

Energetisches Konzept

Als Grundlage dienen Referenzgebäude sowie die Durchschnittlichen Jährlichen Erträge für Erdkollektoren und Photovoltaikanlagen im Bereich Schwanau/ Oberrheingraben.

Betriebskostenvergleich verschiedener Heizsysteme

Betriebskostenvergleich verschiedene Heizsysteme bei einem Typischen Einfamilienhaus ca. 150 qm Wohnfläche und 4 Personen. Unterteilt in verschiedene Dämmstufen.

Verglichen wird eine Sole-Wärmepumpe mit Erdwärmenutzung, Öl-, Gas- und Pelletheizung.

	Niedrigenergiehaus nach EnEV	Standard (ab ca. 1980)	Altbau ungedämmt
Spezifischer Wärmebedarf	50 W/m ²	80 W/m ²	120 W/m ²
Beispielhaus mit 150 qm Wohnfläche	35 °C Vorlauf	Heizkörper 45 °C Vorlauf	Heizkörper 55 °C Vorlauf
Jährlicher Heizbedarf bei 2.000 Heizstunden	15.000 kWh	24.000 kWh	36.000 kWh
Jährlicher Warmwasserbedarf bei 10 °C/45 °C; 70 l pro Person und Tag	4.560 kWh bei 4 Personen	4.560 kWh bei 4 Personen	4.560 kWh bei 4 Personen

Jährliche Energiekosten

Ölheizung bei 0,90 € pro l und 80% Wirkungsgrad	2.151,00 €	3.141,60 €	4.461,60 €
Gasheizung bei 0.65 € pro m ³ und 85% Wirkungsgrad	1.564,80 €	2.284,80 €	3.244,80 €
Pelletheizung bei 0.20 € pro kg und 80% Wirkungsgrad	813,30 €	1.213,80 €	1.723,80 €
Wärmepumpe (0.20 € pro kWh) cop 5,4 bei B0/W30, cop 5,2 bei B0/W35, cop 4,7 bei B0/W45, cop 4,2 bei B0/W55	771,00 €	1.215,30 €	1.908,30 €

Betriebskosten bei dem gleichen Gebäude jedoch ausgerüstet mit einer Niedrigtemperatur

IR Deckenheizung Wassergeführt (Flächenelemente)

Optimierung der Gebäude mit IR Flächentemperierung	Reduzierter Wärmebedarf 25 W/m ²	Reduzierter Wärmebedarf 40 W/m ²	Reduzierter Wärmebedarf 60 W/m ²
Jährlicher Heizbedarf bei 2.000 Heizstunden	7.500 kWh	12.000 kWh	18.000 kWh
Jährlicher Warmwasserbedarf bei 10°C/ 45 °C; 70l pro Person und Tag	4.560 kWh bei 4 Personen	4.560 kWh bei 4 Personen	4.560 kWh bei 4 Personen

Jährliche Energiekosten

Ölheizung bei 0.90 € pro l und 80% Wirkungsgrad	1.326,60 €	1.821,60 €	2.481,60 €
Gasheizung bei 0.65 € pro m ² und 85% Wirkungsgrad	964,80 €	1.324,80 €	1.804,80 €
Pelletheizung bei 0.20 € pro kg und 80% Wirkungsgrad	512,60 €	703,80 €	958,80 €
Wärmepumpe (0.20 € pro kWh) cop 5,4 bei B0/W30, cop 4,7 bei B0/W45	471,80 €	638,50 €	860,70 €

Die Investitionskosten bewegen sich bei allen verglichenen Systemen, unter Berücksichtigung der eventuellen notwendigen Zusatzmassnahmen zur Erfüllung der derzeit gültigen gesetzlichen Vorgaben und Verordnungen sowie der zur Verfügung stehenden Zuschüssen, auf einem ähnlichen Niveau.

Die doch erheblichen Unterschiede bei der jährlichen Wartungskosten werden bei diesem Vergleich nicht berücksichtigt, da diese doch stark system- und nutzerabhängig sind. Dies gilt nicht nur für den Neubau, sondern ist in gleicher Masse gültig bei Sanierungen und/ oder Heizungsaustausch.

Wie sich die Preise der unterschiedlich eingesetzten Brennstoffe und Energien zukünftig entwickeln, lässt sich heute noch nicht mit Sicherheit voraussagen.

Sicher ist aber schon, dass es bei Wärmepumpensystemen die Möglichkeit gibt, die benötigte elektrische Energie zum Teil oder ganz mit relativ einfachen und günstigen Mitteln vor Ort zu erzeugen.

Grundvoraussetzung hierfür ist allerdings, dass das System so effizient wie möglich ausgelegt ist. Ein weiterer Vorteil dieser Systeme ist die Möglichkeit, über die vorhandene Flächenheizung mit relativ kleinem Aufwand das Gebäude im Sommer zu kühlen.

Insbesondere wäre hier die passive Kühlung bei Erdwärmesystemen zu erwähnen, die ohne das Zuschalten der Wärmepumpe funktionieren.

Die Kühlung der Gebäude gewinnt immer mehr an Bedeutung, einerseits durch die Klimaveränderung, aber auch durch die heutige hochgedämmte Bauweise.

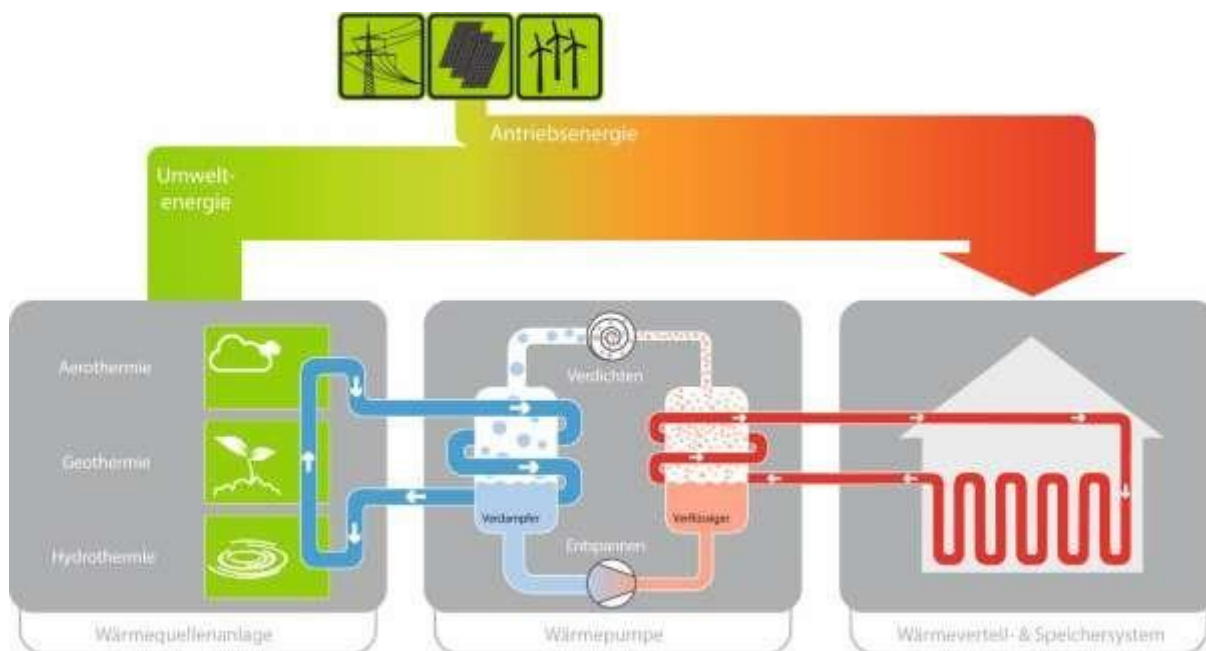
Grundlagen zum Thema Wärmepumpe

Die Wärmepumpe ist ein Energiemanager, der eine niedrige auf eine hohe Temperatur bringt- oder umgekehrt und damit Räume kühlt.

Im Heizbetrieb wird stets Umweltenergie genutzt.

Der Wärmepumpenkreis funktioniert durch Verdampfen und Verflüssigen.

Verdichter und Expansionsventil erzeugen die dafür notwendigen Druckdifferenzen.



Betriebs- und Investitionskostenvergleich

Betriebs- und Investitionskostenvergleich Luft/Wasser Wärmepumpe mit Sole/Wasser Wärmepumpe gleiches Gebäude Neubau.

Sole/Wasser System ausgelegt für monovalenten Betrieb, Luft/Wasser System monoenergetisch
BAFA Zuschuss 1500 € für die Luft/Wasser Wärmepumpe wurde nicht berücksichtigt da die notwendige Jahresarbeitszahl von grösser 4,5 nur durch zusätzliche Investitionen erreichbar ist. Diese wären weit höher als der Zuschuss.

Wärmequelle Grabensolekollektoren, eine Bohrung lässt sich im Normalfall für diesen Preis nicht realisieren.

Angenommene Heizleistung 8 KW	Luft/Wasser-WP	Sole/Wasser-WP
Wärmepumpe Investition	10.500,00 €	8.500,00 €
Erdwärme		8.232,00 €
BAFA Zuschuss		- 4.500,00 €
Investition Gesamt	10.500,00 €	12.232,00 €
Mehrkosten		1.732,00 €

Verbrauch

Jahresarbeitszahl (JAZ)	3,0	5,0
Stromkosten WP je kWh	0,22 €	0,22 €
Jahreswärmebedarf inkl. Warmwasser	12.000 kWh	12.000 kWh
Stromkosten p.a.	12.000 kWh: 3 JAZ= 4.000 kWh x 0.22 €	12.000 kWh: 5 JAZ= 2.200 kWh x 0.22 €
	= 880,00 €	528,00 €
Einsparung p.a. Sole/Wasser WP		352,00 €

Amortisation gegenüber Luft/Wasser Wärmepumpe

1.732,00 €: 352,00 € = 5 Jahre

Betriebsarten Wärmepumpen

Monovalenter Betrieb

In der Regel werden nur Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlagen als monovalente Heizsysteme ausgelegt. Die monovalente Wärmepumpe deckt den Wärmebedarf des Gebäudes allein. Selbst bei tiefen Aussentemperaturen liefert die Wärmequelle ausreichend Energie. Da das Temperaturniveau von Erdreich und Grundwasser nur in sehr geringen Masse von der Aussentemperatur beeinflusst wird, sind beide Wärmequellen ideal für monovalenten Betrieb geeignet. Der Dimensionierungspunkt muss auf die niedrigste Aussentemperatur gelegt werden. Der Deckungsgrad beträgt 100%.

Monoenergetischer Betrieb

Bei monoenergetischem Betrieb sind zwei Wärmeerzeuger im Einsatz, welche den gleichen Energieträger (Strom) verwenden. Die Hauptlast trägt die elektrisch betriebene Wärmepumpe im Auslegungs-Idealfall zu 99%. Die Abdeckung der Spitzenlast erfolgt durch eine elektrische Zusatzheizung. Diese soll im Auslegungsfall lediglich 1% der Energiemenge liefern. Das maximum ist auf 5% begrenzt. Einsatz meist bei teurer Energiequellen-Investition wie Erdsonden oder Luft.

Bivalenter Betrieb

Im Bivalenten Betrieb werden mindestens zwei Wärmeerzeuger mit unterschiedlichen Energieträgern eingesetzt. In diesem Fall wird die Wärmepumpe mit einem Gas-, Öl- oder Feststoffkessel oder mit Fernheizung kombiniert. Die Wärmepumpe übernimmt die Wärmeversorgung in dem Leistungsbereich, in dem sie besonders wirtschaftlich arbeitet. Erst wenn dieser Punkt (= Bivalenz Punkt) unterschritten ist, wird der zweite Wärmeerzeuger (ZWE) eingeschaltet. Es gibt die bivalent alter-native + bivalent parallele Betriebsweise. Die parallele ist in fast allen Anlagen anzustreben. Der Einsatz erfolgt meist bei hohen Systemtemperaturen und bei Grossanlagen.

Technik und Kostenschätzung

Nicht berücksichtigt bei der Technik und Kostenschätzung wurde die Lüftungsanlage und eventuelle Kühlung. Die zusätzlichen Kosten für eine passive Kühlung bewegen sich bei ca. 2500,00 €. Eine Aktive Kühlung (LW WP) zieht in etwa das Doppelte an Investitionskosten nach sich.

Sole/Wasser Wärmepumpe	12.500,00 €
HAT Version 65° 24 KW cop 4,6	
Erdwärmekollektorsystem	24.700,00 €
20 KW Entzugsleistung incl. Erdarbeiten fertig verlegt	
Mögliche BAFA Förderung	-4.600,00 €
Gesamtkosten Erdwärmesystem	32.600,00 €
Als Alternative Luft/Wasser Wärmepumpe ebenfalls HAT 65° cop 3,7 24 KW bei -7°	23.500,00 €
Speicher Friwa und Regeltechnik	11.950,00 €
Montage und Inbetriebnahme ca.	11.000,00 €
Gesamtinvestition rein Netto	55.500,00 €

Es ist davon aus zu gehen, dass die Entzugsleistung der Erdkollektor-Anlage nach Auslegung auf die tatsächlichen Gebäudewerte um ca. 4 KW Entzugsleistung nach unten korrigiert werden kann. Dies würde den Preis für diese Anlage um ca. 4000,00 € verringern.

Flächenheizung Niedrigstenergie Spread 28°/26° Boden, Wand oder Deckeneinbau

Kühl- und Wärmeelemente fertig verlegt incl. Heizkreisverteiler **34.000,00 €**

Zusätzliche Technik zur Eigenstromnutzung

Photovoltaik Anlage 9,8 KWp fertig montiert	9.800,00 €
Batteriespeicher 10,0 KW fertig montiert	9.800,00 €
Gesamtinvestition	19.600,00 €

Mögliche Förderung Batteriespeicher durch KFW bis 10/18 **980,00 €**

Mögliche Förderung PV durch KFW **500,00 €**

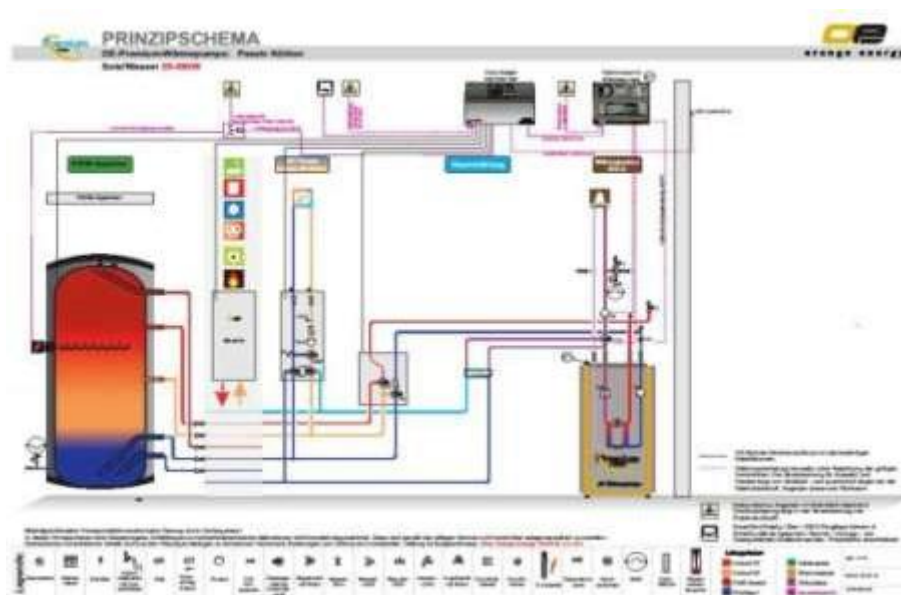
Mögliche Förderung durch Land BW **2.400,00 €**

Um diese Förderungen in Anspruch zu nehmen müssen die Voraussetzungen exakt eingehalten werden. Da diese Programme zeitlich oder vom Volumen begrenzt sind werden sie nicht weiter berücksichtigt.

**Alle Preise sind rein Netto

Prinzipschema Heiztechnik

Es wird aus Effizienzgründen zu einem zweiten Speicher für TW geraten.



Amortisationszeit Sole/Wasser-System (Erdwärmekollektor) zu LW WP

Bei korrekter ausgelegten Erdwärme-Kollektor-System liegt die Amortisationszeit gegenüber korrekt ausgelegten Luft/Wasser-Systemen in der Regel zwischen 4-6 Jahre, berücksichtigt hierbei ist nur der Heizbetrieb sowie TW Erwärmung, Sobald auch noch gekühlt wird verschiebt sich die Amortisationszeit gewaltig nach unten.

Angenommene Heizleistung 24 KW	Luft/Wasser-WP	Sole/Wasser-WP
Wärmepumpe Investition	23.500,00 €	12.500,00 €
Erdwärme-Kollektor-System		24.700,00 €
BAFA Zuschuss		- 4.500,00 €
Investition Gesamt	23.500,00 €	32.700,00 €
Mehrkosten		9.200,00 €

Verbrauch

Jahresarbeitszahl (JAZ)	3,0	4,9
Stromkosten WP je kWh	0,22 €	0,22 €
Jahreswärmebedarf inkl. Warmwasser	41.000 kWh	41.000 kWh
Stromkosten p.a.	41.000 kWh: 3 JAZ= 13.666 kWh x 0,22 € = 3.006,00 €	41.000 kWh: 5 JAZ= 8.200 kWh x 0.22 € = 1.804,00 €

Einsparung p.a.

1.202,00 €

Amortisation Sole/Wasser-System

9.200,00 €: 1.202,00 € = 7,5 Jahre

Es ist davon aus zu gehen das nach Vorliegen des Jahreswärmebedarfs für das Gebäude die Investitionskosten für die Erdwärme-Kollektor-Anlage deutlich verringert werden können. Womit die normale Amortisationszeit **ca. 5 Jahre wäre.**

Vorteile IR Niedrigtemperatur Flächenheizung

Die für sich alleine schon gewaltigen Vorteile wie:

- Wohlfühlklima
- Stark vermindertes Risiko für Schimmelbildung
- Wesentlich geringeren Anteil von Staub in der Atemluft
- Keinerlei Temperaturgefälle in den Wohnräumen

Können rein durch die Verbrauchszahlen und die, bei entsprechender Berechnung und Berücksichtigung in der Planungsphase, erzielbaren Einsparungen an Energieverbrauch und Dämmmassnahmen um ein Vielfaches übertroffen werden.

Das Energieeinsparungspotential gegenüber herkömmlichen Fussbodenheizungssystemen beträgt ca. 20-25% (Nachweisbar anhand Referenzgebäude).

Bei Berücksichtigung des Jahresenergiebedarfs eines Gebäudes ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- Gewaltige Einsparungen an Dämmmassnahmen
- Höherstufung des Gebäudes
- Höhere Staatliche Zuschüsse

Gemäss EnEV 2016 muss der Wärmeschutznachweis auf Basis der Strahlungswärme mit Deklaration und IR-Energie-Pass erfolgen.

Beispiel:

Mehrfamilienhaus in Bischofswerda 550 m² Wohn- und Nutzfläche

- Herkömmliche Berechnung Energieausweis: Heizlast 38,8 KWh/m²
- Berechnung nach IR: Heizlast 22,7 KWh/m²
- Anhand Verbrauch nach einem Jahr: Heizlast 22,6 KWh/m²

Bei diesem Gebäude wurden ca. 120.000,00 € eingespart durch kleiner ausgelegte Technik und Dämmmassnahmen die nicht benötigt wurden.

Dies zeigt das durch den Einsatz der richtigen Techniken ein enormes Einsparpotential genutzt werden kann.

Eigenstromerzeugung durch Photovoltaik

Durch den Einsatz einer Photovoltaik Anlage ist es möglich einen Grossteil der benötigten Energie für die Wärmepumpenanlage selbst zu produzieren. Dies gilt insbesondere für Erdwärmeanlagen da diese vom energetischen Verbrauch gerade in der Winterzeit wesentlicher effizienter arbeiten als Luft/Wasser-Wärmepumpen. Dies wiederum treibt den Anteil an Eigenstromnutzung leicht nach oben.

Für Photovoltaik-Anlagen wird in der Regel folgende Eigenstromnutzung erreicht:

- **Nur Photovoltaikanlage ca. 40%**
- **Photovoltaik mit abgestimmtem Speicher ca. 50-60%**
- **Photovoltaik mit Schwarm Speicher ca. 90-100%**
(Diese Systeme sind momentan nur sporadisch auf dem Markt verfügbar)
- **Miterstrommodelle bis 100%**

Für eine Photovoltaikanlage von 10 KWp mit Südausrichtung ist im Bereich Schwanau mit einem Jährlichen Ertrag von 8.500 – 12.000 KWh zu rechnen. Dies bedeutet das die erforderliche Jährliche Energie zur Erzeugung der Heizenergie und der TW Bereitung bei Umsetzung des Konzeptes zu 80-100% abgedeckt sind.

Durch die Jahreszeitlich bedingten Unterschiede zwischen Verbrauch und Produktion und der damit verbundenen Eigenstromnutzung wird zu einem Miterstrommodell geraten (abgewandelt auf die Belange des Sozialen Wohnungsbaues). Dadurch wäre es möglich die Differenz zwischen Einspiessvergütung und zugekaufter Energie zu umgehen und die Amortisation erheblich zu verkürzen.

Wirtschaftlichkeitsberechnung PV

Geht man von einem durchschnittlichen Ertrag von 10.000 KWh pro Jahr aus ergibt das vorausgesetzt einer 100% Eigenstromnutzung ein einem Grundpreis von 0,27 € pro aus dem Netz bezogene KWh einen Gewinn von 2700,00 € p.a.

Bezogen auf die Investition (+ Batteriespeicher) von 19.600,00 € ergibt dies eine Amortisation von 7,2 Jahre.

Wirtschaftlichkeit Gesamtkonzept

Würde die erforderliche Energie für Heizen und TW mit Gas erzeugt ergäbe sich bei einem durchschnittlichen Gaspreis von 0,72 € m³ folgende Rechnung:

$$41.000 \text{ KWh} = 4100 \text{ m}^3 \text{ Gas} \times 0.72 \text{ €}$$

Ergibt Kosten p.a. von **2.952,00 €**.

Heizkosten mit Gas über 20 Jahre **59.040,00 €** (keinerlei Preissteigerungen berücksichtigt)

Dies bedeutet sollte das Konzept komplett umgesetzt werden alleine durch das Einsparen der Jährlichen Verbrauchskosten eine Einsparung von 59.000,00 € gegeben ist. Nicht berücksichtigt sind dabei die Einsparung an der Gebäudehülle oder etwaige Preissteigerungen bei den Energiekosten.

Weitere Vorteile

- Exakt kalkulierbare Energiekosten unabhängig von Preissteigerungen
- Einsparungen an der Gebäudehülle und Technik (Bei Berechnung nach IR Wärme)
- Zukunftssicheres System mit geringen Wartungsaufwand und geringen Folgekosten

Das Konzept zeigt, es ist heute möglich unter Berücksichtigung aller Kosten wie Investition, Verbrauch und Wartung ein modernes und effizientes System mindestens Kostenneutral in ein Gebäude zu integrieren. Dies gilt nicht nur für den Neubau, sondern ist im Sanierungsfall ebenfalls praktikabel.

Referenzgebäude Bischofswerda

Mehrfamilienhaus mit 525 m² Wohnfläche
Erstbezug Ende 2016



Vorgaben Bauträger:

- Energetisch hochwertig
- Hoher Anteil an erneuerbaren Energien
- Heizen und Kühlen
- Keine Fassadendämmung
- Gesundes Wohnklima
- Kosten fest im Blick
- Warmvermietung
- Gebäudehülle KfW 70

Heizlast:

- Heizlast nach EnEV Berechnung 38,8 kWh/m²
- Berechnung nach IR Heizlast 22,7 kWh/m²
- Verbrauch 12 Monate 22,6 kWh/m²

Technikkonzept:

- Erdwärme-Kollektor Feld 18 kW
- IR Niedrigstenergie Kühl- und Heizelemente
- Sole/Wasser Wärmepumpe
- 1000 l Kombispeicher
- Batteriespeicher

Verbrauch 2017

Verbrauch Strom Wärmepumpe Bischofswerda

Monat	Jahr	Start	Ende	Verbrauch	Kosten
Dezember	2016	4516,4	6089,45	1573,05	377,532
Januar	2017	6089,45	8329,09	2239,64	537,5136
Februar	2017	8329,09	10867	2537,91	609,0984
März	2017	10867	11973,96	1106,96	265,6704
April	2017	11973,96	12949,96	976	234,24
Mai	2017	12949,96	13556,83	606,87	145,6488
Juni	2017	13556,83	13787,73	230,9	55,416
Juli	2017	13787,73	14009,15	221,42	53,1408
August	2017	14009,15	14235,67	226,52	54,3648
September	2017	14235,67	14739,32	503,65	120,876
Oktober	2017	14739,32	15350,87	611,55	146,772
November	2017	15350,87	16369,2	1018,33	244,3992
Dezember	2017			0	0
				11852,8 kWh	2844,672 €
			Nutzfläche:	525m ²	
			Verbrauch:	22,6 kWh/m ²	

Warmmiete 2,00 €/m²

Kosten 0,43 €/m² inklusive 4 Wochen Kühlen

PV Erträge

2017

Energie ins Netz eingespeist 3,51 MWh

Energie in Akku gespeichert 1,10 MWh

Direkt verbraucht 5,77 MWh

Produktion 10,38 MWh

Eigenverbrauch 66 %