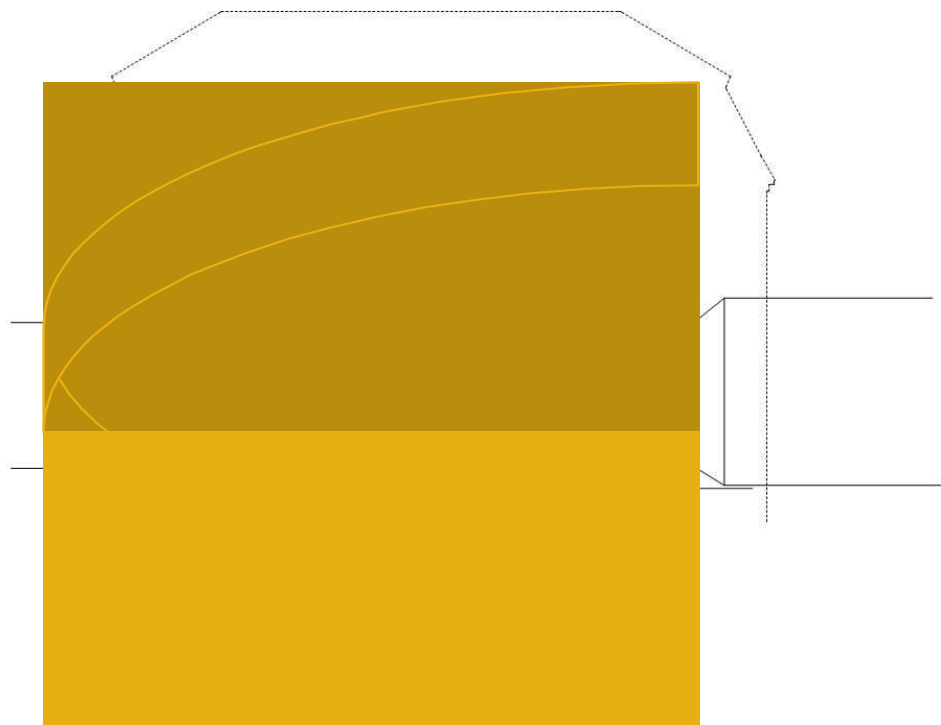


**Christliche Sozialstation Meißen e. V.
Hirschbergstraße 2
01662 Meißen**

**„Niedrigexergiehaus mit Wärmepumpe
und einem Primärenergiebedarf
von ca. 35 kWh/m²“**

**Nachtrag
Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt,
gefördert unter dem Az.: 27029-24/2 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Verfasser:
SolarPlan GmbH, Dipl.-Ingenieur Gerhard Heckrodt
Juli 2012

URHEBERSCHUTZ

Die anliegenden schriftlichen und zeichnerischen Ausführungen sind geistiges Eigentum der Firma **SolarPlan GmbH** und ausschließlich bestimmt zur Realisierung des Bauvorhabens:

Bauherr: **Christliche Sozialstation Meißen e. V**
Hirschbergstraße 2, 01662 Meißen

Bauvorhaben: **„Niedrigexergiehaus mit Wärmepumpe
und einem Primärenergiebedarf von ca. 35 kWh/m²“
Wohnanlage für Menschen mit Demenz in Meißen**

Sie unterliegen dem Urheberrechtsgesetz vom 09.09.1965 (BGBl. I S. 1273) und dürfen ohne schriftliche Genehmigung des Verfassers weder kopiert noch auf andere Art Dritten zugänglich gemacht werden.

	Titelblatt	
	Projektkennblatt	
	Inhaltsverzeichnis	
	Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen	
	Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen	
	Zusammenfassung	
1	Allgemeines	7
1.1	Christliche Sozialstation Meißen e. V.	7
1.2	Ausgangssituation und Ergebnis	9
2	Energieeffiziente Neuschaffung und Bestandsänderung	10
2.1	Energiebilanz	10
2.1.1	Energiebedarf Nutzenergie	10
2.1.2	Energieaufkommen pro Jahr	10
2.2	Niedrigexergiehaus mit Wärmepumpentechnik	11
2.2.1	Konzept	11
2.2.2	Energietechnik	13
2.2.3	Gebäudetechnik	15
2.2.4	Energetisches Ergebnis	17
2.3	Energetische Optimierung des Bestandsgebäudes	17
2.3.1	Energetik Altbau	17
2.3.2	Energie- und Gebäudetechnik	18
2.3.3	Energetisches Ergebnis	20
2.4	Anlageneffizienz, Monitoring und Wirtschaftlichkeit	20
2.4.1	Anlageneffizienz	20
2.4.2	Monitoring	21
2.4.3	Wirtschaftlichkeit	22
3	Fazit	23

Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen.....

Bilder

Abb. 1.1: Hirschberghaus Ostseite

Abb. 1.2: Hirschberghaus Südansicht

Abb. 1.3: Wohnanlage für Menschen mit Demenz

Abb. 1.4: Ausgang zum Innenhof

Abb. 2.1: Fundamentspeicher

Abb. 2.2: Erdwärmekörbe

Abb. 2.3: Wärmepumpe (Innenansicht)

Abb. 2.4: Wärmepumpe (Außenansicht)

Abb. 2.5: Rohrleitungen Deckentemperierung

Abb. 2.6: Rohrleitungen Fußbodentemperierung

Abb. 2.7: Lüftungsaggregat WRA 400

Abb. 2.8: Mini-BHKW ecopower e 4.7

Abb. 2.9: Lüftungsaggregat Comfort-AIR 550

Abb. 3.1: Energiekosten 2007 - 2012 (Kenntnisstand 09/2011)

Abb. 3.2: Energiekosten 2007 - 2012 (Kenntnisstand 07/2012)

Anlagen / Zeichnungen

Anlage 1NT: Energiefluss Neubau und Bestand

Anlage 2NT: Energiestatistik 2008 bis 2012

Anlage 3NT: Energiefluss Niedrigexergiehaus 2011 und 2012

Anlage 4NT: Wärmeschutz:

Zeichnung 1: Fassaden / Perspektive

Zeichnung 2: Lageplan

Zeichnung 3: Grundriss EG

Zeichnung 4: Fundamentspeicher

Zeichnung 5: Erdwärmekörbe

Zeichnung 6: Deckentemperierung

Zeichnung 7: Fußbodenheizung

Zeichnung 8: Kontrollierte Lüftung

Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen

BHKW	Blockheizkraftwerk (Mini-BHKW kleiner 50 kW el. Leistung)
BW	Brennwert
COP	Coeffizient of Performance (Leistungszahl)
F + E	Forschung und Entwicklung
JAZ	Jahresarbeitszahl
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
PP	Polypropylen
WNA	Wärmenutzungsanlage oder Wärmeverteilanlage (WV)
WP	Wärmepumpe
WQA	Wärmequellenanlage

Dieser Nachtrag zum Abschlussbericht vom 29.09.2011 beinhaltet dessen gültige Texte und Veränderungen. Letztere wurden in kursiver Schriftart dargestellt!

Zusammenfassung

Das ursprüngliche Förderkonzept sah für die neue Wohnanlage regenerative Wärmeenergieerzeugung aus Erdwärme und Solarwärme vor. Die Solaranlage auf dem Dach des Hirschberghauses musste aus Denkmalschutzgründen verworfen werden. Das veränderte Konzept beinhaltet weiterhin die Wärmeenergieerzeugung des neuen Gebäudes mit Erdwärme und für die Trinkwassererwärmung und Wärmeversorgung der restlichen Gebäudesubstanz Kraft-Wärme-Kopplung. Seit Juni 2011 ist die KWK komplett in Nutzung. Die Veränderung ist eine optimierte Lösung.

Die Energieeffizienz der Wärmepumpentechnik wurde mit Jahresarbeitszahlen größer 5 überzeugend bewiesen.

Die prognostizierte Effektivität des Mini-BHKW konnte in den letzten 12 Monaten mit 8.027 Betriebsstunden und einer Eigenstromquote von 85 % überboten werden.

Der Fremdstrom des Jahres 2010 von 44.561 wurde 2011 auf 29.164 kWh, abzüglich 1.295 kWh Netzeinspeisung, reduziert.

Der Wärmebedarf des neuen Gebäudes hat sich 2011 deutlich erhöht. Allein im letzten Quartal war der Bedarf um mehr als 10.000 kWh höher als im Vorjahr, obwohl die Klimaverhältnisse günstiger waren.

Ursachen dieser negativen Entwicklung waren

*- **hohe Lüftungswärmeverluste** (die großflächigen Fenster waren während der Heizperiode in Kippstellung).*

Verantwortlich für diese Situation waren reduzierte Überströmöffnungen im Raumlufverbund und destruktives Bewohnerverhalten (Menschen mit Demenz),

*- **anteilige Bauteilfeuchte***

*- **sehr hohe Zirkulationsverluste im Trinkwassernetz des Altbaus***

*- **konstruktive Wärmebrücken.***

Die erst genannten zwei Ursachen wurden abgestellt, die Wärmebrücken müssen noch beseitigt werden.

Der Jahreswärmebedarf erhöhte sich auf extreme 73.842 kWh und wurde durch die regenerative Wärmeerzeugung gedeckt!

Die Wärmequelle mit Erdwärmekörpern und Fundamentspeicher sowie die Wärmepumpe wurden mit >3.700 Betriebsstunden ungewöhnlich hoch belastet und haben dabei sehr gute Leistungsparameter und eine Jahresarbeitszahl von 5,27 realisiert. Die dazu benötigte Strommenge von 13.993 konnte durch das Mini-BHKW bereitgestellt werden. Die benötigte Endenergie von 15.400 kWh Erdgas ergibt einen Primärenergieanteil von 28,9 kWh/m² a.

In der Folgezeit des 1. Halbjahres 2012 hat sich die energetische Situation bereits entspannt (siehe auch Anlagen 1NT bis 3 NT).

1 Allgemeines

1.1 Christliche Sozialstation Meißen e. V.

Der Christliche Sozialstation Meißen e. V. wurde am 01.01.1991 gegründet und feierte 2011 sein 20-jähriges Bestehen.

Ein Team von ausgebildeten Krankenschwestern, Pflegern, Altenpflegerinnen, Hauswirtschafterinnen, Helfern und ehrenamtlichen Hilfskräften bietet sowohl häusliche Pflege in den eigenen vier Wänden sowie Tagespflege im Hirschberghaus und versorgt unter dem Leitspruch „Einer trage des anderen Last“ jeden Menschen in Meißen und Umgebung, der um Hilfe bittet.

Seit 1999 ist das stadtbekanntes Hirschberghaus Sitz des Christlichen Sozialstation Meißen e. V.

Das Hirschberghaus wurde 1875 errichtet und steht unter Denkmalschutz.

Das Gebäude hat drei Nutzungsebenen mit 648 m² Nutzfläche. Im Kellergeschoss befinden sich die Energietechnik mit Wärmepumpenanlage für den Neubau, ein Mini-BHKW, Speichertechnik und die Hausanschlüsse für alle Medien (Gas, Wasser, Elektro und Telekommunikation).

Im Gebäude sind über alle drei Ebenen die Funktionen Tagespflege und Sozialstation sowie im Dachgeschoss die Verwaltung untergebracht.



Abb. 1.1: Hirschberghaus Ostseite



Abb. 1.2: Hirschberghaus Südansicht

Angrenzend an das unter Denkmalschutz stehende Hirschberghaus wurde in der Zeit von 2008 bis 2010 der Neubau einer Wohnanlage für Menschen mit Demenz errichtet. Die eingeschossige Wohnanlage besteht aus 12 Wohneinheiten mit Gemeinschaftseinrichtungen. *Sie hat eine Wohn-/Nutzfläche von 533 m².*

Im Hirschberghaus ist ein Personenaufzug der die drei Nutzungsebenen mit der neuen Wohnanlage erschließt.



Abb. 1.3: Wohnanlage für Menschen mit Demenz

1.2 Ausgangssituation und Ergebnis

Das Hirschberghaus war mit einem Erdgas-Brennwertgerät für die Gebäudeheizung und Trinkwassererwärmung ausgestattet.

Endenergie im Ausgangsjahr 2008 war für

Wärme 76.252 kWh Erdgas

Strom 17.058 kWh Fremdstrom

Primärenergie 128.228 kWh

Im Februar 2010 wurde die Wärmepumpenanlage in Betrieb genommen und für Baustellenbelange genutzt.

Ab Mai 2010 wurde die Wohnanlage bezogen und ist seit Mitte des Jahres komplett genutzt.

Im Mai 2011 wurde die Elektro-Energieversorgung im Hirschberghaus auf Kraft-Wärme-Kopplung umgestellt, *mit der mindestens 60 % des Strombedarfs gedeckt werden soll*. Die Wärmepumpenanlage kann somit äußerst ökologisch betrieben werden. Die außergewöhnlich gute Jahresarbeitszahl wird mit hocheffizientem Eigenstrom erreicht.

Die vorhandenen 5 EVU-Stromzähler (WP, Sozialstation, Tagespflege, Verwaltung DG, Hauptzähler) wurden durch einen Zweirichtungszähler (zählt Strombezug und Stromabgabe) und Unterzähler ersetzt.



Abb. 1.4: Ausgang zum Innenhof und zum Hirschberghaus

Die Wohnanlage wurde u-förmig um einen Innenhof in unmittelbarer Nähe zum Hirschberghaus errichtet. Alle Wohnungen und Gemeinschaftseinrichtungen sind barrierefrei.

2 Energieeffiziente Neuschaffung und Bestandsänderung

2.1 Energiebilanz (abgeleitet aus den Daten 07/2011 – 06/2012)

2.1.1 Energiebedarf Nutzenergie

	<i>E-Energie</i> [kWh el.]	<i>Nutzwärme</i> [kWh th.]
<i>Neubau</i>	10.000 (komplett ohne WP) 11.000 (Energietechnik)	60.000 (Raumwärme)
<i>Altbau</i>	13.000 (Allgemeinstrom)	65.000 (Raumwärme)
<i>Altbau / Neubau</i>	8.000 (Gebäudetechnik)	45.000 (TW-Erwärmung)
Nutzenergie	42.000	170.000

2.1.2 Energieaufkommen pro Jahr

	<i>Regen. Wärme</i> [kWh]	<i>Erdgas</i> [kWh el.]	<i>Eigen- strom</i> [kWh el.]	<i>Fremd- strom</i>
Endenergie		160.000		12.000
<i>Aufkommen</i>	bis 60.000	160.000	30.000	16.000
<i>Verwendung</i>				
<i>WP-Raumwärme</i>	bis 74.000		11.000	
<i>Gebäudetechnik</i>		160.000	7.000	
<i>Allgemeinstrom</i>			8.000	16.000
<i>Netzeinspeisung</i>			4.000	→ -4.000

Energieeinsatz Kraft-Wärme-Kopplung in kWh pro Jahr

<i>Erdgas</i>	<i>BHKW- wärme</i>	<i>BHKW- strom</i>
<i>160.000</i>	<i>110.000</i>	<i>30.000</i>

Verwendung BHKW-Strom:

11.000 kWh WP-Strom;

5.000 kWh Gebäudetechnik (Antriebe, Pumpen, Regeltechnik usw.)

10.000 kWh Allgemeinstrom (Haus-, Bürotechnik, Beleuchtung usw.)

4.000 kWh Netzeinspeisung (Überschussstrom, bei wärmegeführtem Betrieb)

Verwendung BHKW-Wärme:

65.000 kWh Raumwärme Hirschberghaus

45.000 kWh Trinkwassererwärmung inkl. Zirkulation, davon

10.000 kWh Neubau + 35.000 kWh Altbau (Hirschberghaus)

Der errechnete Primärenergieanteil laut EnEV mit $<40 \text{ kWh}_{\text{primär}}$ pro m^2 Wohnfläche und Jahr wird durch den realen Wert dank Mini-BHKW drastisch auf $\sim 25 \text{ kWh}_{\text{primär}}$ pro m^2 und Jahr reduziert!

Der Fremdstrom für die Wärmeversorgung wird ab 2. Halbjahr 2011 durch das Mini BHKW neutralisiert!

2.2 Niedrigexergiehaus mit Wärmepumpentechnik

2.2.1 Konzept

Auf dem bebauten Grundstück, Hirschbergstraße 2 in Meißen, wurde angrenzend an das vorhandene Hirschberghaus der Neubau einer Wohnanlage für Menschen mit Demenz errichtet (Abb. 1.4 und Zeichnungen 1 bis 3). Die entstandenen 12 Wohneinheiten sind seit Mai 2010 nutzbar.

Das eingeschossige Gebäude erreicht trotz ungünstigem A/V-Verhältnis einen sehr guten Wärmeschutz (*siehe Anlage 5NT*). Durch die großen Temperierungsflächen in der Decke und im Fußboden sind optimale Voraussetzungen geschaffen, unter Niedrigsttemperaturbedingungen behagliche Wärme zu schaffen. Die Systemtemperatur mit max. 30°C ist extrem niedrig und beweist den Exergiecharakter.

Die Nutzung der Erdwärme ist die logische Konsequenz aus den genannten Bedingungen. Eine ausgewählte Wärmepumpe (WP) erreicht auf Grund der sehr guten Bedingungen die außergewöhnliche Jahresarbeitszahl größer 5, die mit Eigenstrom gewährleistet wird!

Das Projekt hat trotz noch vorhandener Probleme Vorbildwirkung und stellt dies wie folgt unter Beweis!

Hervorzuheben sind die

- *energieoptimierte Gebäudekonstruktion, Gebäudehülle und innovative Gebäudetechnik,*
- *Eigenerzeugung der Wärme aus Erdwärme- sowie Abwärmenutzung*
- *hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung mittels Mini-BHKW und*
- *energieeffiziente Wärmeverteilung*

Die Projektprämissen sind:

- *Optimale Gebäudehülle (bauphysikalisch + baubiologisch + wirtschaftlich)*
- *Eigene Wärmeerzeugung durch Erdwärmenutzung permanent auf eigenem Grundstück, oberflächennah bis 3 m tief und Wärmepumpentechnik*
- *Eigenstrom durch Kraft-Wärme-Kopplung mit Mini-BHKW*
- *Bauteiltemperierung (Wärmen + Kühlen), vorzugsweise in der Decke und im Fußboden als Strahlungswärme, **behaglich + gesundheitsfördernd + energiesparend + kostenoptimiert***
- *Kontrollierte Lüftungstechnik mit hoher Abwärmenutzung durch Wärmerückgewinnung*

2.2.2 Energietechnik

Die Energietechnik beinhaltet die Wärmeerzeugung mit Wärmequelle, Wärmepumpentechnik und Messeinrichtung.

Als **Wärmequelle** wurden Erdwärmekörbe und Fundamentspeicher eingesetzt.



Abb. 2.1: Fundamentspeicher

Zwei Fundamentspeicher

bestehend aus aktivierten Bodenplatten aus Beton mit jeweils 10 Rohrkreisen je 75 m.

Zwei Verteiler mit je 10 Anschlüssen bündeln die Rohrkreise (Zeichnung 4).



Abb. 2.2: Erdwärmekörbe

16 Erdwärmekörbe

mit ovalem Grundriss (3,25 m Umfang) und 2,25 m Höhe wurden paarweise verbunden und auf einen Verteiler mit 8 Anschlüssen angeschlossen (Zeichnung 5).

Sie erhalten zusätzliche Energie durch Regenwasserversickerung.

Bedingt durch die günstigen hydrogeologischen Bedingungen werden hohe Entzugsleistungen erreicht, sodass die Wärmequellen jährlich mehr als 30 MWh (erreicht wurden 2011 sogar 60 MWh) Kältearbeit aufbringen. Das sind günstige Voraussetzungen für hohe Energieeffizienz!

Die ungünstigste Quelleneintrittstemperatur (März 2011) in einer Zeitspanne von 8 Tagen betrug 2,6°C bei einer Spreizung von 3,7 K.

Wärmepumpentechnik

Im Einsatz ist eine hocheffiziente Sole-Wasser Wärmepumpe der Fa. Ochsner, die ausschließlich Raumwärme für die neue Wohnanlage bereitstellt.



Abb. 2.3: Wärmepumpe (Innenansicht)



Abb. 2.4 Wärmepumpe (Außenansicht)

Die entscheidenden Parameter sind:

Wärmequelle	8 / 5°C Jahresmittel	Wärmenutzung:	30 / 25°C
Temperaturhub	15 bis 25 K		
Nennleistung (thermisch)	17 kW	(erreicht max.)	24 kW
Leistungszahl	4,4		
Jahresarbeitszahl	>5,1 (siehe auch Anlage 3NT)		

In der ersten Nutzungsetappe der Wärmepumpe von November 2009 bis Juni 2010 kam es zum Ausfall des Reglers und dessen Austausch im April 2010, sodass keine brauchbaren Werte vorliegen. Lediglich der umgesetzte WP-Strom mit 9.472 kWh ist registriert.

Im Zeitraum 01.07.2010 bis 30.06.2011 betrug der WP-Strom 13.264 kWh, jedoch ist für diesen Zeitraum die exakte Wärmemenge nicht verfügbar. Erst ab 01.11.2010 bis 30.06.2011 sind beide Energiemengen mit 51.093 kWh Wärme und 9.912 kWh WP-Strom exakt registriert und dokumentieren die Jahresarbeitszahl von 5,15.

*Festzustellen ist der überhöhte Wärmeverbrauch besonders 2011 von mehr als 20.000 kWh. Ursachen des Mehrbedarfes sind vorrangig die noch vorhandene Bauteilfeuchtigkeit und die daraus resultierende höhere Raumtemperatur im Mittel von 23°C. Des Weiteren nachträglich festgestellte **Wärmebrücken an den thermisch aktivierten Deckenbauteilen (Flachdach)** sowie das Nutzerverhalten beim Lüften mit gekippten Fenstern während der Heizperiode.*

Nach endgültigem Abstellen aller Ursachen wird sich der Wärmebedarf auf circa 50 MWh pro Jahr einstellen.

Sehr positiv wurde die Raumkühlung im vorigen Sommer durch die Nutzer empfunden und zum Ausdruck gebracht. In diesem Jahr gab es keinen Kühlungsbedarf.

2.2.3 Gebäudetechnik

Wärmeverteilanlage

Bestandteile der Gebäudetechnik im Förderprojekt sind die Wärmeverteilungsanlage und kontrollierte Lüftungstechnik. Die Trinkwassererwärmung ist ausschließlich an die KWK-Anlage gekoppelt.

Die Wärmeverteilanlage besteht aus Decken- und Fußbodentemperierung.

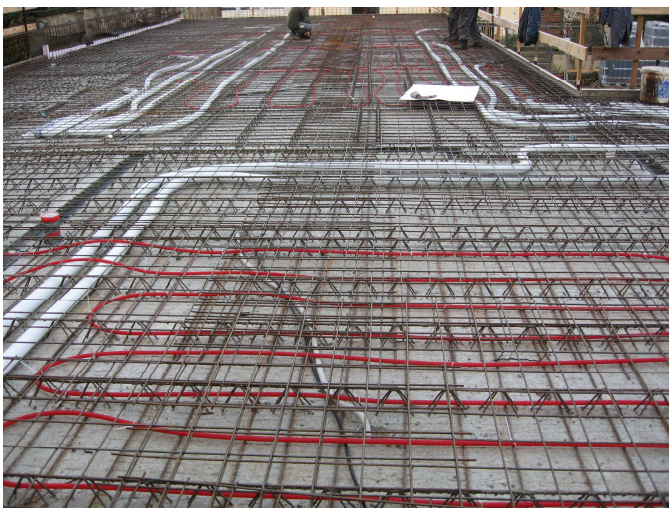


Abb. 2.5 Rohrleitungen (rot) Deckentemperierung

Die Bewohnerzimmer und Gemeinschaftsräume wurden mit thermoaktiven Deckenbauteilen ausgestattet.

Auf den Bauelementen (Fili-gran-Deckenbauteile) wurden Rohrleitungen verlegt und anschließend bauseitig mit Beton umhüllt (Zeichnung 6).



Die Bäder und ausgewählte Bereiche der Bewohnerzimmer bzw. Gemeinschaftsräume sind mit Rohrkreisen im Fußboden bestückt.

(siehe auch Zeichnung 7)

Abb. 2.6: Rohrleitungen Fußbodentemperierung

Mit dieser Anordnung wurden optimale Versorgungsbedingungen bezogen auf minimale Systemtemperatur, Behaglichkeit, Nutzerkomfort (Wärmen und Kühlen), Energieeffizienz und Energiekosten erreicht.

Kontrollierte Lüftung

Die kontrollierte Lüftung der Wohnanlage wurde mit zwei Anlagen realisiert.



Dazu wurden zwei Zentralgeräte der Firma EnEV-AIR Typ Flexi-Line WRA 400 in Passivhaus-Qualität eingesetzt.

Jedes Gerät hat einen Wärmerückgewinnungsgrad bis 95 % und einen Luftvolumenstrom von 100 bis 300 m³ pro Stunde und Leistungsaufnahmen von 20-150 W. Die Luftmengen sind dreistufig regelbar.

Das Zuluft- und Abluftsystem besteht aus flexiblen geruchsneutralen Rohren. Die Rohrleitungen sind deckenintegriert angeordnet und enden jeweils an den Luftverteilkästen (siehe Zeichnung 8).

Abb. 2.7: Lüftungsaggregat WRA 400

Die Fortluft wird über das Flachdach geführt und die Frischluft an der Wand erschlossen. Durch die Verwendung von Sole-Wärmetauschern ist Gefrierschutz im Winter und Kühlung im Sommer gewährleistet.

Die beiden Lüftungsanlagen werden ganzjährig genutzt, was ca. 2.000 kWh Strombedarf im Jahr ergibt.

2.2.4 Energetisches Ergebnis Niedrigenergiehaus

Im Ergebnis der zwischenzeitlichen Erfahrungen und vorgenommenen Optimierung wird für die neue Wohnanlage folgende jährliche Nutzenergie erwartet:

- <60.000 kWh /Jahr Nutzwärme (aus bis zu 50.000 kWh Erdwärme und <11.000 kWh WP-Strom)
- 3.000 kWh Antriebsstrom für Lüftung und Umwälzpumpen sowie
- 8.000 kWh für Allgemeinstrom.

2.3 Energetische Optimierung des Bestandsgebäudes

2.3.1 Energetik Altbau

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei dem vorhandenen Hirschberghaus um ein denkmalgeschütztes Gebäude, Baujahr 1875. An der Gebäudefassade waren keinerlei Wärmeschutzmaßnahmen möglich. Im Winter 2010/2011 wurde in akribischer Eigenleistung die Dachkonstruktion des sehr gut erhaltenen Mansarddaches mit Zwischensparrendämmung ausgestattet.

Als letzte Maßnahme wurden zwei kontrollierte Lüftungsanlagen für das Erdgeschoss und das Dachgeschoss installiert.

Diese gezielten energieeffizienten Modernisierungsmaßnahmen werden erst ab der Heizperiode 2011/2012 wirksam.

Im Bestand befand sich ein Erdgas-Brennwertgerät, Fabrikat Buderus GB 112 mit 60 kW Nennleistung, Baujahr 2001, das in Folge des „Jahrhunderthochwassers“ eingebaut worden war. Das BW-Gerät sicherte die Raumheizung und Trinkwasser-Erwärmung des vorhandenen Gebäudes.

2.3.2 Energie- und Gebäudetechnik

Kraft-Wärme-Kopplung

Das wenig effiziente Brennwertgerät wurde gegen ein Mini-BHKW Vaillant eco-power e 4.7 ausgetauscht. Dem BHKW wurde ein Pufferspeicher mit 1.000 Liter Speichervolumen beige stellt. Das BHKW kann modulierend in den Leistungsbereichen von 1,5 bis 4,7 kW elektrisch bzw. 4,7 bis 12,5 kW thermisch betrieben werden.

Für eine hohe Versorgungssicherheit und Redundanz wurde ein Brennwertgerät Vaillant ecoTEC zusätzlich installiert. Das Wandgerät hat modulierende Funktion im Leistungsbereich von 6 bis 37 kW und dient auch zur Abdeckung ungewöhnlicher Spitzenlasten. BHKW und Brennwertgerät sind regelungstechnisch und abgasseitig kompatibel.



Das Mini-BHKW mit max. 12,5 kW thermische und 4,7 kW elektrische Leistung eignet sich ausgezeichnet zur Trinkwassererwärmung und Raumheizung bei den vorhandenen konventionellen Heizkörpern.

Abb. 2.8: Mini-BHKW ecopower e4.7

Ungünstige Schornsteinbedingungen verzögerten den optimalen Einsatz des BHKW um 6 Monate, sodass eine komplette Nutzung erst ab April 2011 möglich wurde. Bis zu diesem Zeitpunkt musste das alte Brennwertgerät mit schlechten Parametern die hauptsächliche Wärmeversorgung übernehmen.

Seit Inbetriebnahme der neuen Technik hat das Mini-BHKW in modulierender Betriebsweise die Wärmeversorgung übernommen. Die Messdatenerfassung macht deutlich, dass genügend Reserven für den Winterbetrieb vorhanden sind. In den letzten Monaten hat sich gezeigt, dass selbst bei der Trinkwassererwärmung ein effizientes Verhältnis zwischen Wärmebedarf und Eigenstromverwendung besteht. Mit steigendem Wärmebedarf in der Heizperiode erhöht sich gleichzeitig der Strombedarf durch den steigenden Antriebsstrom von Wärmepumpe und Umwälzpumpen und damit die Energieeffizienz. Außerdem entsteht zusätzlicher Strombedarf durch die Lüftungsanlagen im Hirschberghaus. Lediglich treten während der Sommerzeit wärmebedingte Leistungsminierungen auf.

In den letzten 12 Monaten war das BHKW 8.027 Stunden im Einsatz!

Kontrollierte Lüftung

Die kontrollierte Lüftung erfolgt mit zwei Geräten der Fa. Zehnder vom Typ Comfort-AIR 550 mit Wärmerückgewinnungsgraden bis 95 %.



Die Luftmengenraten variieren zwischen 50 bis 460 m³ pro Stunde bei Leistungsaufnahmen von 13 bis 350 W. Unter schwierigsten Bedingungen wurden die Rohrsysteme für Frischluft, Zuluft, Abluft und Fortluft installiert.

Die kontrollierte Lüftung wird mit ca. 4.000 Betriebsstunden genutzt, was überschlägig 2.000 kWh Stromverbrauch im Jahr ergibt.

Abb. 2.9 Lüftungsgerät Comfort-Air 550

2.3.3 Energetisches Ergebnis

Im Ergebnis der an die wirtschaftlichen Grenzen gehenden Energieoptimierung im Bestand wird folgende jährliche Nutzenergie für das Hirschberghaus prognostiziert:

130.000 kWh Erdgas für Kraft-Wärme-Kopplung ergeben

85.000 kWh Nutzwärme und 30.000 kWh Eigenstrom,

von dem

<11.000 kWh für Antriebsstrom der Wärmepumpe

7.000 kWh für Antriebsstrom der Gebäudetechnik (davon 4.000 kWh Altbau)

8.000 kWh Allgemeinstrom (davon 4.000 kWh Altbau) und

4.000 kWh in das Stromnetz der Meißner Stadtwerke

abgegeben werden.

Der Reststrombedarf von 16.000 kWh für Allgemeinstrom im Hirschberghaus wird von den Meißner Stadtwerken bezogen.

2.4 Anlageneffizienz, Monitoring und Wirtschaftlichkeit

2.4.1 Anlageneffizienz

Die Anlageneffizienz bezieht sich vordergründig auf die Energieerzeugung und -verteilung.

In der neuen Wohnanlage sind das die regenerative Wärmeerzeugung, im Hirschberghaus die KWK-Anlage mit Wärmeverteilung und Trinkwasser-Erwärmung sowie die Stromverwendung.

Der umfassende Nachweis zur Anlageneffizienz ist erst 2012 möglich.

Für die Kraft-Wärme-Kopplung können nunmehr für die letzten 12 Monate (Juli 2011 bis Juni 2012) beurteilt werden. In dieser Zeit stehen 8.027 Betriebsstunden mit 26.070 kWh Strom und 82.300 kWh Wärme zu Buche. In den Folgejahren wird das Stromaufkommen auf 30.000 und das Wärmeaufkommen auf nahe zu 90.000 kWh/Jahr steigen. Damit wäre die Zielstellung zur Deckung des kompletten Wärmebedarfes für den Altbau und die komplette Trinkwasser-Erwärmung realistisch.

2.4.2 Monitoring

Wichtige Grundlage für die Kontrolle und Optimierung der Anlageneffizienz ist ein qualifiziertes Monitoring mit entsprechender Messtechnik und messtechnischer Begleitung.

Für Messtechnik wurden investiert:

Wärmemengenzähler

3 Stück für die Wärmequelle

1 Stück für die Wärmepumpe

1 Stück für das Mini-BHKW

Wassersähler für die Warmwasserzählung

Stromzähler als

1 Unterzähler für WP-Strom

1 Unterzähler für Allgemeinstrom und Gebäudetechnik Neubau

2 Unterzähler für Allgemeinstrom und Gebäudetechnik Altbau für Tagespflege und Sozialstation.

Der Stromverbrauch für die Verwaltung wird durch Differenzzählung ermittelt.

Gaszähler für die separate Messung des Brennwertgerätes.

Außerdem gibt es einen Zweirichtungszähler für Strombezug und Stromabgabe in das öffentliche Netz sowie ein Gaszähler für den gesamten Erdgasverbrauch.

Die Messtechnik ist mit Datenfernübertragung gekoppelt, sodass Bauherr, Anlagenerrichter und Planer je nach Zuständigkeit Zugriff über das Internet haben.

2.4.3 Wirtschaftlichkeit

Die energetische Wirtschaftlichkeit in der neuen Wohnanlage ist unter dem Aspekt der baulichen Gegebenheiten zufrieden stellend und wird sich bereits in der kommenden Heizperiode weiter verbessern.

Die Energiekosten der gesamten Einrichtung haben sich 2010 deutlich erhöht und mit über 20.348 € einen negativen Rekord erreicht. Hauptursachen waren

- zusätzlicher Energiebedarf für Bautätigkeit
- schlechter Wirkungsgrad des Brennwertgerätes
- schlechter Wirkungsgrad des BHKW / BW-Gerätes in der Anfangsphase
- erhöhter Wärmebedarf für „Trockenheizen“
- extrem ungünstiger Erdgastarif mit 7,23 Cent pro kWh

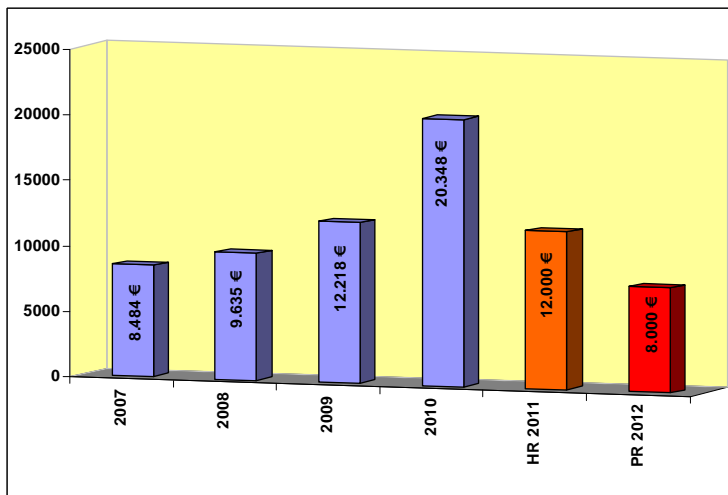


Abb. 3.1 Energiekosten 2007 - 2012 (Kenntnisstand 09/2011)

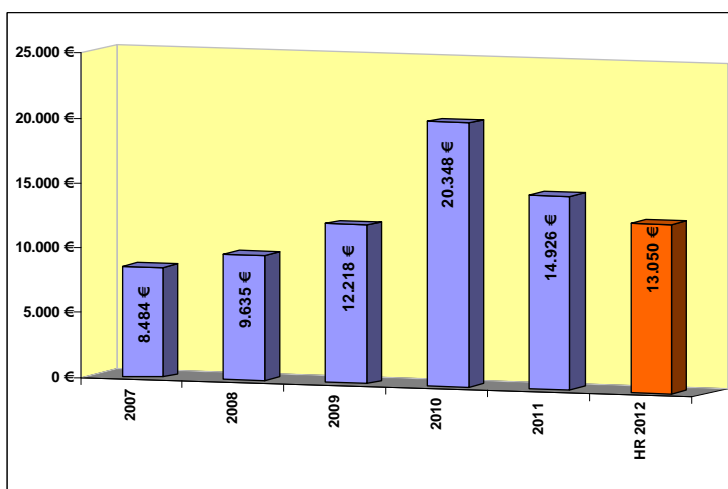


Abb. 3.2 Energiekosten 2007 - 2012 (Kenntnisstand 07/2012)

Im Jahr 2011 wurden die Energiekosten trotz aufgetretener Probleme um >25% auf 14.926 € gesenkt. Im Jahr 2012 sollen weitere Einsparungen um mindestens 10%, auf rund 13.000 € erfolgen.

Folgende Veränderungen und Maßnahmen sollen zur Minimierung der Energiekosten beitragen:

- *Liquidierung der Wärmebrücken.*
- *Senkung des Energieverbrauches durch wirksamen Einfluss auf das Nutzerverhalten, sowohl in der Wohnanlage als auch im Hirschberghaus*
- *Regelmäßige und außerplanmäßige Kontrolle der Anlagentechnik und des Nutzerverhaltens*
- *Reduzierung des Fremdstrombezuges*
- *Nochmalige Verbesserung der BHKW-Effizienz*
- *Beenden des „Trockenheizen“*
- *Monatliche Verbrauchskontrolle und halbjährliche Auswertung*

3 Fazit

Das Zusammenwirken von energieeffizientem Nutzerverhalten, regenerativer Energietechnik und energieeffizienter Energieträgernutzung ist der Schlüssel zum Erfolg. Gezielte Einflussnahme auf Nutzerverhalten, Energie- und Gebäudetechnik und optimale Inanspruchnahme der Energieträger muss ausgehend von diesem Abschlussbericht kurz- und mittelfristig von allen Beteiligten vorgenommen werden. Eine komplexe Auswertung und daraus resultierende Aktivitäten sind die logische Fortsetzung des eingeschlagenen Weges mit Hilfe folgender Zielstellung:

Reduzierung Stromverbrauch von 46 MWh auf <40 MWh pro Jahr

Reduzierung Fremdstrom von 45 MWh auf <16 MWh pro Jahr

Erhöhung Eigenstrom auf 30 MWh pro Jahr

Nutzung Erdwärme bis maximal 50 MWh pro Jahr

Effiziente Nutzung des Energieträgers Erdgas durch Kraft-Wärme-Kopplung bei intensiver Nutzung des Mini-BHKW mit 8.000 Betriebsstunden!

Bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt bedankt sich die Christliche Sozialstation Meißen e. V. für die wohlwollende Förderung, ohne die das anspruchsvolle und energetisch wertvolle Ziel nicht erreichbar gewesen wäre. Mit dem Dank verbunden ist die Bitte um Überweisung der restlichen Fördermittel in Höhe von 5.000 €.

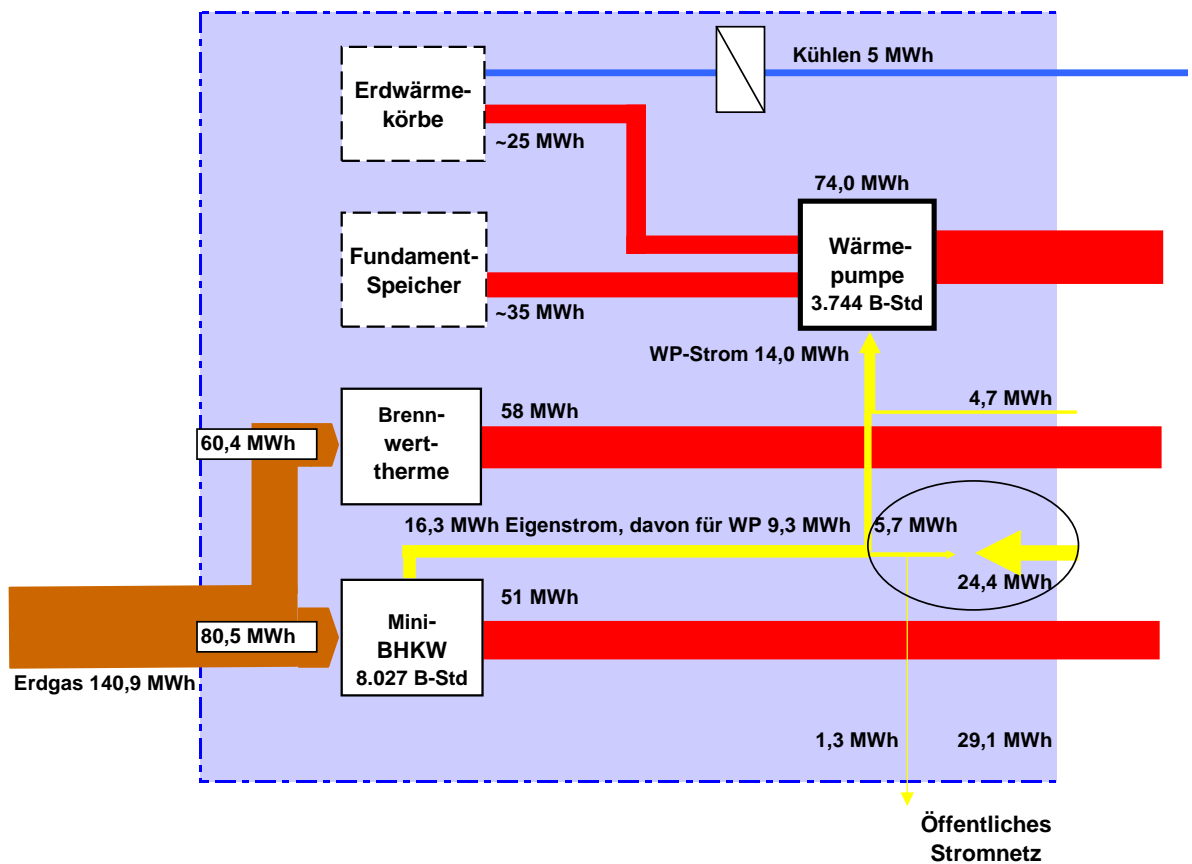
Die Investition für das BHKW anstelle der Solarthermie und die dringend erforderlichen Wärmeschutzmaßnahmen am Hirschberghaus haben den Aufwand deutlich erhöht und den eingetragenen übermäßig belastet. Negativ wirkte dabei zusätzlich der Wegfall der BAFA-Förderung für den Einsatz von Mini-Blockheizkraftwerken.

Meißen / Wachstedt 20.09.2011

Meißen / Wachstedt 20.07.2012

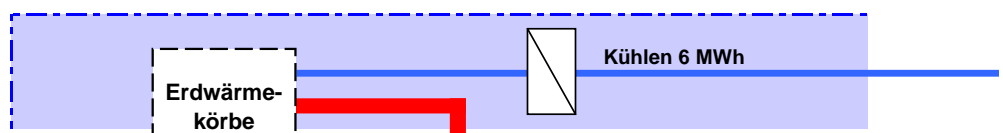
Anlage 1 Nachtrag: Energiefluss Niedrigexergiehaus und Hirschberghaus (Bestandsgebäude)

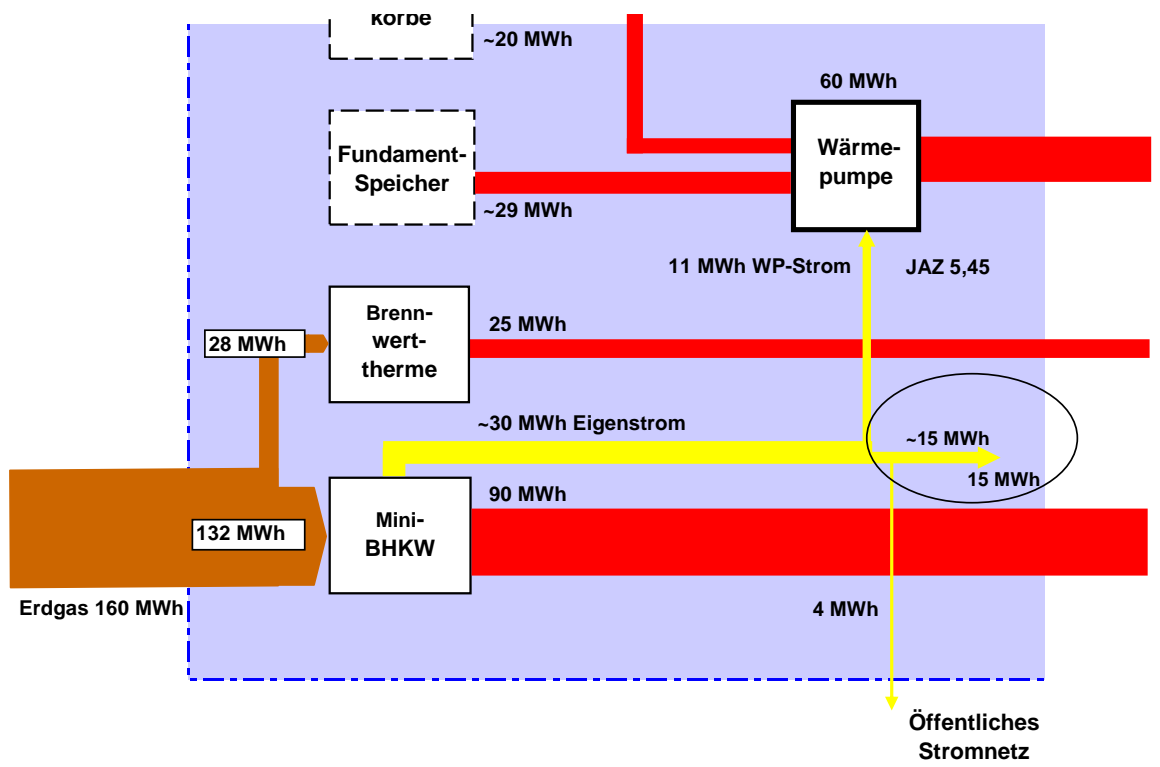
Anlage 1.1: Energiefluss Regenerative Wärmeerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung 2011 (energieintens



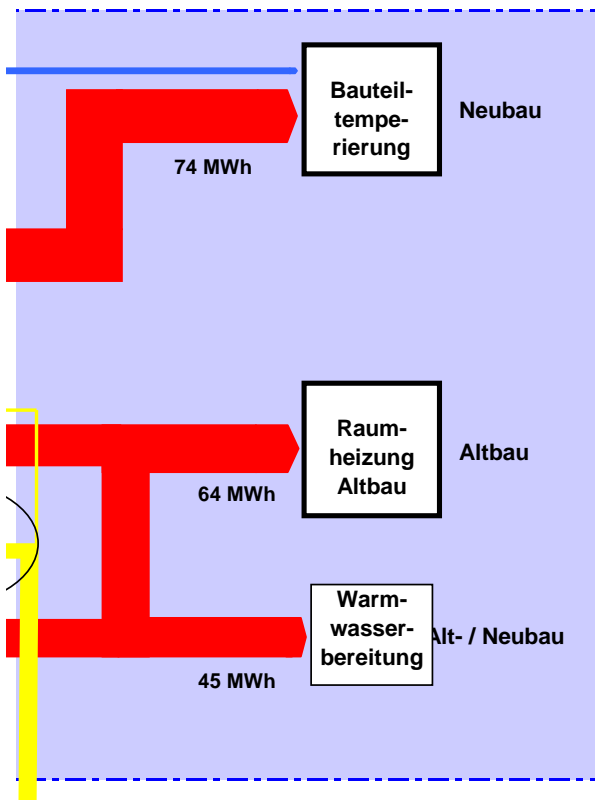
1. Dieses Wirkprinzip eignet sich für den Neubau von Gebäuden aller Art!
2. Voraussetzung für das energetische Konzept sind optimale Gebäudehüllen gem. EnEV und besser!
3. Die Wärmequellenanlage mit Fundamentspeicher und Erdwärmekörpern sowie die Wärmepumpe haben und dabei hohe Effizienz bewiesen!
4. Der geringe "Temperaturhub" von 10 bis 25 °C für die Raumheizung führte zu Jahresarbeitszahlen grü
5. Die Oberflächentemperaturen der thermoaktiven Bauteile sind beim Heizen 24 bis 26 °C und beim Küh
6. Die Kühlung der Bauteile ist ein "Abfallprodukt" aus der Erdwärmenutzung (ohne WP-Einsatz) und ber
7. Der Einsatz kleiner Mini-BHKW führt zu optimaler Energieeffizienz mit ökonomischen und ökologische

Anlage 1.2: Energiefluss Regenerative Wärmeerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung 2012





ivstes Jahr)



1 3.700 Betriebsstunden im Jahr 2011 absolviert

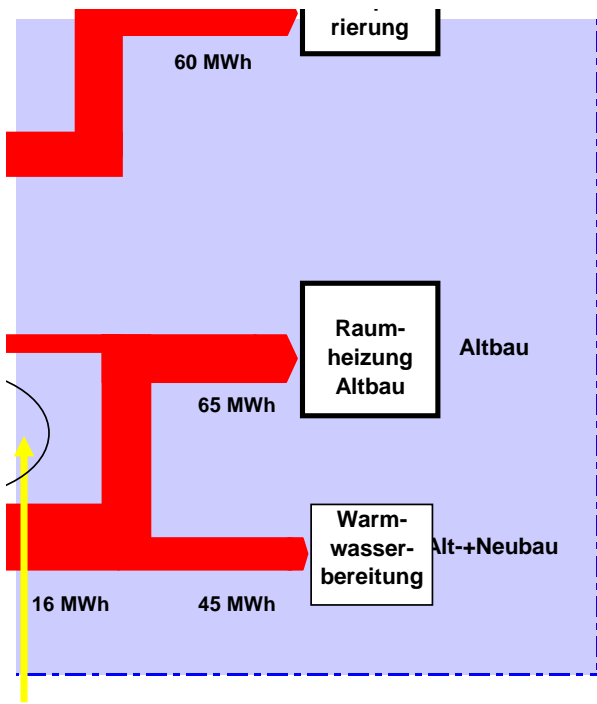
über 5!

len 20 bis 22 °C!

ötigt nur die Zirkulationsenergie!

in Spitzenwerten mit max Betriebszeit von 8.000 Stunden!





Anlage 2 Nachtrag: Energiestatistik 2007 bis 2012

Christliche Sozialstation Meißen e. V.

Jahr	Fremdstrom		BHKW-Eigenstrom			Stromverbrauch gesamt	Endenergie		Erdw ärme	Primärenergie		Energiekosten
	Hausstrom	WP-Tarif	WP-Strom	Hausstrom	Netzein-speisung		Gesamt	Strom		Erdgas	Strom	
	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh th.]	[kWh th.]	[kWh pr.]	[kWh pr.]	
2007	15.505	2.258				15.505	15.505	70.766		41.864	77.843	8.484 € Abrechnung
2008	17.058					17.058	17.058	76.252		44.351	83.877	9.635 € Abrechnung
2009	17.617	2.258				19.875	19.875	104.566 ¹⁾	10.000	51.675	115.023	12.218 € Abrechnung
2010	28.804	15.757		1.538		46.099	44.561	142.161 ¹⁾	36.000	115.859	156.377	20.348 € Abrechnung
2011	24.427	4.737	13.993	1.005	1.295	44.162	27.869	140.900 ²⁾	60.000	72.459	154.990	14.926 € Abrechnung
2012	16.000	-----	11.000	15.000	4.000	42.000	12.000	160.000	49.000	31.200	176.000	13.050 € Hochrechnung
1. Hj. 2012	9.080	-----	5.295	7.441	2.610	15.346	6.470	108.234	24.045	16.822	119.058	7.734 € 1. Halb-jahr
						21.816	6.470	108.234	24.045	16.822	119.058	135.880

1) Einsatz des vorhandenen Brennwertgerätes mit extrem schlechtem Wirkungsgrad bei hohen Zirkulationsverlusten

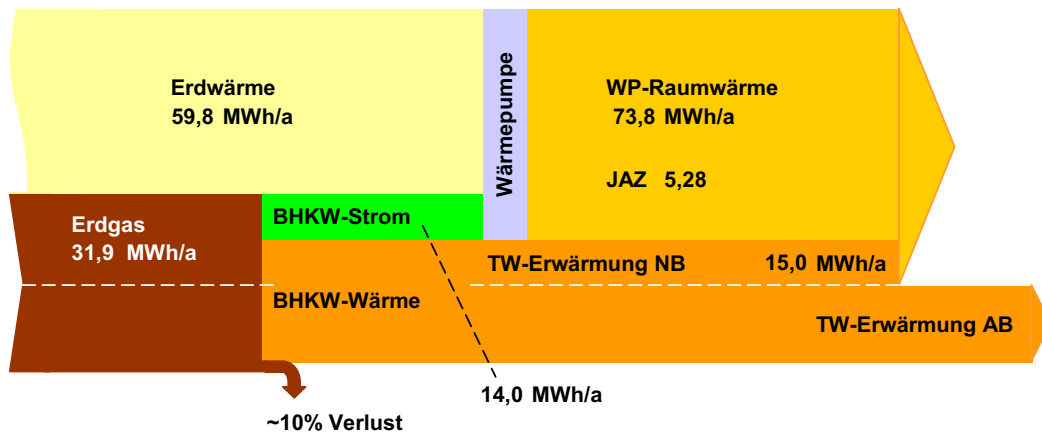
2) Austausch des Brennwertgerätes und Einsatz des Mini-BHKW im November 2010, nach Schornsteinsanierung Normalbetrieb ab Mai 2011

Bei der Ermittlung der Primärenergie wurde beim Strom die Netzeinspeisung verrechnet!

Die Hochrechnung 2012 basiert auf den Halbjahresdaten!

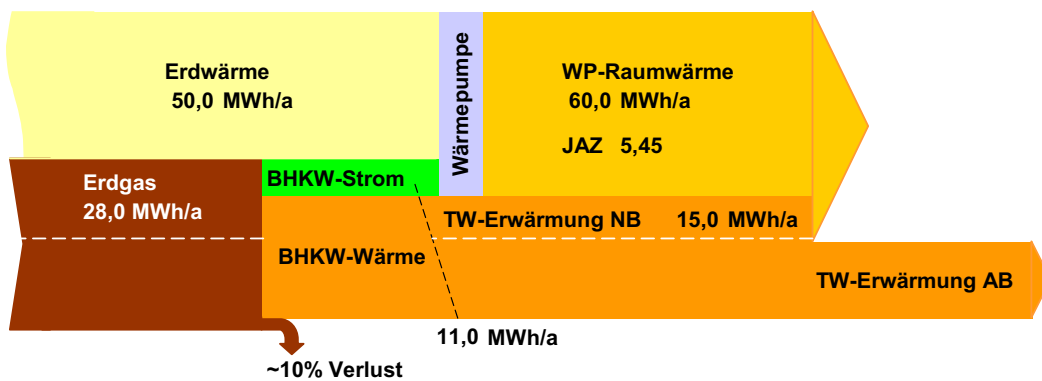
Anlage 3 Nachtrag: Energiefluss Niedrigexergiehaus 2011 und 2012

Energiefluss Niedrigexergiehaus 2011



Energiebilanz 2011		Endenergie	Nutzenergie	Primärenergie
Erdwärme	[kWh/a]	59.849		
Erdgas Gebäudewärme	[kWh/a]	15.392	73.842	16.932
Erdgas TW-Erwärmung	[kWh/a]	16.500	15.000	18.150
Nutzfläche	[m ²]	533		
Primärenergiebedarf für Raumheizung				31,746 kWh/m²/a

Energiefluss Niedrigexergiehaus 2012 und ff.



Energieverteilung 2012		Endenergie	Nutzenergie	Primärenergie
Erdwärme	[kWh/a]	50.000		
Erdgas Gebäudewärme	[kWh/a]	12.100	60.000	13.310
Erdgas TW-Erwärmung	[kWh/a]	16.500	15.000	18.150
Nutzfläche	[m ²]	533		
Primärenergiebedarf für Raumheizung				24,956 kWh/m²/a

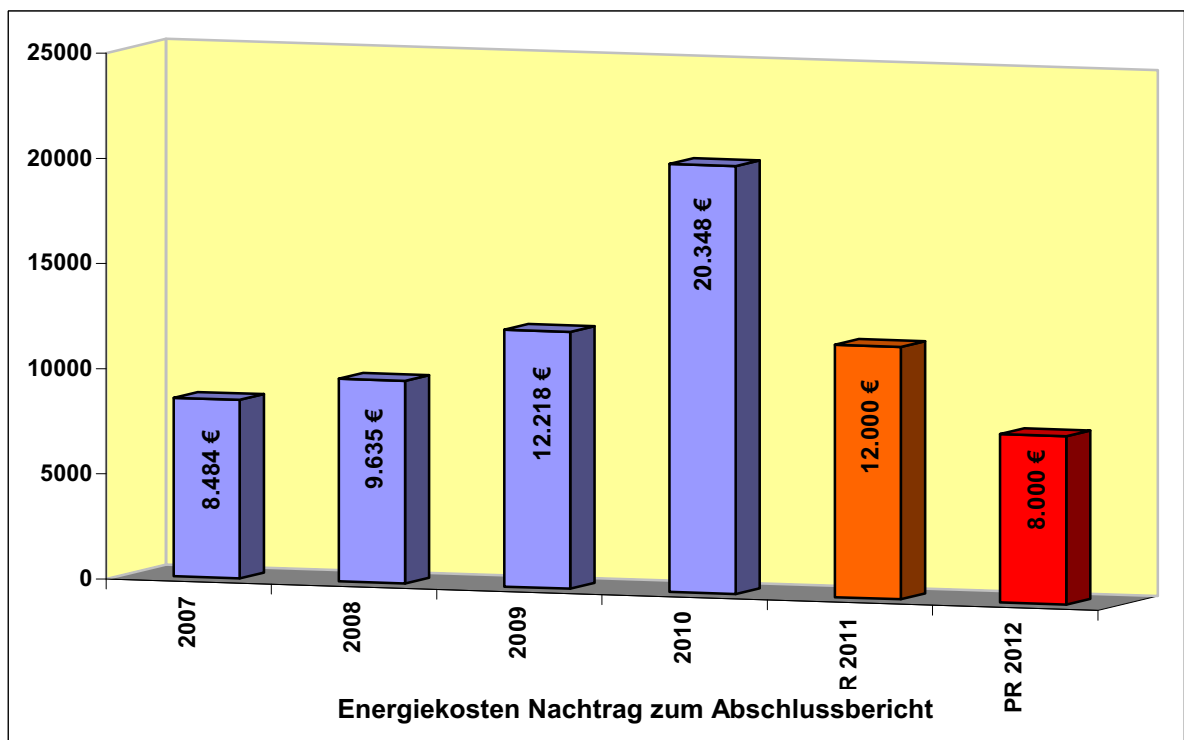
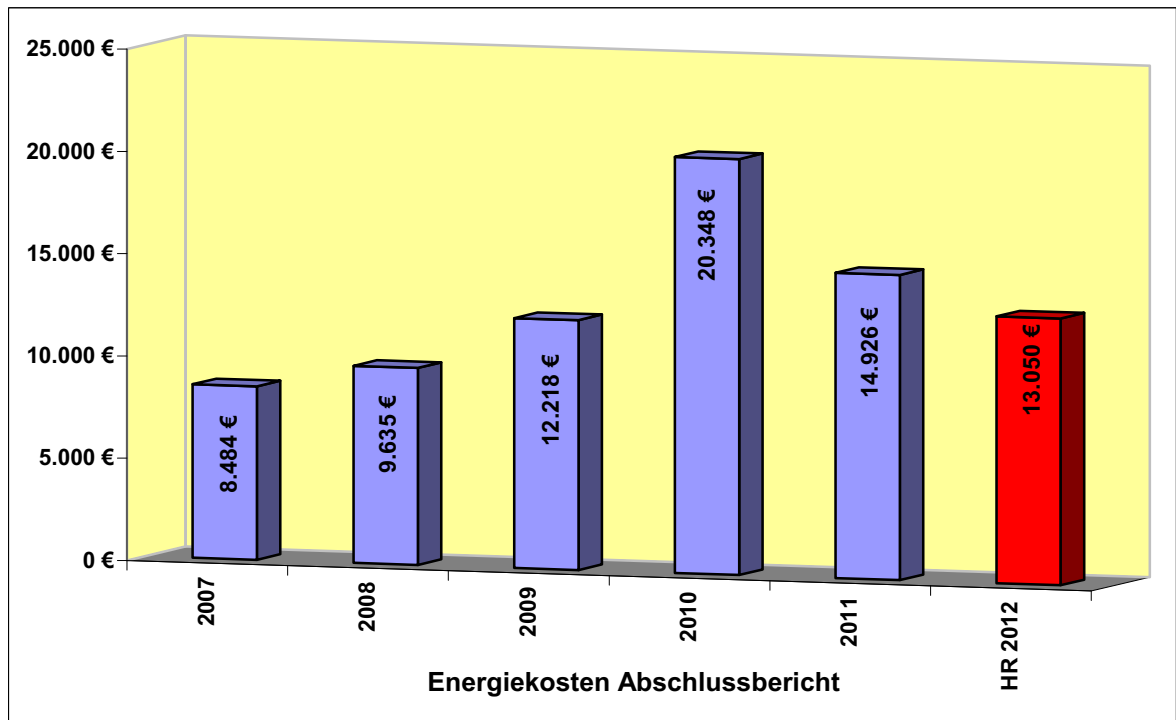
Anlage 4 Nachtrag: Baulicher Wärmeschutz:

<i>Bauteile</i>	<i>Wärmedurchgangs- koeffizienten</i>	<i>Bauteilkonstruktion</i>
<i>Flachdach</i>		<i>Stahlbeton 250 mm</i>
<i>Dachgefälledämmung</i>	$U < 0,137 \text{ W/m}^2\text{K}$	<i>PS 250mm zweilagig, WLG 035</i>
<i>Außenwände</i>		<i>KS Mauerwerk 240 mm</i>
<i>Wärmedämmverbund</i>	$U < 0,160 \text{ W/m}^2\text{K}$	<i>PS 180mm, WLG 032</i>
<i>Fenster</i>	$U < 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$	$g \sim 0,60$
<i>Grundfläche / Fußboden</i>		<i>Stahlbeton 200 mm</i>
<i>Fußbodendämmung</i>	$U \sim 0,202 \text{ W/m}^2\text{K}$	<i>160mm zweilagig WLG 035</i> <i>Estrich 50 mm</i>

Der Wärmebrückenzuschlag mit $0,05 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ wurde nicht erreicht. Es wurde keine thermische Trennung zwischen Deckenbauteil und auskragenden Stahlteilen vorgenommen! Dieser Baumangel ist noch zu beheben!

Der sommerliche Wärmeschutz wird durch bauliche Verschattung (Dachüberstände) und Verschattungseinrichtungen erreicht!

Anlage 4 Nachtrag: Vergleich Energiekosten



Anlage 4 Nachtrag: Vergleich Energiekosten

