

# **HEIMVEREIN FALKENSTEIN KÖNIZ NEUENSCHWANDER – NEUTAIR AG, BERN**

**Pfadiheim Weiermatt Köniz: Sanierung Wärmeversorgung  
Projekt-Nr. 100046 / Verfügungs-Nr. 150051**

## **SCHLUSSBERICHT**

### **Inhalt:**

- **Schlussbericht aus der Sicht des Heimvereins mit Fotos**
- **Schlussbericht der Firma Neuenschwander-Neutair-AG mit Anhang:**  
**Bilder**  
**Schema**  
**Messreihen der Energiezähler und Graphiken**

### **Fotos auf der Titelseite:**

Oben links: 8. April 2003: Dacharbeiten (Montage der Solarmodule und thermischen Kollektoren) unter Mithilfe der älteren Pfadi (Teil des JugendSolarProjektes)

Oben rechts: Installations- und Heizungsraum im Weiermattheim

Unten links: Infotafel beim Pfadiheim Weiermatt in Köniz

Unten rechts: Einweihung der Anlage am 6. September 2003 im Rahmen eines Solar-Energie-Tages: Links Ständerätin und Könizer Gemeinderätin Simonetta Sommaruga und rechts Könizer Gemeinderätin Verena Berger

**Schlussbericht** November 2004

# **Pfadiheim Weiermatt**

## **Sanierung Wärmeversorgung**

### **aus der Sicht des Heimvereins Falkenstein**

Ausgearbeitet durch  
Heinz Jenni  
Präsident des Heimvereins Falkenstein  
und Vorsitzender der Projektgruppe



# **Inhaltsverzeichnis**

## **des Schlussberichtes aus der Sicht des Heimvereins Falkenstein**

<u><b>Inhaltsverzeichnis</b></u>	<b>1</b>
<u><b>Zusammenfassung</b></u>	<b>2</b>
<u><b>Projektverlauf (bezüglich Wärmeversorgung)</b></u>	<b>2</b>
<u><b>Projektleitung</b></u>	<b>3</b>
<u><b>Realisierte Heizung</b></u>	<b>3</b>
<u><b>Öffentlichkeitsarbeit</b></u>	<b>3</b>
<u><b>Pädagogische Ausstrahlung und Mitwirkung der Jugendlichen</b></u>	<b>4</b>
<u><b>Dank</b></u>	<b>5</b>
<u><b>Ausblick</b></u>	<b>5</b>
<u><b>Bilder</b></u>	

## Zusammenfassung

Innert kürzester Zeit konnte der Heimverein Falkenstein Köniz das „Solar- und Heizungsprojekt Pfadiheim Weiermatt“ realisieren, welches drei Teile umfasste:

- Sanierung der Wärmeversorgung (thermische Kollektoren, vier möglichst „intelligent gesteuerte“ Wärmepumpen; Wasserhygiene)
- Photovoltaikanlage
- Solare Strassenlampen (in Zusammenarbeit mit der Gemeinde Köniz)

Obschon die Koordination nicht ganz einfach war und relativ wenig Zeit für Planung und Ausführung zur Verfügung stand, klappte die Realisation der „Solar- und Heizungsanlage Pfadiheim Weiermatt“ ausgezeichnet und praktisch pannenfrei. Die Projektorganisation hat sich bewährt.

Die im Jahresbericht 2003 von Neuenschwander-Neutair AG erwähnten Probleme bei der Optimierung der Steuerung liessen sich sehr bald beheben. Für die Benutzer des Pfadiheimes gab es nie Nachteile, Heizung und Warmwasser funktionierten immer problemlos.

Die „Solar- und Heizungsanlage Pfadiheim Weiermatt“ wird in der Öffentlichkeit gut beachtet: Mit dem erfolgreichen „Solar-Energie-Tag“ am 6. September 2003 wurde die Anlage eingeweiht und der Öffentlichkeit vorgestellt. Auch mit der Medienpräsenz sind wir zufrieden.

Am 9. März 2004 fand im Pfadiheim Weiermatt ein Energie-Apéro über diese Solar- und Heizungsanlage statt. Das war eine Veranstaltung unter Leitung der Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern BVE in Zusammenarbeit mit den Energieämtern und -fachstellen der Kantone Solothurn, Freiburg und Jura sowie Espace Mittelland und Energie Schweiz. 91 Fachpersonen oder an der Solarenergie Interessierte nahmen am Energie-Apéro im Pfadiheim Weiermatt teil. Der Könizer Gemeindepräsident Henri Huber eröffnete diese Tagung und überbrachte die Grüsse des Gemeinderates.

## Projektverlauf (bezüglich Wärmeversorgung)

21. Januar 2003	Projektvorstellung beim Bundesamt für Energie (HH Urs Wolfer und Fabrice Rognon); Besprechung des weiteren Vorgehens
Januar 2003	Projektoptimierungen
15. Februar 2003	Gesuch an BFE für Finanzierungshilfe
12 März 2003	Verfügung des BFE betr. Finanzierungshilfe
7. April 2003	Beginn der Dacharbeiten: Photovoltaikmodule und thermische Kollektoren werden koordiniert montiert; Mithilfe von Jugendlichen (älteren Pfadi) im Rahmen des JugendSolarProjektes
21. Juli bis 5. Sept. 2003	Neue Heizungsanlage (inkl. Wasserhygiene-Einrichtungen) und Anzeigetafeln werden eingebaut
5. September 2003	Inbetriebnahme der Heizungsanlage
6. September	„Solar-Energie-Tag“: Einweihungsakt mit Frau Simonetta Sommaruga, Ehrengäste-Empfang, Tag der offenen Türe; Infostände der beteiligten Firmen, des Umweltforums und des DZ Öffentliche Beleuchtung der Gemeinde Köniz; Solarküche, Energie-Erlebnistag für Kinder und Jugendliche (Organisation: Ökozentrum Langenbruck)
Seither	Optimierungen etc.
Okt. / Nov. 2004	Schlussberichte verfassen; Schlussabrechnung erstellen
Dezember 2004	Schlussbericht des Heimvereins und von Neuenschwander-Neutair abgeliefert

## Projektleitung

Die Baukommission, welche die Projektarbeiten koordinierte, setzte sich wie folgt zusammen:

- Heinz Jenni, Vorsitz (Präsident des Heimvereins Falkenstein)
  - Max Padel (Vorsitzender der Weiermattheimverwaltung)
  - Georg Jegge (Weiermattheimverwaltung; Baufachmann)
  - Bernhard Adamek (Leiter der Pfadi Falkenstein)
  - Stephan Rickkenbach \*, Projektverantwortlicher bei Neuenschwander-Neutair AG
  - André Messerli \*, Sachbearbeiter bei Neuenschwander-Neutair AG
  - Tamàs Szacscvay \*, 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG
  - Dr. Patrick Hofer-Noser \*, 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG
- \* Fachpersonen mit beratende Stimme

Die Zusammenarbeit funktionierte ausgezeichnet, die anfallenden Projekt- Koordinations- und Bauleitungsaufgaben konnten effizient und pannenfrei ausgeführt werden. Bewährt hat sich für den Heimverein, dass die beiden Firmen Neuenschwander-Neutair (Wärmeerzeugung) und 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG (Photovoltaik) die volle Projektverantwortung hatten. So gab es keine Schnittstellenproblematik mit weiteren am Bau beteiligten Firmen.

Wegen bestehenden Mietverträgen standen nur einzelne Zeitfenster für den Bau zur Verfügung. Die beteiligten Firmen hielten sich an die Vereinbarungen.

## Realisierte Heizung

Die Verantwortlichen des Heimvereins sind mit der neuen Heizung sehr zufrieden. Geschätzt wird insbesondere auch, dass Max Padel (Vorsitzender der Weiermattheimverwaltung und u.a. auch zuständig für die Heizung) die Heizung von zu Hause in bestimmten Bereichen „steuern“ (sektenweise die Raumtemperatur einstellen) und die Anlage überwachen kann.

Die Firma Neuenschwander-Neutair AG überwacht und wartet die Anlage gemäss einem zwischen dem Heimverein und dieser Firma abgeschlossenen Vertrag. Bei Störungsmeldung reagiert Neuenschwander-Neutair AG rund um die Uhr.

## Öffentlichkeitsarbeit

Die Presseschau zeigt, dass wir in dieser Hinsicht viel erreicht haben. Insbesondere ist auch der Solar-Energie-Tag vom 6. September 2003 sehr gegückt. Die Info- und Messanzeigetafeln beim Weiermattheim werden von Passanten und Heimbenützern gut beachtet.

Ganz erfreulich ist die Zusammenarbeit mit der Energiefachstelle der Gemeinde Köniz:

- Anfangs Dezember 2003 wurden die Oberstufenklassenlehrkräfte der Gemeinde Köniz auf die „Solaranlage Pfadiheim Weiermatt“ aufmerksam gemacht; es wird dabei hingewiesen, dass mit dieser Anlage die Thematik Solarenergie veranschaulicht werden kann.
- An der Delegiertenversammlung des Heimvereins Falkenstein vom 12. Mai 2004 nahm auch Hans-Peter Schmutz, der Leiter der Energiefachstelle Köniz, als Guest teil.

9. März 2004: Das Energie-Apero 4 / 2004 fand im Weiermattheim statt.

## Pädagogische Ausstrahlung und Mitwirkung der Jugendlichen (ältere Pfadi)

Von Anfang an wurde von den älteren Pfadi (3./4. Stufe, Pfadi ab 15 Jahren) gewünscht, nicht nur Handdienstleistungen machen zu müssen; sie wollten sich mit dem Thema Solarenergie befassen und bei der Realisation aktiv mithelfen. Deshalb gab es Kontakte mit dem **JugendSolarProjekt (JSP)**. Beabsichtigt war, den Bau der thermischen Kollektoren mit Unterstützung von Fachleuten und JSP-Leuten durch die Jugendlichen herzustellen, so wie dies bei vielen JSP der Fall ist.

Aus einem kleineren Projekt entwickelte sich ein komplexes Anlage-Konzept. Der Hauptgrund ist der Umstand, dass das Bundesamt für Energie bereit war, die Anlage als Pilot- und Demonstrationsanlage anzuerkennen und zu unterstützen. Insbesondere im Bereich der „intelligenten Steuerung“ der Heizung wurde das Projekt immer umfangreicher und komplizierter. So gab es eine Schnittstellen- und Haftungsproblematik zwischen den federführenden Firmen (welche auch für die Wartung der Anlage verantwortlich sind) und den im Rahmen des JSP durch die Jugendlichen zu bauenden Teile.

Die Cordées/Raiders (CORA) und ihre Leitung entwickelten dann eine neue Idee: Sie wollten zwei Solarstrassenlampen am Weg zum Pfadiheim und eine mobile Solar-Dusche für die Lager bauen. JSP-Leute waren bereit, diese Idee zu unterstützen und technische Beratung zu machen. Die Firma 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG (Vorsitzender der Geschäftleitung ist Dr. Patrick Hofer-Noser, der jahrelang Leiter in der Pfadi Patria war), welche die Photovoltaikanlage beim Weiermattheim baute, stellte sich zur Verfügung, einen Solar-Energie-Workshop in Zusammenarbeit mit der CORA-Leitung zu organisieren und an mehreren Samstagen die Jugendlichen Solarzellen löten und Solarmodule zusammensetzen zu lassen. Die Solardusche hätte im Pfadiheim gebaut werden sollen. Der Heimverein Falkenstein war bereit, die Solarlampen und -dusche zu finanzieren, wenn die Pfadi bei den Dacharbeiten aktiv mithelfen und dort Einsparungen gemacht werden können.

Doch es kam anders:

Bei der Gemeinde Köniz (DZ Strassen und Öffentliche Beleuchtung) erkundigte man sich nach einer allfälligen Bewilligung zum Erstellen der beiden geplanten Solarlampen. Der verantwortliche Dienstzweigleiter zeigte grosses Interesse an der Realisation von Solar-Strassenlampen. Daraus entwickelte sich ein **Pilotprojekt Solar-Strassenlampen**.

In gemeinsamer Projektentwicklung und Arbeit von CORA / 4. Stufe, DZ Strassen und Öffentliche Beleuchtung, 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG und Heimverein Falkenstein wurden sieben Solar-Strassenlampen als „Inselanlagen“ realisiert: Die Lampen leuchten auch im Winter die ganze Nacht.

Auf den Bau der mobilen Solar-Dusche wurde verzichtet. Die CORA und die Falkensteiner/innen der 4. Stufe engagierten sich bei den Dacharbeiten, so dass der Heimverein einen Beitrag an die Kosten des Einführungs-Workshops und das Solar-Strassenlampenprojekt bezahlte.

Zusammen mit der Solaranlage Pfadiheim Weiermatt wurden am 6. September 2003 im Rahmen eines **Solar-Energie-Tages** auch die Solar-Strassenlampen eingeweiht und der Öffentlichkeit vorgestellt. Der JSP-Verantwortliche von Greenpeace Retze Koen überreichte dabei den CORA und der 4. Stufe der Abteilung Falkenstein die JugendSolar-Projekt-Urkunde. Die CORA und die 4. Stufe unterstützten zudem das Ökozentrum Langenbruck bei der Durchführung des Energieparcours für Kinder (inkl. jüngere Pfadi der 1. und 2. Stufe).

### Anzahl und Alter der Projektteilnehmerinnen und -teilnehmer?

22 Cordées und Raider im Alter von 15/16 Jahren

3 Mitglieder der CORA-Leitung im Alter von 20 bis 23 Jahren

9 Mitglieder der 4. Stufe im Alter von 19 bis 24 Jahre

Gesamthaft haben sie über 600 Arbeitsstunden geleistet.

Aufteilung auf verschiedene Projektteile (Dacharbeiten und Handdienstleistungen, Solarmodule löten für Solarstrassenlampen) wurde nicht vorgenommen und wäre nur mit grossem Aufwand durchzuführen gewesen.

Ganz bewusst haben wir hier in diesem Schlussbericht über die Mitwirkung der Jugendlichen in diesem Projekt ausführlich berichtet, obschon sie für die Photovoltaik- und Heizungsanlage nur „Handlangerarbeiten“ auf dem Dach leisteten. Durch die aktive Mitarbeit bei der Realisation der Solarstrassenlampen haben die Jugendlichen erfahren, wie „Solarenergie“ funktioniert. Zudem identifizieren sie sich mit der gesamten Solaranlage des Pfadiheims Weiermatt. Diese pädagogische Zielsetzungen war den Verantwortlichen des Heimvereins und der Pfadiabeilung Falkenstein von Anfang an etwas Wichtiges; die diesbezüglichen Erwartungen wurden übertroffen.

## Dank

Ich danke allen, welche mitgeholfen haben, diese Solar- und Heizungsanlage zu realisieren. Für einen privaten Verein ist dies ein grosses und mutiges Projekt, das hier verwirklicht wurde. Erfreulich ist, dass wir das Budget weitgehend einhalten konnten und die Finanzierung (bis auf eine kleinere Restfinanzierung) sichergestellt ist.

### Unser Dank richtet sich speziell an

- die Projektverantwortlichen der Firmen Neuenschwander-Neutair AG und 3S SWISS SUNABLE SYSTEMS AG – die Zusammenarbeit klappte bestens und das Engagement war überdurchschnittlich!
- den Mitgliedern der Baukommission, welche engagiert in grosser ehrenamtlicher Arbeit mithalfen, das Projekt innert so kurzer Zeit umsetzen zu können
- dem Bundesamt für Energie für die Beratungen und die Finanzierungshilfen, ein besonderes Merci an Herrn Urs Wolfer für die wohlwollende Förderung des Projektes
- der P+D-Programmeleitung Solarwärme (Planair SA)
- allen Sponsoren
- der Gemeinde Köniz
- der Energiefachstelle Köniz für die partnerschaftliche Zusammenarbeit
- den Cordées/Raiders, welche sehr erfreulich im Rahmen des JugendSolarProjektes mitgearbeitet haben
- alle Helfer/innen beim Solar-Energie-Tag vom 6.9.03

## Ausblick

Die Heimvereinsverantwortlichen überlegen sich, ob in absehbarer Zeit (Zeithorizont zwei Jahre) beim andern Könizer Pfadizentrum, den Büschiheimen, auch eine Solaranlage erstellt werden soll. Dafür spricht, dass wir überzeugt sind, dass dies eine gute Investition für die Zukunft ist und aus pädagogischer Sicht wertvoll ist (auch in diesen Pfadiheimen sind viele Jugendliche: die „eigenen“ Pfadi, zudem jährlich rund 20 Schul- und über 15 Jugendlager). Dagegen spricht die relativ grosse Investition (wir können wohl nicht mehr mit den gleichen Beiträgen wie beim Weiermattheim rechnen) und die etwas weniger günstige Lage der Büschiheime.

Schliern, 29. November 200

**HEIMVEREIN FALKENSTEIN KÖNIZ**

Der Präsident:

Heinz Jenni

**Schlussbericht** Oktober 2004

# **Pfadiheim Weiermatt**

Sanierung Wärmeversorgung

Ausgearbeitet durch  
André Messerli  
Neuenschwander – Neutair AG  
Engehaldenstrasse 131, 3000 Bern 26



<b>Ausgangslage</b>	<b>2</b>
<b>Ziel(e) der Anlage</b>	<b>3</b>
<b>Beschreibung der Anlage</b>	<b>6</b>
Solarkollektoren	8
Wärmepumpe	9
Energiemanagement der Anlage	12
<b>Wirtschaftliche Aspekte</b>	<b>14</b>
<b>Ergebnisse</b>	<b>16</b>
<b>Schlussfolgerung und Aussicht</b>	<b>19</b>
<b>Verantwortliche Personen</b>	<b>20</b>
<b>Unterschrift</b>	<b>20</b>
<b>Weitere Informationen</b>	<b>21</b>

## Ausgangslage

Der Heimverein Falkenstein Köniz hat sich im Herbst 2002 entschieden, die alte störungsanfällige Heizungsanlage zu sanieren.

Der Heimverein war schon vor 14 Jahren beim Bau des Heimes Falkenstein als Pionier und Vorbild aufgetreten und hatte sich nicht für eine günstige konventionelle Ölheizung sondern für eine Luft-Wasserwärmepumpe entschieden. Als Vorreiter, sowie aus pädagogischen Gründen, ist der Heimverein nach wie vor an einer rationellen und umweltfreundlichen Anlage interessiert.

Verschiedene Varianten wie Holzschnitzel, Holzpellets, Wärmepumpen mit unterschiedlichen Energienutzungen, sowie Solarkollektoren wurden geprüft.

Faktoren wie:

- Kosten-/Nutzenberechnungen
- Serviceaufwendungen
- Nebenkosten
- Bedienungsfreundlichkeit
- geographische Ausrichtung des Gebäudes

haben die Heimleitung dabei unterstützt, die nun realisierte Variante für das Heim zu finden.

Die Entscheidung: Die alte störungsanfällige Wärmepumpenanlage durch eine neue zu ersetzen. Zusätzlich soll die Anlage mit Solarkollektoren zur Warmwasseraufbereitung und zur Heizungsunterstützung ergänzt werden.

## Ziel(e) der Anlage

### Ziel der Anlage

Das primäre Ziel der Anlage besteht darin, die natürlichen Ressourcen zu schützen und ein möglichst grosser Anteil an erneuerbarer Energie (in diesem Fall Solarenergie) nutzen zu können. Der vor der Sanierung aufgewendete Energiebedarf, an elektrischem Strom zu Heizzwecken, soll gesenkt werden.

Das Hauptziel war, die Anlage soweit optimieren zu können, dass trotz zusätzlicher Verbraucher (Beheizung Leiterhaus / Wassererwärmung) der Energiebedarf Elektro, welcher vorher alleinig für die Wärmepumpen benötigt wurde, halten oder gar reduzieren zu können.

Das zweite Ziel waren pädagogische Gründe und das Sensibilisieren der Öffentlichkeit, da das Heim für viele unterschiedliche Nutzungen vermietet wird. Die Pfadi hat sich zum Ziel gesetzt alternative Energienutzungen, wie sie selber eine realisiert hat, zu propagieren.

### Arbeitsabläufe

Nach anfänglichen Problemen mit den Energiezählern (welche vom Hersteller falsch programmiert waren) und später auch noch mit dem Leitsystem (Datenverluste, Kommunikationsprobleme), konnten die definitiven Messungen ab anfangs Februar beginnen. Die Daten sind ab Februar bis Anfangs Oktober komplett und dienten als hilfreiches Instrument für die Beurteilung und das Optimieren der Anlage. Die Anlage und deren Verlauf, wurde im Schnitt alle 1 – 2 Tage über die Leitebene beobachtet. Zeichneten sich Unregelmässigkeiten ab, ist versucht worden, diese auszumerzen. Nach einem Eingriff wurde kontrolliert ob sich das erhoffte Resultat eingestellt hat.

Die Solarenergie spielte Anfangs (Februar) eine eher nebensächliche Rolle, da sich die Sonne erst so gegen Mitte März richtig bemerkbar machte. Was den Vorteil hatte, dass vorher das Abstimmen der Heizungsanlage und der Wärmepumpen abgeschlossen werden konnte. Das Zusammenspiel Wärmepumpen / Solarenergie konnte in Angriff genommen werden. Das ausgeklügelte Regulierungskonzept, das die Anlage regelrecht aushungern lassen soll, hat relativ gut funktioniert. Lediglich ein paar Parameter, wie Zeitspannen und Schaltpunkte, sind angepasst worden.

Die Solarkollektoren lieferten ungefähr ab anfangs Juni genügend Energie, welche für Heizzwecke genutzt werden konnte, damit die Wärmepumpen nur noch selten eingeschaltet werden mussten. Die gewonnene Energie konnte die Speichertemperatur Anfangs aber nur kurzfristig über die geforderte Sollwerttemperatur bringen.

Im Hochsommer musste leider festgestellt werden, dass die Solaranlage mehrmals, und über mehrere Tage hinweg, ausgeschaltet war. Der Grund dafür liegt bei der Belegung des Heimes. Ist es nicht belegt oder nur kurz oder mit wenig Personen, ist nicht soviel Energie in Form von Warmwasser verbraucht worden, wie die Sonne geliefert hat. Das hatte zur Folge, dass sich die Temperaturen bis über 80°C (im verfügbaren Speicher und Boiler) hochschaukeln konnten. Waren derart hohe Temperaturen in den Speichern vorhanden und es wurde kein Warmwasser verbraucht, hat der Sicherheitsthermostat den Solarkreislauf ausgeschaltet. An optimalen Sonnentagen konnte die Anlage pro Tag gegen 300 kWh Energie liefern. Der erwartete solare Energiegewinn von 12'000 kWh/a konnte knapp nicht erreicht werden. Die Anlage lieferte von anfangs Oktober 2003 bis Ende September 2004 rund 11'400 kWh. Also produzierte die Anlage ~600 kWh weniger Energie als prognostiziert wurde. Das stupide daran ist, dass wenn mehr Warmwasser verbraucht worden wäre, auch mehr Solarenergie hätte genutzt werden können! Doch ist wohl niemand böse, wenn nicht extra literweise Warmwasser der Kanalisation zugeführt wurde, um das Ziel erreichen zu können. Der Vorteil an dem Ganzen ist, dass das Heim bis rund Mitte September mit Solarenergie beheizt werden konnte. Das entspricht immerhin einer Energiemenge von über 1'500 kWh!

### Energieaufwendungen vor der Sanierung

Vor der Sanierung der Wärmeerzeugung lag der Nutzenergiebedarf für die Beheizung der Anlage bei ungefähr 80'000 kWh/a (Angaben des Betreibers). Die elektrische Energie, welche für die Wärmepumpen benötigt wurde, lag im Durchschnitt bei 37'300 kWh/a. Das Trinkwarmwasser wurde vor der Sanierung rein elektrisch aufbereitet. Die Beheizung des Leiterhauses erfolgte über Elektroheizkörper.

Nähere Stromverbrauchszahlen, Wassererwärmung/Leiterhaus, sind nicht vorhanden. Der Gesamtstromverbrauch des Pfadiheimes lag vor der Sanierung bei rund 65'000 kWh/a.

### Energieerzeugung / Energiegewinnung

Bei der Sanierung wurden die 4 bestehenden Luft-Wasserwärmepumpen durch neue ersetzt. Zusätzlich sind 31.2 m<sup>2</sup>, gegen Südwesten ausgerichtete, Solarkollektoren installiert worden. Diese liefern Energie für die Trinkwassererwärmung und dienen als Unterstützung der Heizung. Die neuen Wärmepumpen sollten (nach theoretischen Herstellerangaben) eindeutig mit besseren Leistungszielen betrieben werden können. Der erhoffte Energieertrag der installierten Solarkollektoren ist mit ca. 12'000 kWh definiert worden.

### Energiebezüger

Das Heim wird über die bestehende Wärmeverteilung beheizt. Die Wärmeabgabe erfolgt grösstenteils über Heizkörper, im Untergeschoss über eine Fußbodenheizung.

Als zusätzliche Energiebezüger sind nach der Erneuerung der Anlage die Erwärmung (bzw. Vorwärmung) des Trinkwarmwassers sowie die Beheizung des Leiterhauses hinzugekommen. Das Leiterhaus wird neu, mittels Heizkörpern, ab separater Heizgruppe beheizt.

### Fazit

Folgende Optimierungspotenziale sind entgegen der Planung angepasst worden:

Die Thermostatventile sind im ganzen Heim auf der Stellung 3 blockiert worden, was einer Raumtemperatur von ~20°C entspricht. Die Ventile waren zum Teil auf der Stellung 5, was zu erhöhten Raumtemperaturen geführt hatte und somit auch zu grösseren Energieverlusten (Transmission).

Die Heizgruppen konnten von 55°C Vorlauftemperatur im Auslegungsfall um 5 Kelvin auf 48°C gesenkt werden. Das wirkt sich direkt auf die Leistungsziffer der Wärmepumpen aus. Je tiefer die Kondensationstemperatur (bei gleich bleibender Verdampfungstemperatur), desto geringer ist die Stromaufnahme. Auch kann dementsprechend die Wassertemperatur im Energiespeicher tiefer gehalten werden, was die Nutzung der Solarkollektoren begünstigt.

Die Heizgrenze wurde von 18°C auf 14°C herabgesetzt. Das Heim ist in den Übergangszeiten nicht immer belegt. Über die Raumtemperaturfühler konnten die Temperaturen beobachtet werden. Diese sind auch bei Aussentemperaturen unter 18°C (über längere Zeit) nicht dramatisch gesunken. Auch mit dem Aufheizen bei späterer Belegung musste nicht früher begonnen werden.

Da die Heimleitung schon von Anfang an auf die Regulierungs-Leitebene zugreifen konnte, konnten die Zeitfahrpläne für die verschiedenen Heizgruppen optimal vorprogrammiert werden. Ein Versäumen, die Anlage auf reduzierten Betrieb zurückzusetzen, konnte eliminiert werden. Die Betriebszeiten, das Einschalten vor einer Belegung, das Reduzieren oder auch das ganze Ausschalten einer oder mehrerer Heizgruppen konnte optimal programmiert, getrimmt und überwacht werden.

Das gleichzeitige Einschalten der Heizgruppen am Morgen hat vielfach dazu geführt, dass die Sollvorlauftemperatur unterschritten wurde. Gemäss Regulierungskonzept war dies der Freigabebefehl für den elektrischen Durchlauferhitzer. Durch das gestaffelte Einschalten der Heizgruppen konnte dieses Verhalten stark gedämpft werden. Zudem wurde die Zeitspanne, welche abgewartet werden musste bevor das Nachheizen mittels des elektrischen Durchlauferhitzers freigegeben wurde, massiv erhöht. Seit dieser Verstellung (im März), ist der Durchlauferhitzer kaum mehr in Betrieb gesetzt worden, und trotzdem konnten die Raumkonditionen gehalten werden.

Das Zuschalten einer weiteren Wärmepumpe (Stufe) wird so weit wie möglich verzögert. Geplant war, eine weitere Stufe zuzuschalten, wenn die Sollvorlauftemperatur für eine Zeitspanne von 5 Minuten unterschritten wurde. Die Zeitspanne ist auf 15 Minuten verlängert worden. Das hat bewirkt, dass die Temperatur im Energiespeicher (beim Austritt zu den Verbrauchern) immer knapp der gewünschten Sollwerttemperatur entsprochen hat. Vorher wurde der Speicher „vorsorglich“ auf eine etwa 2-3 Kelvin höhere Temperatur gebracht.

Die Freigabe der Solaranlage, bei einer Sonneneinstrahlung von 200 W/m<sup>2</sup>, ist auf 90 W/m<sup>2</sup> herabgesetzt worden, was zu einer früheren Einschaltung geführt hat. Da der Warmwasserbedarf bei einer Belegung des Heimes im unteren Bereich des Energiespeichers merkbar war, konnte länger Energie in den Speicher abgegeben werden.

Die Ausserbetriebsetzung des Solarkreislaufes bei einer Überschreitung von 95°C, ist auf 105°C angehoben worden, was eine Temperaturerhöhung im Energiespeicher (bei einem sehr sonnigen Tag) um 2 Kelvin brachte. Dies entspricht einer Energiemenge von immerhin 7 kWh.

Die Warmwassertemperatur (die elektrisch nachgewärmte) ist versuchshalber von 55°C auf 50°C reduziert worden. Der Versuch hat ergeben, dass diese, je nach Belegung, zu knapp war.

Die Pilotanlage Pfadiheim Weiermatt zeigt, dass eine Anlage auch nach einer guten und seriösen Planung, einer sauber durchgeföhrten Installation und der Inbetriebnahme, nicht einfach aus den Augen gelassen werden sollte. Eine Nachoptimierung der Anlage ist in jedem Falle sinnvoll. Es kann längerfristig nicht nur Geld für den Benutzer, sondern auch wertvolle Ressourcen eingespart werden.

## Beschreibung der Anlage

- *Standort der Anlage (Gemeinde), Höhe über Meer*

Das Pfadiheim Weiermatt liegt freistehend am Ortsausgang von Köniz, Richtung Schwarzenburg, auf 600 Meter über Meer.

- *Besondere geographische Merkmale des Standorts (freier Horizont bzw. Tal, Besonnung, besondere meteorologische Bedingungen)*

Das Heim liegt ausserhalb von Köniz auf dem Land. Es ist gegen Südwesten ausgerichtet und hat einen freien Horizont.

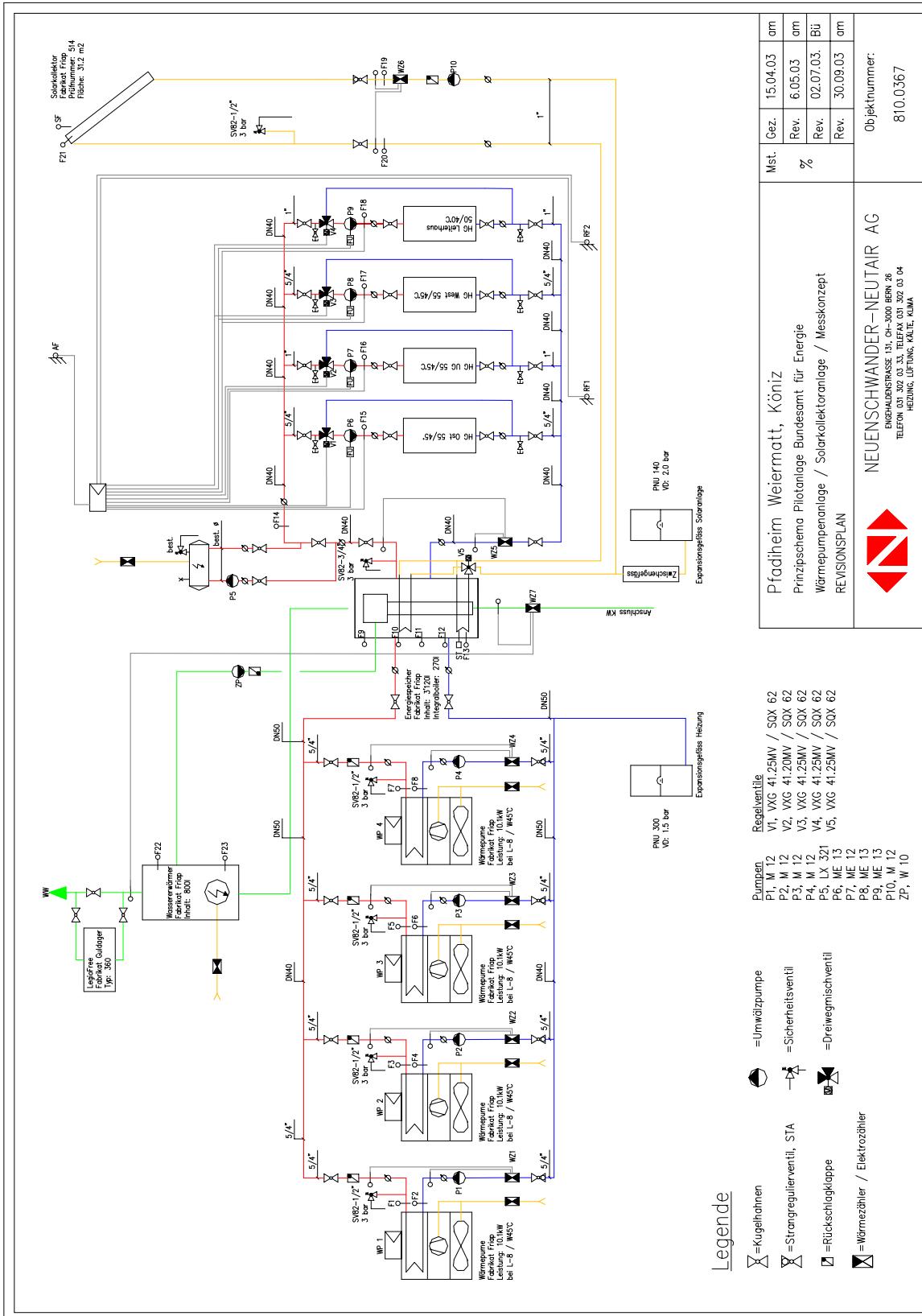
- *Fläche, Orientierung und Anstellwinkel der Kollektoren*

Auf dem gegen Südwesten ausgerichteten Schrägdach ist ein Feld von 4 x 3 Flachkollektoren à 2.6 m<sup>2</sup>, also total 31.2m<sup>2</sup>, der Firma Friap (SPF-Nr. C 584) installiert. Der Winkel des Daches und somit auch der Kollektoren beträgt 34.3°.

- *Informationen zum Gebäude: Geschossfläche, Anzahl Stockwerke, Anzahl Wohnungen / Büros / Besucher (bei Sportanlagen oder Schwimmbädern), Nutzung (Wohnungen, Verwaltung, Industrie, usw.).*

Das Pfadiheim Weiermatt ist ein 1988 erbautes Gebäude mit einer Energiebezugsfläche von rund 1130m<sup>2</sup>. Es besteht aus Untergeschoss mit Schlafräumen, Technik, Luftschutzkeller und Lager. Im Erdgeschoss befinden sich Küche, Abteilungsräume und Gemeinschaftsräume. Im Obergeschoss (Esterich) sind die eigenen Falkenstein-Räume. Zum Gebäude gehört ebenfalls ein kleines Leiterhaus, welches direkt neben dem Hauptgebäude steht.

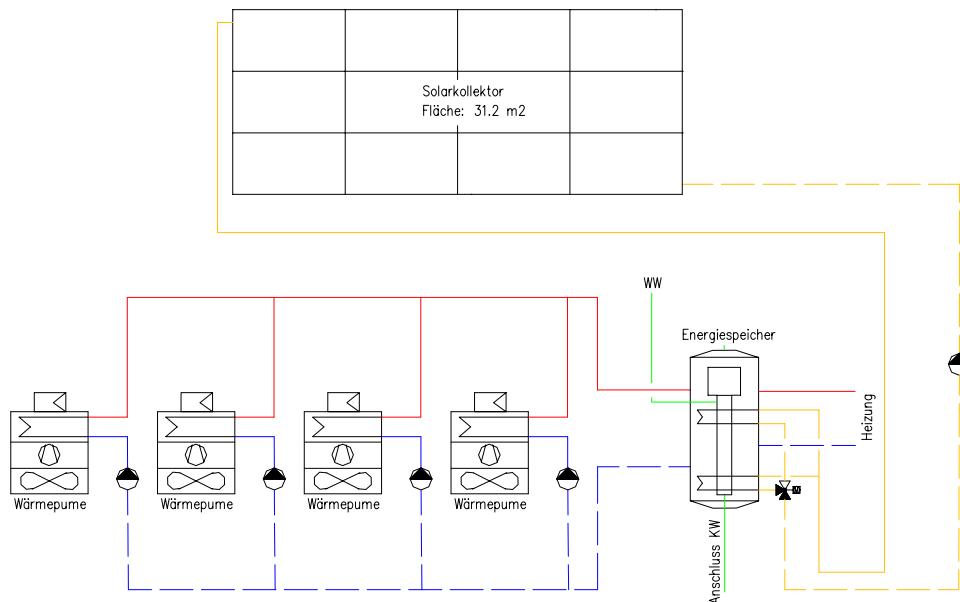
## **Prinzipschema der Thermischen Anlage**



## Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt primär über die 31.2 m<sup>2</sup> Solarkollektoren, welche auf dem nach Südwesten ausgerichteten Dach des Pfadiheims montiert sind.

Die vier parallel geschalteten Luftwasserwärmepumpen sind die sekundären Wärmeerzeuger, welche erst dann freigegeben werden, wenn die Sonnenenergie zu schwach ist.



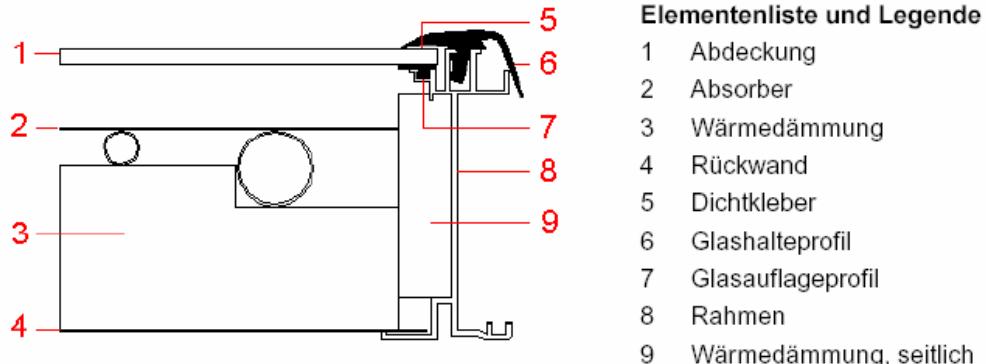
## Solarkollektoren

Auf dem nach Südwesten ausgerichteten Mitteldach des Pfadiheims sind 31,2 m<sup>2</sup> Sonnenkollektoren montiert. Es handelt sich um Flachkollektoren, welche in die bestehende Dachkonstruktion eingebaut wurden. Die auf dem Dach gewonnene Energie wird über 2 Rohrregister in den gemeinsamen Energiespeicher abgegeben.



Fabrikat	FRIAP
Typ	FRIAP 260
SPF-Nr.	C 584
Kollektorgroßesse	1'396 x 2'093 x 102 mm
Fläche pro Kollektor	2,6 m <sup>2</sup>
Fläche Kollektor total	31,2 m <sup>2</sup> (3 Reihen mal 4 Kollektoren)
Erwarteter Energiegewinn	12'000 kWh pro Kalenderjahr

### Detail des Kollektors FRIAP 260



### Wärmepumpe

Die Frisch- und Fortluftkanäle der vorherig installierten Wärmepumpen sind zum Teil unter der Bodenplatte verlegt. Der bauliche Aufwand wäre riesig gewesen, wenn man die Luftführung so hätte anpassen müssen, dass eine Wärmepumpe hätte installiert werden können. Aus diesem Grund hat man beschlossen, anstelle einer einzelnen grossen Wärmepumpe, erneut vier einzelne kleine Luftwasserwärmepumpen zu installieren. Die eingesetzten Wärmepumpen sind Serie-WP's der Firma Friap. Es sind keine an das Objekt angepassten, Spezial- WP's.

Die Wärmepumpen liefern die produzierte Energie in einen Energiespeicher, in welchem sich der Warmwasserboiler befindet.

Fabrikat	FRIAP (Steinmann)
Typ	FSLWi 81
Kältemittel	R-407c (FCKW-frei)
Anzahl Kompressoren	1 Scroll- Verdichter
Leistung pro WP	9.8 kW (Wasser 55°C; Luft -8°C)
Leistung pro WP	9.95 kW (Wasser 50°C; Luft -8°C)
COP gem. Anbieter	ca. 3.1 (Wasser 35°C; Luft -2°C)
Leistung gesamt	ca. 40 kW bei Auslegungsbedingungen
Elektrische Leistungsaufnahme	14.5 Ampère

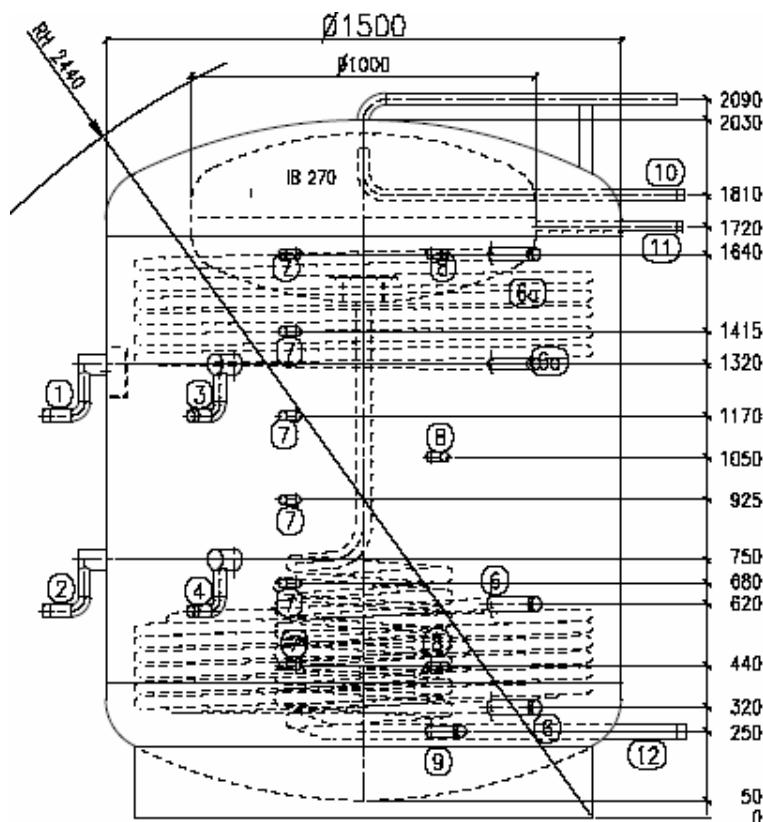
## Energiespeicher

Der Energiespeicher ist ein Kombispeicher, über welchen alle Energiein- sowie outputs fliessen.  
Die Wärmepumpen liefern die Energie in den Speicher.

Die gewonnene Energie der Solarkollektoren wird über zwei Wendelregister an das Wasser im Speicher abgegeben.

Der Warmwasserboiler im Innern des Speichers wird vom umgebenden Wasser erwärmt.  
Die Wärme welche die Heizgruppen benötigen, wird aus dem Energiespeicher bezogen.

Fabrikat	Feuron
Typ	Kombispeicher
Inhalt	3120 Liter
Inhalt Boiler	270 Liter
Solarregister	2,4 m <sup>2</sup> Vorwärmregister 3,6 m <sup>2</sup> oben 4,8 m <sup>2</sup> unten 8,4 m <sup>2</sup> total



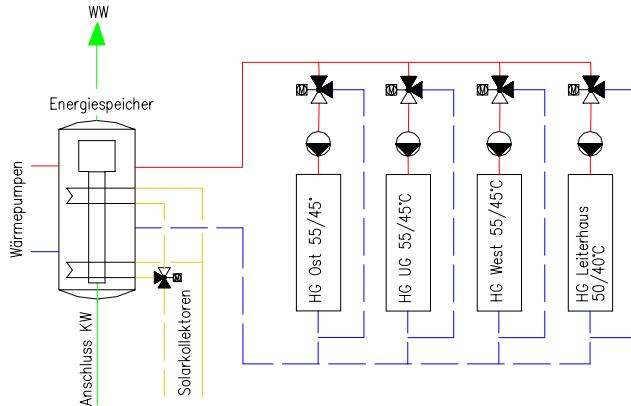
### Legende

- 1) VL Wärmepumpen
- 2) RL Wärmepumpen
- 3) VL Heizung
- 4) RL Heizung
- 6) Solarregister
- 7) Fühlermuffen
- 8) Thermometermuffen
- 9) Entleerung
- 10) Brauchwarmwasser
- 11) Zirkulation WW
- 12) Entleerung

## Wärmeverteilung

Die Heizgruppen des Heimes wurden alle saniert und an die bestehende Wärmeverteilung angeschlossen. Das Leiterhaus, welches vor den Umbauarbeiten mittels Elektroheizkörpern beheizt wurde, ist neu über eine erdverlegte Fernleitung ebenfalls an der zentralen Wärmeerzeugung angeschlossen. Die Wärmeabgabe erfolgt neu über Röhrenradiatoren. An der Wärmeverteilung ansonsten wurden keine Arbeiten ausgeführt. Es wurde versucht, im Rahmen der Optimierungsarbeiten, die Vorlauftemperaturen der einzelnen Heizgruppen zu senken. Die direkte Folge einer möglichen Senkung wäre eine steigende Leistungsziffer der Wärme pumpen und demnach auch eine geringere Stromaufnahme.

Die gesamte Anlage soll mit den tiefstmöglichen Heizwassertemperaturen betrieben werden.

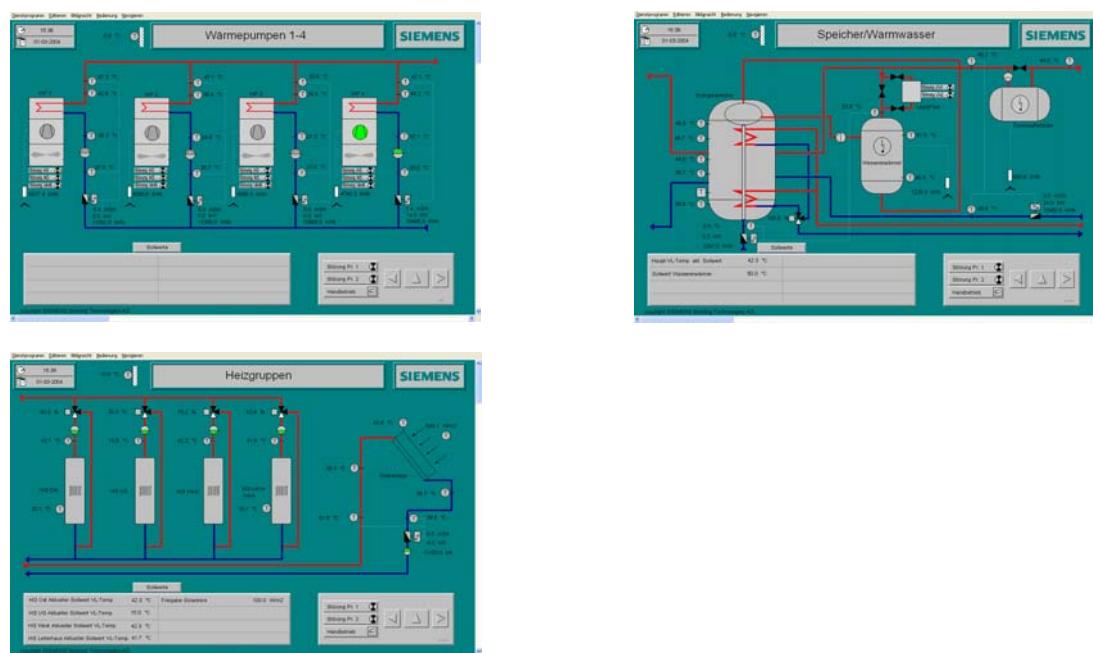


## Regulierung

Die gesamte Anlage wird über ein Leitsystem der Firma Siemens, welchem eine programmierte Intelligenz zu Grunde liegt, reguliert.

Die Regulierung hat die Aufgabe nur so wenig Energie über die Wärmepumpen (elektrische Energie) zu erzeugen, wie nötig ist. Mit den verfügbaren Mitteln soll sie versuchen möglichst viel Sonnenenergie der Anlage zukommen zu lassen.

Das Leiterhaus und der Gruppenraum im Heim sind mit einem Raumföhler ausgerüstet, um das dynamische Verhalten der Räumlichkeiten nachvollziehen zu können.



### **Energiemanagement der Anlage**

- Generell:
- Das Energiemanagement reguliert die gesamte thermische Anlage.
  - Wärmeerzeugung mit 4 parallel geschalteten Wärmepumpen
  - Energiegewinnung der Solarkollektoranlage mit ~32m<sup>2</sup> Kollektorenfläche
- Grundsatz:
- Es soll eine Anlage realisiert werden, welche auf einem energetischen Optimum betrieben wird.
    - primärer Energielieferant ist die Sonne!
    - Es soll versucht werden, möglichst viel Energie aus den Solarkollektoren gewinnen zu können, bevor elektrische Energie für die WP's oder die Wassererwärmung benötigt wird.
    - Nur soviel Zusatzenergie wie nötig und soweinig Zusatzenergie wie möglich!
- Funktion:
- Die gesamte Anlage wird über die jeweilig eingebauten Wärmezähler resp. Energiezähler geregelt.
  - Die Zähler liefern die effektiven Energiemengen- und verbräuche mit dem jeweiligen Temperaturniveau an das Leitsystem.
  - Über die Fühler errechnet das Leitsystem den Energieinhalt im Speicher.
  - Das Leitsystem errechnet die jeweiligen Leistungen.
  - Es werden **immer** alle Leistungsdaten miteinander verglichen.
  - Das Leitsystem errechnet die Stufenzu- oder wegschaltung
    - Energiebilanz negativ Stufenzuschaltung
    - Energiebilanz positiv Stufenwegschaltung
- Energiebilanz:
- Positive Energiebilanz → zur Verfügung stehende Energie > geforderte Energie  
*(jeweils auf dem richtigen Temperaturniveau)*
  - Negative Energiebilanz → zur Verfügung stehende Energie < geforderte Energie  
*(jeweils auf dem richtigen Temperaturniveau)*
- Das Leitsystem soll ausschliessen, dass zuviel Energie produziert wird. Es soll versucht werden keine kWh Energie zuviel zu produzieren.
  - Das Zu- oder Wegschalten einer Stufe wird vom Leitsystem bestimmt. Bevor eine Stufe zugeschaltet werden darf, muss eine Zeitspanne abgewartet werden. Die Anlage muss sozusagen „aushuntern“, bevor eine weitere Stufe zugeschaltet werden darf.
- Besonderes:
- Wärmepumpen liefern bei zunehmender Außentemperatur eine zunehmend höhere Leistung! → es dürfen nie 2 Stufen auf einmal zugeschaltet werden.
  - Die hydraulische Bilanz der Anlage ist wichtig. Die Gesamtwassermenge der Wärmeerzeugung (der im Betrieb stehenden Wärmepumpen) muss immer grösser sein, als die von den Heizgruppen bezogene Wassermenge.

## Wassererwärmung

Die Wassererwärmung erfolgt in zwei Stufen. In dem im Energiespeicher integrierten Boiler wird das Warmwasser vorgewärmt resp. erwärmt. Dies je nach Leistung, welche von den Solarkollektoren gewonnen werden kann. Da die Leistungsziffer der Luftwasserwärmepumpen mit zunehmender Austrittstemperatur sinkt, wird die gesamte Anlage mit Niedertemperatur betrieben. Demnach kann das Warmwasser mit den Wärmepumpen maximal auf die Temperatur der Heizkurve erwärmt werden.

Das Warmwasser wird dann in der zweiten Stufe (Nachwärmung elektrisch), wenn nötig, auf maximal 55°C erwärmt.

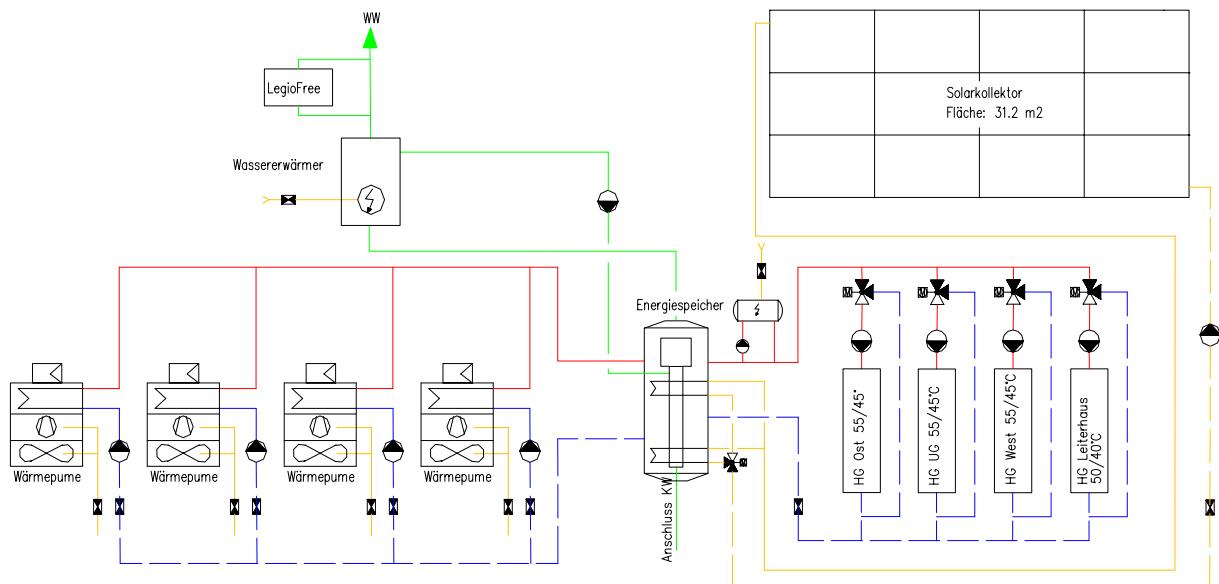
Wasser ist ein Lebensmittel. Da das Warmwasser nur auf 45 - 55°C erwärmt wird, wird gefährlichen Bakterien und Keimen eine optimale Fortpflanzungsmöglichkeit geboten. Bei jenen Temperaturen vermehren sich diese explosionsartig und sprengen den Grenzwert der Schweizerischen Lebensmittelverordnung.

Da im Pfadiheim Weiermatt auch Lager mit körperlich geschwächten Personen stattfinden, muss das Risiko einer Ansteckung verhindert werden. Aus diesem Grund ist eine LegioFree®-Anlage der Firma Guldager installiert worden.

Die LegioFree®-Anlage der Firma Guldager ist die Kombination von zwei bewährten und erprobten Entkeimungsverfahren (UV-Entkeimung / Ionisierung), deren Eigenschaften sich optimal ergänzen. Die Schwächen des einen Verfahrens werden durch die Stärken des anderen Verfahrens kompensiert.

## Prinzipschema Messkonzept

Im untenstehenden vereinfachten Prinzipschema sind die Messstellen eingezeichnet. Es werden alle energierelevanten Punkte gemessen. Alle Elektro einspeisungen, alle Wärmeerzeugungen sowie der Wärmeverbrauch der Heizung.



Die Messungen sind von anfangs Februar 2004 bis zum 8. Oktober 2004 komplett. Gemessen wurde alle 5 Minuten. Die Messungen vor dem Februar weisen aufgrund von Messfehlern, Systemabstürzen, Kommunikationsschwierigkeiten und Datenverlusten, Datenlöcher auf. Daten nach dem 8. Oktober sind infolge eines Telefonieproblems auf der Anlage verloren gegangen.

Detaillierte Messresultate sind als Anhang beigelegt.

## Wirtschaftliche Aspekte

*Folgende Daten angeben:*

- *Gesamtkosten der Anlage (inkl. Zusammensetzung der Kosten)*

- Vorprojekt (Systemauswahl, Grobplanung, Gesamtkonzept):	Fr.	9'500.-
- Material Wärmepumpenanlage / Solarkollektoren:	Fr.	289'800.-
- Hygieneanlage Trinkwarmwasser	Fr.	40'000.-
- Personalkosten (Akquisition, Detailplanung, Ausführung):	Fr.	inkl.
- Transporte, Gerüste, Spesen, Bauanpassungen, etc.	Fr.	inkl.
- Leitsystem, Messsystem- und Anzeigesystem, Messungen:	Fr.	32'000.-
- Erfassung und Auswertung der Messwerte : Optimierung / Erfolgskontrolle (Berichte):	Fr.	8'500.-
Total	Fr.	<u>379'800.-</u>

- *Kosten für eine gleichwertige konventionelle Anlage*

Eine konventionelle Ölheizung hätte für rund Fr. 50'000.- realisiert werden können.

- *Nicht amortisierbare Mehrkosten der*

Die nicht amortisierbaren Mehrkosten dieser Anlage belaufen sich auf rund Fr. 360'000.-

- *Für die Anlage erhaltene Finanzhilfen (ohne Kosten für Messungen, Medienaktionen, usw.).*

Finanzhilfen BfE:                    Fr. 152'510.-

- *Detaillierte Kosten der Anlage, z.B. Kollektoren (inkl. Montage, Verbindungen,...), Speicher (mit Wärmeschutz), Ventile / Rohre / Wärmeschutz, Anpassung an bestehende Anlagen, usw.*

		Einzelpreise	netto exkl. MWSt.	netto inkl. MWSt.
<b>Pos. 1. Demontagen</b>		Fr. 3'800.00	Fr. 3'800.00	<b>Fr. 4'089.00</b>
<b>Pos. 2. Wärmegewinnung / Solarkollektoren</b>			Fr. 30'700.00	<b>Fr. 33'033.00</b>
.1 Apparate	Fr.	17'200.00		
.2 Armaturen / Instrumente	Fr.	1'000.00		
.3 Verbindungsleitungen	Fr.	1'400.00		
.4 Regel- / Sicherheitsorgane	Fr.	1'600.00		
.5 Transport / Montage	Fr.	7'500.00		
.6 Dämmungen	Fr.	2'000.00		
<b>Pos. 3. Wärmeerzeugung / Wärmepumpe</b>			Fr. 63'400.00	<b>Fr. 68'219.00</b>
.1 Apparate	Fr.	48'100.00		
.2 Armaturen / Instrumente	Fr.	1'500.00		
.3 Verbindungsleitungen (bis Heizgruppe)	Fr.	600.00		
.4 Regel- / Sicherheitsorgane	Fr.	5'900.00		
.5 Transport / Montage	Fr.	5'300.00		
.6 Dämmungen	Fr.	2'000.00		

<b>Pos. 4. Speicheranlagen</b>		Fr. 21'400.00	<b>Fr. 23'026.00</b>
.1 Apparate	Fr. 19'900.00		
.2 Regel- / Sicherheitsorgane	Fr. 1'000.00		
.3 Transport / Montage	Fr. 500.00		
<b>Pos. 5. Sanitär</b>		Fr. 23'600.00	<b>Fr. 25'394.00</b>
.1 Demontagen	Fr. 800.00		
.2 Anpassen Dachflächen	Fr. 7'800.00		
.3 Versetzen Solarkollektoren	Fr. 3'000.00		
.4 Verrohrungen Warmwasser	Fr. 12'000.00		
<b>Pos. 7. Elektro</b>		Fr. 17'400.00	<b>Fr. 18'722.00</b>
<b>Pos. 8. Bauliche Massnahmen</b>		Fr. 11'000.00	<b>Fr. 11'836.00</b>
<b>Pos. 6. Verteiler bestehende Heizgruppen</b>		Fr. 20'500.00	<b>Fr. 22'058.00</b>
<b>Option 1 Messen</b>		Fr. 32'000.00	<b>Fr. 34'432.00</b>
<b>Option 2 Leitsystem</b>		Fr. 56'000.00	<b>Fr. 60'256.00</b>
<b>Option 3 Optimieren</b>		Fr. 8'500.00	<b>Fr. 9'146.00</b>
<b>Option 4 Hygiene</b>		Fr. 40'000.00	<b>Fr. 43'040.00</b>
<b>Option 5 Leiterhaus</b>		Fr. 35'000.00	<b>Fr. 37'660.00</b>
.1 Demontagen	Fr. 500.00		
.2 Apparate	Fr. 2'000.00		
.3 Armaturen / Instrumente	Fr. 2'000.00		
.4 Verbindungsleitungen	Fr. 6'000.00		
.5 Regel- / Sicherheitsorgane	Fr. 4'000.00		
.6 Transport / Montage	Fr. 5'500.00		
.7 Dämmungen	Fr. 2'000.00		
.8 Bauliche Arbeiten	Fr. 10'000.00		
.9 Elektrische Installationen	Fr. 3'000.00		
<b>POS 9. Reserveposition</b> (Laptop, ISDN, Raumüberwachung)		Fr. 7'000.00	<b>Fr. 7'532.00</b>
<b>Total</b>	<b>Wärmepumpen / Solar Netto, inkl. MWSt.</b>	Fr. 370'300.00	<b>Fr. 398'443.00</b>

- *Spezifische Kosten (pro m<sup>2</sup> Kollektor, pro m<sup>3</sup> Speicher)*

Pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche Fr. 11'868.60

Pro m<sup>3</sup> Speichervolumen Fr. 118.70 (exkl. 800l Boiler)

Pro m<sup>3</sup> Speichervolumen Fr. 94.50 (inkl. 800l Boiler)

## Ergebnisse

- Tabelle der gemessenen monatlichen Energieflüsse*

### Messreihen der Energiezähler

Blattende zweiter Montag Kalenderwoche	WP_1	WP_1	WP_2	WP_2	WP_3	WP_3	WP_4	WP_4	SOLARFLUX	HEIZKUPFER	WARMWASSER	WARMWASSER
	Elektrizität kWh	Energie kWh	Elektrizität kWh	Energie kWh	Elektrizität kWh	Energie kWh	Elektrizität kWh	Energie kWh	Energie	Elektrizität kWh	Elektrizität kWh	Energie kWh
WO 1 6 07:30:00	4734.90	9510.00	4182.20	9580.00	3728.70	0100.00	3592.70	0916.00	1953.00	2970.00	1124.90	1872.00
WO 1 7 07:30:00	4765.13	9546.00	4250.20	5581.00	3573.40	0555.00	4538.20	0584.00	1362.00	3174.00	1175.30	1867.00
WO 1 8 07:30:00	5164.80	10311.00	4565.10	10096.00	4126.60	9500.00	4721.50	9138.00	1429.00	3070.00	1132.00	1131.00
WO 1 9 07:30:00	5271.73	10507.00	4813.00	10798.00	4329.90	10008.00	4147.50	9954.00	1555.00	3672.00	1117.20	1234.00
WO 1 10 07:30:00	5341.30	11329.00	5599.70	11319.00	4588.90	9500.00	4704.40	9141.40	1731.00	3625.00	1208.30	1267.00
WO 1 11 07:30:00	5400.00	11900.00	5571.70	11897.00	4600.00	11200.00	4400.00	11200.00	1400.00	3600.00	1240.00	1240.00
WO 1 12 07:30:00	5593.15	12548.00	5587.35	12500.00	5579.95	11744.00	5700.70	11960.00	2903.00	4292.00	1764.20	1486.00
WO 1 13 07:30:00	5177.53	12795.00	5644.00	12772.00	5115.30	11705.00	5744.00	11720.00	2349.00	4423.00	1428.00	1550.00
WO 1 14 07:30:00	5423.13	13594.00	5599.00	13591.00	5264.40	12510.00	5244.00	12298.00	2915.00	4161.00	1508.70	2095.00
WO 1 15 07:30:00	5530.80	13533.00	5591.60	13570.00	5552.30	12500.00	5244.00	12536.00	2938.00	4797.00	1598.00	2277.00
WO 1 16 07:30:00	5730.73	14187.00	6229.00	14271.00	6703.70	13715.00	6244.00	13164.00	3007.00	6076.00	1696.40	2172.00
WO 1 17 07:30:00	5832.13	14476.00	6352.00	14581.00	5576.40	14280.00	5744.00	13558.00	3459.00	5236.00	1638.30	2322.00
WO 1 18 07:30:00	5930.13	14733.00	6347.00	14930.00	5586.80	14598.00	5201.30	13900.00	3937.00	5351.00	1950.30	3250.00
WO 1 19 07:30:00	5999.73	15000.00	6477.30	15006.00	5594.10	14651.00	6269.00	13927.00	4212.00	5406.00	2136.10	3224.00
WO 1 20 07:30:00	5795.43	15200.00	5888.00	15200.00	5471.00	15007.00	5223.30	14249.00	4497.00	5697.00	2199.30	3450.00
WO 1 21 07:30:00	5720.95	15620.00	5812.00	15620.00	5147.50	15200.00	5290.40	14875.00	4961.00	5198.00	2168.40	3616.00
WO 1 22 07:30:00	7223.29	15889.00	5843.35	16026.00	6166.00	16210.00	5520.00	14877.00	5119.00	5737.00	2200.20	3847.00
WO 1 23 07:30:00	7223.73	15868.00	5599.00	15789.00	5017.30	15951.00	5692.10	14594.10	5379.00	5915.00	2364.00	4547.00
WO 1 24 07:30:00	7220.73	15620.00	5620.00	15700.00	5239.50	15706.00	5261.60	15932.00	6209.00	5940.00	2470.00	4330.00
WO 1 25 07:30:00	7228.73	15570.00	5683.00	15700.00	5228.50	15498.00	5281.60	14932.00	6324.00	5846.00	2479.00	4477.00
WO 1 26 07:30:00	7241.80	15720.00	5683.60	15771.00	5239.50	15496.00	5281.60	14932.00	6953.00	5917.00	2574.10	4940.00
WO 1 27 07:30:00	7245.43	15731.00	5682.00	15771.00	5228.50	15496.00	5281.60	14932.00	7212.00	5971.00	2558.90	4952.00
WO 1 28 07:30:00	7245.43	15731.00	5683.60	15771.00	5238.50	15496.00	5281.60	14932.00	7582.00	5971.00	2598.00	5204.00
WO 1 29 07:30:00	7295.00	15784.00	5656.90	15700.00	5229.50	15496.00	5281.60	14932.00	7913.00	5916.00	2668.70	5217.00
WO 1 30 07:30:00	7296.80	15862.00	5725.65	15900.00	5261.00	15496.00	5281.60	14932.00	8361.00	5971.00	2749.00	5111.00
WO 1 31 07:30:00	7296.80	15856.00	5725.65	15900.00	5261.00	15496.00	5281.60	14932.00	8751.00	5971.00	2749.00	5111.00
WO 1 32 07:30:00	7296.80	15862.00	5725.65	15900.00	5260.00	15496.00	5281.60	14932.00	9091.00	5971.00	2749.00	5111.00
WO 1 33 07:30:00	7296.80	15862.00	5725.65	15900.00	5279.60	15496.00	5281.60	14932.00	9232.00	5971.00	2749.00	5111.00
WO 1 34 07:30:00	7296.80	15862.00	5725.65	15900.00	5299.60	15496.00	5281.60	14932.00	9464.00	5971.00	2749.00	5111.00
WO 1 35 07:30:00	7296.80	15862.00	5725.65	15900.00	5299.60	15496.00	5281.60	14932.00	9929.00	5971.00	2749.00	5111.00
WO 1 36 07:30:00	7296.80	15862.00	5725.65	15900.00	5299.60	15496.00	5281.60	14932.00	10378.00	5971.00	2818.90	5733.00
WO 1 37 07:30:00	7296.80	15862.00	5725.65	15900.00	5299.60	15496.00	5281.60	14932.00	10722.00	5971.00	2848.00	5237.10
WO 1 38 07:30:00	7296.80	15862.00	5725.65	15900.00	5299.60	15496.00	5281.60	14932.00	11176.00	5971.00	2893.90	5783.00
WO 1 39 07:30:00	7301.00	15904.00	6754.10	16000.00	6294.70	16743.00	6106.00	15740.00	11734.00	6294.00	3132.30	7493.00
WO 1 40 07:30:00	7301.00	16146.00	6791.20	16200.00	6294.70	16743.00	6106.00	15740.00	11734.00	6294.00	3132.30	7493.00
WO 1 41 07:30:00	7301.00	16146.00	6791.20	16200.00	6294.70	16743.00	6106.00	15740.00	11734.00	6294.00	3132.30	7493.00

### Errechnete Monatsverbrauchszahlen

Angaben in kWh Kalenderwoch.Zeit	Input Elektro wöchentlich			Input Wärme wöchentlich			Output Wärme wöchentlich		
	Heizung	Warmwasser	Total	Wärmepumpen	Solar	Total	Heizung	Warmwasser	Total
WO 1 6 07:30:00	717.40	43.80	761.20	1768.00	208.00	1996.00	1973.00	-28.80	1944.20
WO 1 7 07:30:00	838.20	54.70	892.90	1942.00	156.00	2098.00	2034.00	-10.70	2023.30
WO 1 8 07:30:00	861.20	46.20	907.40	2160.00	127.00	2287.00	2221.00	56.80	2277.80
WO 1 9 07:30:00	1103.00	49.10	1152.10	2203.00	181.00	2384.00	2324.00	-16.10	2307.90
WO 1 10 07:30:00	1018.40	67.30	1085.70	2334.00	156.00	2490.00	2435.00	43.70	2478.70
WO 1 11 07:30:00	949.70	68.60	1018.30	2291.00	115.00	2406.00	2251.00	41.40	2292.40
WO 1 12 07:30:00	326.90	63.70	390.60	981.00	347.00	1328.00	1285.00	41.30	1326.30
WO 1 13 07:30:00	880.30	80.80	961.10	2506.00	170.00	2576.00	2249.00	411.20	2660.20
WO 1 14 07:30:00	338.50	90.30	428.80	1198.00	420.00	1518.00	1498.00	101.70	1599.70
WO 1 15 07:30:00	628.80	96.40	725.20	2168.00	148.00	2306.00	2087.00	199.60	2286.60
WO 1 16 07:30:00	422.50	140.50	563.00	1628.00	352.00	1980.00	1807.00	208.50	2015.60
WO 1 17 07:30:00	310.20	156.40	466.60	1139.00	398.00	1537.00	1386.00	151.60	1537.60
WO 1 18 07:30:00	893.90	43.80	937.70	469.00	373.00	842.00	813.00	20.20	833.20
WO 1 19 07:30:00	526.30	50.20	576.50	1608.00	162.00	1770.00	1607.00	117.80	1724.60
WO 1 20 07:30:00	227.80	103.10	330.90	725.00	579.00	1304.00	1224.00	123.90	1347.90
WO 1 21 07:30:00	51.60	38.80	90.40	178.00	467.00	645.00	454.00	119.20	573.20
WO 1 22 07:30:00	107.70	126.60	234.30	393.00	561.00	954.00	676.00	273.40	949.40
WO 1 23 07:30:00	80.80	124.20	205.00	298.00	230.00	528.00	400.00	61.80	461.80
WO 1 24 07:30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	315.00	315.00	43.00	59.00	102.00
WO 1 25 07:30:00	13.70	95.10	108.80	44.00	329.00	373.00	208.00	254.90	462.90
WO 1 26 07:30:00	3.60	12.80	16.40	11.00	357.00	368.00	43.00	97.20	140.20
WO 1 27 07:30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	372.00	372.00	0.00	252.00	252.00
WO 1 28 07:30:00	21.90	81.80	103.70	72.00	331.00	403.00	126.00	-68.80	57.20
WO 1 29 07:30:00	63.60	81.20	144.80	228.00	448.00	676.00	289.00	712.80	1001.80
WO 1 30 07:30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	267.00	267.00	0.00	18.00	18.00
WO 1 31 07:30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	423.00	423.00	0.00	308.00	308.00
WO 1 32 07:30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	206.00	206.00	0.00	0.00	0.00
WO 1 33 07:30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.00	212.00			

### Bilanz über 1 Jahr

- Aufwand elektrische Energie Wärmepumpen	~ 26'800	kWh
- Ertrag Wärmeenergie Wärmepumpen	~ 63'000	kWh
- Aufwand elektrische Zusatzenergie für Heizung und Warmwasser	~ 4'100	kWh
- Solarer Energiegewinnung über Solarkollektoren	~ 11'600	kWh
<b>→ Total Aufwand elektrische Energie</b>	<b>~ 30'900</b>	<b>kWh</b>
<b>→ Total Aufwand Wärmeenergie</b>	<b>~ 74'600</b>	<b>kWh</b>
<b>→ Total Verbrauch Wärmeenergie Heizung</b>	<b>~ 64'500</b>	<b>kWh</b>
<b>→ Total Verbrauch Wärmeenergie Warmwasser</b>	<b>~ 7'500</b>	<b>kWh</b>

Die Differenz aus Aufwand Wärme und Verbrauch Wärme von ~2'600 kWh/a kann eigentlich nur aus Messfehlern und über die vermuteten schlechten Messresultate des Energiezählers Warmwasser stammen.

Der Aufwand an elektrischer, hochwertiger Energie für die Wärmepumpen beträgt 26'776.4 kWh/a. Zusätzlich sind 3'032.3 kWh/a elektrische Energie für die Brauchwarmwassererwärmung benötigt. Die anfänglichen Einsätze des elektrisch betriebenen Durchlauferhitzers betragen 1'072.1 kWh/a. Total sind also 30'880 kWh/a an hochwertiger elektrischer Energie verbraucht worden. Damit ist das gesamte Heim beheizt, auch das Leiterhaus, und das ganze Brauchwarmwasser aufbereitet worden.

Vor der Sanierung sind alleine 37'300 kWh/a für die Wärmepumpen von Nöten. Zudem musste das Brauchwarmwasser aufbereitet und das Leiterhaus beheizt werden. Leider sind diese Zahlen nicht als Vergleich vorhanden.

Dennoch kann gesagt werden, dass gegenüber früher viel weniger Energie verbraucht worden ist. Setzt man den Gesamtenergieaufwand an elektrischer Energie gegenüber der früheren WP-Energieaufwandes, ist schon eine Einsparung von über 6'000 kWh/a ausweisbar.

Rechnet man den Energieaufwand zusammen, setzt sich dieser folgendermassen zusammen:

Wärmepumpen	26'776.4 kWh/a
Solaranlage	11'629.0 kWh/a (alternativ)
Brauchwarmwasser	3'032.3 kWh/a
Durchlauferhitzer	<u>1'072.1 kWh/a</u>
Total	<u>42'509.8 kWh/a</u>

Schätzt man den elektrischen Energieaufwand vor der Sanierung ab, setzt sich dieser folgendermassen zusammen:	Wärmepumpen	37'300 kWh/a	(Angaben Nutzer)
	Brauchwarmwasser	7'600 kWh/a	(Annahme wie heute)
	Beheizung Leiterhaus	<u>10'000 kWh/a</u>	(Annahme)
	Total	<u>49'900 kWh/a</u>	

Dieser Wert wäre nun vergleichbar mit den Verbrauchszahlen des ersten Betriebsjahres. Das entspräche einer Einsparung an elektrischer Energie von circa 19'000 kWh/a!

Die Einsparungen können über folgende Punkte erklärt werden:

- Solarer Energiegewinn
- Bessere Leistungsziffern der Wärmepumpen
- Energie kann gespeichert werden (vorher war nur ein technischer Speicher vorhanden)
- Tiefer Hezwassertemperaturen
- Tiefer Warmwassertemperaturen
- Leiterhaus an Heizsystem angeschlossen
- Generell max. 22°C Raumtemperatur

- Späteres Einschalten der Heizung (Heizgrenze)
  - Bessere Betriebszeiten (EIN / AUS / Red.)
- 
- **Gewonnene Energie in kWh/m<sup>2</sup> Kollektorfläche**  
Total hat die Kollektoranlage innert Jahresfrist 11'334 kWh erbracht.  
Das entspricht einer spezifischen Energie von 363.3 kWh/m<sup>2</sup>,a
  - **Besondere Ereignisse, die Ausreisser in den Messungen erklären können**  
Die installierten Wärmezähler waren allesamt (von Werk her) falsch programmiert. Die Regulierung, welche über die Zähler die effektiven Leistungen und Energiedaten erfassen soll und damit die Grundlage liefern, ob eine Wärmepumpe zugeschaltet oder auch weggeschaltet werden muss, war somit nicht gegeben. Die einzige vorhandene Führungsgröße war der Energiespeicher. Die Stufenregulierung der Wärmepumpen wurde provisorisch über die Fühler am Energiespeicher bestimmt.  
Die Firma IGS hat alle Zähler ausgebaut und durch neue ersetzt. Der ersetzte Wärmezähler Heizung, welcher dem Leitsystem die aktuelle Leistungsabgabe liefern sollte, funktionierte leider nach der Inbetriebnahme immer noch nicht wunschgemäß. Der Zähler konnte nicht mit dem Leitsystem der Firma Siemens kommunizieren. Der Zähler ist erneut ausgebaut worden. Bei diesem Umbau sind leider die Daten des Rechenwerkes auf Null gesetzt worden. Die Daten konnten deshalb erst ab Anfang Februar unterbruchsfrei gesammelt werden. Die Gesamtenergiezahlen sind aber per 1. Oktober 2003 bis 30. September vorhanden. Die Kommunikation, die Datenübertragung und die Datenspeicherung haben dazu geführt, dass diese Daten nicht bis zum 1. Oktober 2003 komplett gesichert werden konnten.  
Der Energiezähler, welcher den Energieverbrauch des Warmwassers zählen soll, ist eine nicht richtig repräsentierbare Größe. Der Zähler ist kein eigentlicher Wärmezähler. Da dieser in den Trinkwasserrohren eingebaut ist, musste es ein SVGW-geprüfter Zähler sein. Also hat man einen Kaltwasserzähler eingebaut. Diesen hat man mit einem Rechenwerk eines Wärmezählers ergänzt. Der Zähler ist aber wegen den grossen Spitzenleistungen resp. kleinen Wassermengen sehr ungenau.  
Der Elektrozähler der Wärmepumpe 4 war zwischen der KW13 bis zur KW19 kaputt gegangen. Dies ist auf den Datenreihen und in den Diagrammen gut ersichtlich. Der Zähler hat einerseits gar nichts mehr gemessen oder dann horrende Zahlen.
  - **Parameter wie Anzahl Besucher, usw.**  
Die Heimleitung unter dem Vereinspräsident, Herr Heinz Jenni, hat viel Öffentlichkeitsarbeit geleistet. Am 9. März 2004 hat die Heimleitung das EnergieApéro „Mehrwert durch gebäudeintegrierte Solaranlagen“ im Pfadiheim Weiermatt durchgeführt. Anlässlich dieser Veranstaltung sind auch Führungen organisiert worden.  
Es war nicht nur unser Ziel, dass die Anlage möglichst optimal betrieben wird, sondern auch die Verantwortlichen der Heimleitung waren dafür besorgt. Ist ihnen was aufgefallen, oder hatten sie eine Idee, sind diese Probleme/Anliegen gemeinsam besprochen und umgesetzt worden.

## Schlussfolgerung und Aussicht

Der Zeitraum zwischen Inbetriebnahme der Anlage anlässlich des Solarenergietages anfangs September 2003, und Beginn des Optimierungsauftrages ab Inbetriebnahme war eindeutig zu kurz. Gut wäre gewesen, wenn die Optimierungsarbeiten nach dem Beheben der anfänglichen Problemen mit Fabrikationsfehlern (Energiezähler) sowie den erwähnten Schnittstellenproblemen begonnen hätte.

Eine 2-stufige Einspeisung der Solaren Energiegewinnung bringt bei einem kleineren (oder nicht so hohen) Energiespeicher, wie dieser im Pfadiheim gebaut wurde, keine Vorteile.

Der Einbau einer Warmwasserzirkulationspumpe zwischen Nachwärmer und Energiespeicher mit integriertem Boiler ist sinnvoll. Da der Wasserverbrauch im Heim sehr unterschiedlich war, konnten durch das Umschichten immerhin 800 Liter mehr Wasser auf ein höheres Temperaturniveau gebracht werden.

Eine Energiemessung mittels einem handelsüblichen, erweiterten Kaltwasserzähler ist nicht weiter empfehlenswert. Die Messungen weisen grosse Differenzen aus.

Die Pilotanlage Pfadiheim Weiermatt zeigt, dass eine Anlage auch nach einer guten und seriösen Planung, einer sauber durchgeführten Installation und der Inbetriebnahme nicht einfach aus den Augen gelassen werden sollte. Eine Nachoptimierung der Anlage ist in jedem Falle sinnvoll. Es kann längerfristig nicht nur Geld für den Benutzer, sondern auch wertvolle Ressourcen eingespart werden.

## Verantwortliche Personen

- *Ingenieur/Planer:*  
Neuenschwander-Neutair AG, Engehaldenstrasse 131, 3000 Bern 26  
T: 031/302 03 33 F: 031/302 03 04  
André Messerli, messerli.andre@nena.ch
- *Installateur*  
Neuenschwander-Neutair AG, Engehaldenstrasse 131, 3000 Bern 26  
T: 031/302 03 33 F: 031/302 03 04  
André Messerli, messerli.andre@nena.ch
- *Eigentümer*  
Heimverein Falkenstein Köniz  
Schwandenhubel 32, 3098 Schlieren  
Vereinspräsident Heinz Jenni  
T: 031/974 19 79 F: 031/974 19 77  
Heinz.jenni@bluewin.ch / www.pfadi-falkenstein.ch
- *Für die Verfolgung der Anlage verantwortliche Person (Messungen)*  
Neuenschwander-Neutair AG, Engehaldenstrasse 131, 3000 Bern 26  
T: 031/302 03 33 F: 031/302 03 04  
André Messerli, messerli.andre@nena.ch

## Unterschrift

Bern, ..... , .....

## Weitere Informationen

- Fotos der Anlage sind in einer separaten Beilage.

**1 Ansicht der Sonnenkollektoren**



**2 Ansicht der Sonnenkollektoren**



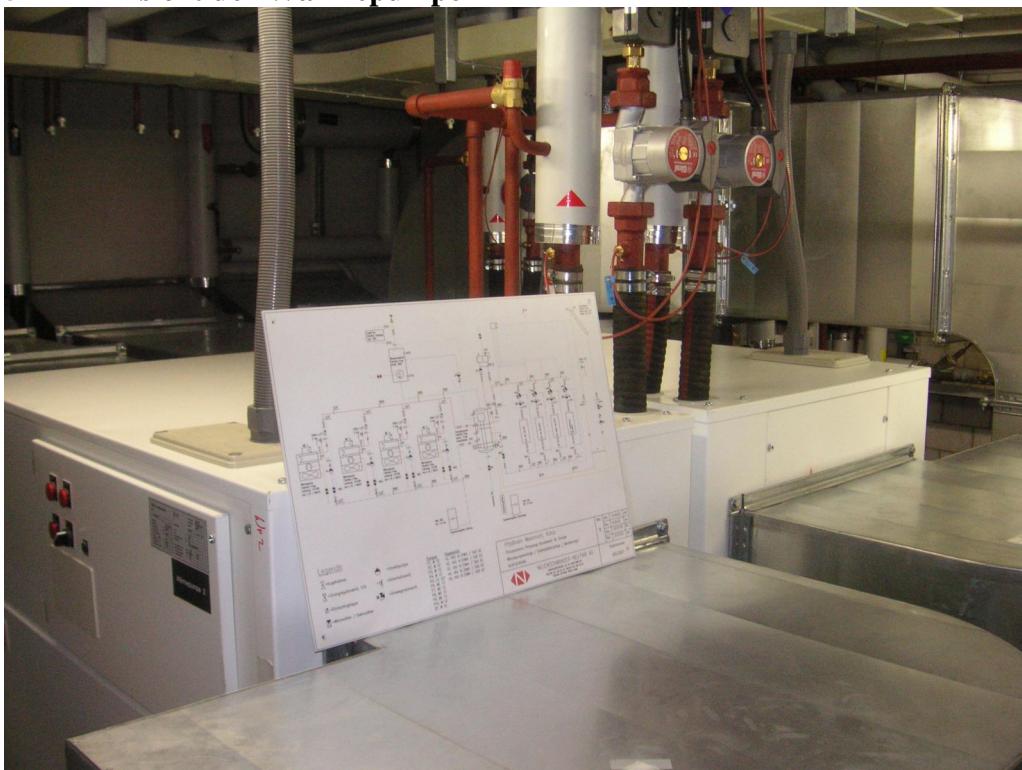
**3 Pfadiheim Weiermatt**



**4 Ansicht der Wärmepumpen**



## 5 Ansicht der Wärmepumpen



## 6 Fortluftkanäle der Wärmepumpen



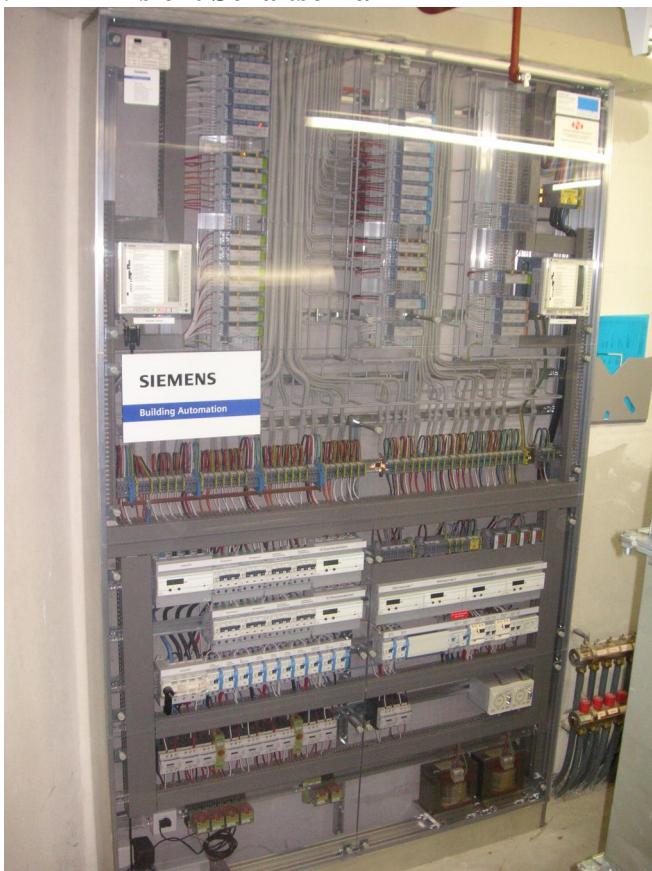
## 7 Ansicht Energiespeicher



## 8 Solare Einspeisung in den Energiespeicher



**9 Ansicht Schaltschrank**

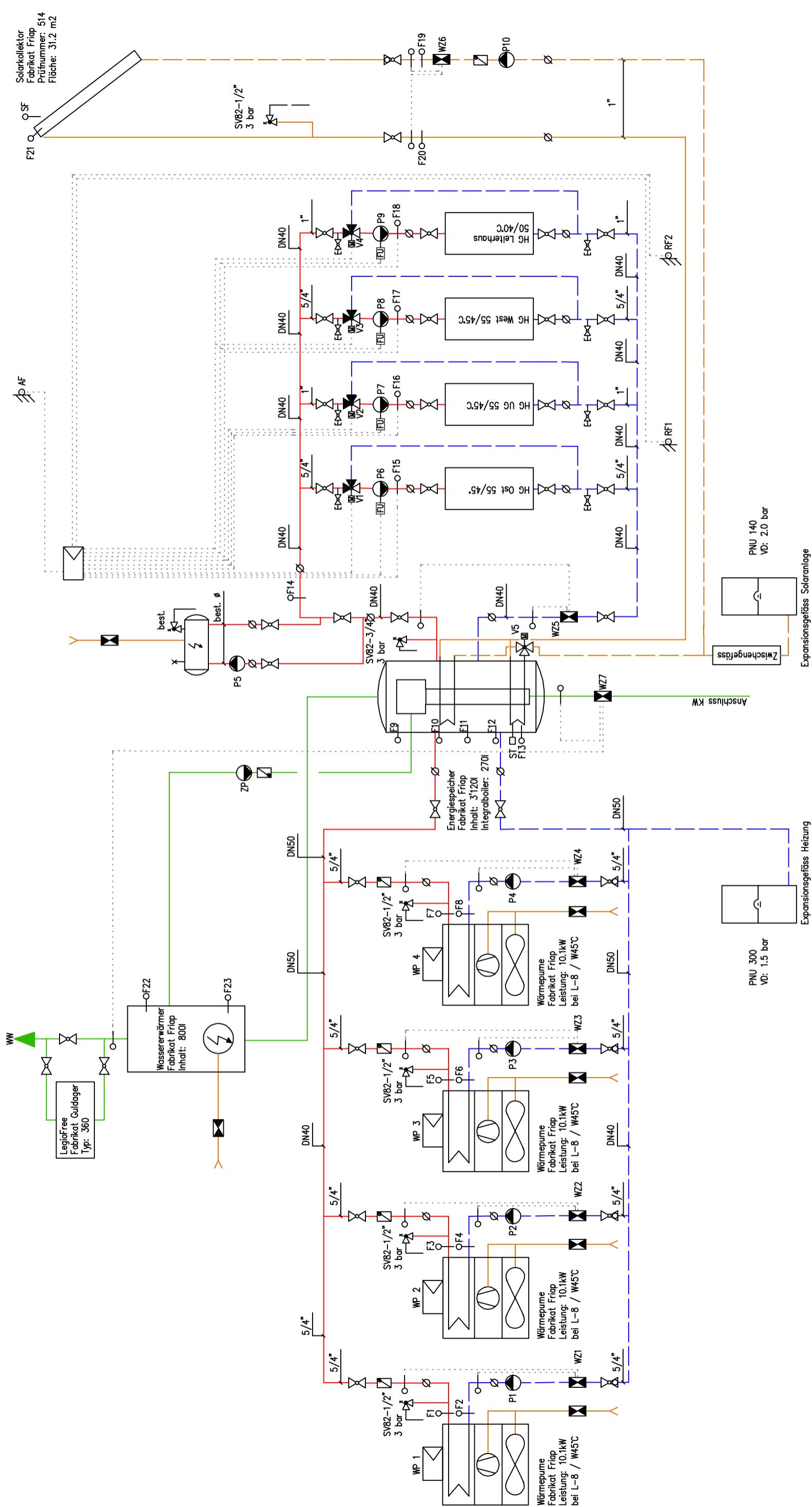


**10 LegioFree- Entkeimungsanlage**



## **10 Stationen Leitebene Gebäudeleitsystem**





Legende

-  =Kugelhähnen
  -  =Strangregulierventil, STA
  -  =Rückschlagklappe
  -  =Umwäzpumpe
  -  =Sicherheitsventil
  -  =Dreiwegmischven
  -  =Wärmezähler / Elektrozähler

Pfadiheim	Weiermatt,	Köniz	Mst.	Gez.	15.04.03
Prinzipschema Pilotanlage	Bundesamt für Energie	%	Rev.	6.05.03	
Wärmepumpenanlage / Solarkollektoranlage / Messkonzept			Rev.	02.07.03.	
REVISIONSPLAN			Rev.	30.09.03	

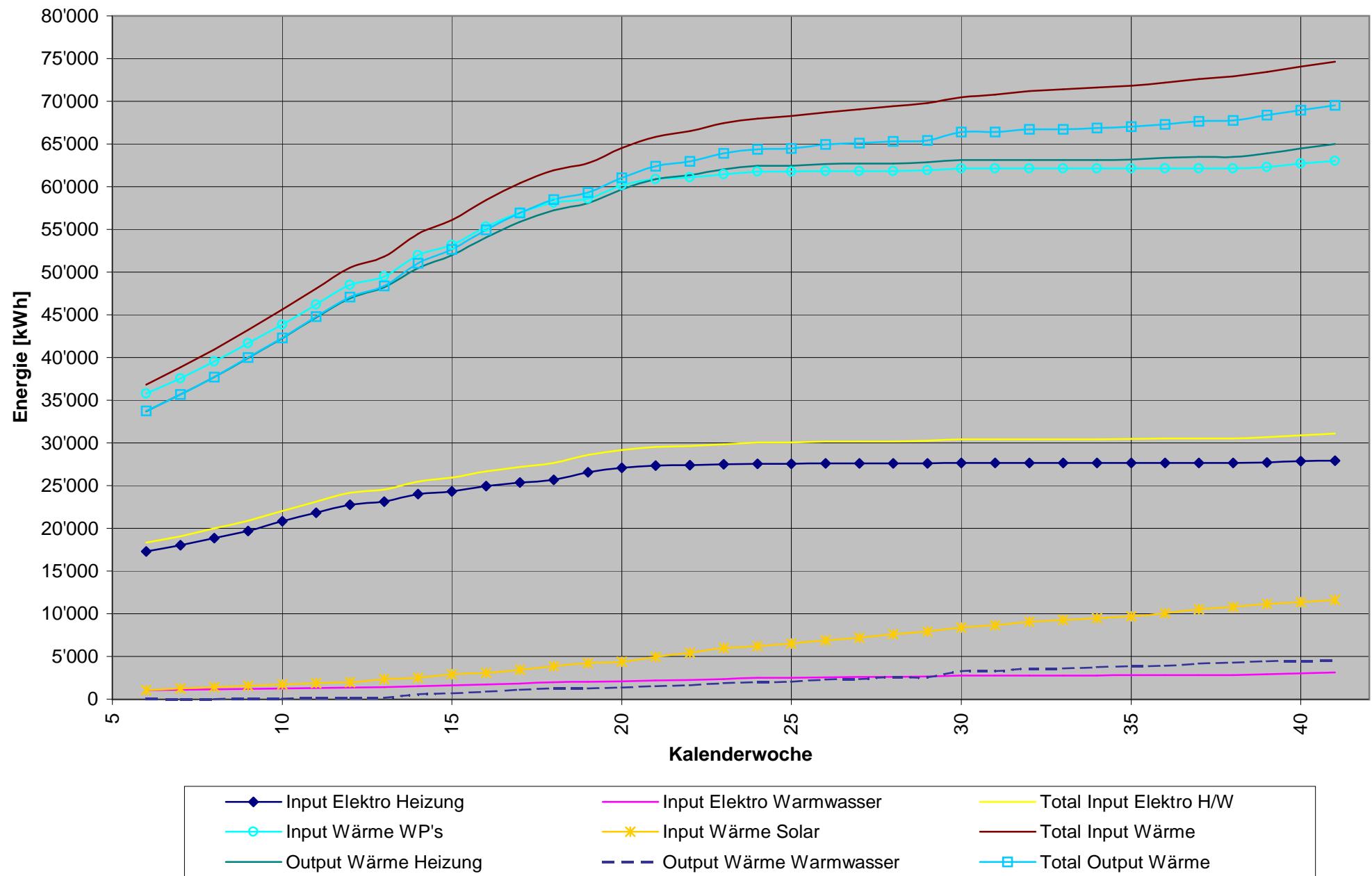
**NEUENSCHWANDER-NEUTAIR AG**  
ENGEHALDENSTRASSE 131, CH-3000 BERN 26  
TELEFON 031 302 03 33, TELEFAX 031 302 03 04  
HEIZUNG, LÜFTUNG, KÄLTE, KLIMA  
Objektnummer:  
**810.0367**

Messwerte immer Montrags		WÄRMEPUMPE_1 Elektrozähler	WÄRMEPUMPE_1 Energie	WÄRMEPUMPE_2 Elektrozähler	WÄRMEPUMPE_2 Energie	WÄRMEPUMPE_3 Elektrozähler	WÄRMEPUMPE_3 Energie	WÄRMEPUMPE_4 Elektrozähler	WÄRMEPUMPE_4 Energie	SOLARKREIS	HEIZGRUPPEN	WASSERERWÄRMER	WASSERERWÄRMER	DURCHLAUFERHITZER
Kalenderwoche		kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	Energie	Energie	Elektrozähler	Energie total
WO	6	07:30:00	4'794.90	9'510.00	4'182.20	9'260.00	3'728.70	8'490.00	3'892.70	8'516.00	1'059.00	33'701.00	1'034.50	1'072.00
WO	7	07:30:00	4'965.10	9'946.00	4'376.20	9'761.00	3'919.40	8'992.00	4'038.20	8'865.00	1'267.00	35'674.00	1'078.30	1'087.00
WO	8	07:30:00	5'164.80	10'411.00	4'595.10	10'256.00	4'126.80	9'500.00	4'231.60	9'339.00	1'423.00	37'708.00	1'133.00	1'131.00
WO	9	07:30:00	5'371.70	10'927.00	4'813.80	10'798.00	4'329.90	10'086.00	4'437.50	9'855.00	1'550.00	39'929.00	1'179.20	1'234.00
WO	10	07:30:00	5'641.30	11'479.00	5'069.70	11'319.00	4'588.90	10'657.00	4'704.40	10'414.00	1'731.00	42'253.00	1'228.30	1'267.00
WO	11	07:30:00	5'864.00	11'998.00	5'317.70	11'897.00	4'844.00	11'301.00	4'958.90	11'007.00	1'887.00	44'688.00	1'295.60	1'378.00
WO	12	07:30:00	6'092.10	12'548.00	5'537.30	12'441.00	5'078.90	11'945.00	5'200.70	11'560.00	2'002.00	46'939.00	1'364.20	1'488.00
WO	13	07:30:00	6'177.50	12'786.00	5'644.60	12'772.00	5'155.20	12'185.00	5'244.00	11'732.00	2'349.00	48'224.00	1'427.90	1'593.00
WO	14	07:30:00	6'423.10	13'364.00	5'909.00	13'391.00	5'424.40	12'876.00	5'244.00	12'350.00	2'519.00	50'473.00	1'508.70	2'085.00
WO	15	07:30:00	6'520.60	13'633.00	6'017.60	13'707.00	5'532.30	13'203.00	5'244.00	12'636.00	2'939.00	51'971.00	1'599.00	2'277.00
WO	16	07:30:00	6'730.70	14'187.00	6'229.80	14'271.00	5'703.70	13'715.00	5'244.00	13'164.00	3'087.00	54'058.00	1'695.40	2'573.00
WO	17	07:30:00	6'832.10	14'476.00	6'352.90	14'651.00	5'876.40	14'283.00	5'244.00	13'555.00	3'439.00	55'865.00	1'835.90	2'922.00
WO	18	07:30:00	6'920.10	14'733.00	6'447.00	14'970.00	5'966.80	14'597.00	5'271.20	13'804.00	3'837.00	57'251.00	1'992.30	3'230.00
WO	19	07:30:00	6'999.70	15'000.00	6'477.30	15'095.00	5'974.10	14'621.00	6'058.90	13'857.00	4'210.00	58'064.00	2'036.10	3'294.00
WO	20	07:30:00	7'108.40	15'305.00	6'590.30	15'464.00	6'113.60	15'072.00	6'223.30	14'340.00	4'372.00	59'671.00	2'086.30	3'462.00
WO	21	07:30:00	7'202.80	15'583.00	6'621.00	15'560.00	6'147.50	15'190.00	6'290.40	14'573.00	4'951.00	60'895.00	2'189.40	3'689.00
WO	22	07:30:00	7'222.20	15'659.00	6'643.30	15'638.00	6'156.00	15'210.00	6'291.80	14'577.00	5'418.00	61'349.00	2'228.20	3'847.00
WO	23	07:30:00	7'223.70	15'663.00	6'683.00	15'769.00	6'217.20	15'451.00	6'297.10	14'594.00	5'979.00	62'025.00	2'354.80	4'247.00
WO	24	07:30:00	7'228.70	15'678.00	6'683.00	15'769.00	6'228.50	15'496.00	6'361.60	14'832.00	6'209.00	62'425.00	2'479.00	4'433.00
WO	25	07:30:00	7'228.70	15'678.00	6'683.00	15'769.00	6'228.50	15'496.00	6'361.60	14'832.00	6'524.00	62'468.00	2'479.00	4'492.00
WO	26	07:30:00	7'241.80	15'720.00	6'683.60	15'771.00	6'228.50	15'496.00	6'361.60	14'832.00	6'853.00	62'676.00	2'574.10	4'842.00
WO	27	07:30:00	7'245.40	15'731.00	6'683.60	15'771.00	6'228.50	15'496.00	6'361.60	14'832.00	7'210.00	62'719.00	2'586.90	4'952.00
WO	28	07:30:00	7'245.40	15'731.00	6'683.60	15'771.00	6'228.50	15'496.00	6'361.60	14'832.00	7'582.00	62'719.00	2'586.90	5'204.00
WO	29	07:30:00	7'265.00	15'794.00	6'685.90	15'780.00	6'228.50	15'496.00	6'361.60	14'832.00	7'913.00	62'845.00	2'668.70	5'217.00
WO	30	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'726.60	15'936.00	6'229.60	15'500.00	6'361.60	14'832.00	8'361.00	63'134.00	2'749.90	6'011.00
WO	31	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'726.60	15'936.00	6'229.60	15'500.00	6'361.60	14'832.00	8'628.00	63'134.00	2'749.90	6'029.00
WO	32	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'726.60	15'936.00	6'229.60	15'500.00	6'361.60	14'832.00	9'051.00	63'134.00	2'749.90	6'337.00
WO	33	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'726.60	15'936.00	6'229.60	15'500.00	6'361.60	14'832.00	9'257.00	63'134.00	2'749.90	6'337.00
WO	34	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'726.60	15'936.00	6'229.60	15'500.00	6'361.60	14'832.00	9'469.00	63'134.00	2'749.90	6'488.00
WO	35	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'726.60	15'936.00	6'229.60	15'500.00	6'361.60	14'832.00	9'687.00	63'182.00	2'813.70	6'686.00
WO	36	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'726.60	15'936.00	6'229.60	15'500.00	6'361.60	14'832.00	10'036.00	63'366.00	2'818.10	6'733.00
WO	37	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'726.60	15'936.00	6'229.60	15'500.00	6'361.60	14'832.00	10'495.00	63'488.00	2'837.10	7'015.00
WO	38	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'726.60	15'936.00	6'229.60	15'500.00	6'361.60	14'832.00	10'793.00	63'488.00	2'837.10	7'119.00
WO	39	07:30:00	7'286.80	15'862.00	6'751.60	16'029.00	6'253.10	15'579.00	6'361.60	14'832.00	11'126.00	63'916.00	2'932.90	7'383.00
WO	40	07:30:00	7'301.00	15'904.00	6'754.10	16'038.00	6'294.70	15'743.00	6'426.60	15'042.00	11'334.00	64'494.00	3'032.30	7'493.00
WO	41	07:30:00	7'347.30	16'046.00	6'790.20	16'166.00	6'294.70	15'743.00	6					

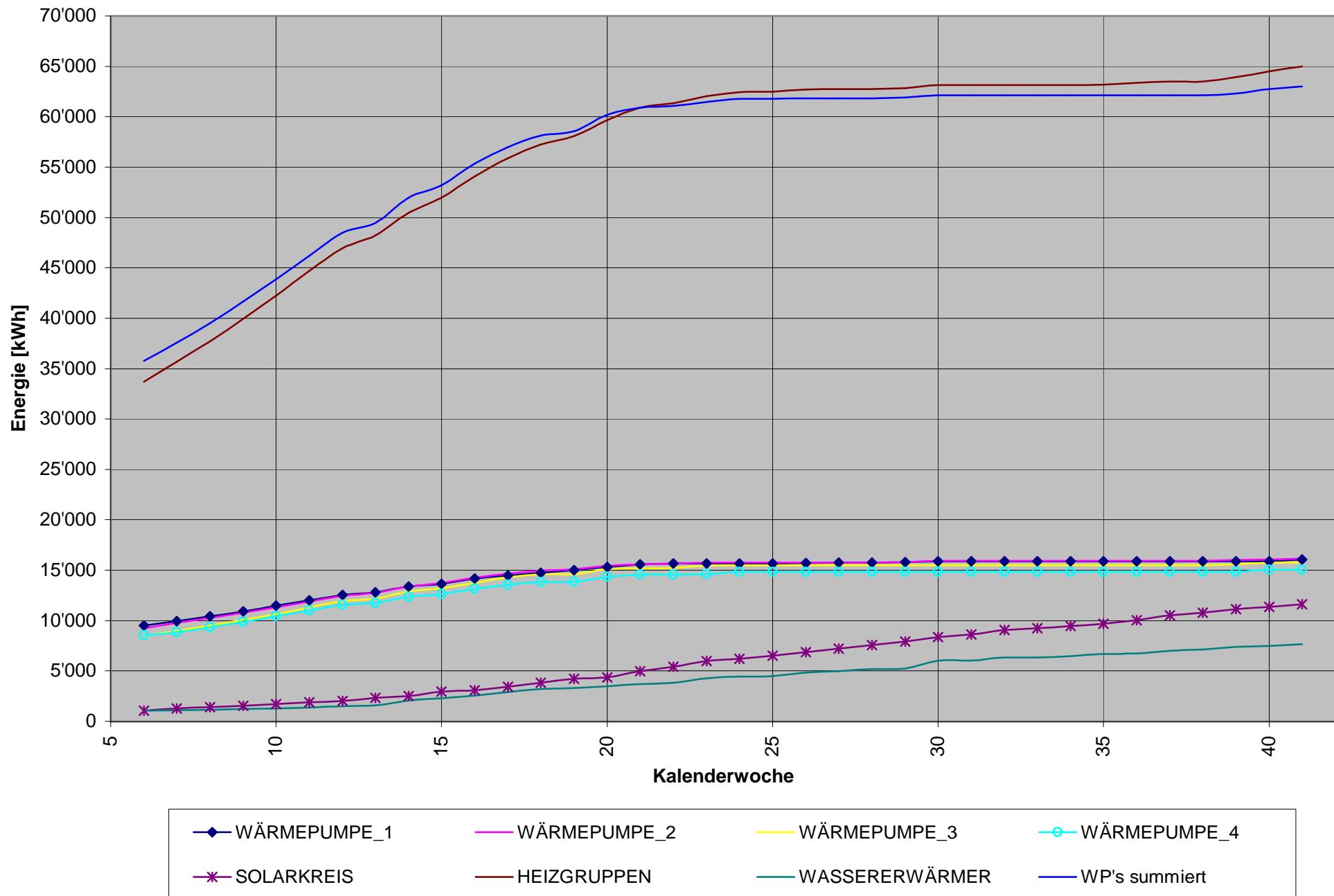
erweiterte/errechnete Daten immer Montags			Input Elektro		Input Wärme			Output Wärme			Mitlere Leistungszahl					
Kalenderwoche			Heizung	Warmwasser	Total	Wärmepumpen	Solar	Total	Heizung	Warmwasser	Total	Wärmepumpe 1	Wärmepumpe 2	Wärmepumpe 3	Wärmepumpe 4	
WO	6	07:30:00	17'290.70	1'034.50	18'325.20	35'776.00	1'059.00	36'835.00	33'701.00	37.50	33'738.50	1.98	2.21	2.28	2.19	
WO	7	07:30:00	18'008.10	1'078.30	19'086.40	37'564.00	1'267.00	38'831.00	35'674.00	8.70	35'682.70	2.00	2.23	2.29	2.20	
WO	8	07:30:00	18'846.30	1'133.00	19'979.30	39'506.00	1'423.00	40'929.00	37'708.00	-2.00	37'706.00	2.02	2.23	2.30	2.21	
WO	9	07:30:00	19'707.50	1'179.20	20'886.70	41'666.00	1'550.00	43'216.00	39'929.00	54.80	39'983.80	2.03	2.24	2.33	2.22	
WO	10	07:30:00	20'810.50	1'228.30	22'038.80	43'869.00	1'731.00	45'600.00	42'253.00	38.70	42'291.70	2.03	2.23	2.32	2.21	
WO	11	07:30:00	21'828.90	1'295.60	23'124.50	46'203.00	1'887.00	48'990.00	44'688.00	82.40	44'770.40	2.05	2.24	2.33	2.22	
WO	12	07:30:00	22'778.60	1'364.20	24'142.80	48'494.00	2'002.00	50'946.00	46'939.00	123.80	47'062.80	2.06	2.25	2.35	2.22	
WO	13	07:30:00	23'105.50	1'427.90	24'533.40	49'475.00	2'349.00	51'824.00	48'224.00	165.10	48'389.10	2.07	2.26	2.36	2.24	
WO	14	07:30:00	23'985.80	1'508.70	25'494.50	51'981.00	2'519.00	54'500.00	50'473.00	576.30	51'049.30	2.08	2.27	2.37	2.36	
WO	15	07:30:00	24'324.30	1'599.00	25'923.30	53'179.00	2'939.00	56'118.00	51'971.00	678.00	52'649.00	2.09	2.28	2.39	2.41	
WO	16	07:30:00	24'953.10	1'695.40	26'648.50	55'337.00	3'087.00	58'424.00	54'058.00	877.60	54'935.60	2.11	2.29	2.40	2.51	
WO	17	07:30:00	25'375.60	1'835.90	27'211.50	56'965.00	3'439.00	60'404.00	55'865.00	1086.10	56'951.10	2.12	2.31	2.43	2.58	
WO	18	07:30:00	25'685.80	1'992.30	27'678.10	58'104.00	3'837.00	61'941.00	57'251.00	1237.70	58'488.70	2.13	2.32	2.45	2.62	
WO	19	07:30:00	26'579.70	2'036.10	28'615.80	58'573.00	4'210.00	62'783.00	58'064.00	1257.90	59'321.90	2.14	2.33	2.45	2.29	
WO	20	07:30:00	27'106.00	2'086.30	29'192.30	60'181.00	4'372.00	64'553.00	59'671.00	1375.70	61'046.70	2.15	2.35	2.47	2.30	
WO	21	07:30:00	27'333.80	2'189.40	29'523.20	60'906.00	4'951.00	65'857.00	60'895.00	1499.60	62'394.60	2.16	2.35	2.47	2.32	
WO	22	07:30:00	27'385.40	2'228.20	29'613.60	61'084.00	5'418.00	66'502.00	61'349.00	1618.80	62'967.80	2.17	2.35	2.47	2.32	
WO	23	07:30:00	27'493.10	2'354.80	29'847.90	61'477.00	5'979.00	67'456.00	62'025.00	1892.20	63'917.20	2.17	2.36	2.49	2.32	
WO	24	07:30:00	27'573.90	2'479.00	30'052.90	61'775.00	6'209.00	67'984.00	62'425.00	1954.00	64'379.00	2.17	2.36	2.49	2.33	
WO	25	07:30:00	27'573.90	2'479.00	30'052.90	61'775.00	6'524.00	68'299.00	62'468.00	2'013.00	64'481.00	2.17	2.36	2.49	2.33	
WO	26	07:30:00	27'587.60	2'574.10	30'161.70	61'819.00	6'853.00	68'672.00	62'676.00	2'267.90	64'943.90	2.17	2.36	2.49	2.33	
WO	27	07:30:00	27'591.20	2'586.90	30'178.10	61'830.00	7'210.00	69'040.00	62'719.00	2'365.10	65'084.10	2.17	2.36	2.49	2.33	
WO	28	07:30:00	27'591.20	2'586.90	30'178.10	61'830.00	7'582.00	69'412.00	62'719.00	2'617.10	65'336.10	2.17	2.36	2.49	2.33	
WO	29	07:30:00	27'613.10	2'668.70	30'281.80	61'902.00	7'913.00	69'815.00	62'845.00	2'548.30	65'393.30	2.17	2.36	2.49	2.33	
WO	30	07:30:00	27'676.70	2'749.90	30'426.60	62'130.00	8'361.00	70'491.00	63'134.00	3'261.10	66'395.10	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	31	07:30:00	27'676.70	2'749.90	30'426.60	62'130.00	8'628.00	70'758.00	63'134.00	3'279.10	66'413.10	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	32	07:30:00	27'676.70	2'749.90	30'426.60	62'130.00	9'051.00	71'181.00	63'134.00	3'587.10	66'721.10	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	33	07:30:00	27'676.70	2'749.90	30'426.60	62'130.00	9'257.00	71'387.00	63'134.00	3'587.10	66'721.10	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	34	07:30:00	27'676.70	2'749.90	30'426.60	62'130.00	9'469.00	71'599.00	63'134.00	3'738.10	66'872.10	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	35	07:30:00	27'676.70	2'813.70	30'490.40	62'130.00	9'687.00	71'817.00	63'182.00	3'872.30	67'054.30	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	36	07:30:00	27'676.70	2'818.10	30'494.80	62'130.00	10'036.00	72'166.00	63'366.00	3'914.90	67'280.90	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	37	07:30:00	27'676.70	2'837.10	30'513.80	62'130.00	10'495.00	72'625.00	63'488.00	4'177.90	67'665.90	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	38	07:30:00	27'676.70	2'837.10	30'513.80	62'130.00	10'793.00	72'923.00	63'488.00	4'281.90	67'769.90	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	39	07:30:00	27'725.20	2'932.90	30'658.10	62'302.00	11'126.00	73'428.00	63'916.00	4'450.10	68'366.10	2.18	2.37	2.49	2.33	
WO	40	07:30:00	27'848.50	3'032.30	30'880.80	62'727.00	11'334.00	74'061.00	64'494.00	4'460.70	68'954.70	2.18	2.37	2.50	2.34	
WO	41	07:30:00	27'930.90	3'148.60	31'079.50	62'997.00	11'629.00	74'626.00	64'993.00	4'518.40	69'511.40	2.18	2.38	2.50	2.34	

erweiterte/errechnete Daten			Input Elektro wöchentlich		Input Wärme wöchentlich			Output Wärme wöchentlich					
WOCHE			Heizung										

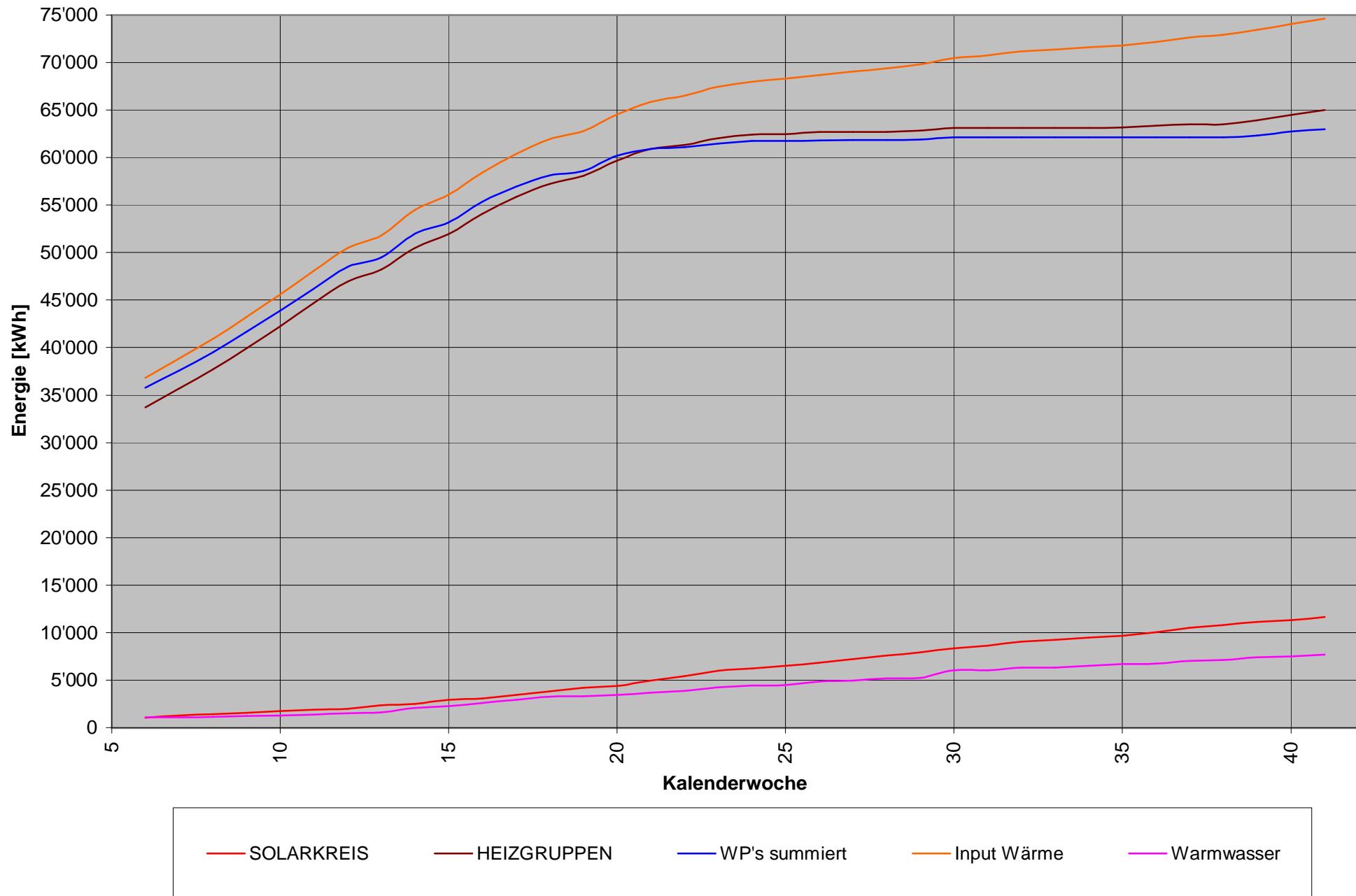
## Energieverlaufsdiagramm total



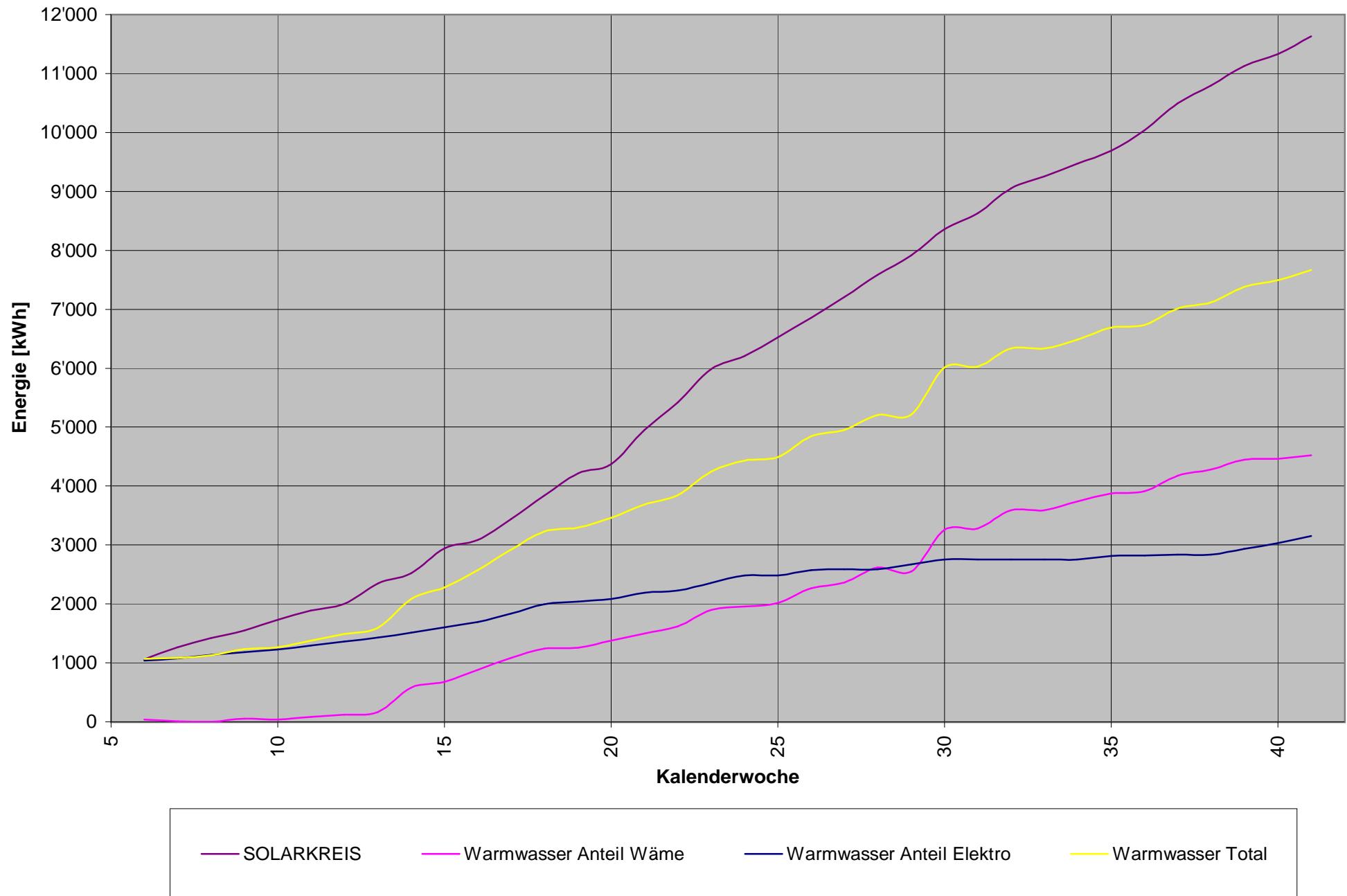
## Energieverlaufsdiagramm WP's einzeln



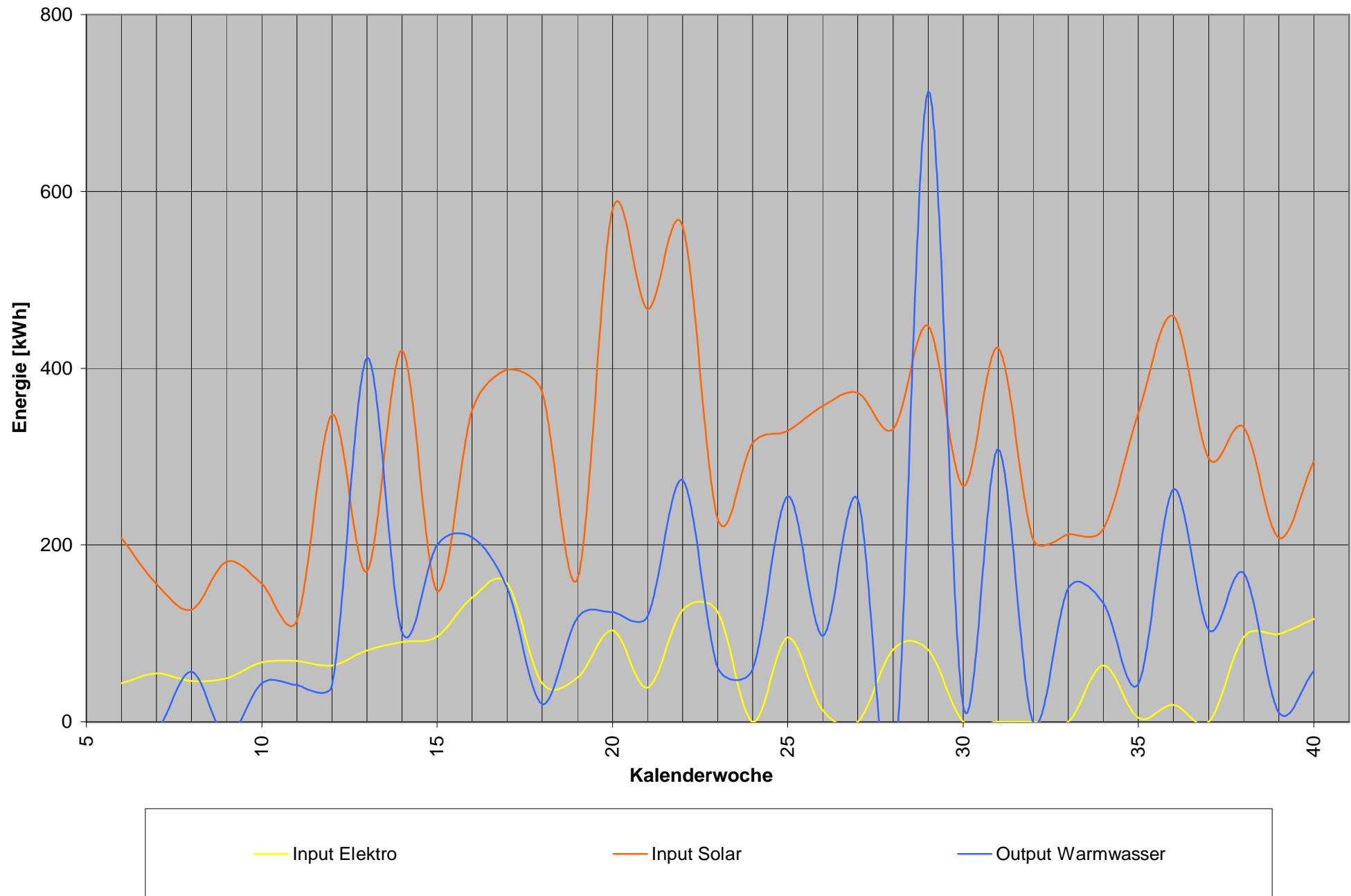
## Energieverlaufsdiagramm



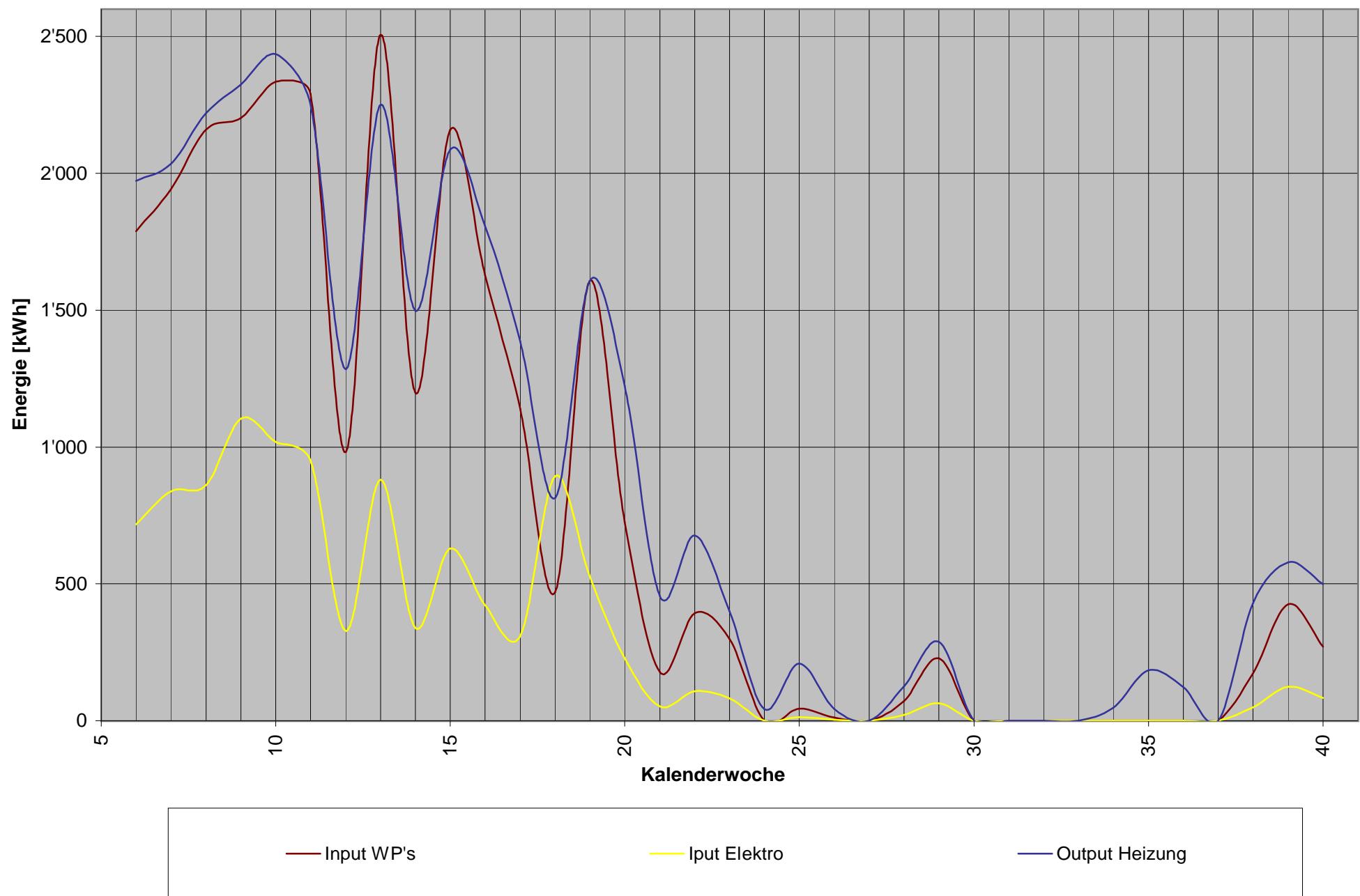
## Energieverlaufsdiagramm Warmwasser



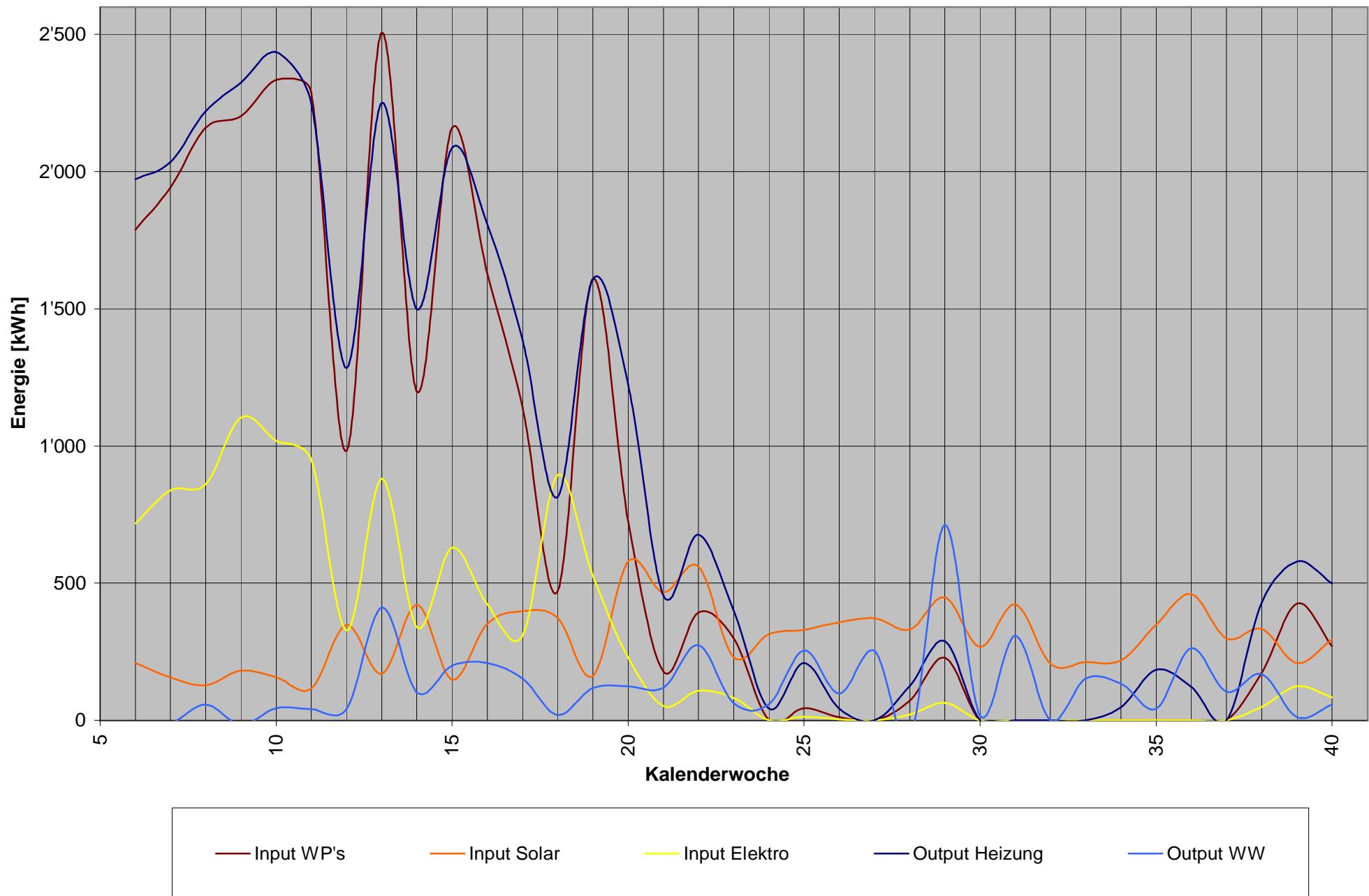
## Energieverlaufsdiagramm Warmwasser wöchentlich



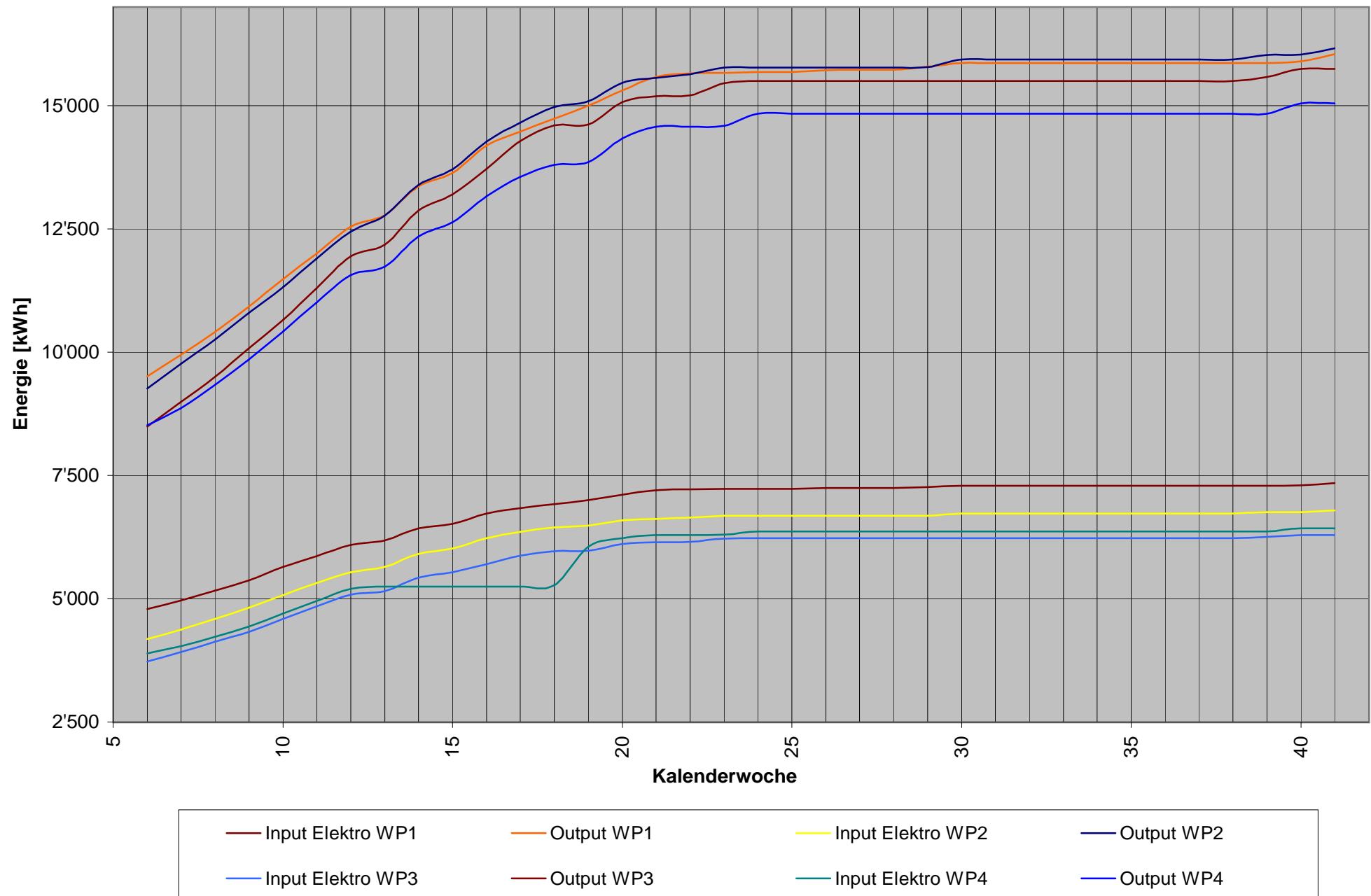
## Energieverlaufsdiagramm Heizung wöchentlich



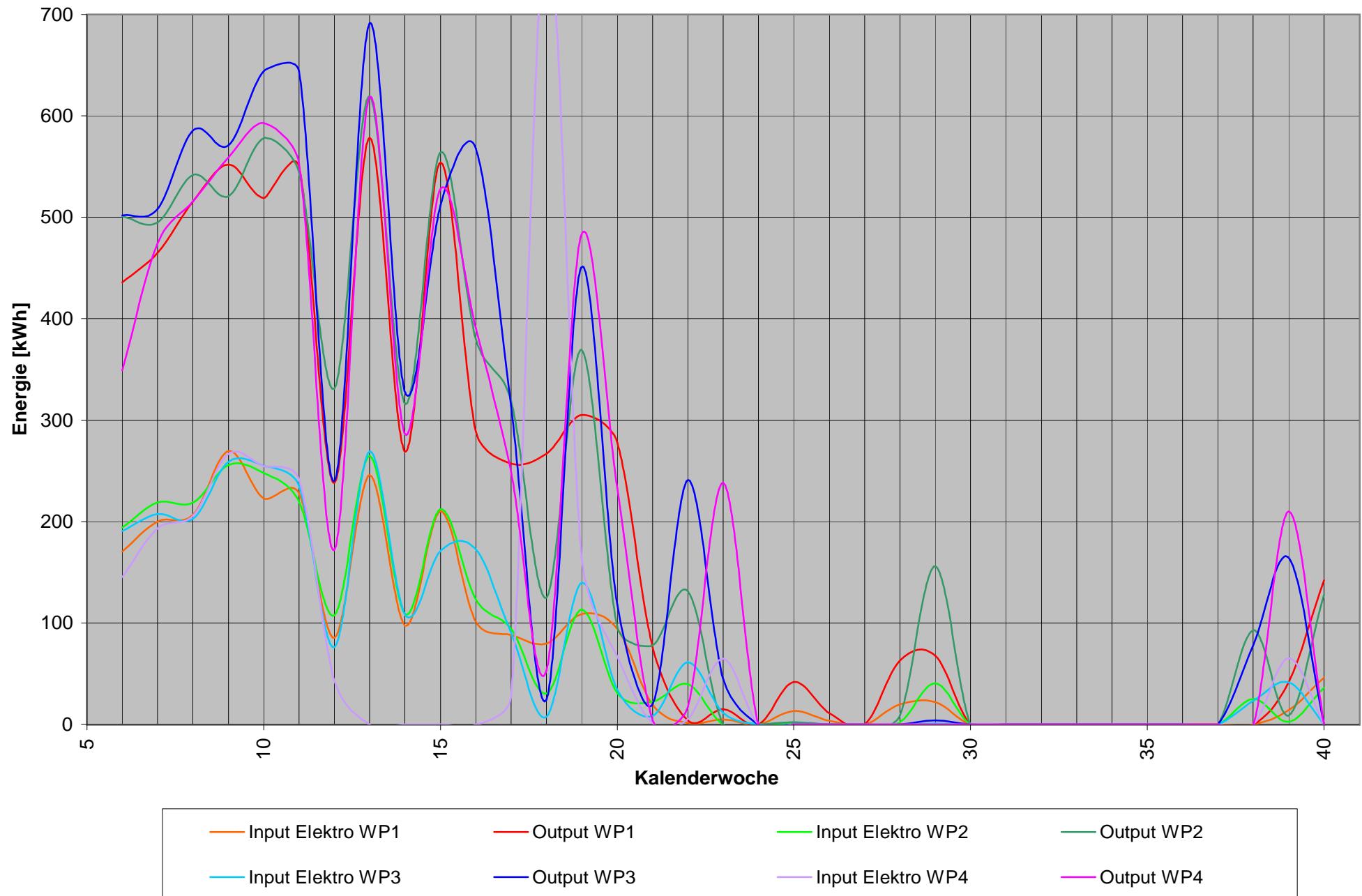
## Energieverlaufsdiagramm Heizung und Warmwasser wöchentlich



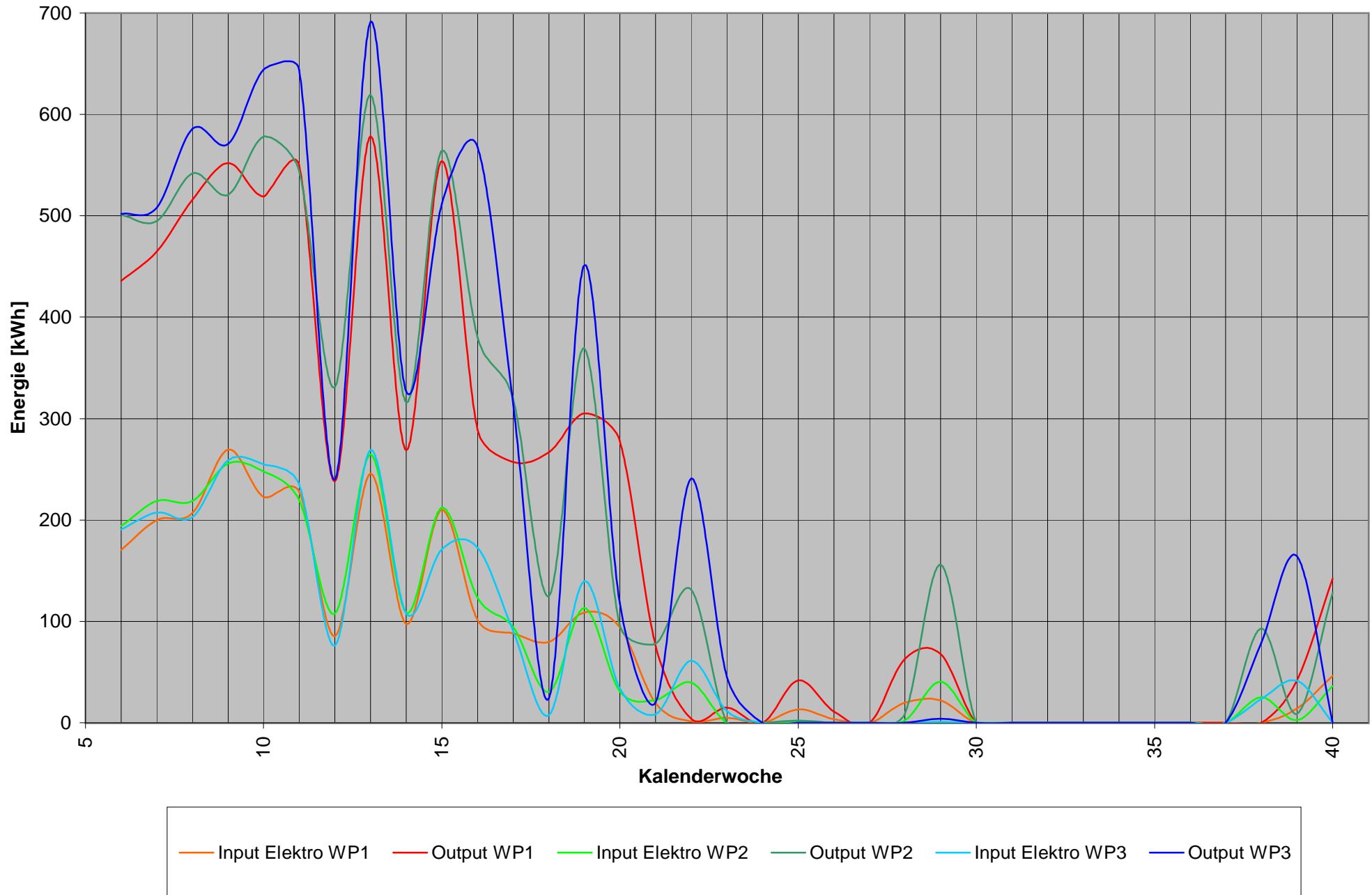
## Energieverlaufsdiagramm WP's Input / Output



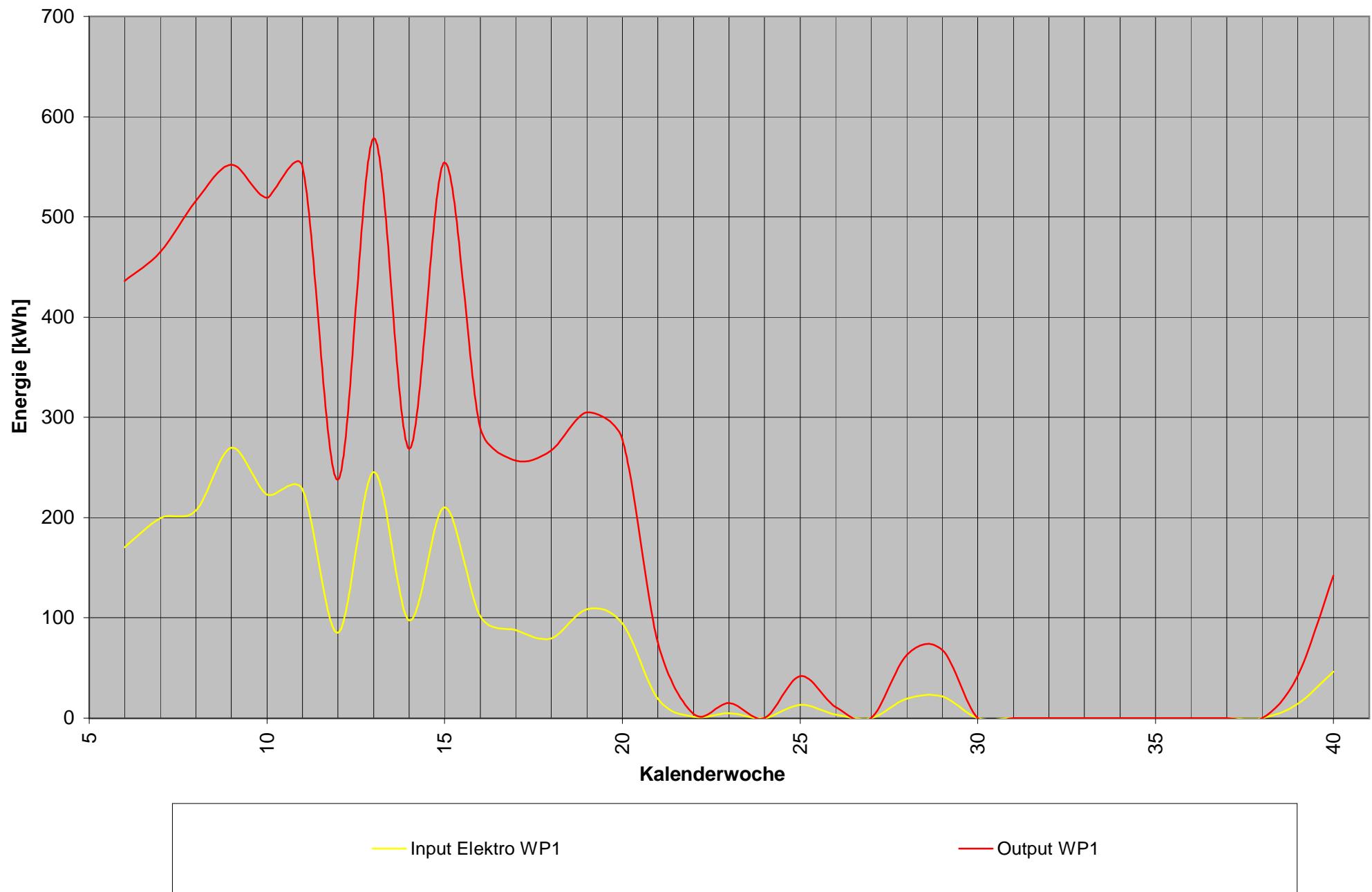
## Energieverlaufsdiagramm WP's Input / Output Wöchentlich



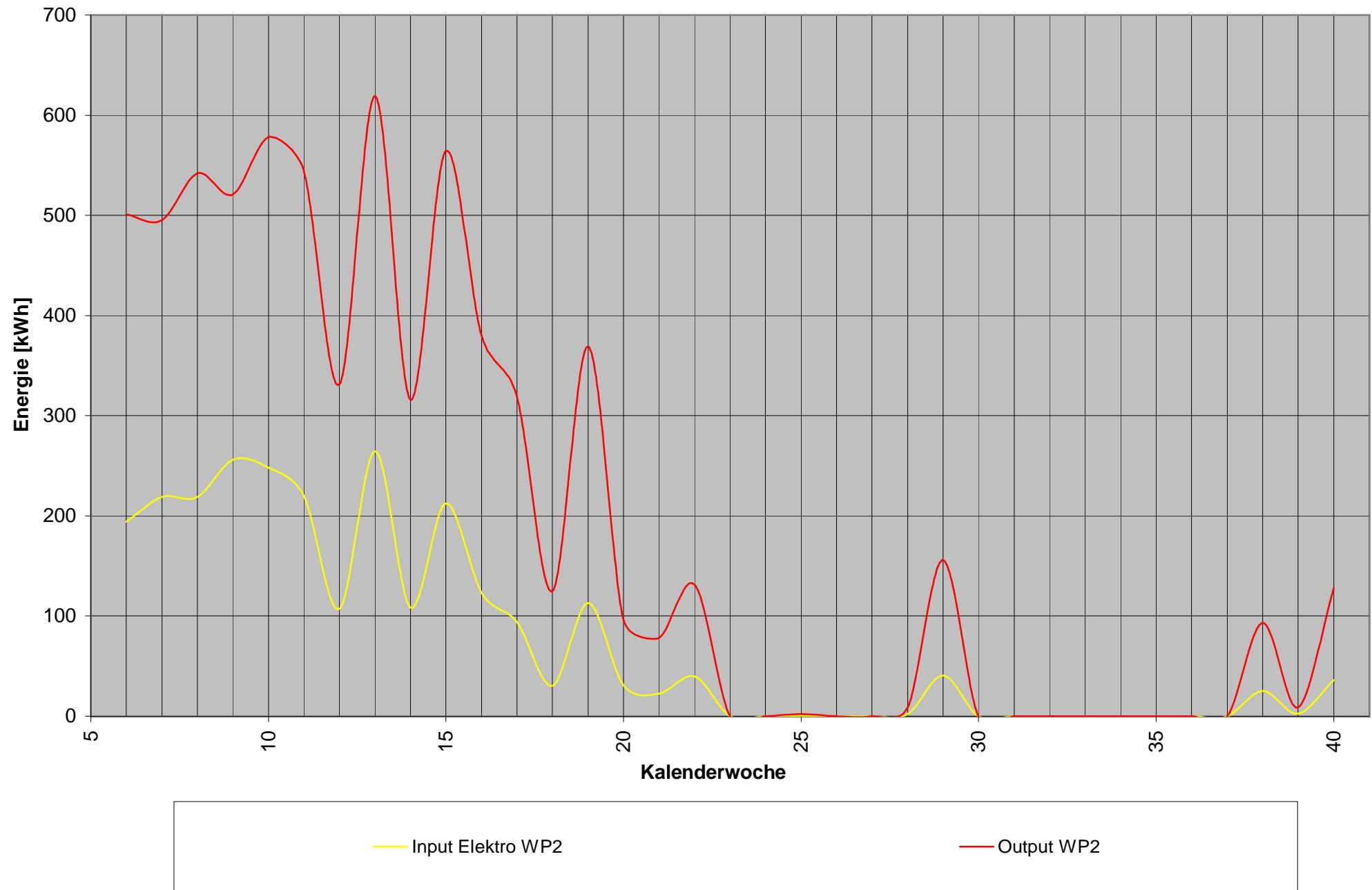
## Energieverlaufsdiagramm WP's Input / Output Wöchentlich ohne fehlerhaften Zähler WP4



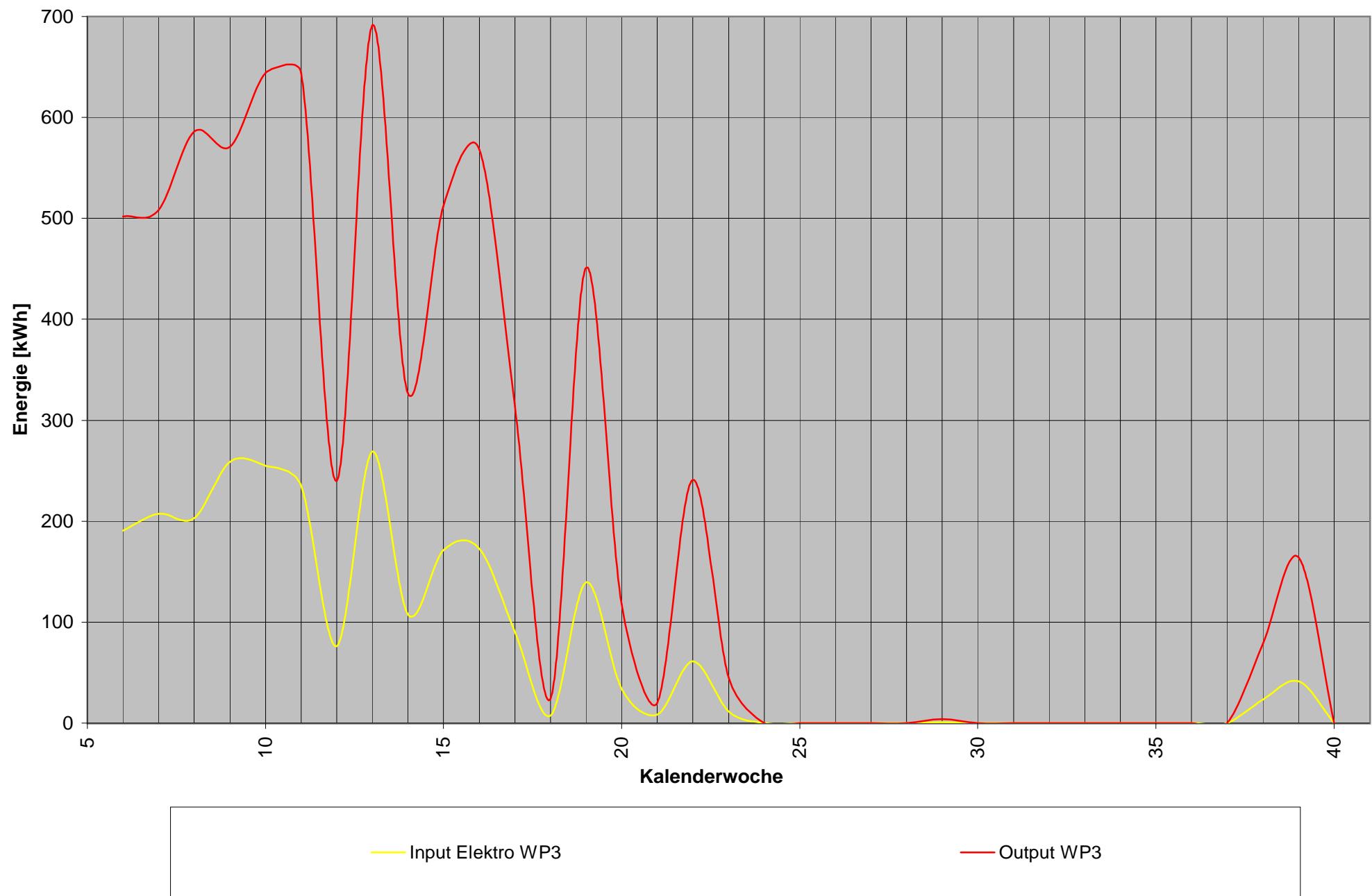
## Energieverlaufsdiagramm WP1



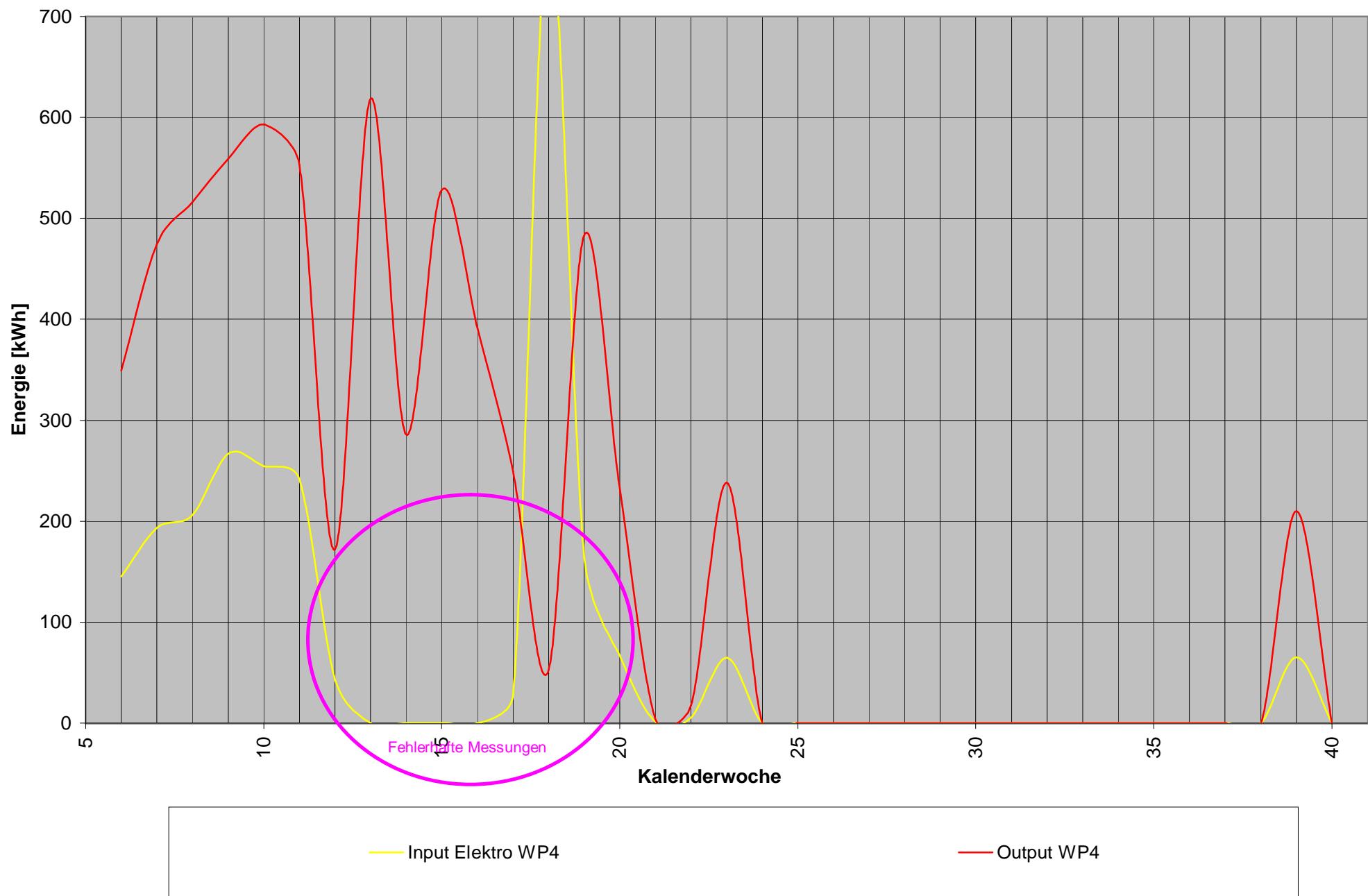
## Energieverlaufsdiagramm WP2



### Energieverlaufsdiagramm WP3



## Energieverlaufsdiagramm WP4



## Energieverlaufsdiagramm WP's / Solar Wöchentlich

