durchaus ausreichend für die Ertragsermittlung ist (weniger als 20% Abweichung). Als Formel für die Berechnung des Energieinhaltes des Pufferspeichers wurde gewählt:  $Q \text{ [kWh]} = 450 \text{ [l]} / 850 * dT \text{ [grd]}$  Die 50 l Differenz zu 500 l ergaben sich durch das Volumen im Pufferspeicher, welches unterhalb des Wärmetauschers liegt und von diesem im Testzeitraum auch nicht erwärmt wurde. Der Vorteil dieser Eich- Methode ist die Berücksichtigung der Wärmeverluste durch Abstrahlung der Rohrleitungen und des Speichers.

Durchschnittliche Temperatur im Speicher	Energieverlust des Speichers je h (über 13 h gemittelt)	Errechneter Fehler des Energiezählers bei konstantem Volumenstrom
46 °C	- 0,13 kWh/h	-19,00%
68 °C	- 0,23 kWh/h	-18,70%
87 °C	k.A.	0,80%

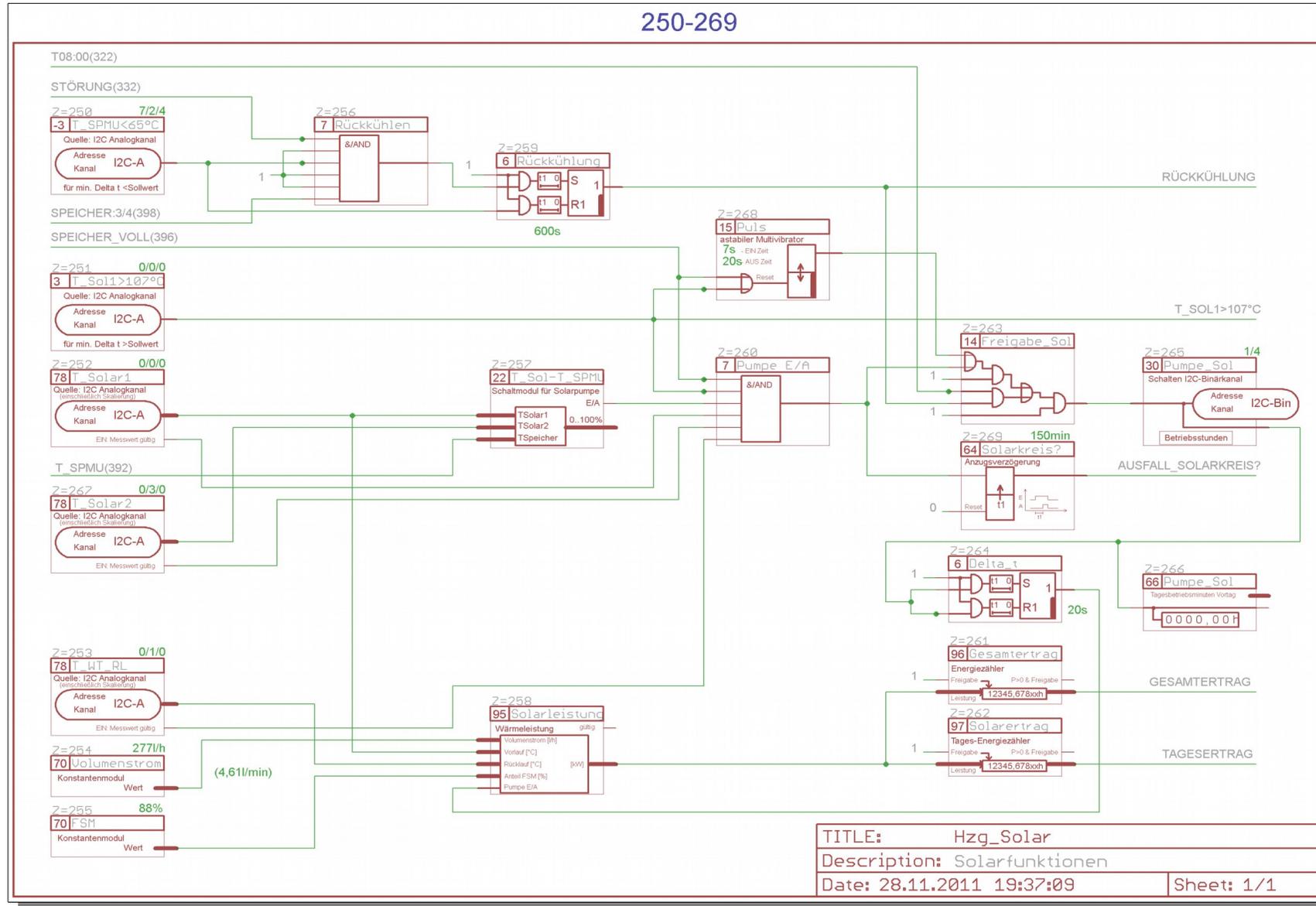
Der berechnete, korrekte Volumenstrom für den Temperaturbereich um 60°C Speichertemperatur wurde anschließend in die Hauscomp.ini eingesetzt: 294 l/h bzw. 4,9 l/min. In diesem Bereich, d.h. für die Heizungsrücklaufanhebung ist die Berechnung korrekt, während für die Brauchwassererwärmung die Ertragsberechnung ca. 20 % zuviel berechnet. Das ist aber auch in etwa der Anteil, der durch die hohen Differenztemperaturen zwischen Speichersystem und Umwelt wieder verloren geht. Der berechnete Volumenstrom entsprach auch fast genau dem Wert, der an dem optischen Flowmeter in der Solarstation angezeigt wurde (Unterkante des Schwimmers).

Alles in allem, die gewählte Auslegung des Solarkreises ist robust und erfüllt ihren Zweck. Sollte es zu einem Flüssigkeitsverlust im Solarkreis kommen, so wird über Modul 269 eine Ausfallanzeige generiert. Das Prinzip ist simpel: Normalerweise läuft die Solarpumpe in Intervallen, geht sie dagegen längere Zeit nicht mehr aus, so liegt ein Fehler vor.

Bemerkenswert ist die praktische Erfahrung, dass die Solaranlage auch ohne Sonne Energie liefern kann: Beim abendlichen Befüllen der Badewanne sank die Temperatur des Pufferspeichers auf einen Wert unter der Temperatur des Solarkreises. In der Folge sprang die Solarpumpe an und entzog dem Solarkreis noch fast 0,2 kWh Energie...

Auf der folgenden Seite ist die SPS-Struktur der Solarfunktionen dargestellt:

# 250-269



TITLE: Hzg\_Solar  
 Description: Solarfunktionen  
 Date: 28.11.2011 19:37:09 Sheet: 1/1

Das Zusammenspiel aller Komponenten ist am Besten an Hand von realen Sensordaten zu verstehen:

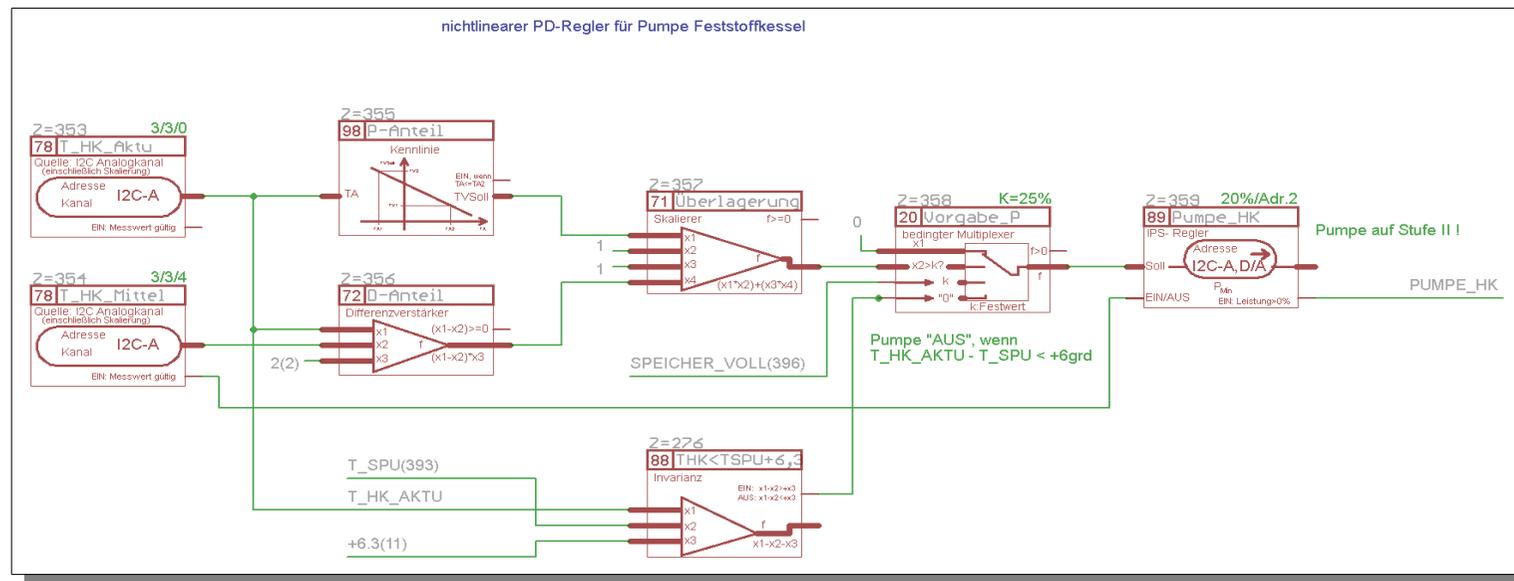


Das obige Bild zeigt, wie tagsüber die Sonne über die Solarpumpe den Pufferspeicher auflädt (blaue Linie). Nach dem Einlassen von Wasser in die Badewanne um 18:45Uhr fällt die Warmwassertemperatur bis auf 22,5°C (rote Linie) ab. In dieser Zeit sich schaltet die Ladepumpe 2 zu (blauer Balken), die Wärmeenergie vom Pufferspeicher in den Brauchwasserspeicher transportiert. Dadurch steigt wieder die Warmwassertemperatur, bis die Differenz zwischen der Temperatur „Speicher oben“ (grüne Linie) und der Warmwassertemperatur zu gering wird → der Brenner und die Ladepumpe SP1 schalten sich ein und die weitere Erwärmung des Brauchwassers auf den Sollwert von ca. 60°C übernimmt die Ölheizung. Zufälligerweise stammen die Daten von einem Mittwoch – etwa um 7:00Uhr wurde das Brauchwasser auf fast 70°C erwärmt um schädliche Bakterien (Legionellen) abzutöten.

### 3.11. Der Feststoffkessel

Nicht unbedingt umweltfreundlich, aber mit Abstand die günstigste Form der Heizung ist eine Feststoffheizung. Entweder mittels Kohle, Holz oder Pellets wird handbetrieben oder auch bereits automatisiert Biomaterial in Wärme durch Verbrennung in einem Feststoffkessel umgewandelt. Steuerungstechnisch ist lediglich eine Pumpe im Heizkreis rechtzeitig ein- und wieder auszuschalten bzw. in der Drehzahl zu regeln. Die Wärmeenergie des Kessels wird dabei in einen Pufferspeicher transferiert um später über den Heizkreis des Hauses an die Heizkörper abgegeben zu werden. Genau hier gibt es ein Problem: wie erkennt eine Steuerung, dass Feuer im Kessel ist oder nur noch Glut? Die nachfolgende Steuerung verwendet dazu einen PD Regler. In der Anheizphase, wenn die Temperatur des Kessels schnell ansteigt, wird ab einer Temperatur von 55 °C die Pumpe zugeschaltet. Sie läuft dann leistungsgeregelt proportional zur Kesseltemperatur und erreicht bei 85 °C ihre volle Leistung. Zusätzlich führt der Temperaturanstieg über den D- Anteil zu einer Leistungserhöhung. Wird das Feuer im Kessel kleiner, nimmt die Pumpenleistung entsprechend ab. Die Pumpe würde aber erst beim Unterschreiten von 55 °C ganz abschalten und damit noch sehr lange unnötigen Strom verbrauchen. Deshalb ist mit Modul 276 ein Vergleichler eingebaut, der beim Unterschreiten einer Temperaturdifferenz von 6 Grad zwischen der Kesseltemperatur und der Speichertemperatur (unten) die Pumpe zuverlässig abschaltet. An den Ausgang von Modul 359 lassen sich beide Arten von Pumpen anschließen: sowohl leistungsgeregelte, als auch Pumpen im Ein/Aus Betrieb. In der Praxis verringert aber eine leistungsgeregelte Pumpe die Aschenbildung beträchtlich, da die Kesseltemperatur bei ca. 65 °C konstant gehalten wird. Eine Zusatzfunktion erfüllt das Signal „SPEICHER\_VOLL“. Dabei wird die Pumpe der Feststoffheizung zugeschaltet, um überschüssige Wärme des Pufferspeichers, z.B. aus der Solarproduktion im Sommer über den Kessel nach außen abzustrahlen und so den Stillstand der Solaranlage zu vermeiden.

Anmerkung 2014: Die Regelung auf dieser Seite ist noch der Entwurf von 2009, da der Feststoffkessel noch nicht eingebaut wurde! Die funktionsfähige Variante, allerdings in einem anderen Projekt ist im Hardware Band 3 im Abschnitt 4.1. beschrieben.



### 3.12. Die Heizungsüberwachung

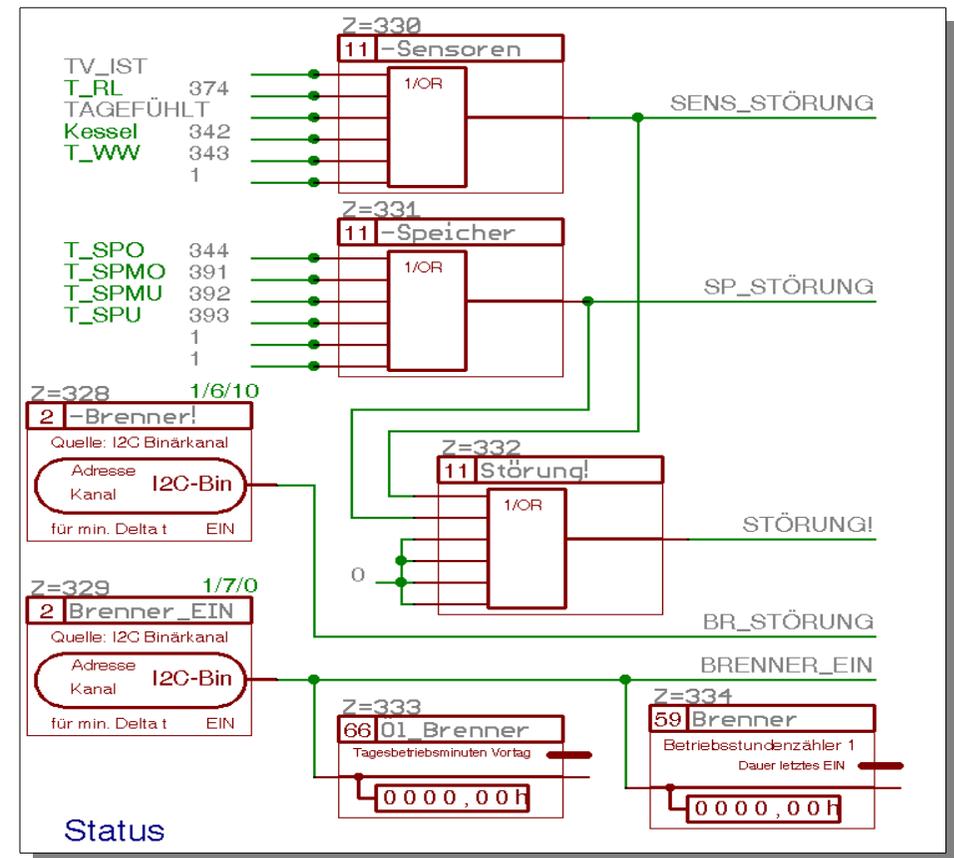
Es gibt zwei Methoden der Überwachung: zum Einen das Detektieren von tatsächlichen Ausfällen und damit verbunden das Abschalten der Anlage (Erzeugung Signal „Störung“) und zum Anderen die Überwachung von wichtigen Parametern und bei Bedarf das Auslösen der entsprechenden Alarmseite und des Signals „Hinweis“.

Die Module 330 – 332 sammeln die Gültigkeitssignale der Temperaturfühler und erzeugen letztlich das Signal „Störung“. Auch der Ölbrenner liefert vom Flammwächter gegebenenfalls eine Störungsmeldung. Interessanterweise wird diese Meldung nicht mit in die Ausfalldetektion einbezogen. Der Grund ist simpel: Würde der Brenner durch das Signal „Störung“ abgeschaltet, so erhält der Flammwächter keine Spannung mehr und lieferte auch keinen Ausfall – das Ganze würde sich im Fehlerfall zyklisch wiederholen. Aber keine Angst, Modul 233 verhilft dennoch zur Alarmseite 110 :-)

Die folgende Seite zeigt den zweiten Teil der Überwachung. Wird die Differenztemperatur zwischen Vor- und Rücklauf zu groß, so könnte eine defekte Umwälzpumpe die Ursache sein (245, 248). Auch die (einmalige) Überschreitung einer eingestellten Kesseltemperatur führt zur Anzeige. Je nach Art des Ausfalls wird also eine der beiden Alarmseiten ausgelöst. Die Darstellung der Störung selbst ist in der Seitenanzeige integriert. Ist die Störung zwischenzeitlich wieder verschwunden, so liefert die Laufschrift automatisch wenigstens noch den Zeitpunkt, die Dauer und den Grund der Störung.

Die SPS Module im unteren Bereich dienen zur Berechnung der täglichen Energiemenge, die die Ölheizung zum Heizen und für Warmwasser aufwendet. Ausgangspunkt ist das Signal „Brenner\_EIN“; je nachdem, ob die Ladepumpe EIN ist, wird die aktuelle Brennerleistung am Ausgang der Module 212 oder 215 bereitgestellt. Energiezähler integrieren die Leistung und stellen sie für Anzeigezwecke zur Verfügung. Diese Werte werden ebenfalls einmal täglich in der Datei „sps.csv“ für spätere Analysen gesammelt.

Für die Berechnung der Brennerleistung wird der Modul 382 (Öl Verbrauch in l/min) herangezogen. Den entsprechenden Wert ermittelt man langfristig aus den getankten Litern und den zugehörigen Betriebsstunden der Öl- Heizung:



$$\text{Verbrauch [l/min]} = \frac{\text{getankte Menge [l]} \mp \text{Füllstandsdiff. zum letzten Tankvorgang}}{\text{Betriebsstunden [h]} \cdot 60}$$

Für den Anfang kann man den Wert auch aus der installierten Brennerdüse ermitteln. Üblicherweise ist die Düse in US Gallonen je Stunde (z.B. 0,60) gekennzeichnet. Zum Umrechnen multipliziert man die Gallonen mit 3,784 und erhält Liter je Stunde. Dieser Wert bezieht sich allerdings auf einen Pumpendruck von 7 bar, da in der EU in der Regel aber 10 bar üblich sind, kann man folgende Faustformel verwenden:

$$\text{Verbrauch [l/min]} = \text{Brennerdüse [us gal/h]} \cdot 0,08$$

Beispiel: 0.60 Gal/h ergeben 0,048 l/min.

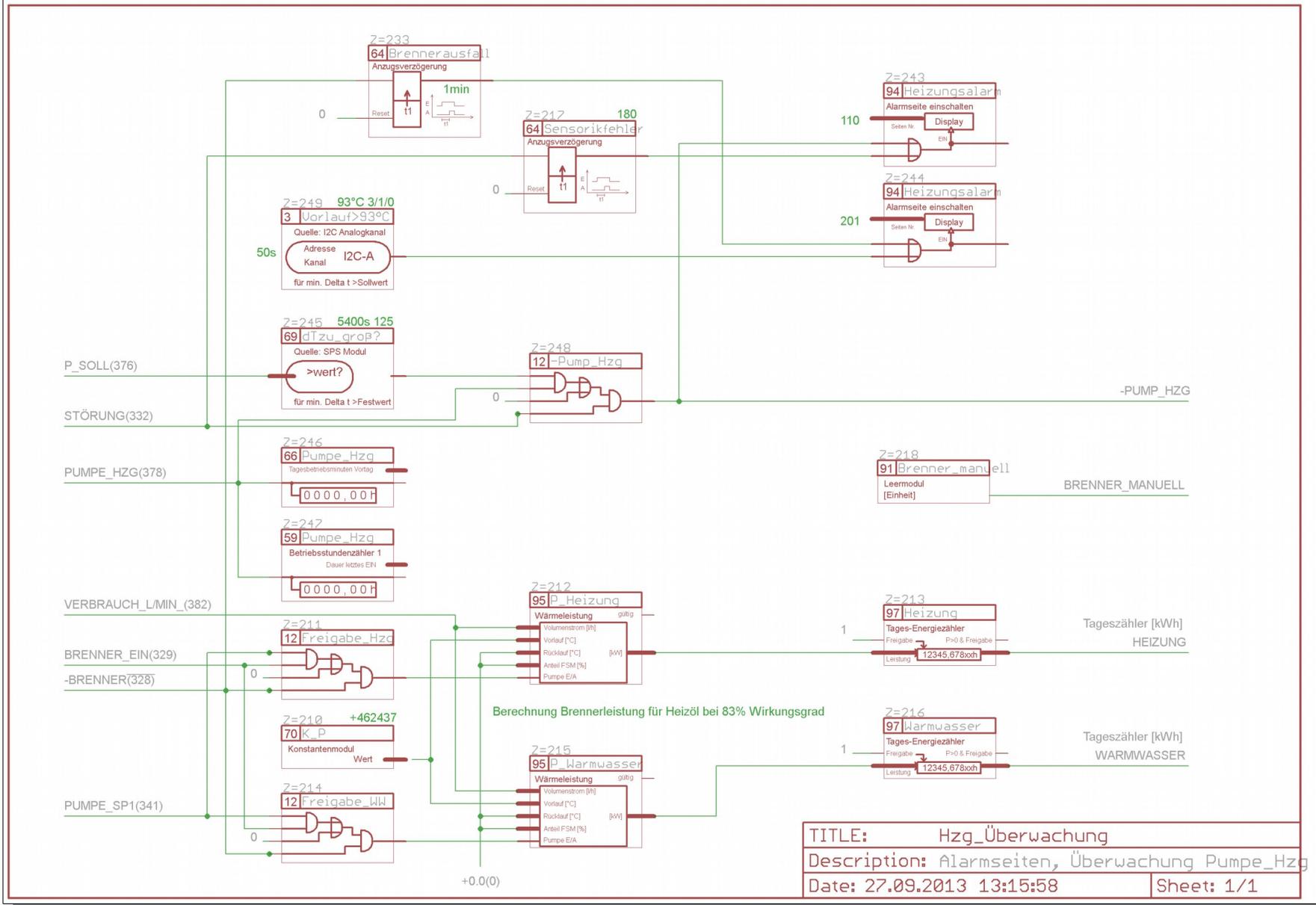
Um die Heizleistung des Brenners zu berechnen, benötigt man neben dem Ölverbrauch noch den Heizwert und den Wirkungsgrad der Anlage. Für den Heizwert habe ich verschiedene Angaben zwischen 10,8 und 12,0 Kilowattstunden je Liter gefunden. Die m.E. zuverlässigste Angabe bekommt man auf Anfrage von Öllieferanten. Der Wirkungsgrad ist praktisch gleichzusetzen mit 100 - Abgasverlust, den man dem Abgasmessprotokoll entnehmen kann. Alles zusammen (Beispiel im Programmhandbuch unter Wärmeleistungsmesser) ergibt eine Korrekturkonstante, die im Modul 210 abgelegt ist.

Ein methodische Messfehler entsteht bei der Zuordnung der Energiemengen durch das Unterscheidungsmerkmal, ob die Ladepumpe „EIN“ oder „AUS“ ist. Die Steuerung schaltet für die Erwärmung des Brauchwassers die Ladepumpe erst zu, wenn die Temperatur des Kessels über der des Warmwassers liegt: also im Bereich +50..+60 °C. Nach Abschaltung (nach erfolgter Erwärmung des Brauchwassers) der Ladepumpe hat aber der Kessel (trotz Nachlaufzeit) immer noch eine Temperatur > 70 °C. Die Differenz wird fälschlicherweise der Warmwassererwärmung zugeschlagen. Das kann einige kWh je Tag ergeben. Dessen ungeachtet ist aber die langfristige Aufzeichnung dieser entscheidenden Parameter eine gute Grundlage für die Suche nach Einsparmöglichkeiten bzw. Optimierungen der Heizungsanlage.

Weiterer Bestandteil der Heizungsüberwachung sind diverse Analysemodule wie z.B. die Ermittlung des täglichen Ölverbrauchs aus der Brennerlaufzeit (382/383), das Tastverhältnis (384), sowie die Zahl der Brennerstarts (375). Die Ergebnisse sind u.a. auf der Anwendungsseite 112 „Öl Brenner“ zusammengefasst. Interessant ist die Berechnung des (vermutlichen) Inhalts des Heizöltanks. Dabei werden die Betriebsstunden des Öl-Brenner seit dem letzten Tankvorgang in der Tankuhr (190) addiert. Durch die Verknüpfung mit der Tankfüllung (189) und dem Ölverbrauch je Stunde (191) kann jederzeit auf den verbleibenden Vorrat geschlossen werden. Unterschreitet der Vorrat ein Minimum (193) so wird eine Alarmseite ausgelöst (197).

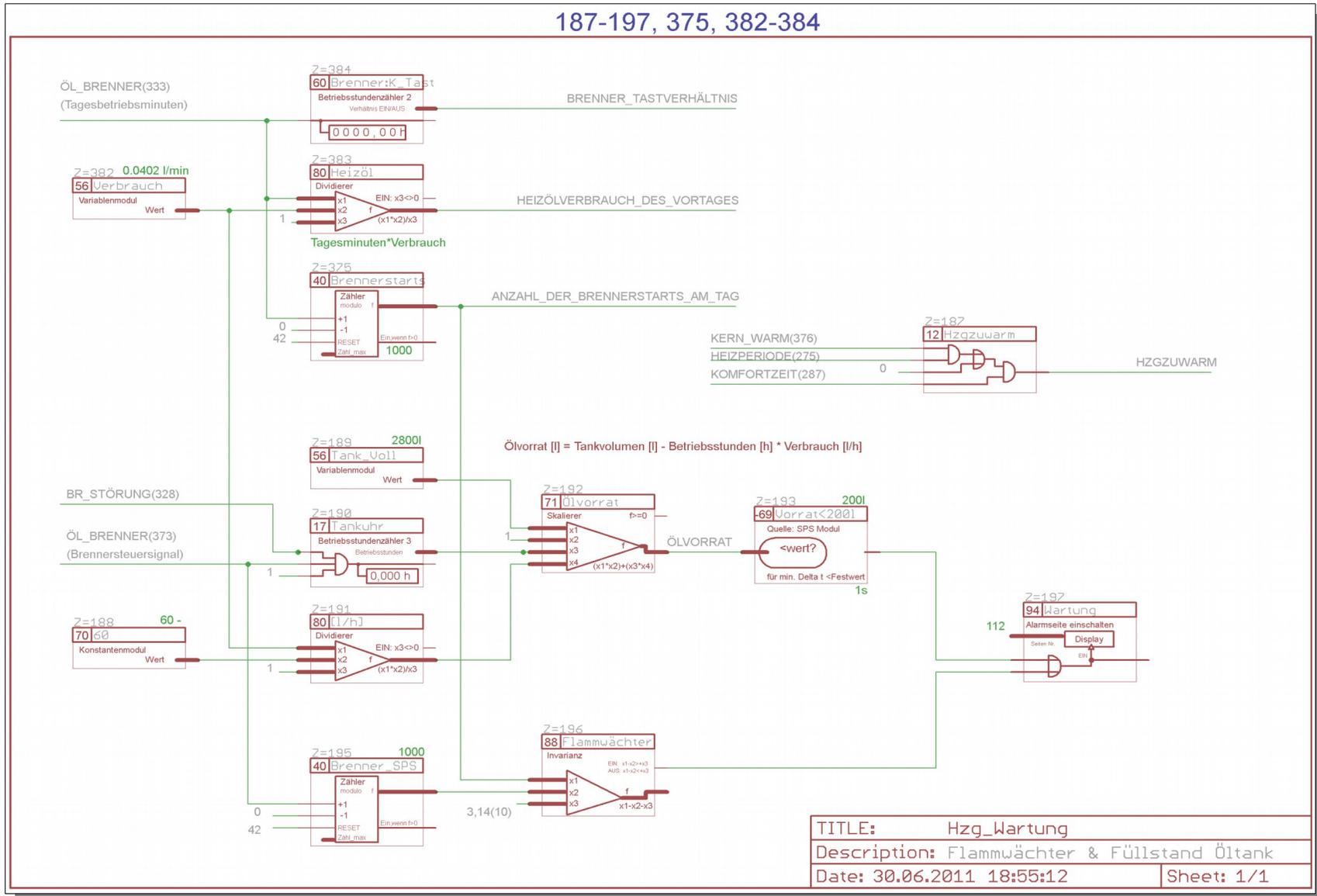
Module 195 – 197 sind durch einen Zufall entstanden: Beim normalen Betrieb des Ölbrenners kam es des öfteren zu kurzzeitigen Aussetzern. Die Aussetzer häuften sich über einige Tage, bis der Brenner sich mit einer roten Fehlerleuchte verabschiedete. Die Ursache war eine verschmutzte Brennerdüse. In einem solchen Fall ist die Zahl der tatsächlichen Brennerstarts wesentlich größer als die von der SPS veranlassten. Jetzt kommt rechtzeitig ein Wartungs- Hinweis, wenn die Differenz dieser beiden (mitgezählten) Werte größer als 3 ist.

# 210-218, 233, 243-249



TITLE: Hzg\_Überwachung  
 Description: Alarmseiten, Überwachung Pumpe\_Hzg  
 Date: 27.09.2013 13:15:58 Sheet: 1/1

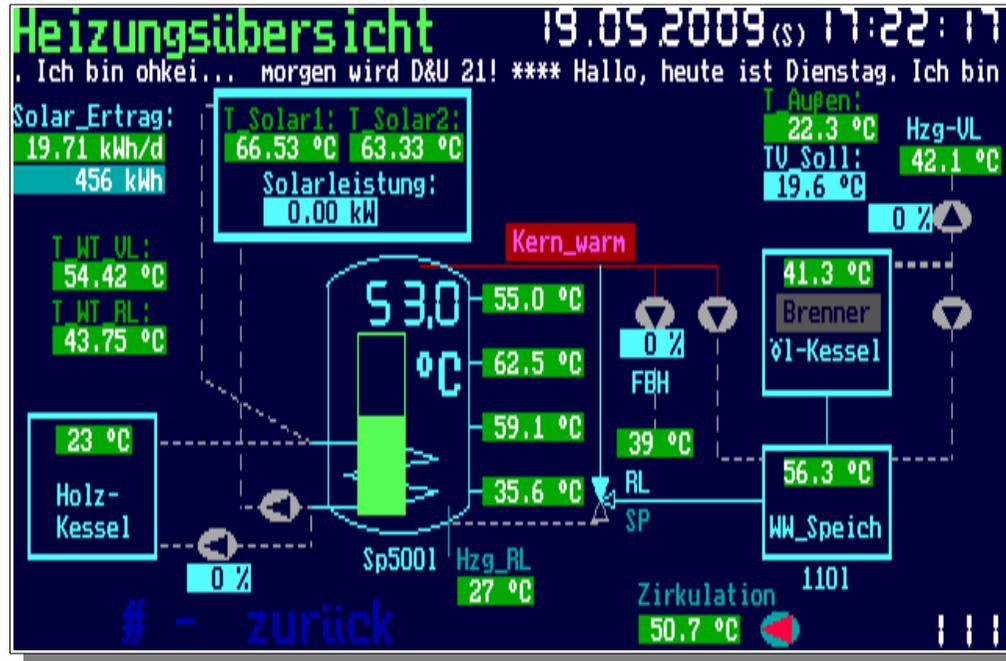
187-197, 375, 382-384



TITLE: HZG_Wartung	
Description: Flammwächter & Füllstand Öltank	
Date: 30.06.2011 18:55:12	Sheet: 1/1

### 3.13. Die Heizungsübersichtsseite „111“

Auf der Anwendungsseite 111 ist schematisch die Struktur der Heizung mit den entsprechenden aktuellen Sensorwerten dargestellt. Die Linien, Pumpen- und Mischersymbole verändern automatisch, je nach Fluss die Farbe:



Ebenfalls werden eventuelle Fehlermeldungen statisch eingeblendet, sodass nach Auslösen der Funktion „Alarmseite 111“ eine zuverlässige Funktionsdiagnose möglich ist. Die Programmierung ist sehr umfangreich und hat einige Stunden Arbeit gekostet. Über 100 Script- Zeilen in der Hauscomp.ini sind für diese bunte Darstellung zuständig. Deshalb sei an dieser Stelle auf einen Auszug der Scriptzeilen verzichtet.

### 3.14. Die Anwendungsseite Wartung Heizung „112“

Auf dieser Seite sind die tägliche Analysen zur Öl- Heizung zusammengefasst. Man erreicht sie über „Anwendungen + Hzg.Wartung“. Neben der letzten Brenndauer des Brenners sind Öl- Verbrauch, Anzahl der Brennerstarts und (Öl-) Energieverbrauch getrennt nach Heizungs- und Brauchwasseranteil gelistet. Sollte der Brenner sich öfter mal „verschlucken“, so wird der Hinweis „Achtung, Brenner reinigen!“ eingeblendet. Man hat dann noch ein paar Tage Zeit, bis der Brenner sich mit der roten Leuchte dauerhaft verabschiedet.

Auf der rechten Hälfte ist schematisch der Ölvorrat angedeutet. Er wird vom SPS Modul 192 übernommen und letztlich aus den Brenner – Betriebsstunden errechnet.

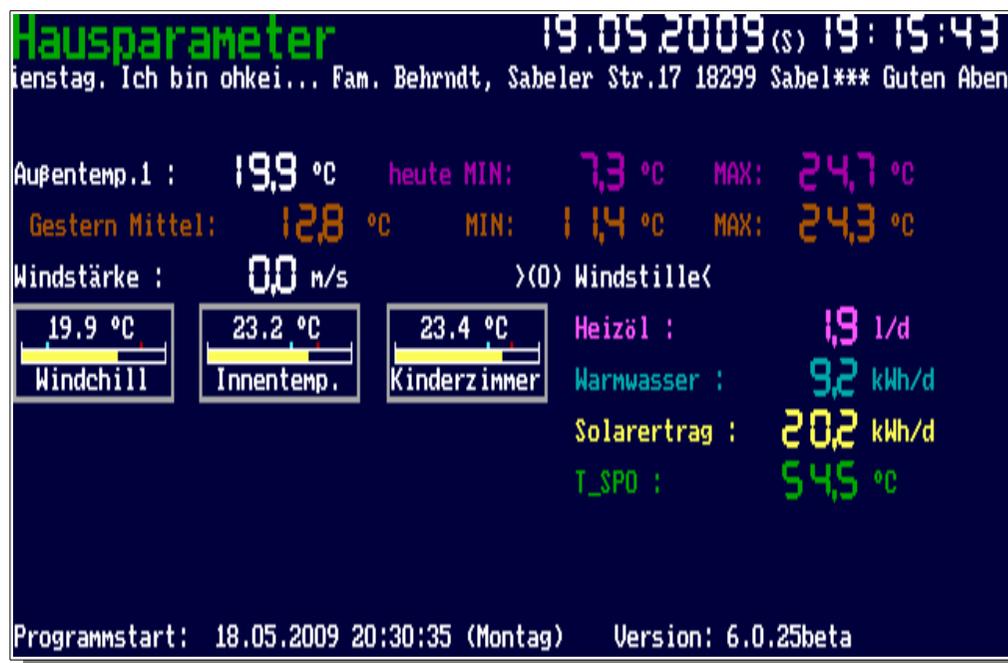
Von dieser Seite aus lässt sich das Untermenü „Heizöl\_tanken“ aufrufen. Es dient der Verwaltung und Aktualisierung der notwendigen Koeffizienten.



Menü11x= 112 Hzg.Wartung													
/Öl_Brenner													
Anzeige=	112	2	8	334	1	0	11	11	-1	1000	0	/Betriebsstunden Brenner	
Anzeige=	112	2	8	333	1	1	11	11	-1	1000	0	/Betriebsminuten Brenner am Vortag	
Anzeige=	112	2	8	383	1	2	10	10	-1	40	0	/Heizölverbrauch je Tag	
Anzeige=	112	2	8	384	1	3	9	9	-1	20	0	/Heizung Tastverhältnis	
Anzeige=	112	2	8	375	1	4	9	9	-1	150	-1	/Anzahl Brennerstarts wirklich je Tag	
Anzeige=	112	2	8	195	1	5	9	9	-1	150	-1	/Anzahl Brennerstarts von SPS je Tag	
Anzeige=	112	2	8	352	1	6	9	9	-1	150	-1	/Anzahl Brennerstarts Vortag	
Anzeige=	112	28	8	382	320	35	1	4	-1	1	9	/Verbrauch Öl l/min	
Anzeige=	112	28	8	213	320	56	3	2	-1	250	6	/Energieverbrauch Hzg je Tag	
Anzeige=	112	28	8	216	320	77	3	2	-1	35	4	/Energieverbrauch WW je Tag	
Anzeige=	112	28	8	262	320	98	3	2	-1	35	14	/Solarenergie je Tag	
Anzeige=	112	28	8	192	540	35	4	1	400	3000	2	/Heizölvorrat	
Anzeige=	112	32	8	192	540	107	3000	0	400	75	2	/Bargraf Heizöltank	
Zeile=	112	9	9	200									/Taste 9 führt zur Seite "Heizöl"
text=	112	94	6	11	193	Achtung,Heizöl_fast_leer!							
text=	112	94	7	11	196	Achtung,Brenner_reinigen!							

### 3.15. Die Hausparameter- Seite „95“

Als anzuzeigende Parameter auf der Automatikseite „95“ kann man natürlich alles mögliche festlegen. An dieser Stelle sei der Kreativität freien Lauf gelassen und hier nur ein Beispiel zur Gestaltung gegeben:



Der zugehörige Auszug aus der Hauscomp.ini:

```
[Anzeigen Hausparameter]
Anzeige= 95 3 1 1 1 1 0 0 -20 +35 4 ;Außentemperatur+heute Max/Min
Anzeige= 95 4 1 1 1 2 0 0 -20 +35 0 ;-"- gestern Mittel/Max/Min
Anzeige= 95 2 1 3 1 3 0 0 0 +40 0 ;Windstärke
Anzeige= 95 8 1 3 2 3 0 0 0 +40 0 ;Windstärke nach Beaufort
Anzeige= 95 12 8 76 1 110 0 0 -25 +35 0 ;Windchill
Anzeige= 95 12 4 1 120 110 0 0 +10 +30 4 ;Innentemperatur
Anzeige= 95 12 4 2 240 110 0 0 +13 +31 4 ;Kinderzimmer
Anzeige= 95 2 8 383 360 4 4 4 -1 35 0 ;Heizölverbrauch je Tag
Anzeige= 95 2 8 216 360 5 3 3 -1 55 0 ;Energieverbrauch WW je Tag
Anzeige= 95 2 8 262 360 6 14 14 -1 75 0 ;Solarenergie je Tag
Anzeige= 95 2 8 344 360 7 2 2 -1 90 0 ;T_SPO
Anzeige= 95 9 8 329 121 150 0 0 0 5 1 ;Anzeige Brenner E/A
Anzeige= 95 9 8 226 221 150 0 0 0 9 1 ;Anzeige Zirk_Pumpe E/A
Anzeige= 95 1 0 0 1 10 0 0 0 0 0 ;Programmstart
```

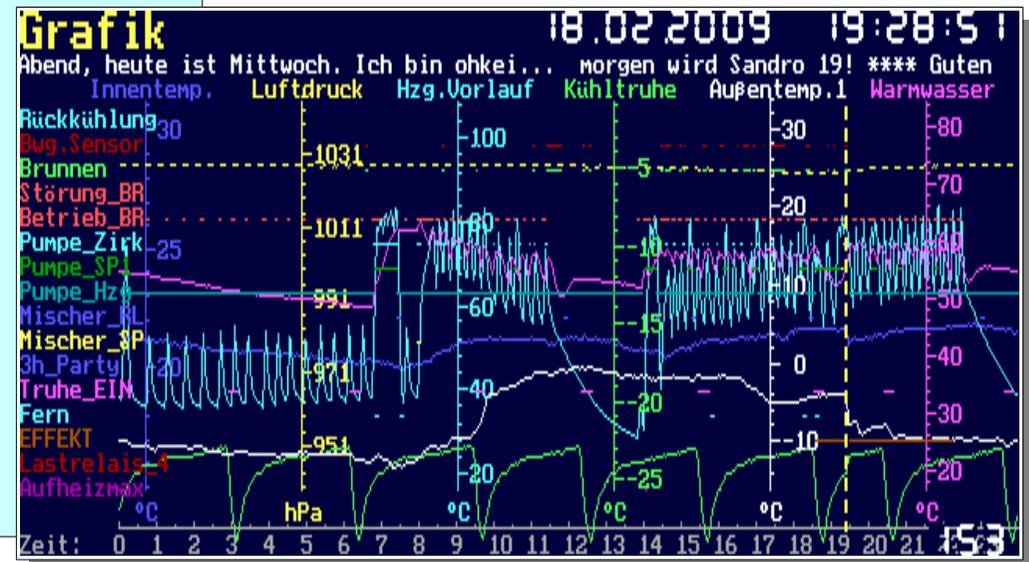
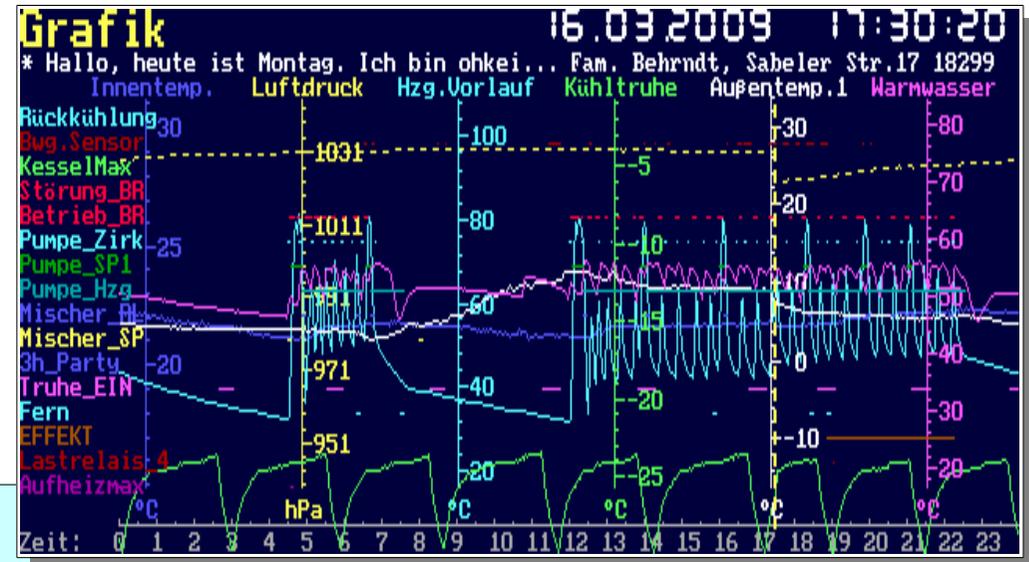
### 3.16. Die Grafik- Seite „97“

Auf der Automatikseite „97“ wurden eine Reihe von Parametern grafisch visualisiert. Hier zwei Momentaufnahmen mit den zugehörigen Einträgen in der „Hauscomp.ini“. In der Grafik vom 18. Februar ist in der linken Hälfte sehr schön der „pulsende“ Betrieb des Ölbrenners im Absenkbetrieb bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt zu sehen während in der oberen Grafik vom 16. März der Brenner im Absenkbetrieb komplett abgeschaltet wird.

[Programmierung Bildschirmanzeigen]

```

graph_b= 1 8 259 11 ;Rückkühlung
graph_b= 2 2 0 4 ;Bewegungssensor
graph_b= 3 8 -366 10 ;Kesselmax
graph_b= 4 1 6 12 ;Störung Heizungs Brenner
graph_b= 5 1 7 12 ;Betrieb Heizungs Brenner
graph_b= 6 8 226 11 ;Pumpe_Zirk.
graph_b= 7 1 3 2 ;Pumpe SP_1
graph_b= 8 8 378 3 ;Pumpe_Hzg
graph_b= 9 8 318 9 ;Mischer_RL
graph_b= 10 8 319 14 ;Mischer_SP
graph_b= 11 8 304 9 ;3hParty
graph_b= 12 8 67 13 ;Tiefkühltruhe
graph_b= 13 8 118 11 ;Fern-Anzeige
graph_b= 14 8 171 6 ;Anzeige Effekt
graph_b= 15 2 1 4 ;Lastrelais 4
graph_b= 16 8 -367 5 ;Aufheizmax
graph_a=0 4 1 9 12 +35 /Innentemperatur
graph_a=1 4 0 14 920 1070 /Luftdruck in kPa
graph_a=2 3 1 11 0 130 /Heizungs Vorlauf
graph_a=3 2 2 10 -30 5 /Kühltruhe
graph_a=4 1 1 15 -25 45 /Außentemperatur
graph_a=5 3 2 13 5 100 /Warmwasser
    
```



### 3.17. Anwendungsseite „Hzg\_Aktoren - 115“

Sollte es sich als notwendig erweisen, einzelne Pumpen oder den Mischer von Hand zu schalten, so ist dafür die Anwendungsseite 115 „Heizungsaktoren“ vorgesehen:

/Hzg_Aktoren				
Zeile=	115	0	1	390
Zeile=	115	1	1	265
Zeile=	115	2	1	318
Zeile=	115	3	1	319
Zeile=	115	4	1	341
Zeile=	115	5	1	350
Zeile=	115	6	1	359
Zeile=	115	7	1	373
Zeile=	115	8	1	378
Zeile=	115	9	1	226



Jeder einzelne Aktor kann über diese Seite in eine von drei Betriebsarten gesetzt werden:

- Automatik (die SPS bestimmt, ob EIN oder AUS)
- Hand EIN (Aktor wird unabhängig von der SPS dauerhaft EIN geschaltet)
- Hand AUS (Aktor ist unabhängig von der SPS dauerhaft AUS)

Diese Funktionen sind recht nützlich z.B. beim Auffüllen von Solarflüssigkeit oder beim Entlüften der Heizungsanlage. Auch die normalerweise übliche „Schornsteinfeger Taste“ kann damit simuliert werden. Mein Schornsteinfeger hatte jedenfalls kein Problem damit, den Brenner über diese Computersteuerung von Hand zu starten. Wird der Ölbrenner allerdings von Hand auf „Ein“ gesetzt, so sind alle Kesselschutzfunktionen der SPS deaktiviert – der Brenner ist dauerhaft eingeschaltet und muss deshalb unbedingt manuell überwacht und wieder abgeschaltet werden!

### 3.18. Untermenü „Heizöl\_tanken - 200“

In diesem Untermenü lässt sich zunächst einmal der Betriebsstundenzähler für den Öltank (SPS Modul 190) auf Null zurücksetzen. Aber halt! Erst den aktuellen Wert aufschreiben! Das ist nach dem Auffüllen der Tanks durchaus sinnvoll - da man damit die Betriebsstunden des Brenners seit dem letzten Tanken weiß. Anschließend stellt man mit den Tasten 4..6 die Tankanzeige auf den tatsächlichen Heizöl-Vorrat ein. Nun benötigt man noch den korrekten Ölverbrauch, den man wie im Abschnitt 3.12. beschrieben ermittelt. Bei der Korrektur mit den Tasten 7..9 bitte im Hinterkopf behalten, dass die Genauigkeit der Speicherung dieser Konstanten bei Programmende und -Neustart maximal 3 Stellen nach dem Komma beträgt. Die Abspeicherung erfolgt automatisch 3 min nach der letzten Betätigung einer der Stelltasten.



/Heizöl												
Anzeige=	200	28	8	382	120	35	1	4	-1	1	9	/Verbrauch Öl l/min
Anzeige=	200	28	8	191	250	35	2	3	-1	10	9	/Verbrauch Öl l/h
Anzeige=	200	28	8	192	540	35	4	1	400	3000	2	/Heizölvorrat
Anzeige=	200	32	8	192	540	107	3000	0	400	75	2	/Bargraf
Zeile=	200	3	10	190								/Tankuhrreset
Anzeige=	200	30	8	190	400	3	6	1	-1	32767	8	/Betriebsstunden Tankuhr
Analogwert=	200	456	189	50	2800							/Heizölstand vorgeben
Analogwert=	200	789	382	0.0001	0.0402							/Verbrauch einstellen

#### 4. Auswertung der Sensordaten mit dem Solvisviewer

Wie bereits im Programmhandbuch beschrieben, besteht die Möglichkeit, Heizungsdaten exklusiv mit dem Solvisviewer auszuwerten. Die dazu notwendigen Schritte, speziell für dieses Projekt, sind folgende:

- in der Datei Hardware.ini die Scriptzeile „HzgLog=on“ ergänzen
- in der Datei Hauscomp.ini die Aufzeichnungssensoren vorgeben:

```
HzgLogS01= 344 343 393 404 405 253 407 252 374 271 223 315
HzgLogS13= 402 353 374 397 403 0 400 388 401 305 388 358
HzgLogA01= 265 341 378 390 226 350 359 318 319 274 300
HzgLogA12= 329 328 364 192 212 215 95 299 301 259 269
```

- im Programm „SolvisViewer“ ein neues Profil erstellen mit der entsprechenden Vergabe der Sensorbezeichnungen:

The screenshot displays two windows of the Solvisviewer software. The left window, titled 'Ein- und Ausgänge verwalten', shows a list of outputs (Ausgänge) with their names (Benennung). The right window, also titled 'Ein- und Ausgänge verwalten', shows a list of inputs (Eingänge) with their names (Benennung) and associated formulas (Formel). A dialog box titled 'Formeln für die Berechnung der Monats- und Jahresstatistik' is open, showing the formula for 'Formel Solar' and 'Formel Brenner'.

Ausgang	Benennung
A01	A01: Pumpe Solar
A02	A02: Pumpe SP1
A03	A03: Pumpe Hzg %
A04	A04: Pumpe FBH %
A05	A05: Pumpe Zirk
A06	A06: Pumpe SP2
A07	A07: Pumpe HK
A08	A08: Mischer RL
A09	A09: Mischer SP
A10	A10: Notbetrieb
A11	A11: Normalbetrieb
A12	A12: Brenner an
A13	
A14	
A15 (O1)	
A16 (O2)	
A17 (O3)	
Formel 1	
Formel 2	
Formel 3	
Formel 4	
Formel 5	
Formel 6	
Formel 7	
Formel 8	
Formel 9	

Eingang	Benennung	Formel
S01	S01: Speicher oben	
S02	S02: Warmwasser	
S03	S03: Speicher unten	
S04	S04: Öl-Kessel	
S05	S05: Solar VL	
S06	S06: Solar RL	
S07		
S08	S08: Solar-Kollektor	
S09	S09: TRücklauf	
S10	S10: Außentemp.	
S11	S11: Zirkulation	
S12	S12: Vorlauf Hzg	
S13	S13: Vorlauf FBH	
S14	S14: THolzessel	
S15		
S16	S16: Speicher	
S17	S17: VSG Solar lh	
S18		
S19 (RF1)	S19: Innentemperatur	
S20 (RF2)	S20: Soll VL FBH	
S21 (RF3)	S21: Kinderzimmer	
S22 (I1)		
S23 (I2)		
Formel 1	Brenner kW	case when a12 > 0 then 17.0 else 0 end + case when a13 > 0 then 0.0 else 0 end
Formel 2	Solar kW	case when s17 > 0 then (s05-s06) * (s17/3600) * 3.8 else 0 end
Formel 3		

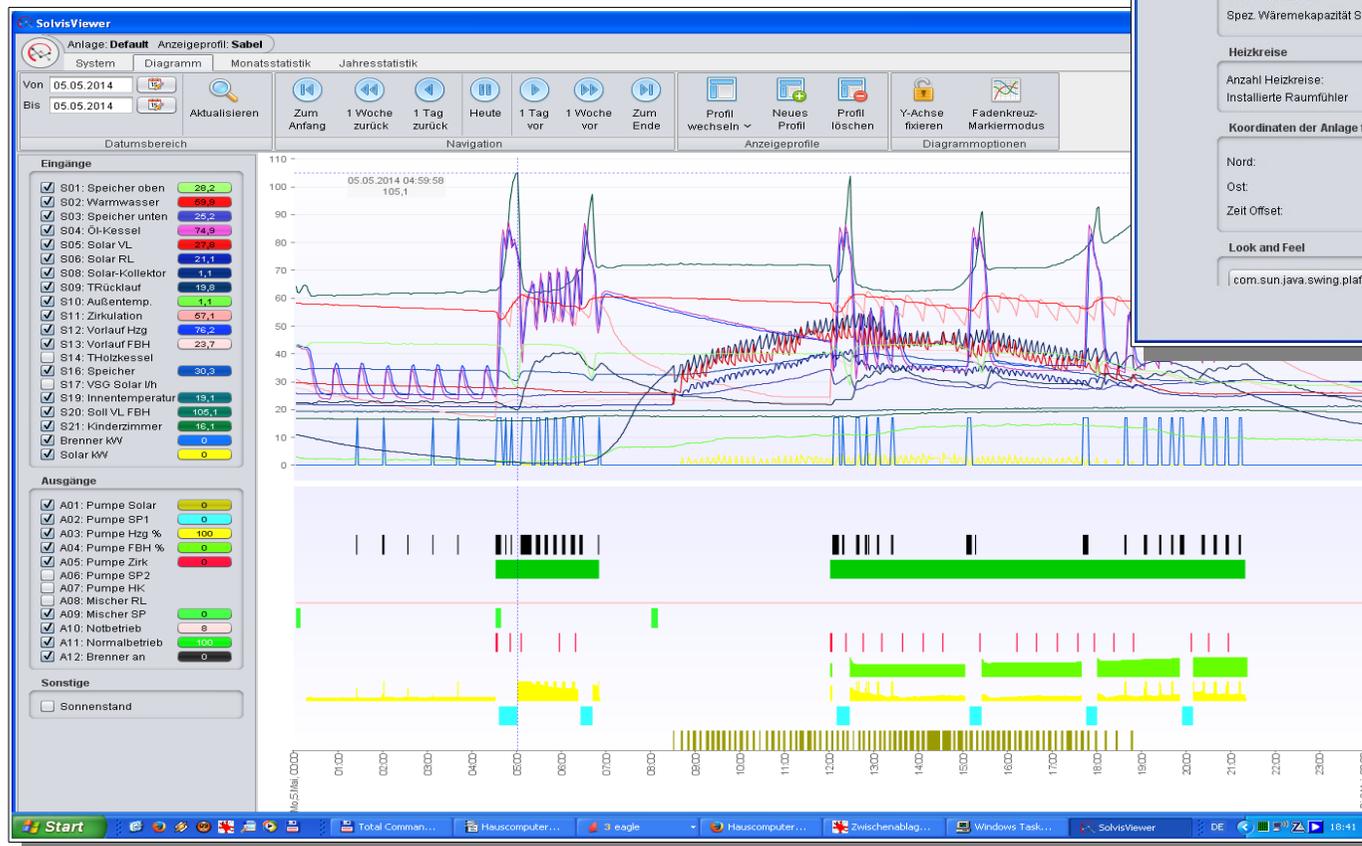
**Formeln für die Berechnung der Monats- und Jahresstatistik**

Formel Solar:  
 when S17 > 0 and S05 > S06  
 then ( (S05-S06) \* (S17/3600) \* 3.8)  
 else 0

Formel Brenner:  
 when a12 > 0  
 then (17.0) else 0 end + case when a13 > 0 then (0.0) else 0

- Die Angaben unter „System“ im SolvisViewer überprüfen – insbesondere die Heizleistung. Rechtes Bild:
- Die entsprechenden Datenlogs im „SolvisViewer“ importieren. Die Dateinamen müssen als Minutenlog in der Form „mixxxxxx.txt“ vorliegen.
- fertig!

Anschließend steht der Auswertung nichts mehr im Wege...



The screenshot shows the 'Optionen' (Options) dialog box in SolvisViewer. The dialog is titled 'Optionen' and contains several sections for configuring the system. The 'Beschreibung der Anlage' section includes fields for 'Kurzname der Anlage' (Default) and 'Standort der Anlage'. The 'Systemauswahl' section has radio buttons for 'Gas (SX)', 'Öl (SÖ)', 'Futur (SF)', and 'Solo (SL)'. The 'SÖ Brennerart' section has radio buttons for 'Niedertemperatur' and 'Brennwert', with input fields for 'Brennerleistung Stufe 1' (17 kW) and 'Brennerleistung Stufe 2' (0 kW). The 'Solar' section includes radio buttons for 'Kollektoraufbau' (ohne, normal, Ost-Westdach), radio buttons for 'Wärmengenzähler' (1 Pulse/Liter, 2 Pulse/Liter, 42 Pulse/Liter), radio buttons for 'Wärmetauscher' (integriert, extern (PUR)), and an input field for 'Spez. Wärmekapazität Solarflüssigkeit' (3.8 kJ/kg \* K). The 'Heizkreise' section includes radio buttons for 'Anzahl Heizkreise' (1, 2, 3) and checkboxes for 'Installierte Raumfühler' (RF1, RF2, RF3). The 'Koordinaten der Anlage für Berechnung des Sonnenstands' section includes input fields for 'Nord' (53.95 nn\_nnn\*), 'Ost' (11.2 nn\_nnn\*), and 'Zeit Offset' (0 Stunden). The 'Look and Feel' section has a dropdown menu set to 'com.sun.java.swing.plaf.nimbus.NimbusLookAndFeel'. The dialog has 'OK', 'Abbruch', and 'Standard' buttons at the bottom.

