

Schlussbericht Dezember 2002

Sonnhalde Ebikon

Zentrale Solaranlage für 12 Hausteile

Ausgearbeitet durch
Christian Völlmin
Sopra Solarpraxis AG
Homburgstrasse 4, 4466 Ormalingen

im Auftrag von
Baukonsortium Sonnhalde
c/o Guido Baumeler
Stutzrain 59, 6005 St. Niklausen

1. Allgemeines

Allgemeines	
Projekttitel :	Zentrale Solaranlage für 12 Hausteile, Ebikon
Standort :	Sonnhaldestrasse 20 - 32, 6030 Ebikon Kanton : Luzern
Beginn der Arbeiten :	März 1999
Inbetriebnahme erfolgte am :	15. Juni 1999
Kontaktperson :	Christian Völlmin, Sopra Solarpraxis AG
Adresse :	Hombergstr. 4 , 4466 Ormalingen Tel. 061 985 96 10 Fax 061 985 96 11

2. Ziel(e) der Anlage

Ziel(e) der Anlage :
<ul style="list-style-type: none">• Kostengünstige Beheizung kombiniert mit Warmwasserversorgung.• Nutzung der Sonnenenergie bei Überbauung für zentrale Warmwasserversorgung und Einzelraumbeheizung im UG.• Einbindung der Heizung mit Kleinwärmetauscher ab Warmwasserzirkulation.• Einzelne Wärmebezugserfassung.

3. Beschreibung der Anlage

Beschreibung der Anlage :
Kollektorfläche 34.4 m ² Speicher Volumen 2'200 Liter
Andere Merkmale : Low flow Anlage. Warmwasseraufbereitung in zentralem Speicher. Zusatzheizung für Warmwasser und Wärmeabgabe über die Zirkulation mit Luft/Wasser Wärmepumpe und Elektroheizeinsatz. Vormischung des Warmwassers mit Mischwasserautomaten auf max. 50 °C. Zirkulations-Verteilung sternförmig zu den 4 Reihenhausteilen mit insgesamt 12 Wohneinheiten. Abnahme von Heizwärme für das UG mittels Klein-Wärmetauscher auf der Zirkulationsleitung. Hauptbeheizung der Obergeschosse mit Holz-Speicherofen kombiniert mit Satellit.

4. Wirtschaftliche Aspekte

Wirtschaftliche Aspekte		geplant	erzielt
Mehrkosten für die Solaranlage	[Fr.]	51'618.-	51'618.-
P+D-Mittel	[Fr.]	15'485.-	15485.-
Kantonaler Zuschuss	[Fr.]		
Andere Hilfsquellen	[Fr.]		

5. Ergebnisse

Ergebnisse nach 2 Betriebsjahren		geplant	erzielt
Jährliche Energieproduktion	[kWh]	18'235	keine Messung
Jahresproduktion pro m ² Kollektorfläche	[kWh/m ²]	563	
Anteil erneuerb. Energie/Gesamtenergiebedarf	[%]		
Funktionsweise	[gut / befriedigend / schlecht]		gut
Interesse Dritter	[gross / mittel / schwach]		mittel

6. Beilagen

Beilagen : Beschreibung der Ausgangslage, des Messprojektes, und der Schlussfolgerungen
Messschema und Liste der Messpunkte
Daten und Diagramme
Bilder Sonnhalde Ebikon

Zentrale Solaranlage für 12 Hausteile

1. Vorgeschichte

Häuser die mit Holz-Speicheröfen beheizt werden sind warm in den direkt bestrahlten Räumen. Mit Hilfe von Öfen über zwei Stockwerke (Satellitenöfen) können die Wohn- und Schlafräume direkt und z.T. indirekt beheizt werden. Nun sind bei modernen dicht gebauten Siedlungen die Hausteile nach oben dicht genutzt. Es können so nicht mehr alle genutzten Räume geheizt werden. Damit das Untergeschoss (z.B. bei Hanglagen) als Wohnraum genutzt werden kann, kam die Idee auf, über die zentrale Brauchwarmwasser-Zirkulation Wärme für die Heizung mitzutransportieren. Das ermöglicht die Einbindung einer zentralen Solaranlage für Warmwasser und Heizung mit einer Verteileinrichtung zu den Häusern. Damit ist es im weiteren einfach möglich eine einzige Zusatzwärmequelle für Warmwasser und Heizung zu nutzen. Leider war die Grundgebühr für den Gasanschluss für eine reine Zusatzheizung zu hoch. Die Wahl fiel auf eine Spezialwärmepumpe für Brauchwarmwasser Luft/Wasser.

2. Ausgangslage

Die Siedlung besteht aus 2 3er und 3 2er Häuser. Insgesamt sind also 12 Wohneinheiten (WE) vorhanden. Die Heizung mit der zentralen Anlage soll das Untergeschoss mit je einem ev. 2 Heizkörpern abdecken. Für die Auslegung bei -10 °C und 18 °C Raumtemperatur wurde der erforderliche Wärmeleistungsbedarf inkl. den Verteilverlusten mit 7.2 kW gerechnet. Für die Warmwasserbereitstellung wurden mit Nachtaufheizung gerechnet und als zusätzliche Tagesnachbereitungsleistung eine Warmwassermenge von 12 mal 50 Liter angenommen. Bei einer Aufheizung von 40 K erfordert das 5.5 kW Leistung. Für die Dimensionierung der WP bedeutete das eine Wärmeleistung bei -10 °C von mindestens 12.7 kW . Die Sonnenanlage von 34.4 m^2 soll in der Lage sein den Warmwasserbedarf im Sommer direkt abdecken zu können. Eine heizungsunterstützende Funktion ist nicht einzurechnen.

3. Lösung

Um die Bedürfnisse Warmwasser und Beheizung des UG zu gewährleisten, wurde eine Fassadensolaranlage von Soltop mit insgesamt 34.4 m^2 Absorberfläche an die beiden Mittelhäuser beidseits des Technikraumes angebracht. Um die Nutzung zu optimieren, wird die Anlage in low-flow Technik betrieben. Das bringt sehr schnell Brauchwarmwasser auf hoher Temperatur. Zur Abdeckung des Defizits an Sonnenenergie für das Warmwasser und die zusätzliche Beheizung des UG dient eine Brauchwarmwasser Wärmepumpe von Novitherm. Sie soll nach Datenblatt bei $L - 10 / W 55\text{ °C}$ 14 kW leisten.

Wärmeverteilung: Die Wärme wird über das Warmwasserzirkulationsnetz in die Häuser verteilt. Insgesamt sind es 4 sternförmig angeordnete Kreise mit PE sanitär Fernwärmerohre. Das Warmwasser wird über eine Mischwasseranlage von IRG Gunzenhauser auf konstantem Temperaturniveau zirkuliert und verteilt. In jedem Haus sitzt eine Wärmetauscherstation von Laing mit einem offenen Heizkreis auf der Warmwasserzirkulation. Diese Stationen übertragen die Wärme aus dem Warmwasser Zirkulationsnetz auf den Heizungskreislauf des UG. Die Kompaktwärmetauscher sind mit Pumpe und kleinem offenen Expansionsgefäß ausgerüstet.

Die Abrechnung des Energie- und Wasserverbrauchs für die einzelnen WE wird mit einfachen Mitteln bewerkstelligt. Der Verbrauch des Warmwassers wird volumetrisch

gemessen. Die Wärmeabgabe der Heizkörper wird mit Fühlergeräten erfasst. Die gemessenen Verbrauchsdaten werden auf Energieäquivalente umgerechnet und auf die Gesamtaufwendungen anteilmässig umverteilt.

4. Betrieb und Probleme

Ohne Heizbetrieb funktioniert die Anlage tadellos. Bei genügend Sonne ist die Versorgung mit Warmwasser gut. Die Nachheizung mit der Wärmepumpe verhindert, dass je zuwenig Warmwasser vorhanden wäre.

Mit dem Heizbetrieb stand die Sache nicht so gut. Einzelne Räume im UG wurden unterteilt und z.T. mit Wintergartenartigen Vorbauten versehen. In der Auslegung wurde das nicht berücksichtigt. Eine spätere Nachrechnung zeigte, dass der Wärmeleistungsbedarf wesentlich grösser war. Bei der Auslegerechnung wurde der Lüftungsverlust übersehen. Als Heiztemperatur war 18 °C vorgesehen. Tatsächlich wird aber auf 20 °C geheizt, wenn Wärme vorhanden ist. Weil zuwenig Wärme vorhanden war, wurde die Zirkulationspumpe dauernd betrieben und nicht nur tagsüber wie vorgesehen. Das führte dazu, dass sich das System nicht mehr erholen konnte über Nacht. Die Wärmetauscherunterstationen übertrugen wegen zu kleiner Durchströmung die Wärme ungenügend. Es zeigte sich auch, dass das Verteilungssystem über die thermischen Ventile am Rücklauf sich nicht genügend selbst regulierte. Die Überprüfung der zeigte dann, dass die Widerstände im Mischwasserautomaten zu gross waren, um mit der Zirkulationspumpe genügend Durchfluss für die Wärmetauscherstationen in den Häusern aufzubauen. Der Mischwasserautomat ist dimensioniert für Verlustleistungen eines Warmwasser-Zirkulationssystems und nicht für zusätzliche Heizleistung.

Nach der ersten Messperiode zeigte es sich im weiteren, dass die Wärmepumpe nicht die garantierte Leistung erbrachte.

5. Modifikationen

Die Mischwasserstation wurde mit Bypass versehen, um den Widerstand reduzieren zu können.

Die Wärmepumpe wurde mit einem anderen Ventilsystem versehen, da ein 4-Weg Mischer bei einer Kondensationstemperatur über 50 °C nicht 100% dicht war.

Der Speicher wurde mit einem zusätzlichen Elektroheizeinsatz versehen, der über Nacht den Speicher höher aufheizt, um genügend Heizleistung bei der morgendlichen Aufheizung zu haben. Die Steuerung des Thermostaten lässt es zu, dass bei Unterschreitung einer minimalen Aussentemperatur der Elektroheizeinsatz auch ausserhalb der Niedrigtarifzeit in Einsatz kommt.

Die zu Wohnzwecken genutzten Vergrösserungen mit viel Glas wurden mit zusätzlichen Elektrodirektheizeinrichtung versehen. Sie werden nach Bedarf von den Bewohnern unabhängig vom Gesamtsystem selbst zugeschaltet.

6. Messprojekt

Das Projekt wurde über einen Zeitraum von insgesamt einem Messjahr gemessen und ausgewertet. (Siehe Anhang). Von Anfang war es klar, dass die Daten für eine Überprüfung des Betriebs erfassbar sind. Eine Gesamtbilanz mit 12 beteiligten Parteien, die mit Holz heizen und sehr unterschiedliche Lebensweise pflegen, hätte aber den Rahmen der P+D Messungen bei weitem überschritten. Aus diesem Grund wurde auf die Messung der

Solaranlage verzichtet. Dafür wurden zwei typische Wohneinheiten in die Messung einbezogen.

7. Schlussfolgerungen

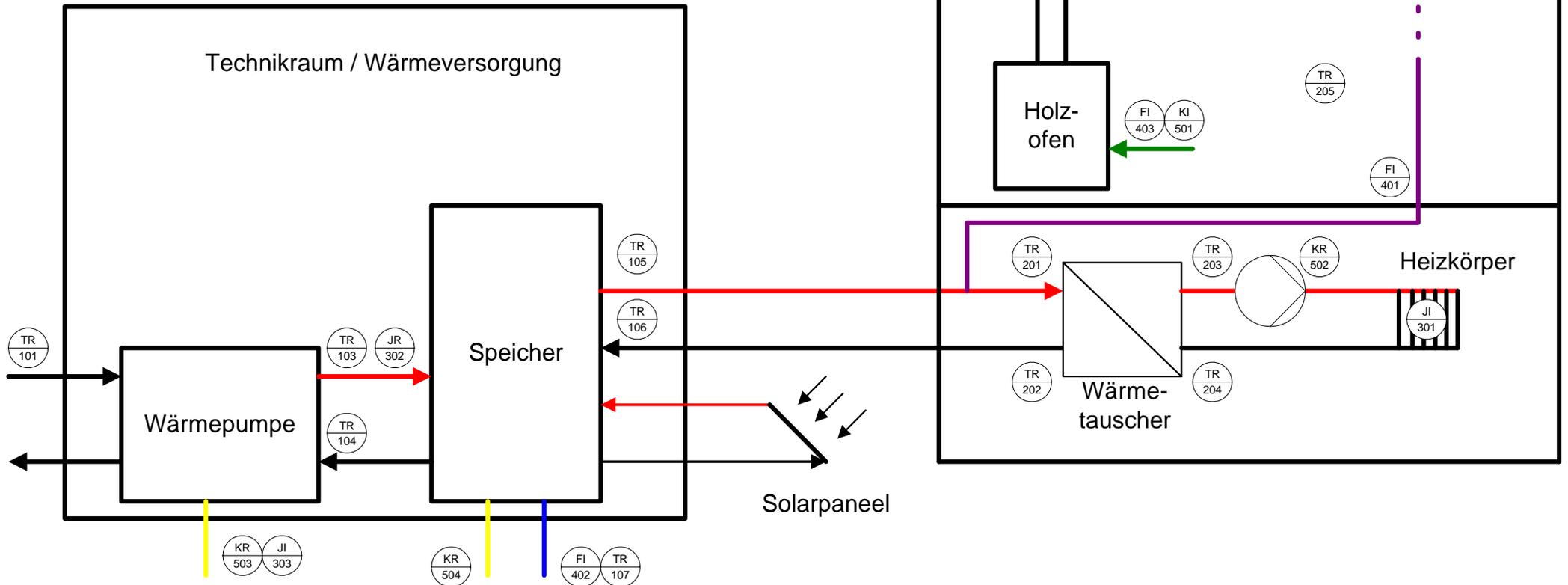
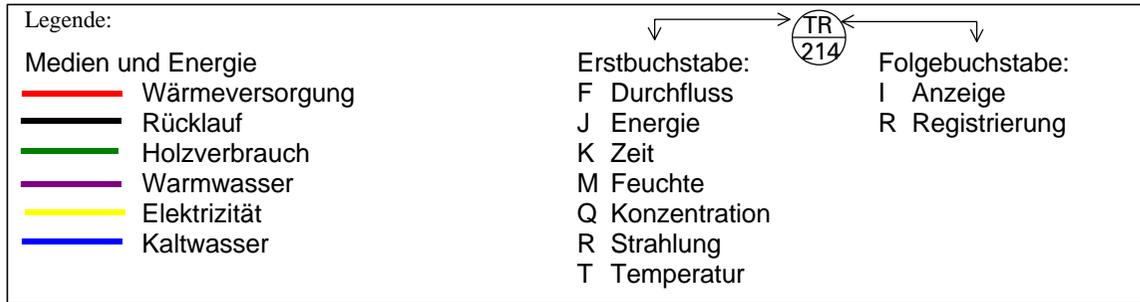
Das Konzept der Heizung über eine Warmwasserzirkulation ist grundsätzlich funktionsfähig und ermöglicht bei Speicher-Holzheizung den Wärmetransport an Orte, die vom Ofen nicht mehr erreicht werden können. Insbesondere Räume im Untergeschoss oder auch Badzimmer. Der Wärmetransport kann effizient und kostengünstig über ein gemeinsam genutztes System erfolgen. Die Anlage muss aber mit allen Details der Komponenten sehr gut gerechnet und geplant werden. Weil Komponenten "artfremd" eingesetzt werden, sind z.T. die eigentlich notwendigen Daten nicht einfach zugänglich. Es zeigt sich auch, dass der Einsatz neuartiger Techniken besser auf kleine Objekte mit wenig Betroffenen konzentriert werden sollte. Die Einregulierung knapp ausgelegter Systeme ist äusserst schwierig und extrem aufwändig, und wenn dann noch 12 Parteien einbezogen sind teilweise fast nicht machbar.

Publikation:

Das Einfamilienhaus 5/2001 "Die Entdeckung der Einfachheit

Messschema

Projekt Sonnhalde Ebikon



Messstellen

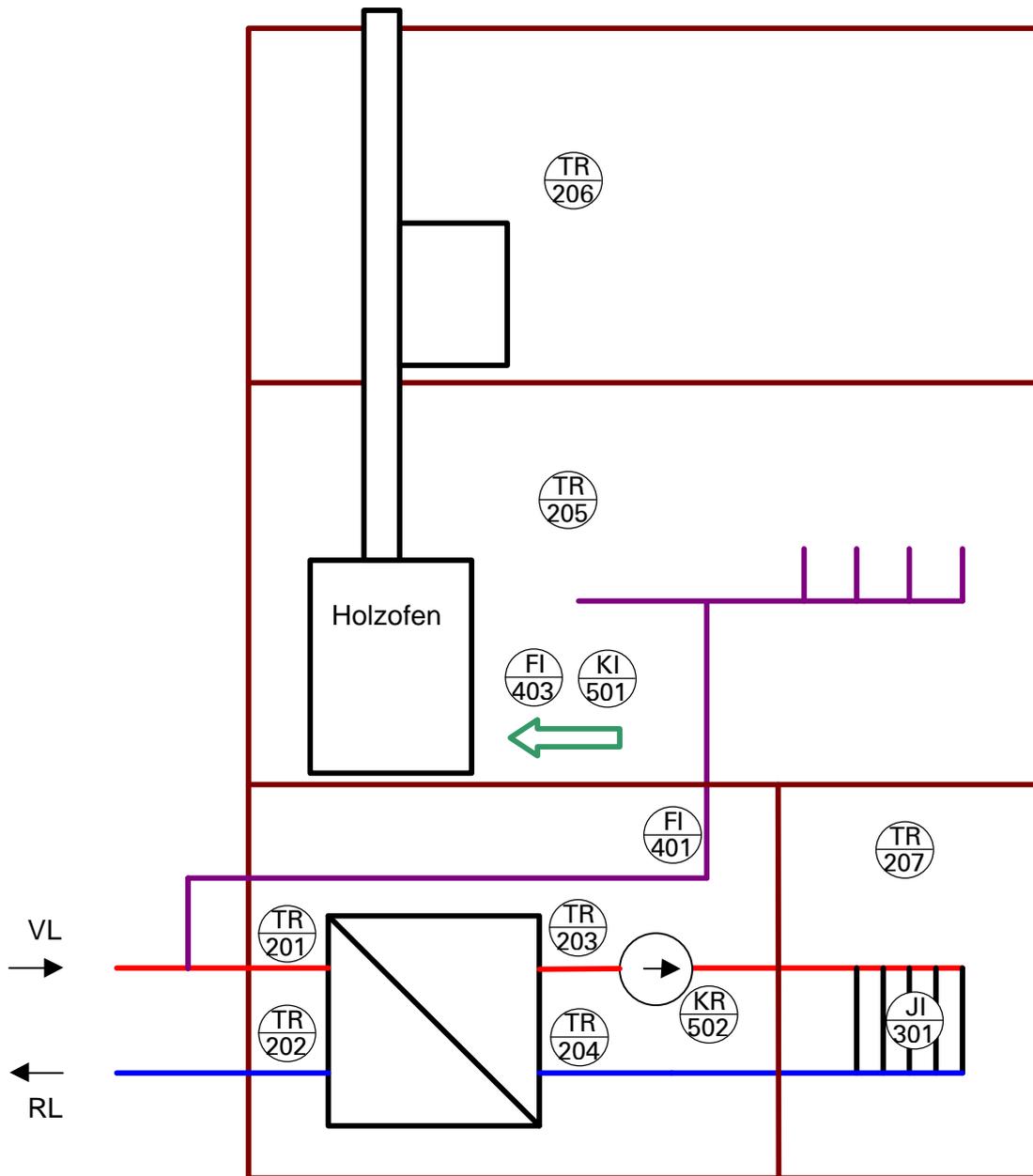
Projekt Sonnhalde Ebikon

FI 401	Warmwasserzähler
FI 402	Kaltwasserzähler
FI 403	Holzverbrauch
JI 301	Energieabgabe Radiator
JI 303	Stromzähler WP / Speicher
JR 302	Heizleistung WP
KR 502	Laufzeit Umwälzpumpe
KR 503	Laufzeit der WP
KR 504	Laufzeit Elektroersatz Boiler
TR 101	Aussentemperatur
TR 103	Vorlauftemperatur WP
TR 104	Rücklauftemperatur WP
TR 105	Vorlauftemperatur Brauchwasser
TR 106	Rücklauftemperatur Wärmeversorgung
TR 107	Kaltwassertemperatur
TR 201	Temperatur Brauchwasser
TR 202	Temperatur Rücklauf
TR 203	Temperatur Vorlauf Heizung
TR 204	Temperatur Rücklauf Heizung
TR 205	Temperatur Wohnzimmer
TR 206	Temperatur Obergeschoss
TR 207	Temperatur Untergeschoss

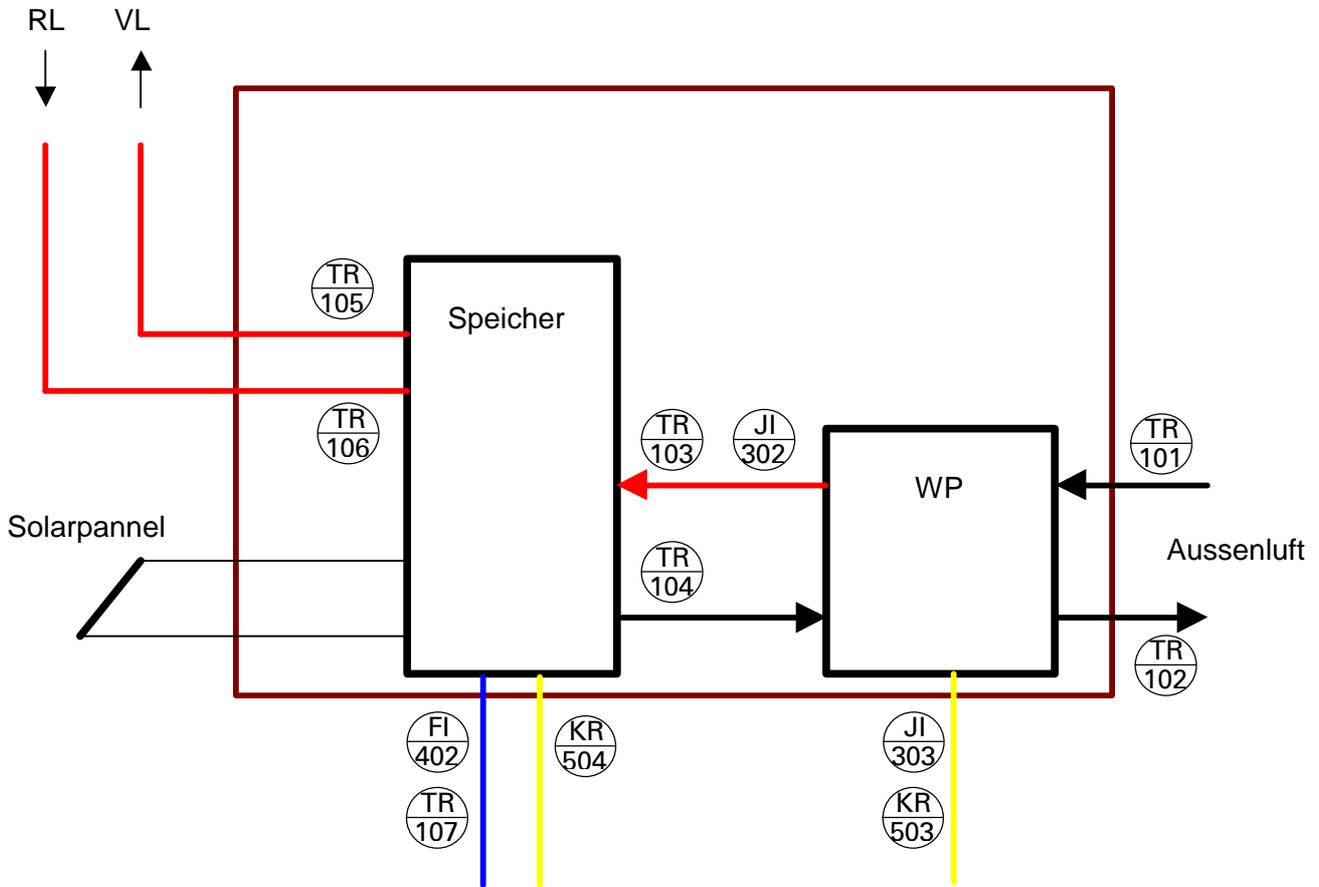
Bemerkung: Der Zusatz "B" steht für das Haus "Bischof", ohne Zusatz ist das Haus "Christen" erfasst. Z.B. TR 207B

Projekt Sonnhalde in Ebikon

Messschema



Wärmeversorgung



Legende:

Medien und Energie		
— Wärmeversorgung		
— Rücklauf		
— Holzverbrauch		
— Warmwasser		
— Elektrizität		
— Kaltwasser		

Erstbuchstabe:	TR 214	Folgebuchstabe:
F Durchfluss		I Anzeige
J Energie		R Registrierung
K Zeit		
M Feuchte		
Q Konzentration		
R Strahlung		
T Temperatur		

Kürzel	Beschreibung	Bemerkung
FI401	Warmwasserverbrauch	Handablesung
FI402	Kaltwasserverbrauch	Handablesung
FI403	Holzverbrauch in kg	Handablesung
JI301	Energieverbrauch Radiator	Handablesung (Heizkostenrechnung)
JI302	Wärmeleistung WP	Handauslesung

JI303	Ei. Leistung WP	Handauslesung
KI501	Datum und Zeit des Holzverbrauchs	Handablesung
KR502	Laufzeit Umwälzpumpe	Datataker Multisense
KR503	Laufzeit WP	Datataker Multisense
KR504	Laufzeit Elektroersatz Boiler	Datataker Multisense
TR101	Aussenlufttemperatur	Tinytag
TR102	Ablufttemperatur (nur wenn möglich!)	Datataker Multisense
TR103	Vorlauftemperatur Speicher	Datataker Multisense
TR104	Rücklauftemperatur WP	Datataker Multisense
TR105	Vorlauftemperatur Wärmeerzeugung	Datataker Multisense
TR106	Rücklauftemperatur Wärmeerzeugung	Datataker Multisense
TR201	Vorlauftemperatur im Haus	Datataker Multisense
TR202	Rücklauftemperatur im Haus	Datataker Multisense
TR203	Heizwassertemperatur	Datataker Multisense
TR204	Rücklauf Heizung	Datataker Multisense
TR205	Raumtemperatur im Wohnzimmer	Tinytag
TR206	Raumtemperatur im Obergeschoss	Tinytag
TR207	Temperatur "Radiatorraum"	Tinytag

Datalogger

Tinytag	Temperaturen	7 Stk.
Datataker Multisense 8 Kanal	Restliche Temperaturen und Laufzeiten	3 Stk.
Waage	Holzverbrauch in kg	2 Stk.

Installation der Messung in Ebikon am 16.2.01

Technikraum

Datalogger:

Multisense 16 Kanal Datalogger

Kanal 1	Laufzeit der WP (gibt auch beim Abtauen ein Signal) Spannungswandler an Laufzeituhr.
Kanal 2	Temperatur Abluft im Abluftkanal
Kanal 3	Vorlauftemperatur WP an Rohr geklebt und isoliert
Kanal 4	Rücklauftemperatur WP an Rohr geklebt und isoliert
Kanal 5	Vorlauftemperatur Brauchwasser an Leitung im Mischer geklebt u. isoliert
Kanal 6	Rücklauftemperatur Heizung unter Isolierung geschoben
Kanal 7	Kaltwassertemperatur an Rohr geklebt und isoliert
Kanal 8	Laufzeit Elektroersatz Boiler, Spannungswandler an Boiler

Haus Christen

Datalogger:

Multisense 8 Kanal Datalogger

Kanal 1	Temperatur Brauchwasser, an Rohr geklebt und isoliert
Kanal 2	Temperatur Rücklauf, an Rohr geklebt und isoliert
Kanal 3	Temperatur Vorlauf Heizung, an Rohr geklebt und isoliert
Kanal 4	Temperatur Rücklauf Heizung, an Rohr geklebt und isoliert
Kanal 5	Laufzeit Umwälzpumpe, Spannungswandler an Pumpe angeschl.

Tinytag207: Untergeschoss: Auf dem Schrank bei der Türe rechts vom Eingang

Tinytag205: Wohnzimmer: Auf dem Schrank visavis des Ofens

Tinytag206: Oberer Stock: Auf dem Schrank links der Türe im rechten Zimmer

Tinytag101: Oberer Stock: Am Geländer des Nordbalkons der Wohnung Christen

Installation der Messung in Ebikon am 6.3.01

Haus Bischof

Datalogger:

Multisense 8 Kanal Datalogger ohne Display

Kanal 1	Temperatur Brauchwasser, an Rohr geklebt und isoliert
Kanal 2	Temperatur Rücklauf, an Rohr geklebt und isoliert
Kanal 3	Temperatur Vorlauf Heizung, unter Isolierung gestossen
Kanal 4	Temperatur Rücklauf Heizung, unter Isolierung gestossen
Kanal 5	Laufzeit Umwälzpumpe, Spannungswandler an Pumpe angeschl.

Tinytag207B: Untergeschoss: Auf dem Schrank bei der Türe

Tinytag205B: Wohnzimmer: Auf dem Schrank visavis des Ofens

Tinytag206B: Oberer Stock: Auf dem Schrank rechts der Türe im linken Zimmer

Bemerkung: Abluftfühler der WP ist defekt!

Auswertebogen

Standort: Ebikon
 Jahr: 2001/2002

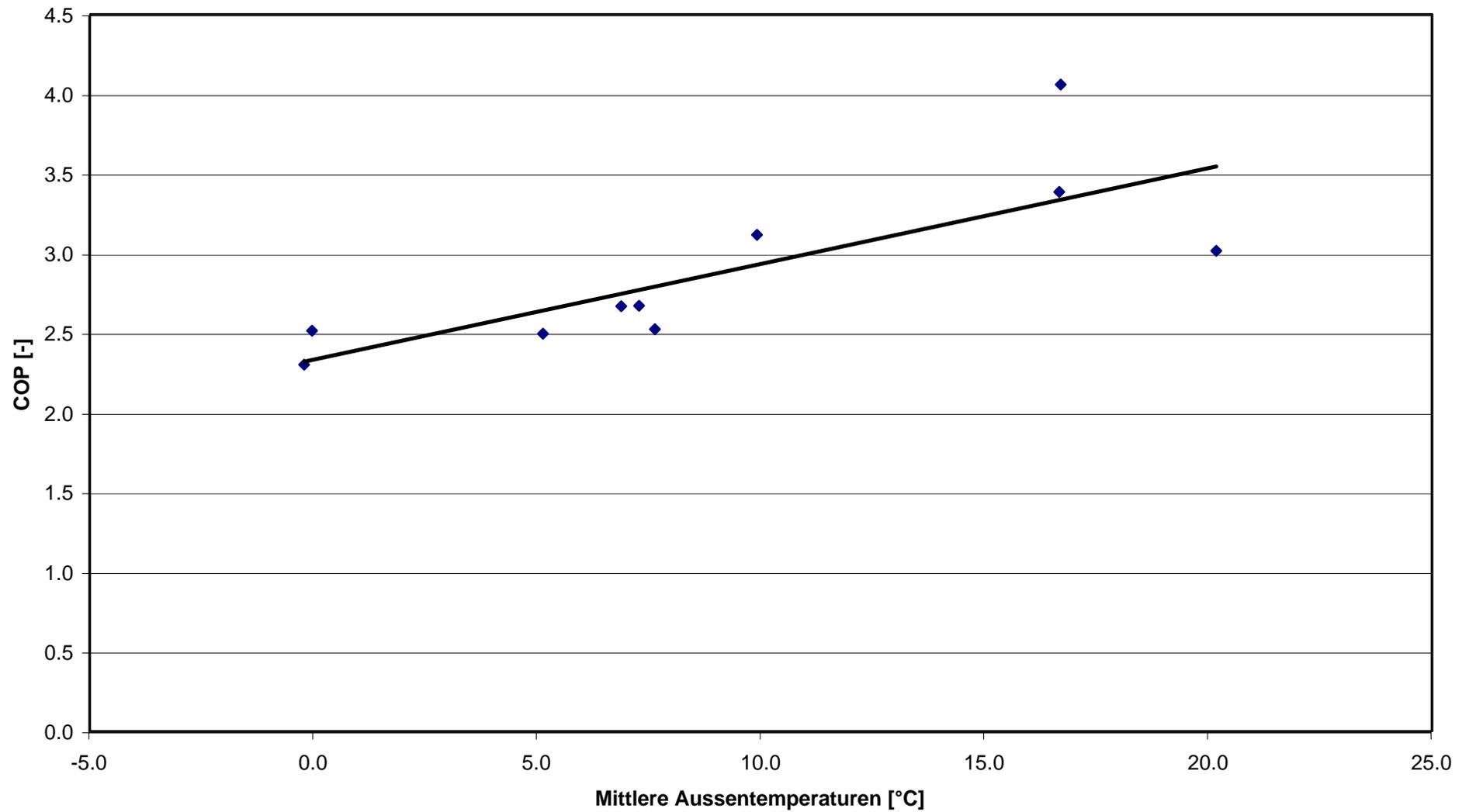
	LZ-WP	Vorlauf	Rücklauf	Vorlauf	Rücklauf	Kaltwasser	Laufzeit	Aussen
	KR503	Speicher	WP	Häuser	Häuser	TR107	EI ES	Temperatur
	[h]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[h]	[°C]
Feb 01								
Zeith. Erfasst	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%
Summe	171.5						53.8	
Minimum	0.0	14.8	15.1	38.1	33.2	7.7	0.0	-7.0
Maximum	1.0	51.7	47.7	57.8	46.4	12.2	1.0	11.2
Mittelwert	0.6	40.4	37.4	49.6	41.6	9.6	0.2	2.0
Mrz 01								
Zeith. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Summe	338.1						138.7	
Minimum	0.0	11.7	12.1	24.0	22.7	7.7	0.0	-1.3
Maximum	1.0	52.1	47.5	62.6	49.7	14.5	1.0	19.8
Mittelwert	0.5	38.6	35.8	50.3	42.7	10.6	0.2	7.3
Apr 01								
Zeith. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Summe	298.4						135.2	
Minimum	0.0	14.7	15.4	37.1	33.5	9.8	0.0	-1.1
Maximum	1.0	51.8	47.3	63.0	50.7	14.7	1.0	20.2
Mittelwert	0.4	37.3	34.6	51.0	43.5	11.6	0.2	7.6
Mai 01								
Zeith. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Summe	127.4						73.8	
Minimum	0.0	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
Maximum	1.0	51.6	46.8	62.5	56.4	55.0	4.9	30.5
Mittelwert	0.2	31.7	30.4	52.0	46.6	14.4	0.1	16.7
Jun 01								
Zeith. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Summe	90.1						0.0	
Minimum	0.0	18.1	19.0	44.2	42.3	14.8	0.0	5.4
Maximum	1.0	50.8	46.4	61.8	57.6	21.2	0.0	31.3
Mittelwert	0.1	30.1	29.4	51.5	48.6	16.5	0.0	16.7
Jul 01								
Zeith. Erfasst	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	100%
Summe	1.8						0.0	
Minimum	0.0	20.5	21.5	44.5	42.7	15.9	0.0	10.7
Maximum	0.5	49.6	46.1	60.5	56.9	20.5	0.0	32.7
Mittelwert	0.1	27.7	27.5	51.2	49.1	17.4	0.0	20.2
Aug 01								
Zeith. Erfasst	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Summe	0.0						0.0	
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2
Maximum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.1
Mittelwert	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	20.1
Sep 01								
Zeith. Erfasst	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Summe	0.0						0.0	
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
Maximum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0
Mittelwert	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	12.0
Okt 01								
Zeith. Erfasst	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Summe	0.0						0.0	
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
Maximum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0
Mittelwert	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	12.6
Nov 01								
Zeith. Erfasst	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Summe	0.0						0.0	
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.3
Maximum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2
Mittelwert	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	3.0
Dez 01								
Zeith. Erfasst	39%	39%	39%	39%	39%	39%	39%	100%
Summe	75.8						34.0	
Minimum	0.0	19.6	21.4	36.6	31.9	7.6	0.0	-12.9
Maximum	1.0	56.8	52.2	61.7	44.2	11.6	1.0	11.3
Mittelwert	0.3	43.2	41.6	57.5	37.8	9.3	0.1	0.0
Jan 02								
Zeith. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Summe	261.7						103.5	
Minimum	0.0	19.7	21.1	39.8	34.0	6.4	0.0	-11.6
Maximum	1.0	57.9	52.9	62.8	49.7	12.3	1.0	14.4
Mittelwert	0.4	44.4	42.7	57.4	41.9	8.9	0.1	-0.2
Feb 02								
Zeith. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Summe	327.8						58.4	
Minimum	0.0	8.0	8.8	34.0	30.7	8.1	0.0	-5.8
Maximum	1.0	58.0	53.5	62.9	49.9	13.6	1.0	15.5
Mittelwert	0.5	44.0	42.0	54.1	43.9	10.0	0.1	5.1
Mrz 02								
Zeith. Erfasst	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	100%
Summe	304.7						34.6	
Minimum	0.0	17.2	21.2	22.9	21.7	8.7	0.0	-4.1
Maximum	1.0	57.7	53.3	63.3	50.8	15.5	1.0	21.2
Mittelwert	0.5	46.7	45.1	55.8	45.2	11.2	0.1	6.9
Apr 02								
Zeith. Erfasst	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	85%
Summe	35.6						5.1	
Minimum	0.0	18.7	23.1	50.7	44.1	12.1	0.0	-1.5
Maximum	1.0	56.5	52.9	63.7	53.4	17.0	0.8	22.6
Mittelwert	0.2	38.4	38.5	57.1	49.3	13.4	0.0	9.9
Mai 02								
Zeith. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Summe	149.2						28.6	
Minimum	0.0	18.7	23.2	22.0	22.5	12.6	0.0	0.0
Maximum	1.0	56.9	53.3	65.9	58.6	19.7	0.9	0.0
Mittelwert	0.2	37.3	38.0	55.7	47.9	14.6	0.0	#DIV/0!
Jun 02								
Zeith. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Summe	48.7						15.3	
Minimum	0.0	18.8	23.5	31.6	25.0	14.3	0.0	0.0
Maximum	0.8	55.0	52.2	63.3	60.6	22.8	0.5	0.0
Mittelwert	0.1	31.6	33.2	53.4	48.0	16.9	0.0	#DIV/0!
Jul 02								
Zeith. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Summe	41.1						12.1	
Minimum	0.0	21.1	25.2	30.5	26.1	16.3	0.0	0.0
Maximum	0.7	55.0	52.5	63.8	61.1	22.8	0.5	0.0
Mittelwert	0.1	31.4	33.4	52.8	48.5	18.2	0.0	#DIV/0!

Auswertebogen B

Standort: Ebikon
 Jahr: 2001/2002

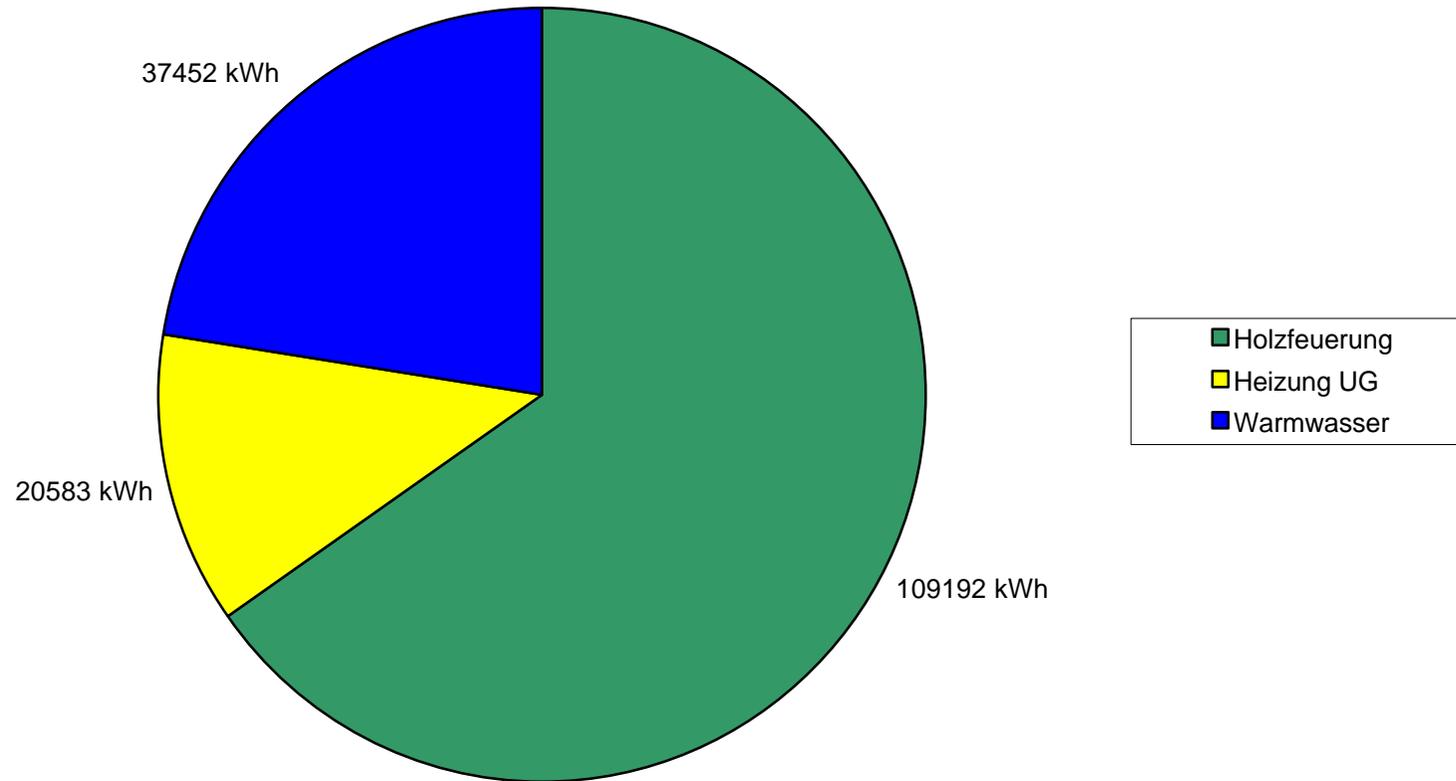
	LZ-WP	Laufzeit Elektro ES	Leistung Elektro ES	Leistung WP (el.)	Leistung WP (th.)	COP	H-Christen dT VL	H-Christen dT RL	H-Bischof dT VL	H-Bischof dT RL
	[h]	[h]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Feb 01										
Zeitl. Erfasst	44%	44%	44%	44%	0%	0%	44%	44%	0%	0%
Summe	168.1	52.7	728.9	1108.1	0.0		4.2	4.2	0.0	0.0
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	6.0	0.0	0.0
Maximum	1.0	1.0	13.5	6.4	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Mittelwert	0.6	0.2	2.4	3.7	0.0	#DIV/0!	5.8	4.3	#DIV/0!	#DIV/0!
Mrz 01										
Zeitl. Erfasst	100%	100%	100%	100%	82%	50%	100%	100%	82%	82%
Summe	331.4	135.9	1879.4	2184.5	4198.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	2.0	-0.2	3.9	1.6
Maximum	1.0	1.0	13.5	6.4	19.0	21.7	11.6	8.0	30.9	25.9
Mittelwert	0.4	0.2	2.5	2.9	6.9	2.7	6.1	4.3	8.5	5.3
Apr 01										
Zeitl. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	58%	99%	99%	100%	100%
Summe	292.4	132.5	1831.9	1927.6	4565.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	-8.2	-5.1	2.9	-0.8
Maximum	1.0	1.0	13.5	6.4	19.0	10.5	51.3	44.6	44.6	33.6
Mittelwert	0.4	0.2	2.5	2.7	6.3	2.5	6.8	5.4	8.6	5.8
Mai 01										
Zeitl. Erfasst	100%	100%	100%	100%	99%	33%	98%	98%	100%	100%
Summe	124.8	72.4	1000.7	822.9	2534.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	-31.7	-28.9	-24.4	-24.0
Maximum	1.0	4.8	66.4	6.4	24.0	25.3	29.5	28.6	49.2	48.3
Mittelwert	0.2	0.1	1.3	1.1	3.4	3.4	13.0	11.3	27.1	23.6
Jun 01										
Zeitl. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	28%	100%	100%	97%	97%
Summe	88.3	0.0	0.0	582.1	1761.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	3.5	6.5	17.7	19.7
Maximum	1.0	0.0	0.0	6.4	20.0	151.7	50.3	48.4	42.3	37.2
Mittelwert	0.1	0.0	0.0	0.8	2.4	4.1	22.1	21.4	30.3	28.6
Jul 01										
Zeitl. Erfasst	3%	3%	3%	3%	3%	1%	2%	2%	3%	3%
Summe	1.7	0.0	0.0	11.5	35.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.9	14.1	20.0	20.9
Maximum	0.5	0.0	0.0	3.2	10.0	3.2	25.9	25.2	35.7	34.0
Mittelwert	0.1	0.0	0.0	0.5	1.5	3.0	19.2	19.3	28.9	27.5
Aug 01										
Zeitl. Erfasst	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Summe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mittelwert	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Sep 01										
Zeitl. Erfasst	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Summe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mittelwert	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Okt 01										
Zeitl. Erfasst	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Summe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mittelwert	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Nov 01										
Zeitl. Erfasst	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Summe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mittelwert	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Dez 01										
Zeitl. Erfasst	39%	39%	39%	39%	39%	25%	39%	39%	39%	39%
Summe	74.3	33.3	460.4	489.8	989.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	-1.3	-4.6	0.1	-3.8
Maximum	1.0	1.0	13.2	6.4	17.0	75.8	15.6	10.1	15.8	8.2
Mittelwert	0.3	0.1	1.6	1.7	3.4	2.5	9.7	2.7	11.5	1.8
Jan 02										
Zeitl. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	72%	100%	100%	100%	100%
Summe	256.4	101.4	1402.1	1690.5	3580.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	-2.0	-2.9	-0.3	-2.6
Maximum	1.0	1.0	13.3	6.4	18.0	30.3	14.0	10.7	15.5	9.9
Mittelwert	0.3	0.1	1.9	2.3	4.8	2.3	8.5	3.3	10.3	3.5
Feb 02										
Zeitl. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	75%	100%	100%	100%	100%
Summe	321.3	57.2	791.1	2117.9	4880.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	-3.8	-3.9	-2.6	-4.0
Maximum	1.0	1.0	13.4	6.4	19.0	5.8	14.6	12.0	15.0	9.7
Mittelwert	0.5	0.1	1.2	3.2	7.3	2.5	6.9	3.3	8.5	4.5
Mrz 02										
Zeitl. Erfasst	90%	90%	90%	90%	90%	70%	90%	90%	89%	89%
Summe	298.6	33.9	469.2	1968.1	4953.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	-3.4	-3.9	-3.0	-4.3
Maximum	1.0	1.0	13.4	6.4	20.0	25.3	13.9	8.3	29.7	19.1
Mittelwert	0.4	0.1	0.7	2.9	7.4	2.7	7.5	2.9	13.1	6.7
Apr 02										
Zeitl. Erfasst	22%	22%	22%	22%	22%	10%	0%	0%	0%	0%
Summe	34.9	5.0	69.1	229.8	655.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	1.0	0.8	11.4	6.4	20.0	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Mittelwert	0.2	0.0	0.4	1.5	4.2	3.1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Mai 02										
Zeitl. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	42%	0%	0%	0%	0%
Summe	146.2	28.0	387.6	963.8	2728.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	1.0	0.8	11.6	6.4	20.0	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Mittelwert	0.2	0.0	0.5	1.3	3.7	3.1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Jun 02										
Zeitl. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	22%	0%	0%	0%	0%
Summe	47.7	15.0	207.8	314.4	981.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	0.8	0.5	7.2	5.0	16.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Mittelwert	0.1	0.0	0.3	0.4	1.4	3.1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Jul 02										
Zeitl. Erfasst	100%	100%	100%	100%	100%	19%	0%	0%	0%	0%
Summe	40.3	11.8	163.7	265.8	840.0					
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	0.7	0.5	6.2	4.8	15.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Mittelwert	0.1	0.0	0.2	0.4	1.1	3.3	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

COP in Abhängigkeit der mittleren Aussentemperaturen

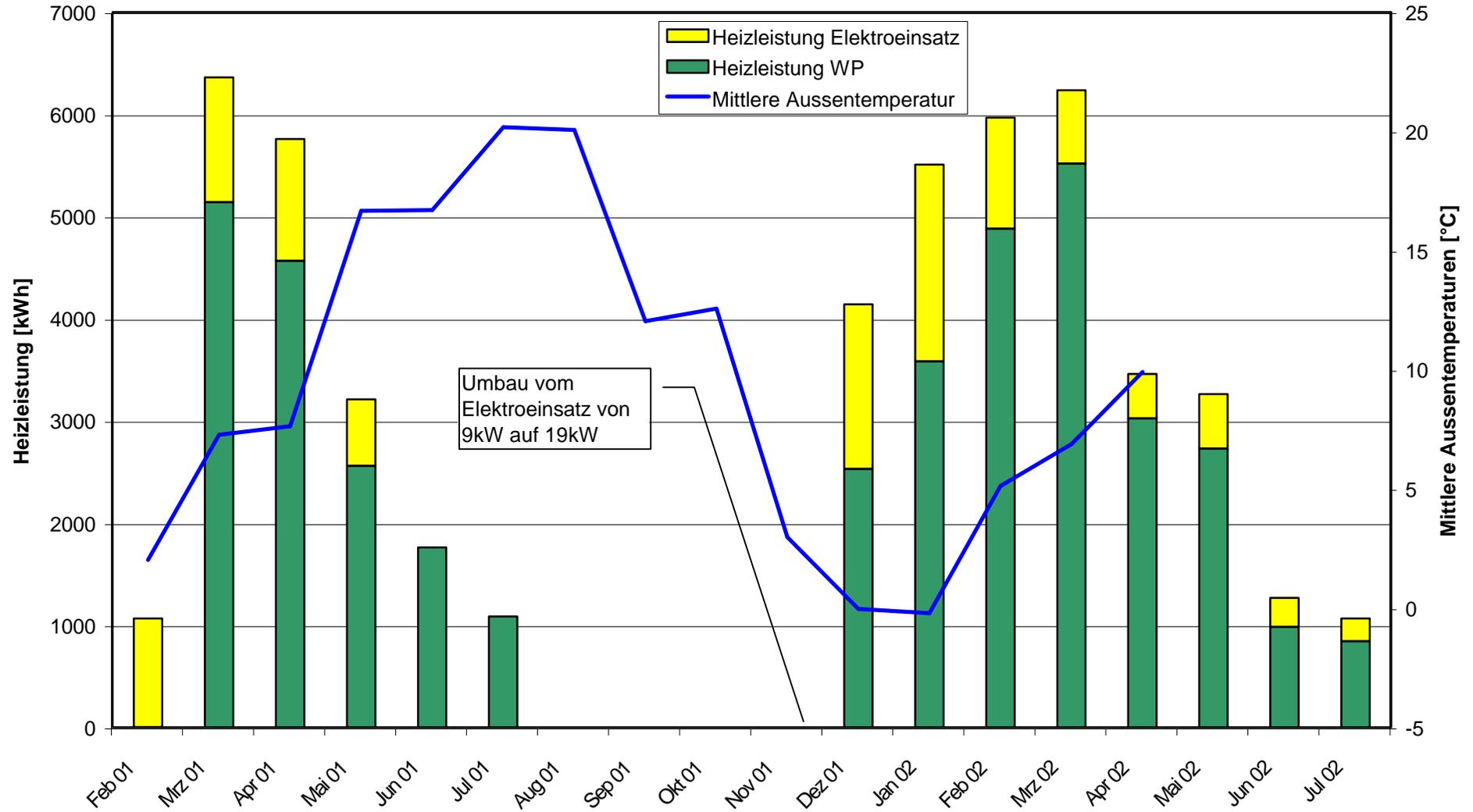


Anteil der Energieverbräuche

Siedlung Sonnhalde Ebikon von 1. April 99 bis 31. März 01

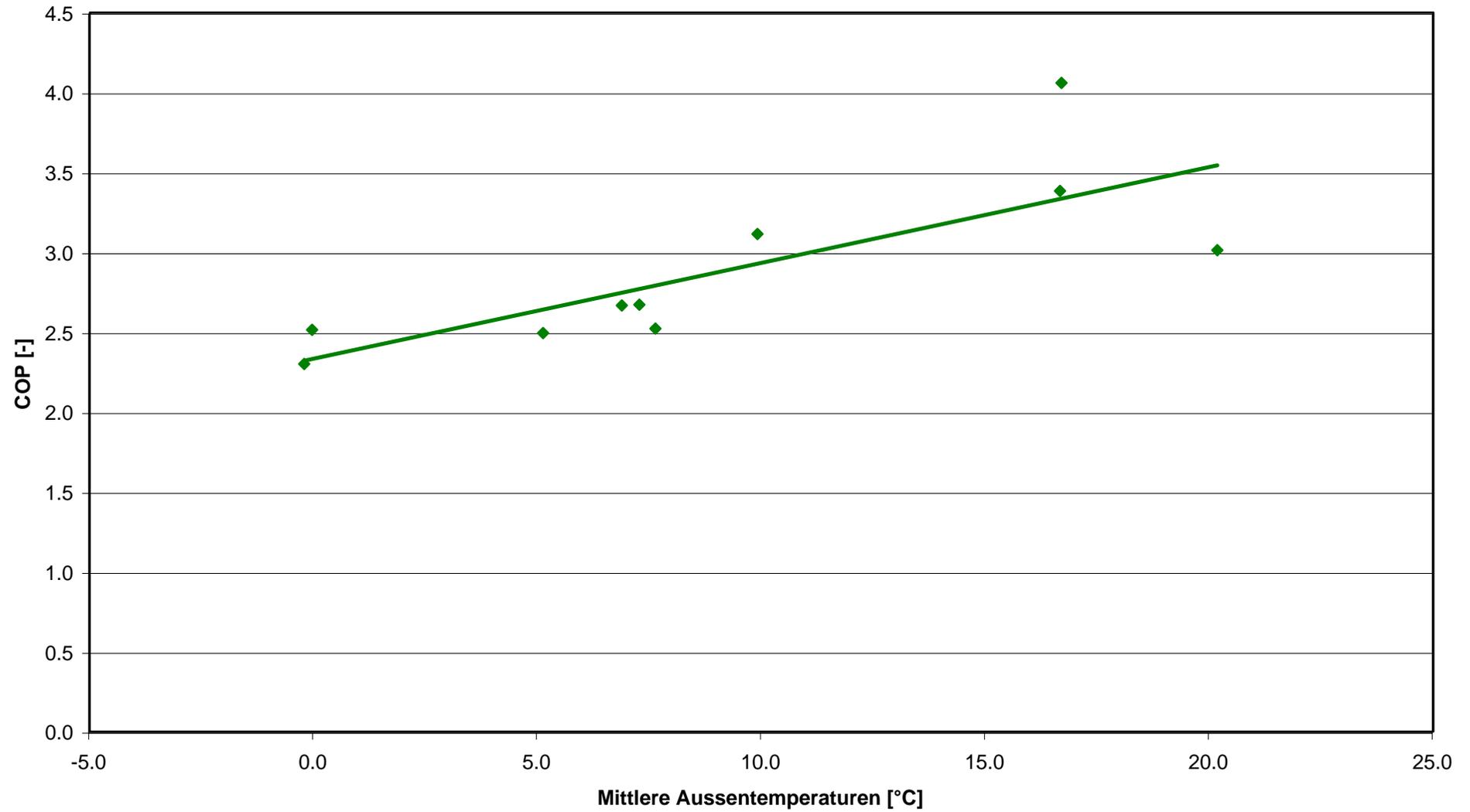


Heizleistung und Aussentemperaturen

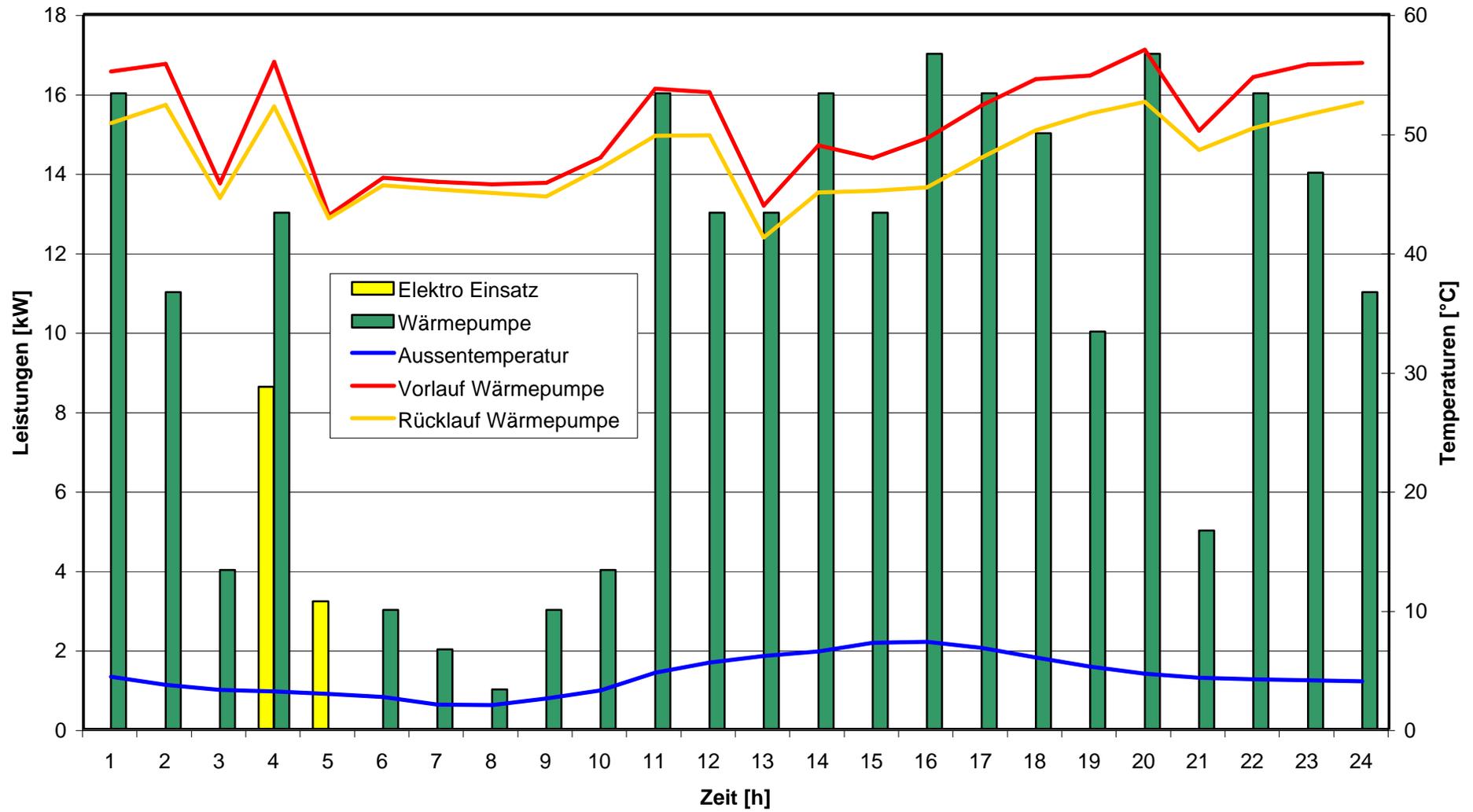


Leistungszahl in Abhängigkeit der mittleren Aussentemperaturen

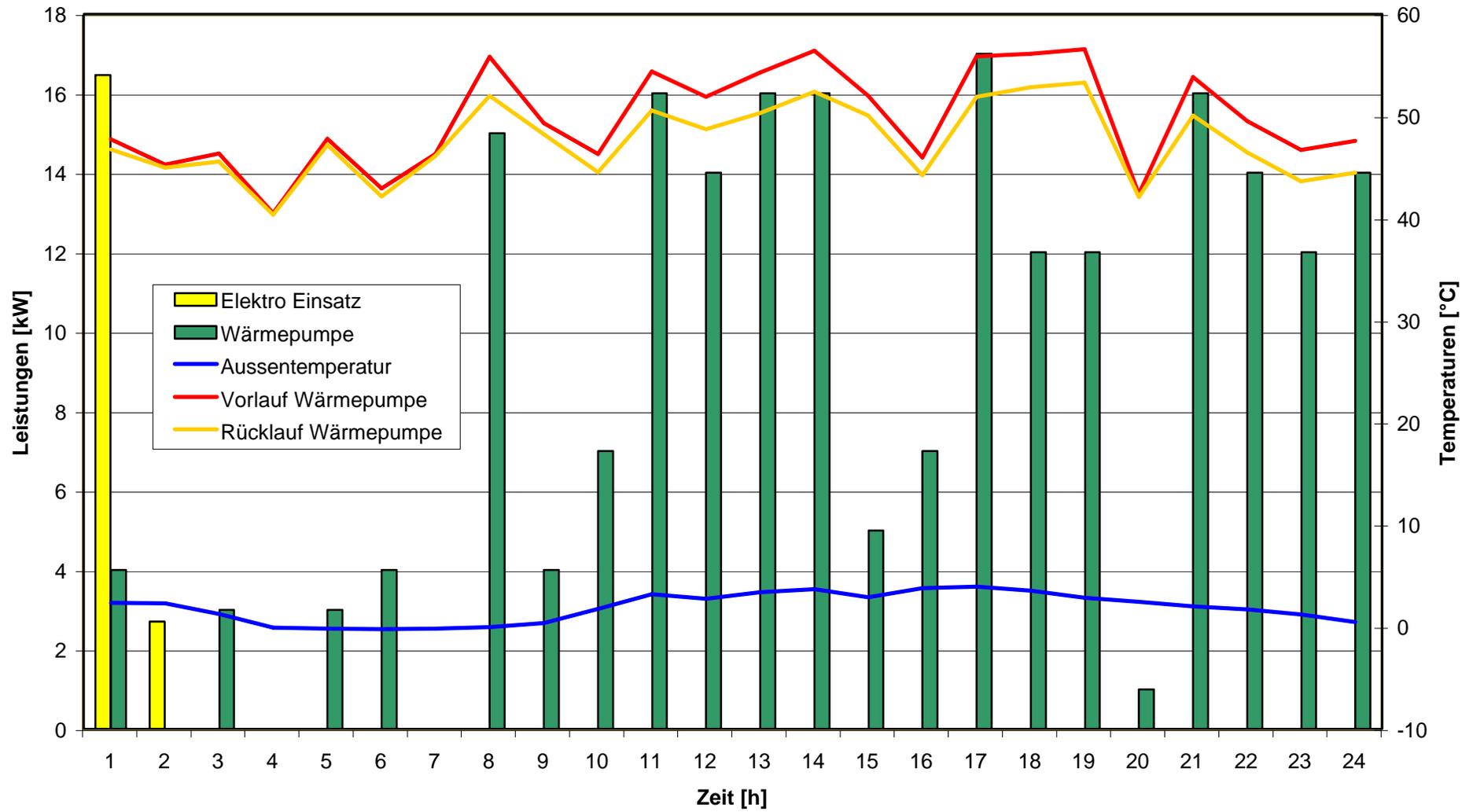
(COP := Heizleistung / Elektrische Leistung)



Zeitlicher Verlauf der Wärmepumpenmesswerte
(gemessen am 2. März 2002)

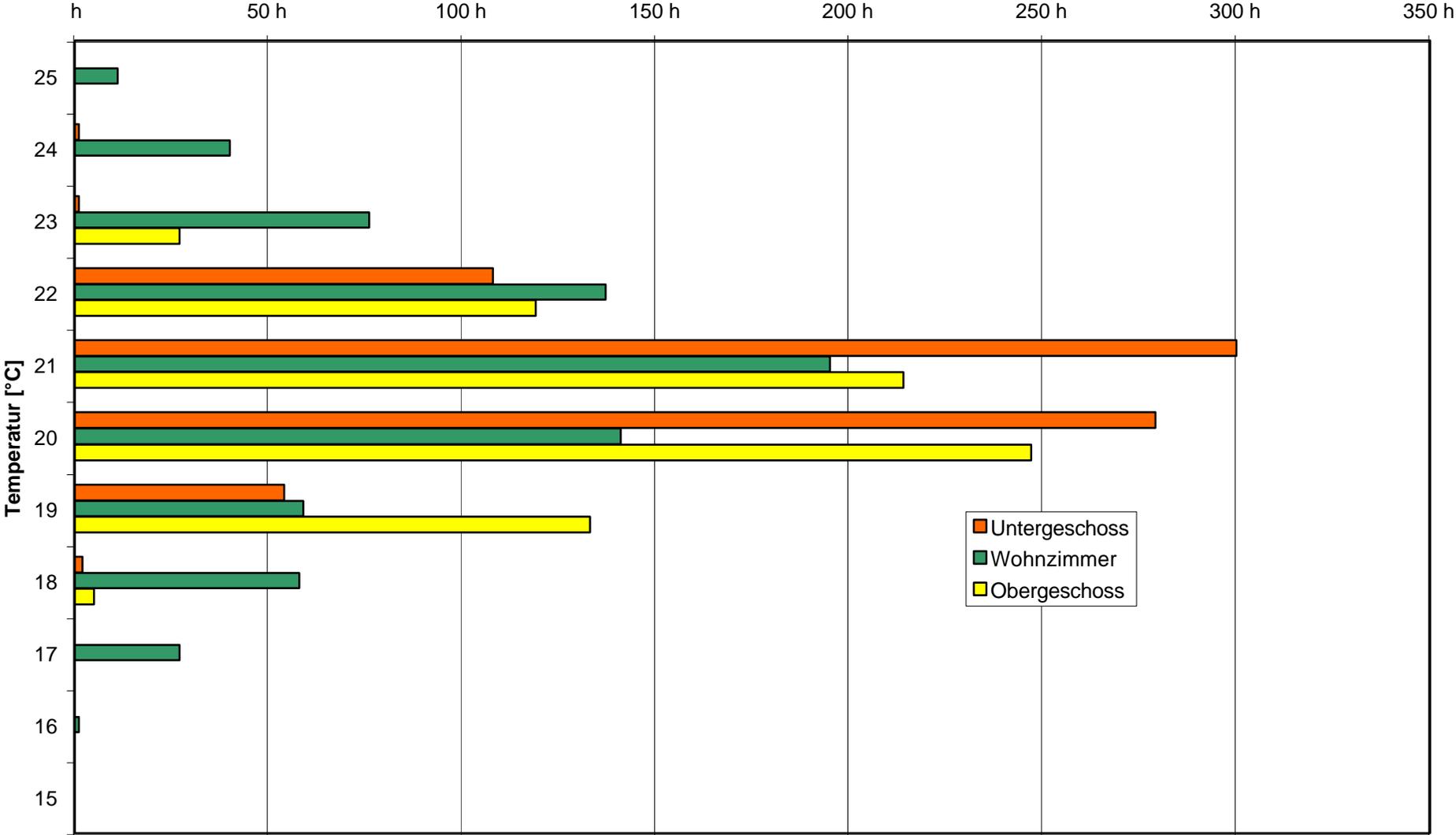


Zeitlicher Verlauf der Wärmepumpenmesswerte
(gemessen am 24. März 2002)



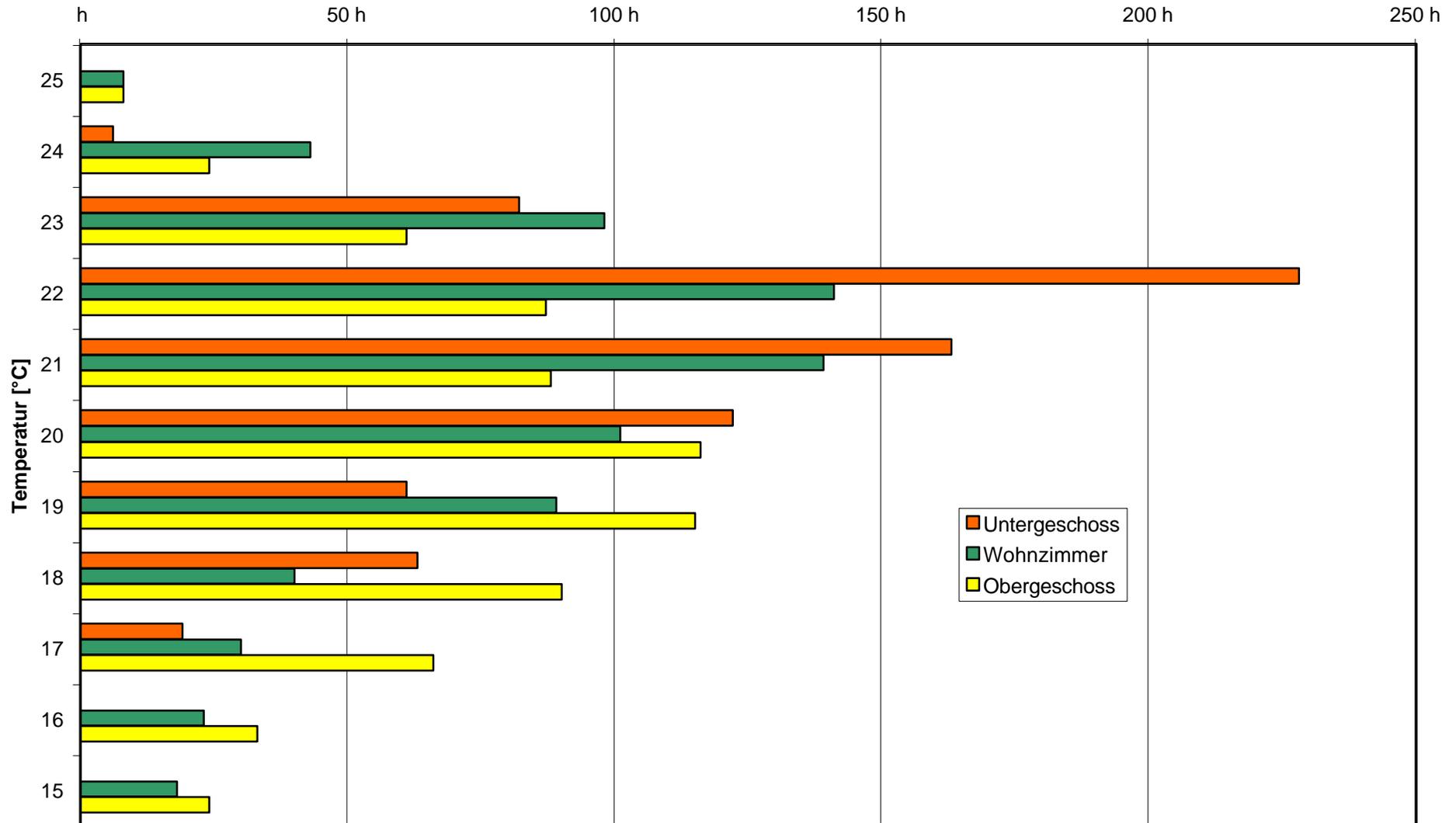
Anzahl Stunden im März 01

Haus Christen



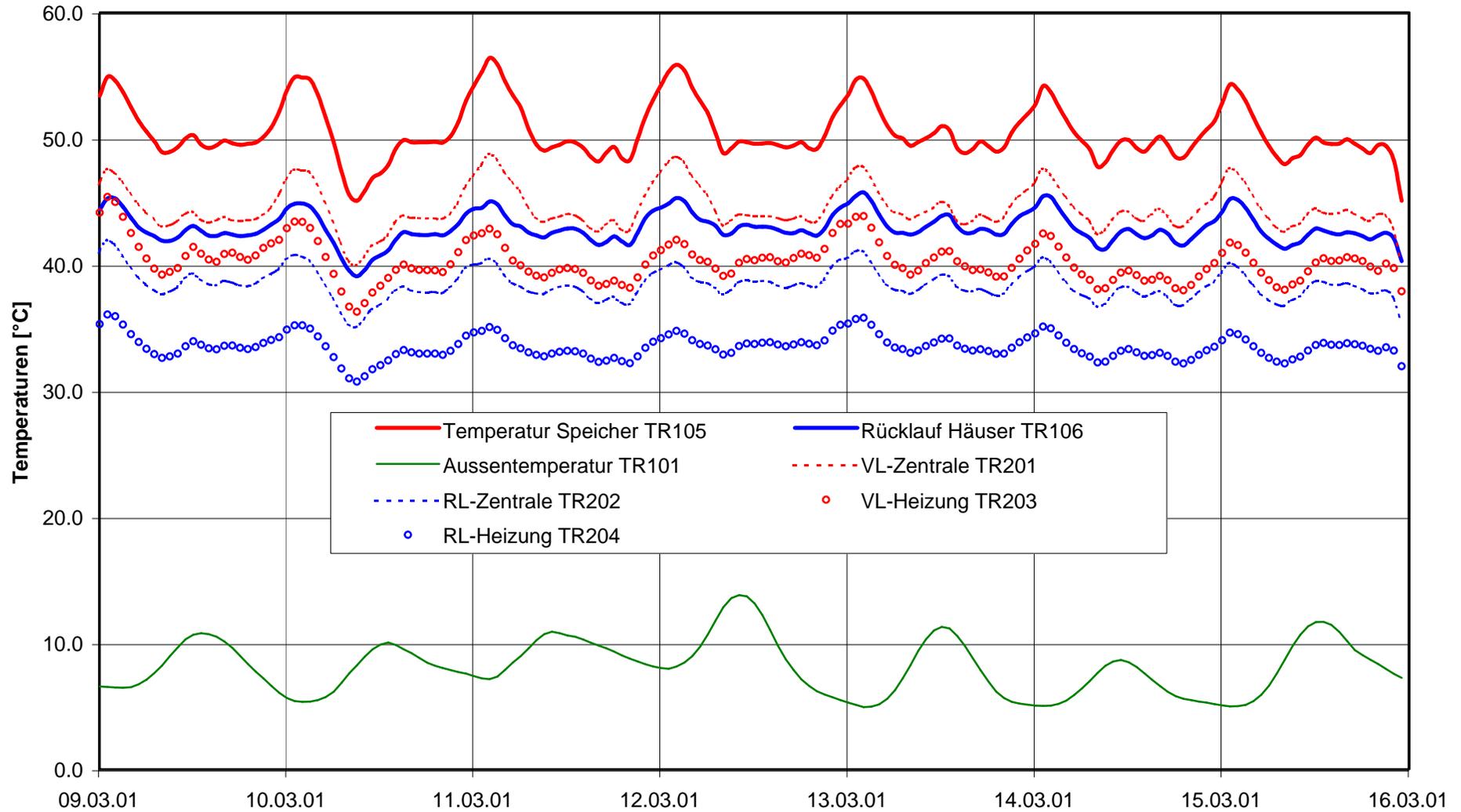
Anzahl Stunden im Jan 02

Haus Bischof



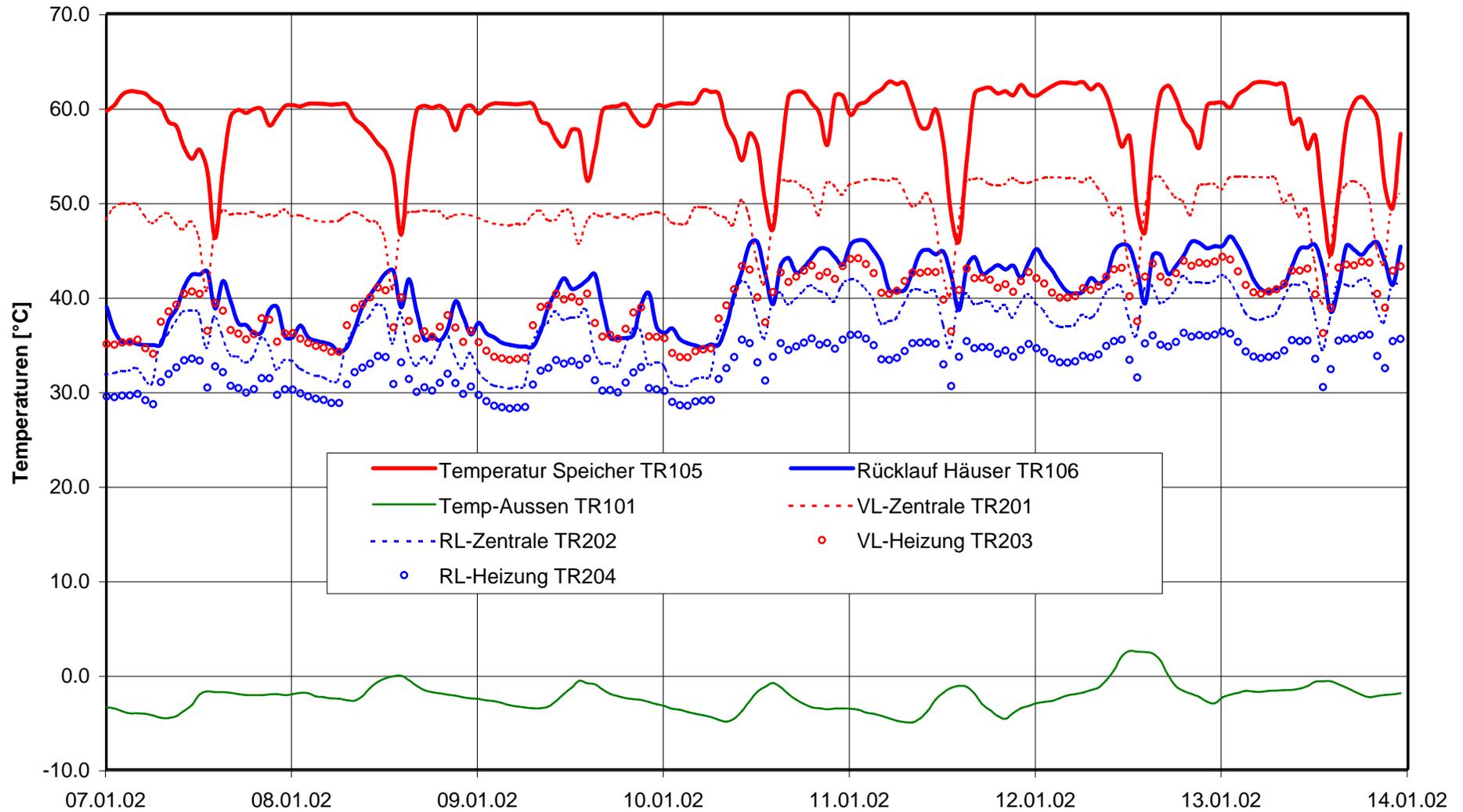
Temperaturen der Wärmeversorgung

(Zentrale und Haus Christen, fließender 6h Mittelwert)



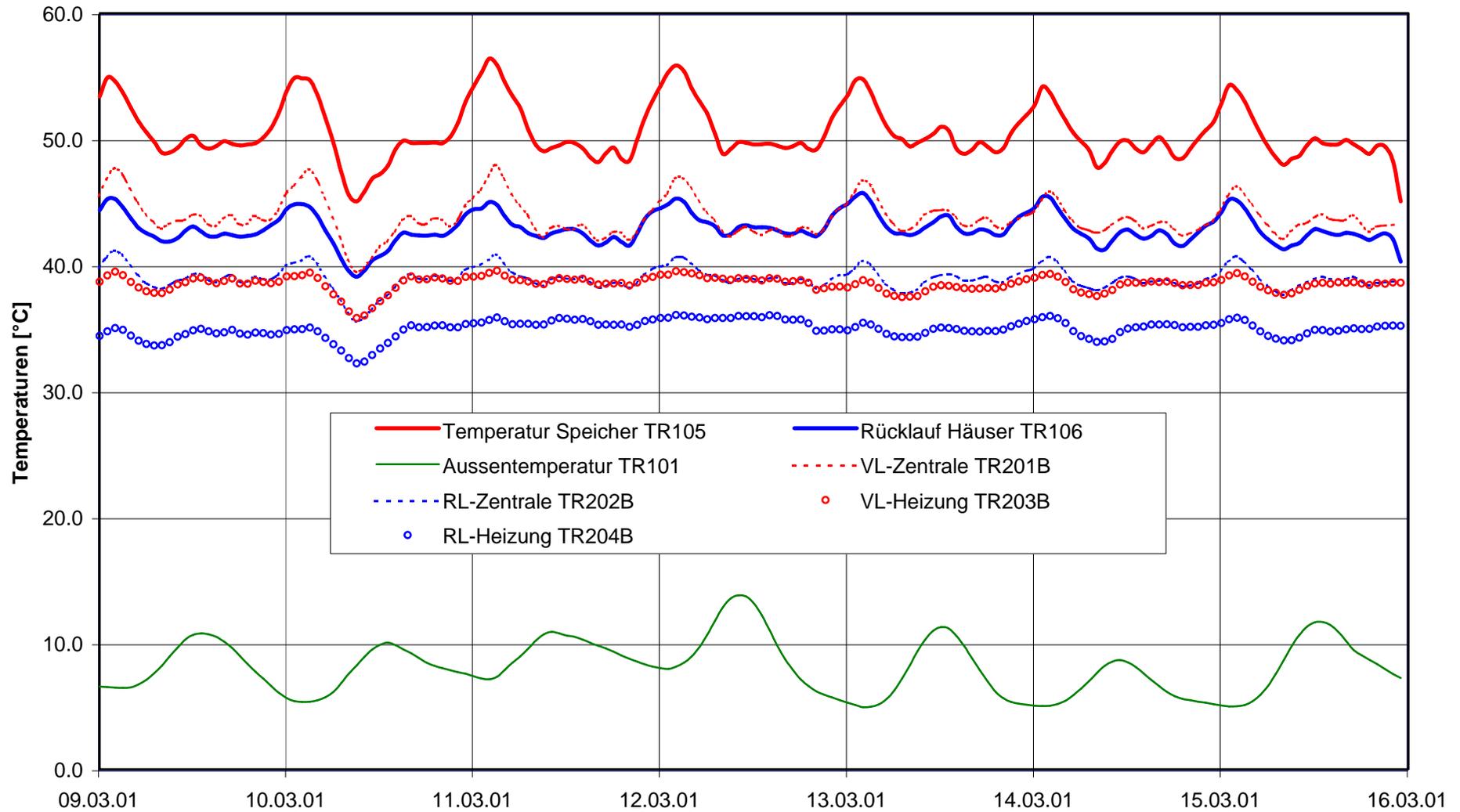
Temperaturen der Wärmeversorgung

(Zentrale und Haus Christen)



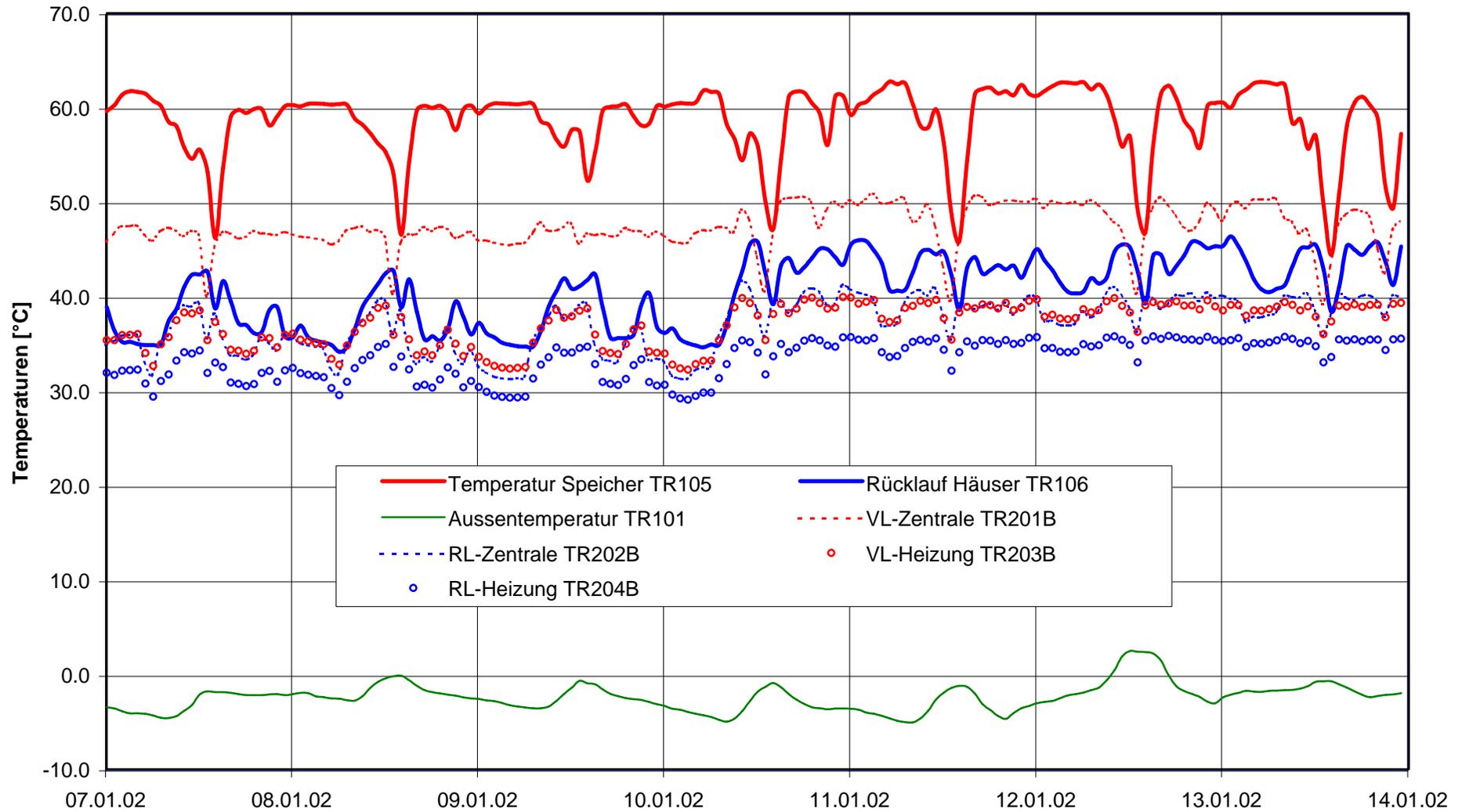
Temperaturen der Wärmeversorgung

(Zentrale und Haus Bischof, fließender 6h Mittelwert)



Temperaturen der Wärmeversorgung

(Zentrale und Haus Bischof)



Projekt Sonnhalde Ebikon

Zentrale Solaranlage für 12 Hausteile

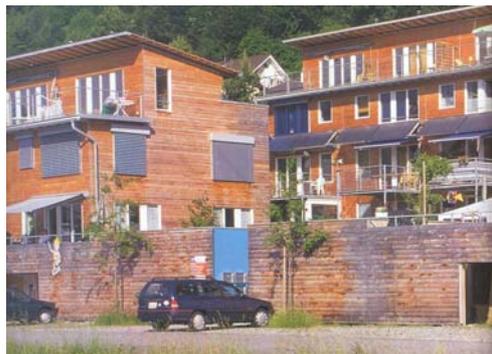
Bilder zum Projekt



Gesamtansicht



Technikraum mit Wärmepumpe und Speicher



Ansicht mit PD Plakat



Haus mit Fassadenkollektoren