

---

12. März 2024 | Autor: Maximilian Liebgott | [www.eza-allgaeu.de](http://www.eza-allgaeu.de)

---

# Abschlussbericht Energieaudit nach DIN EN 16247-1

<b>Objekt:</b>	Haus am Rank Rubihornstraße 6 D-87561 Oberstdorf-Schöllang
<b>Interner Verantwortlicher für Betreuung und Beratung</b>	<b>Herr Stefan Schratt</b>
<b>Zeitraum der Beratung</b>	<b>Von November 2023 bis März 2024</b>

# Inhalt

<b>1. Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
1.1. Zusammenfassung der wesentlichen Auditergebnisse	4
1.2. Maßnahmenübersicht	5
1.3. Umsetzungsplan	5
1.4. Allgemeiner Hinweis auf Förderprogramme	6
<b>2. Hintergrundinformationen</b>	<b>7</b>
2.1. Allgemeine Informationen zum Antragssteller	7
2.2. Kontext der Energieberatung	8
2.3. Ziele und Gründlichkeit	8
2.4. Beratungsgrenzen und Schwerpunkte	9
2.5. Beschreibung der betrachteten Objekte	10
<b>3. Energieverbrauch und –kosten</b>	<b>10</b>
3.1. Energiebedarf (2023)	11
3.2. Spezifische Energiepreise	15
3.3. Entwicklung der Energieverbräuche	16
3.4. Verbrauchszuordnung	19
3.4.1. Sankey-Diagramm	19
3.4.2. Stromverbrauch	20
3.4.3. Wärmebedarf	23
3.5. Strom-Lastganganalyse	24
3.6. Detailanalyse einzelner Energieverbraucher, Prozesse und Objekte	25
3.6.1. Gebäudehülle	25
3.6.2. Stromerzeugung – PV-Anlage	26
3.6.3. Wärmeerzeugung – Pelletkessel	27
3.6.4. Wärmeerzeugung Thermosolaranlage	28
3.6.5. Wärmeerzeugung Elektro-Fußbodenheizungen	28
3.6.6. Warmwasserversorgung Frischwasserstation	28
3.6.7. Sonstige Anlagen und Geräte	29

<b>4. Beschreibung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Maßnahmen</b>	<b>31</b>
4.1. Optimierung der Hydraulik	31
4.2. Anpassung der Kesselsteuerung	33
4.3. Optimierung Thermosolaranlage	35
4.4. Sommerlicher Wärmeschutz	37
4.5. Multisplit-Klimageräte	39
4.6. Optimierung Trinkwarmwasser-Zirkulation	41
<b>5. Anhang</b>	<b>43</b>
5.1. Informationen zum Energieberater und die methodische Vorgehensweise	43
5.2. Protokoll der Auftaktbesprechung	44
5.3. Ergebnisse und Vereinbarungen der Abschlussbesprechung	46
5.4. Erklärung des Energieauditors	47
5.5. Normative/Vorschriften	48
5.6. Datenaufnahme	49

# 1. Zusammenfassung

## 1.1. Zusammenfassung der wesentlichen Auditergebnisse

Grundsätzlich zeigte sich im Rahmen des Audits, dass sowohl der Zustand als auch die Nutzung der Anlagen nahe am Optimum liegen.

Die zentrale Heiztechnik wurde vor Kurzem erneuert, eine große PV-Anlage mit Speicher ist ebenfalls seit kurzer Zeit in Betrieb.

Durch das überdurchschnittliche Niveau an installierter und ausgewerteter Messtechnik ist der Betreiber über die Energieströme sehr gut im Bild, auch das Audit konnte durch die sehr gute Datengrundlage profitieren.

Die Maßnahmen beschränken sich daher überwiegend auf Optimierungen des Betriebs der bestehenden Technik.

Durch Umsetzung der Maßnahmen und verbessertes Energiemanagement werden sich die Wirkungs- und Nutzungsgrade der Energieerzeuger und -Verteiler noch steigern lassen, starke Einsparungen im zweistelligen Prozentbereich sind jedoch aufgrund des bereits erreichten Niveaus nicht zu erwarten.

Im Rahmen des Energieaudits wurden insgesamt 6 mögliche Maßnahmen identifiziert.

Die Maßnahmenvorschläge gliedern sich in drei Kategorien.

### **Nicht- oder geringinvestive Maßnahmen (3)**

- Anpassung der Kesselsteuerung
- Optimierung Thermosolaranlage
- Optimierung Trinkwarmwasser-Zirkulation

### **Investive Maßnahmen (2)**

- Optimierung der Hydraulik
- Sommerlicher Wärmeschutz

### **Maßnahmen die der weiteren Planung bedürfen (1)**

- Multisplit-Klimageräte

## 1.2. Maßnahmenübersicht

Maßnahme	Seite
Optimierung der Hydraulik	31
Anpassung der Kesselsteuerung	33
Optimierung der Thermosolaranlage	35
Sommerlicher Wärmeschutz	37
Multisplit-Klimageräte	39
Optimierung Trinkwarmwasser-Zirkulation	41

Tabelle 1 Maßnahmenübersicht

### Hinweis:

Da sich weder die Investitions- noch die durch die Maßnahmen eingesparten Kosten seriös einschätzen lassen, kann im Rahmen des Audits eine finanzielle Bewertung nicht durchgeführt werden.

Insbesondere die nicht- oder geringinvestiven Maßnahmen (Anpassung von Prozessparametern) sollten umgesetzt werden.

Für die investiven Maßnahmen wie sommerlicher Wärmeschutz (in Verbindung mit) oder die Multisplit-Klimageräte lassen sich nach Festlegung der genauen Nutzung in Verbindung mit vorliegenden Angeboten wirtschaftliche Auswirkungen abschätzen.

## 1.3. Umsetzungsplan

Nummer	Maßnahme	2024	2025	2026
4.1	Optimierung der Hydraulik			
4.2	Anpassung der Kesselsteuerung			
4.3	Optimierung Thermosolaranlage			
4.4	sommerlicher Wärmeschutz			
4.5	Multisplit-Klimageräte			
4.6	Optimierung Trinkwarmwasser-Zirkulation			

### Legende

Planung	
Umsetzung	
Monitoring	

Die priorisierten Maßnahmen 2, 3 und 6 sollten aufgrund der niedrigen Umsetzungsschwelle möglichst bald eingeleitet und durchgeführt werden.

Maßnahme 1 kann zwar parallel zu o.g. Maßnahmen geplant werden, da die Wirtschaftlichkeit jedoch nicht bewertet werden kann, spricht auch nichts dagegen, die Maßnahme zurückzustellen, bis sich ein geeigneter Zeitpunkt zur Umsetzung findet (z.B. im Rahmen einer Wartung).

Die Maßnahmen 4 und 5 sollten sinnvollerweise in Kombination geplant werden, da z.B. die notwendige Kühlleistung maßgeblich von der Qualität des Wärmeschutzes abhängt. Werden die Multisplit-Geräte vorrangig zur Temperierung in der Übergangszeit verwendet und sollen - als Zusatznutzen – zur Kühlung genutzt werden, ist die Dimensionierung der Anlage ggf. nicht primär vom tatsächlichen Wärmeeintrag abhängig und kann losgelöst von der Maßnahme „sommerlicher Wärmeschutz“ geplant werden.

#### **1.4. Allgemeiner Hinweis auf Förderprogramme**

Vor Umsetzung einer Maßnahme ist es sinnvoll, nach möglichen Förderprogrammen zu suchen. In der Regel muss eine Förderung vor Maßnahmenbeginn beantragt werden.

Die wichtigsten Förderinstitute für die Sanierung von Gebäuden und Anlagentechnik sind die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

Weitere Hinweise auf Förderprogramme finden sich in den Maßnahmenbeschreibungen.

Wird eine Maßnahme in einem der folgenden Programme geplant, kann auch die **Fachplanung und Baubegleitung** mit 50% der förderfähigen Ausgaben bezuschusst werden:

- Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle
- Anlagentechnik (außer Heizung)
- Anlagen zur Wärmeerzeugung

Da das Gebäude für eine Nutzungsdauer von mehr als vier Monaten jährlich bestimmt ist und der Energiebedarf für eine begrenzte Nutzungsdauer mehr als 25% des zu erwartenden Energiebedarfs bei ganzjähriger Nutzung beträgt, ist das betrachtete Gebäude als Wohngebäude nach GEG zu werten. Entsprechend gelten die Förderprogramme des BEG – Wohngebäude.

Weitere Hinweise auf Förderprogramme finden sich in den Maßnahmenbeschreibungen.

## 2. Hintergrundinformationen

### 2.1. Allgemeine Informationen zum Antragssteller

<b>Rechtsform</b>	GmbH & Co. KG
<b>Website</b>	<a href="https://www.hausamrank.de/">https://www.hausamrank.de/</a>
<b>Geschäftsführer</b>	Herr Stefan Schratt
<b>Branche</b>	Ferienhäuser und Ferienwohnungen

#### Umsatz des Betriebs

Geschäfts- jahr	Anzahl Beschäftigte	Jahresbilanzsumme [Tsd. €]	Jahresumsatz [Tsd. €]
2021	2	1.522	147
2020	2	1.491	159

#### Betriebszeiten:

Die Betriebszeit beträgt ca. 230 – 260 Nutzungstage pro Jahr.

Im Frühjahr ist der Betrieb für zwei, ab Mitte November für vier Wochen geschlossen.

#### Geschäftsfelder

Das Haus bietet mit 9 Ferienwohnungen Platz für bis zu 26 Personen.

Die Ferienwohnungen sind jeweils mit Bad und Küche ausgestattet, eine Sauna und Whirlpool im gesonderten Spa-Bereich runden das Angebot ab.

#### Gebäude

Nutzfläche: 1.100m<sup>2</sup>

Wohnraum: 800m<sup>2</sup>

Das Hauptgebäude ist Baujahr 1900.

2018 wurde das Gebäude umfassend saniert. Alle Fenster wurden ausgetauscht, eine Aufdach-Isolierung (80+40mm) wurde aufgebracht. Im 2. Obergeschoss wurde 80mm Isolierung auf die Fassade aufgebracht. EG und Keller sind nicht isoliert.

Die zwei Privatwohnungen (300m<sup>2</sup>) sind nicht Teil des Audits. Deren Energiebedarf wird anhand Standardwerte vom Gesamtbedarf abgezogen.

## 2.2. Kontext der Energieberatung

Das Unternehmen sieht durch eine unabhängige Energieberatung die Möglichkeit, neue Kenntnisse über die Energieverbräuche und damit verbundene Energieeffizienzmaßnahmen zu erlangen. Es liegt keine gesetzliche Verpflichtung zur Durchführung eines Energieaudits nach EDL-G oder Vergleichbares vor.

Auditor ist Herr Maximilian Liebgott vom Energie- und Umweltzentrum Allgäu Service GmbH, der in der öffentlich einsehbaren Energieauditorenliste auf der Internetseite des BAFA unter [www.bafa.de](http://www.bafa.de) Rubrik: Energie / Energieaudits nach dem EDL-G / Energieauditorenliste gelistet ist (Beraternummer 264012)

## 2.3. Ziele und Gründlichkeit

Im Zuge des Energieaudits gehört eine systematische und ganzheitliche Betrachtung zum Thema Energie und Energieeffizienz im Unternehmen. Folgende Erkenntnisse sollen dabei als Ergebnis aus dem Energieaudit resultieren:

- ▶ Darstellung der energetischen Ist-Situation des Unternehmens
  - Darstellung der verbrauchten Energieträger des Unternehmens
  - Darstellung der verbrauchten Energiemenge pro Energieträger mindestens der letzten 12 Monate, im Optimalfall der letzten 3 Kalenderjahre
  - Darstellung der wesentlichen Energieverbraucher (Standorte, Prozesse, Anlagen, Energieträger) des Unternehmens
  - Darstellung und Bewertung der Haupteinflussfaktoren der wesentlichen Energieverbraucher
  
- ▶ Eine Darstellung und Bewertung der Möglichkeiten zur Verbesserung der
  - energetischen Situation des Unternehmens
  - Identifikation von Einsparpotenzialen
  - Energetische und wirtschaftliche Bewertung der Einsparpotenziale unter Berücksichtigung der ganzheitlichen Betrachtung
  - Ableiten von Maßnahmen und Handlungsempfehlungen, sowohl organisatorisch als auch technisch
  - Aufstellung und Empfehlung eines Umsetzungsplans zur Umsetzung der Maßnahmen
  - Prüfen von Fördermöglichkeiten

## 2.4. Beratungsgrenzen und Schwerpunkte

In der Auftaktbesprechung wurde beschlossen, dass die Schwerpunkte des energetischen Untersuchungsgegenstandes der Beratung auf folgenden Themen liegen sollen:

<b>Betrachtet: ja / nein</b>	<b>Thema</b>
Teilweise	<b>Gebäudehülle</b>
Teilweise	<b>Gebäudetechnik / Querschnittstechnologien</b>
Ja	<b>Strom- und Wärmeerzeugung</b>
Ja	<b>Warmwasserversorgung</b>
Nein	<b>Beleuchtungssystem</b>
Nein	<b>RLT-Anlage</b>
Nein	<b>Klima- und Kältetechnik</b>
n.v.	<b>Druckluftanlagen</b>
Nein	<b>Sonstige elektrische Antriebe und Pumpen</b>
Ja	<b>Informations- und Kommunikationstechnik</b>
Ja	<b>Sonstige Gebäudetechnik</b>
n.v.	<b>Produktionsprozesse und -anlagen</b>
n.v.	<b>Transport</b>

## 2.5. Beschreibung der betrachteten Objekte

<b>Gebäude</b>	Wohngebäude mit Satteldach
<b>Baujahr</b>	1900
<b>Benutzungsart</b>	Privatwohnung, Ferienwohnungen
<b>Energieausweis</b>	n.v.
<b>Besonderheiten</b>	Tiefgarage

## 3. Energieverbrauch und –kosten

Für die Verbrauchsanalyse wurde von Herrn Schratt eine Aufstellung der Jahresenergieverbräuche Strom und Wärme übergeben.

Ein Stromlastgang liegt seitens des Versorgers nicht vor. Für die Interpretation werden zwei kundenseitig aufgezeichnete Strombezugsverläufe herangezogen.

Für die Verbrauchszuordnung und Analyse wurde das Jahr 2023 zu Grunde gelegt.

### 3.1. Energiebedarf (2023)

Energiebedarf		2023					
	Menge	Anteil Energie	Kosten	Anteil Kosten	CO2	Anteil CO2	Erfassung/ Quelle
Energieträger	[kWh]	[%]	[€]	[%]	[t]	[%]	
Strombezug	14.300	13,6%	5.083 €	43,2%	5,2	60,8%	Re. Abl
Heizöl	-	0,0%	- €	0,0%	0,0	0,0%	
Pellets	70.405	66,8%	6.673 €	56,8%	2,5	29,4%	Re
Thermosolar	7.500	7,1%	- €	0,0%	0,1	1,0%	Ber
Eigenstrom PV	13.164	12,5%			0,8	8,7%	Re
Stromverbrauch	27.464	26,1%	- €	0,0%	6,0	69,5%	Ber
<b>Summe</b>	<b>105.369</b>		<b>11.757</b>		<b>8,6</b>		

Tabelle 2 Energiebedarf 2023

- Re = Rechnung
- Abl = Ablesung
- E Au = Energieausweise
- Ber = Berechnung

Der gesamte Endenergiebedarf des „Haus am Rank“ betrug im Jahr 2023 ca. 105,4 MWh.

Der Anteil des Stromverbrauchs liegt bei insgesamt 26,1%. Es wurden 14,3 MWh elektrische Energie vom Stromversorger bezogen, 13,2 MWh wurden durch den Betrieb einer Photovoltaikanlage selbst erzeugt und verbraucht.

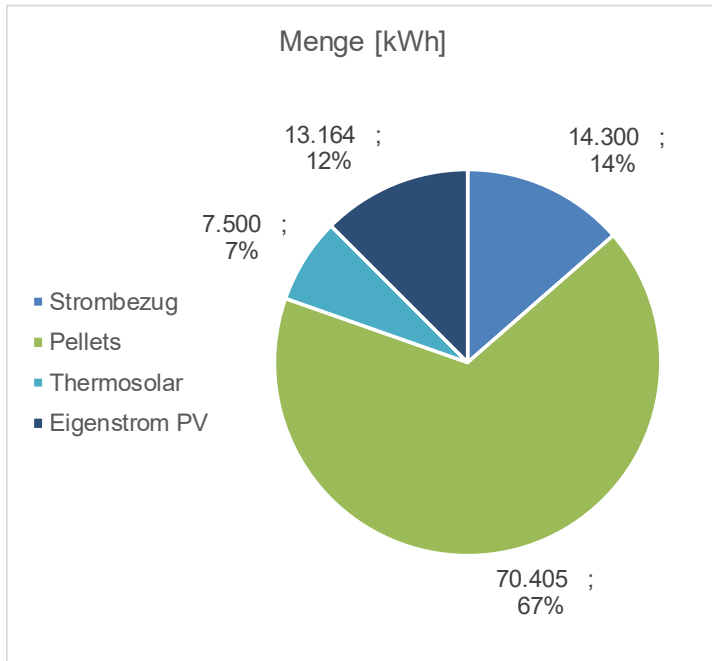
Der Bedarf an Pellets macht mit ca. 66,8% und 70,4 MWh den größten Anteil am Gesamtenergiebedarf aus.

Eine Thermosolaranlage (24m<sup>2</sup>, dachintegriert, 3.000L Puffer) ist für die Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung installiert. Der Ertrag wurde über die Fläche, Ausrichtung und Standort abgeschätzt. Eine Wärmemengenzählung ist nicht installiert.

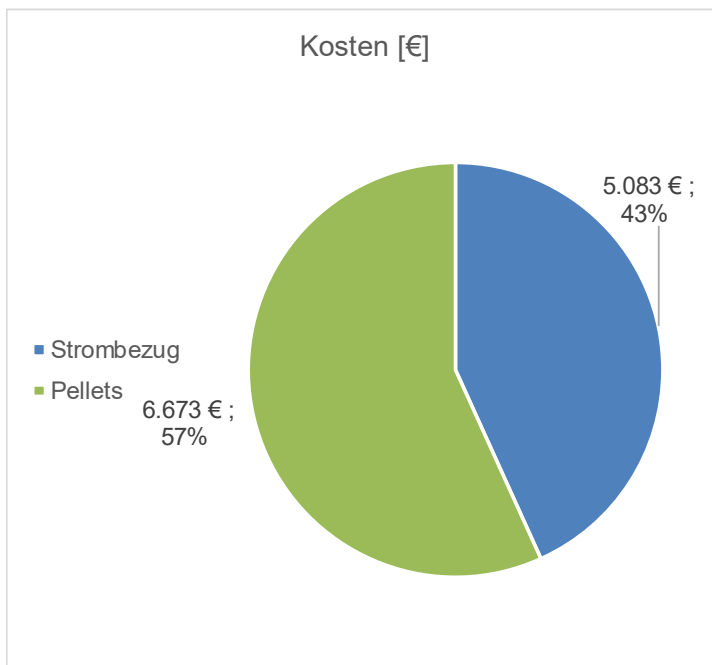
Der Wärmebedarf für die Privatwohnungen wurde pauschal über die Nutzfläche prozentual in Abzug gebracht.

Da alle Bereiche über getrennte Stromzähler verfügen, kann der Stromverbrauch des Gewerbes eindeutig ermittelt werden.

### Energieverbrauch Mengen in kWh



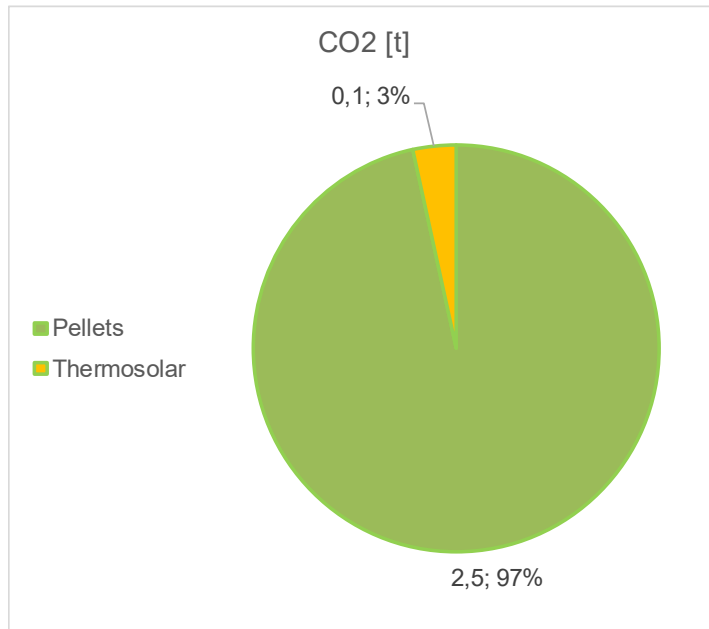
### Energiekosten in €



Die Kosten für Pellets liegen etwas höher als für den Strombezug.

Bei nur 14% Anteil am Energieverbrauch fällt der Strombezug mit 43% der Kosten durch einen hohen spezifischen Energiepreis auf. Einsparungen in dem Bereich lohnen sich also tendenziell mehr als beim Wärmebedarf.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energieträger in Tonnen



Beim Treibhausgas-Ausstoß macht sich der geringe Faktor von Holzpellets bemerkbar. Die Wärme aus der Thermosolaranlage wurde der Vollständigkeit halber berücksichtigt, hierbei handelt es sich jedoch ausschließlich um Emissionen, die für die Herstellung, Betrieb und Entsorgung (Scope 3) anfallen und über die Lebenszeit der Anlage abgeschrieben werden.

Da ausschließlich Strom aus regenerativen Quellen genutzt wird, sind die Emissionen mit 0g/kWh zu bewerten.

### Selbsterzeugte Energie

Bezeichnung	selbstverbrauchte Energie [kWh]	Eingespeiste/veräußerte Energie [kWh]
Thermosolaranlage	7.500	0
Photovoltaikanlage	13.164	13.740

Der Ertrag der Thermosolaranlage wurde aufgrund von Anlagengröße, Fläche und Standort abgeschätzt.

Die Daten der PV-Anlage (27,88kWp, max. Wirkleistung 25kW) stammen aus der Energiebilanz der im Rahmen der Inbetriebnahme verbauten Technik.

Der Eigenverbrauchsanteil ist mit 48,9% als gut zu bezeichnen. Der verbaute Stromspeicher mit einer maximal nutzbaren Kapazität von 23,04kWh trägt zu dem hohen Wert bei.

Eine Verbesserung der Eigenstromnutzung kann durch Anpassungen im hausinternen Energiemanagement erzielt werden. Zukünftig soll insbesondere die Beladung von e-Pkw (auch bi-direktional) eine größere Rolle spielen.

### 3.2. Spezifische Energiepreise

Aus dem gesamten Energieverbrauch und den Gesamtkosten des Unternehmens können mittlere spezifische Energiepreise ermittelt werden:

Energieträger	[€/ kWh] netto	[€/ kWh] brutto
<b>Strombezug</b>	0,417	0,497
<b>Pellets</b>	0,09	0,113

Die Gesamtkosten (brutto) geteilt durch den Energieverbrauch ergeben die spezifischen Kosten je Energieträger des Jahres 2023.

#### Stromkostenanalyse

Die Stromkosten setzen sich aus verschiedenen Bestandteilen zusammen, die teilweise beeinflussbar sind durch Wechsel des Stromanbieters oder Verhandlungen mit dem bisherigen Anbieter. Die unten folgende Tabelle basiert auf der Stromrechnung von 2023.

Diese Komponenten sind in der folgenden Tabelle ausgewiesen.

Preisbestandteil	ct/kWh	Bemerkung
<b>Arbeitspreis</b>	35,548	Variabel/grundsätzlich verhandelbar
<b>Arbeitspreise Netznutzung HT und NT</b>	8,318	Vorgaben seitens Netz-betreiber, bedingt verhandelbar
<b>Stromsteuer</b>	2,05	fixer Preisbestandteil
<b>EEG-Umlage</b>	0,0	
<b>KWK-Zuschlag</b>	0,36	
<b>§ 19 Strom NEV-Umlage</b>	0,42	
<b>Offshore-Haftungsumlage</b>	0,06	
<b>Umlage für abschaltbare Lasten</b>	0,0004	
<b>Konzessionsabgabe</b>	1,32	
<b>Summe kWh-Preis (o. Leistungs-, Grund- und Messpreise)</b>	46,532	

In der Tabelle sind nur die Kosten aufgeführt, die pro verbrauchter Kilowattstunde Strom berechnet werden. Diese Kosten werden bei den Energieeffizienzmaßnahmen angesetzt, denn nur diese Verbrauchskosten können durch Energieeffizienzmaßnahmen gesenkt werden. Grund- und Messpreise sowie Abrechnungspreise und Leistungspreise werden unabhängig vom Stromverbrauch berechnet.

### 3.3. Entwicklung der Energieverbräuche

Energieverbrauchs-entwicklung	2021	2022	2023
Strombezug	18.182	24.671	14.300
Heizöl	57.645	26.265	0
Pellets	0	52.363	70.405
Thermosolar	7.500	7.500	7.500
Stromverbrauch	18.182	24.671	27.464
Summe	83.327	110.799	105.369
Übernachtungen	3967	5802	5417
spez. Strom	4,6	4,3	5,1
Spez. Wärme	16,4	14,8	14,4
Spez. Energie	21,0	19,1	19,5

Tabelle 3 Energieverbrauchsentwicklung

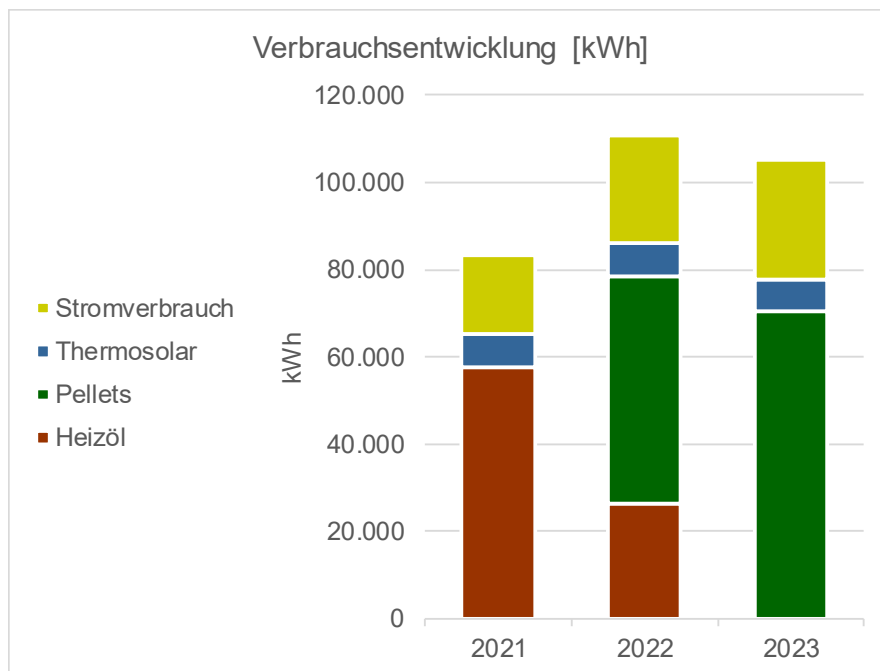


Abbildung 1 Energieverbrauchsentwicklung

Der Energiebedarf hat sich auf den ersten Blick analog zu den Übernachtungszahlen entwickelt.

Eine genauere Aussage ist durch die Bildung von spezifischen Verbräuchen zu erwarten.

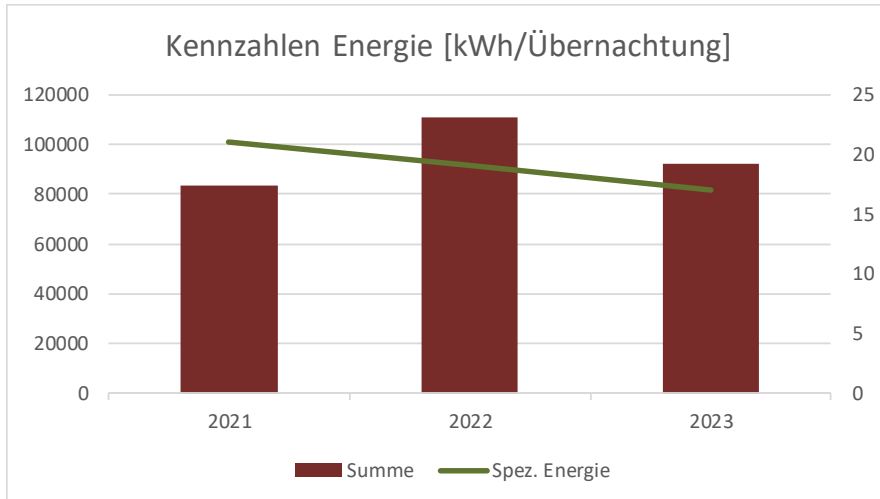


Abbildung 2 spezifischer Energiebedarf

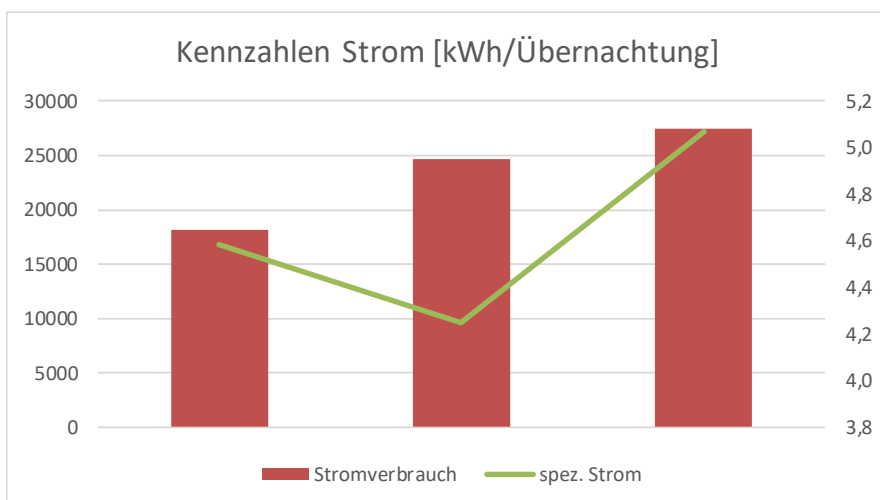


Abbildung 3 spezifischer Strombedarf

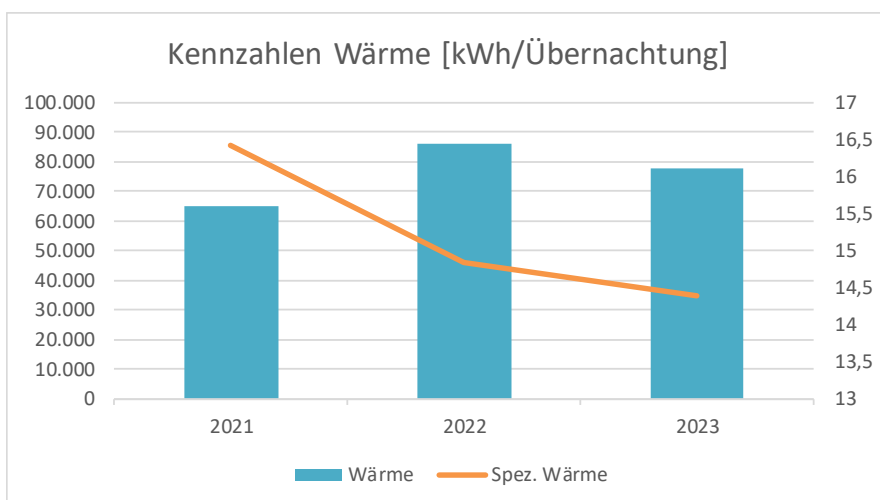


Abbildung 4 spezifischer Wärmebedarf

Insgesamt sinkt der spezifische Energiebedarf pro Übernachtung.

Dies ist besonders auf einen starken Rückgang beim spezifischen Wärmebedarf zurück zu führen.

Der spezifische Strombedarf dagegen stieg von 2022 auf 2023 deutlich an und liegt sogar über dem Wert von 2021.

Als Ursache kann die verstärkte Nutzung von E-Mobilität oder auch der elektrisch betriebenen Fußbodenheizungen in Frage kommen. Da die Stromkosten deutlich über den Wärmekosten liegen, sollte die Entwicklung in den einzelnen Verbrauchsbereichen weiter beobachtet werden.

Da die Datengrundlage als überdurchschnittlich gut bezeichnet werden kann, sollte eine weitergehende Analyse ohne Probleme möglich sein.

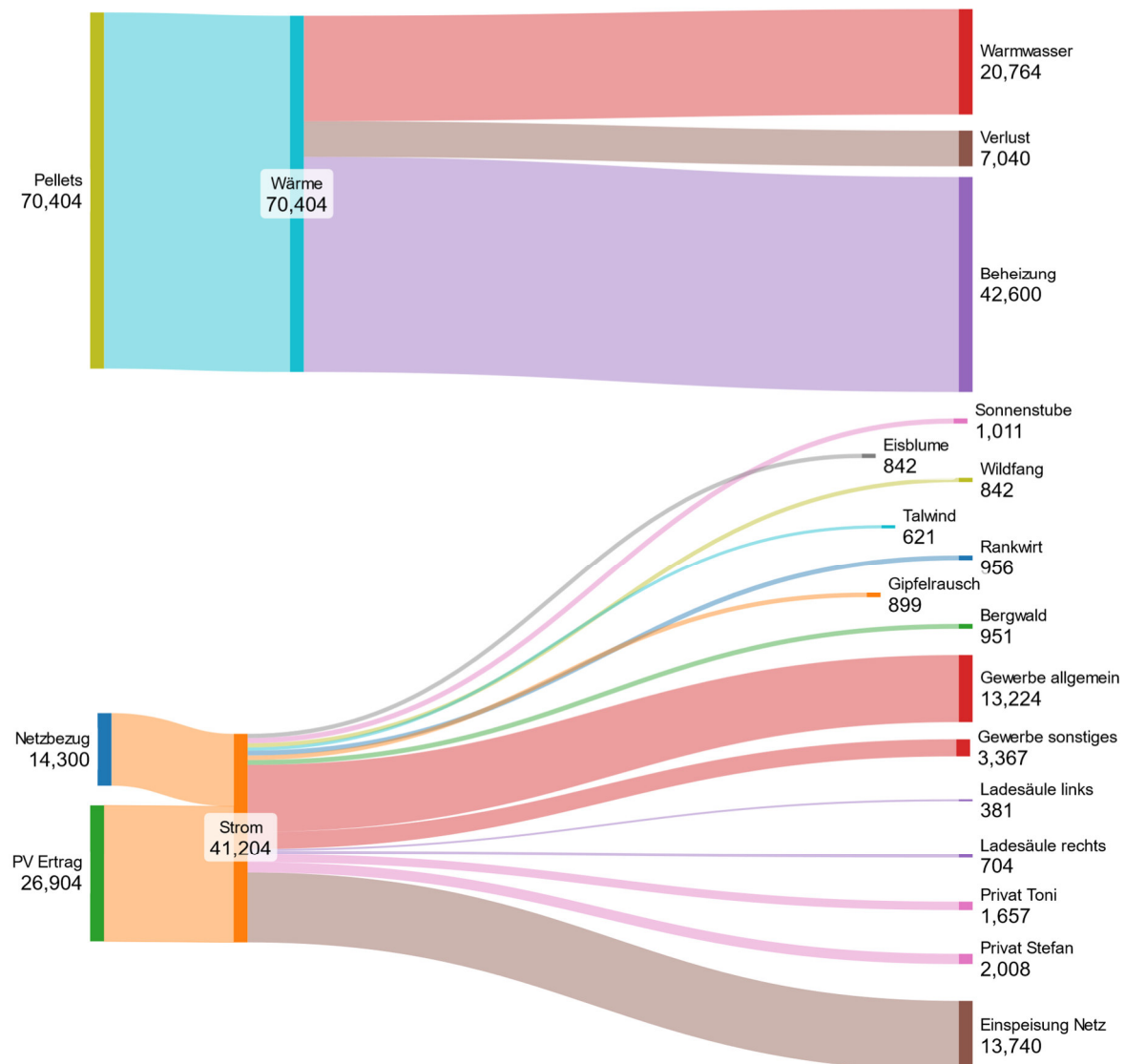
Es wird empfohlen, die Kennzahlen so weiter zu führen oder sogar noch granularer zu bestimmen. Auf diese Weise werden Zusammenhänge deutlicher und Optimierungsmaßnahmen sind besser planbar.

Dabei gilt es, das energetisch-wirtschaftliche Optimum zu erreichen, ohne jedoch den Komfort für den Gast einzuschränken.

### 3.4. Verbrauchszuordnung

#### 3.4.1. Sankey-Diagramm

Im untenstehenden Diagramm sollen die Energieverbräuche zugeordnet werden. Aufgrund der guten Infrastruktur an Zählern (insbesondere Stromzähler) ist eine Zuordnung relativ detailliert möglich.



Made at SankeyMATIC.com

Abbildung 5 e-Sankey-Diagramm Energiebilanz 2023

Die Privatnutzung wurde bereits über das Flächenverhältnis von dem Wärmebedarf in Abzug gebracht. Genauere Interpretationen finden sich in den folgenden Kapiteln, die nach Energieträger unterteilt sind.

### 3.4.2. Stromverbrauch

Die Ergebnisse der Verbrauchszuordnung im Strombereich stammen aus verschiedenen Quellen.

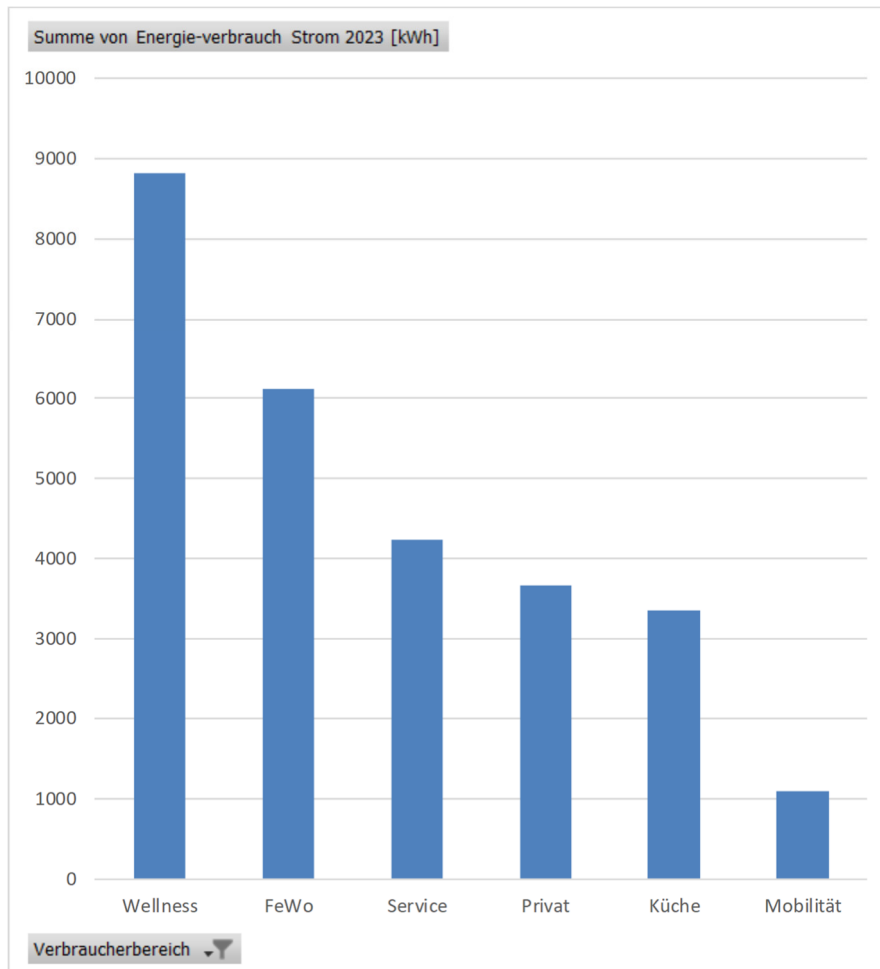
Bezeichnung/ Typ / Hersteller	Standort/ Betriebsteil	Verbrauch erbereich	Nennlei- stung [W]	Energie- verbrauch Strom 2023 [kWh]	Datenquelle
Ladestation links	Allgemein	Mobilität		381	Zähler
Ladestation rechts	Allgemein	Mobilität		704	Zähler
Sauna	Gewerbe	Wellness	6000	4.320	Hochrechnung
Whirlpool	Gewerbe	Wellness	500	360	Hochrechnung
Trockner	Gewerbe	Service	630	2.268	Hochrechnung
Trockner	Gewerbe	Service	240	432	Hochrechnung
Skischuhtrockner	Gewerbe	Service	180	454	Hochrechnung
Gefrierschrank	Gewerbe	Küche	56	484	Hochrechnung
Ofen	Gewerbe	Küche	2670	96	Hochrechnung
Herd	Gewerbe	Küche	6200	112	Hochrechnung
Kühlschrank	Gewerbe	Küche	85	366	Hochrechnung
Spüler	Gewerbe	Küche	1800	648	Hochrechnung
Kühlschrank	Gewerbe	Küche	230	1.656	Hochrechnung
Waschmaschine Starkstrom	Gewerbe	Service	1349	243	Hochrechnung
Waschmaschine Normal	Gewerbe	Service	299	161	Hochrechnung
Wäschetrockner	Gewerbe	Service	467	504	Hochrechnung
Lüfter groß	Gewerbe	Service	15	108	Hochrechnung
Lüfter klein	Gewerbe	Service	11	59	Hochrechnung
Fußbodenheizung Whirlpool	Gewerbe	Wellness	750	1.620	Hochrechnung
Fußbodenheizung Sauna	Gewerbe	Wellness	1000	2.520	Hochrechnung
Sonnenstube	Gewerbe	FeWo		1010,9	Zähler
Eisblume	Gewerbe	FeWo		842,2	Zähler
Wildfang	Gewerbe	FeWo		841,7	Zähler
Talwind	Gewerbe	FeWo		621,4	Zähler
Rankwirt	Gewerbe	FeWo		956,2	Zähler
Bergwald	Gewerbe	FeWo		950,7	Zähler
Gipfelrausch	Gewerbe	FeWo		899,1	Zähler
Privat Toni	Privat	Privat		1657,2	Zähler
Privat Stefan	Privat	Privat		2007,9	Zähler
					Anteil
			Verbraucherliste	27.283	99,34%
			Messung/ Abrechnung	27.464	

**Tabelle 4 Auflistung elektrische Verbraucher**

Über die vorhandenen Daten können 99% des Energieverbrauchs auf die verschiedenen Betriebsbereiche und die jeweiligen Verbraucher zugeordnet werden.

Der größte einzelne Stromverbraucher ist die Sauna mit 4.320 kWh jährlich.

## Verbrauchsbereiche



**Tabelle 5 Verbrauchsbereiche, absteigend nach Energieverbrauch sortiert**

Es konnten sechs verschiedene Verbrauchsbereiche identifiziert werden. Dabei wird deutlich, dass der Wellnessbereich den größten Verbrauch für sich beansprucht.

Hinsichtlich der Datenqualität ist zu vermerken, dass die Bereiche FeWo (Ferienwohnung), Privat und Mobilität über Zähler exakt ermittelt wurde, die restlichen Verbräuche basieren auf Hochrechnungen über Laufzeit und Nennleistung.

## Stromverbraucher

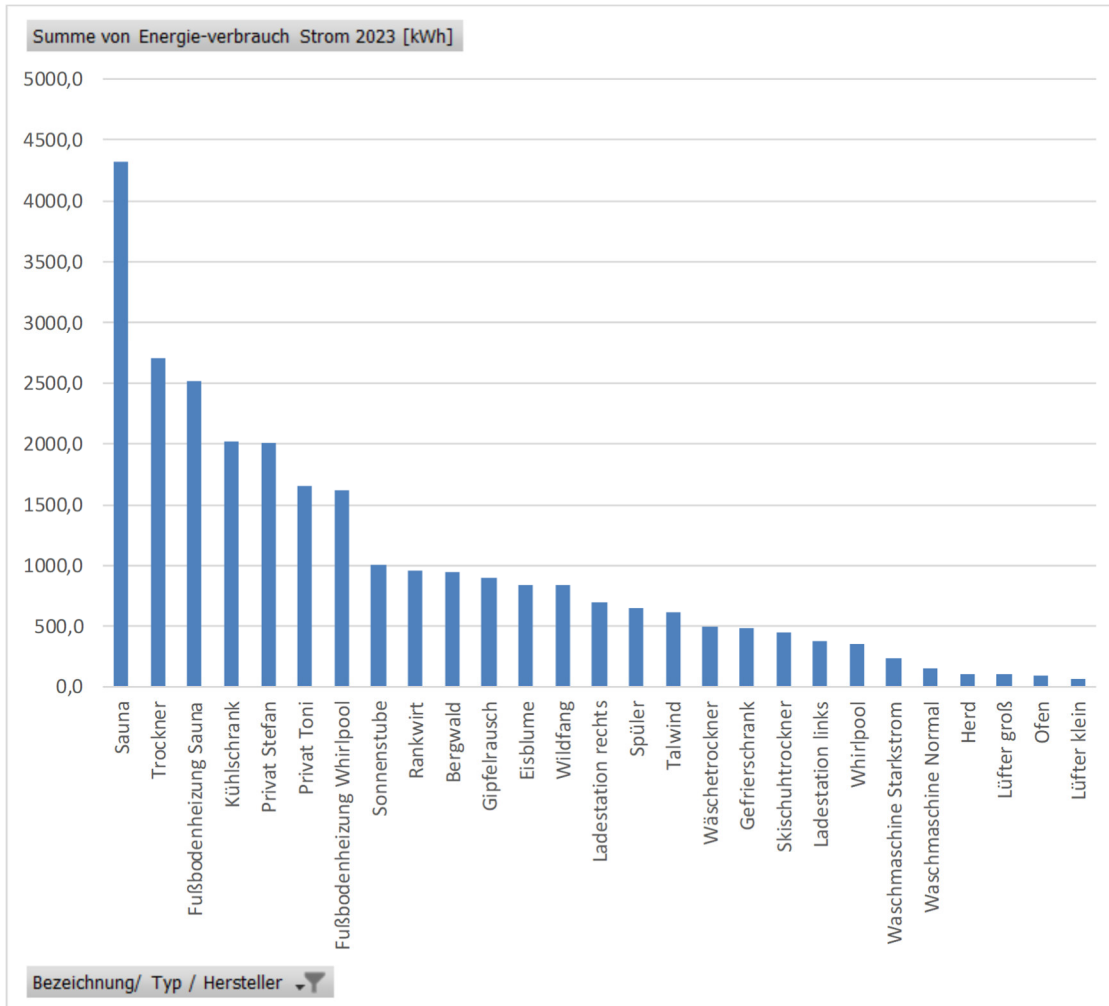


Abbildung 6 Stromverbraucher, absteigend nach Energiebedarf sortiert

### 3.4.3. Wärmebedarf

Der Wärmeverbrauch wurde auf drei Verbrauchsbereiche aufgeteilt.

Über die Gebäudenutzfläche wurde 25% des Energiebedarfs den Privatwohnungen zugeordnet.

Über die Frischwasserstation ist zudem ein Zähler verfügbar, der den Energiebedarf für die Trinkwarmwasserbereitung erfasst.

Es ergibt sich folgende Aufteilung der Energieströme:

	kWh	Anteil	sp. Wärmebedarf
Heizeinsatz Pellets	93873,2	100,0%	88,0 kWh/m <sup>2</sup>
Abschlag Heizwärme privat	18277,3	19,5%	69,9 kWh/m <sup>2</sup>
Frischwasserstation privat	5191,0	5,5%	
Frischwasserstation Gewerbe	15573,0	16,6%	
Heizwärme Gewerbe	54831,9	58,4%	68,1 kWh/m <sup>2</sup>

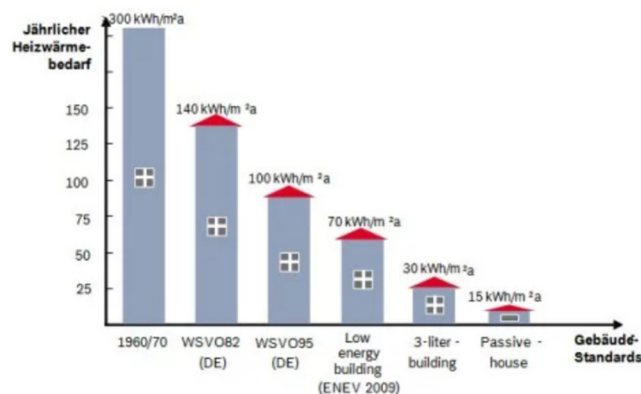
**Tabelle 6 Aufteilung Wärmebedarf**

Da es keine Unterzähler bei der Verteilung der Wärme gibt, die eine Aufteilung auf die beiden Bereiche zulässt, wurde eine Aufteilung nach Flächenverhältnis herangezogen. Dies beläuft sich auf 805,5m<sup>2</sup> (Gewerbe) zu 261,3m<sup>2</sup> (Privat).

Die beiden sich ergebenden spezifischen Wärmebedarfe passen zum Gebäude. Der leicht höhere Kennwert für die Privatwohnungen lässt sich – trotz der besseren Dämmung – ggf. mit der durchgängigen Nutzung erklären.

Die Frischwasserstation verfügt über einen ungeeichten Wärmemengenzähler. Vermutlich wird die Wärmemenge über einen Flusswächter und die Differenztemperatur intern errechnet. Wird kein geeichter Wärmemengenzähler eingesetzt, sind die Ergebnisse einer gewissen Ungenauigkeit unterworfen.

Was nicht zu der Wärmemenge passt, ist die gezapfte Warmwassermenge. Diese ist tendenziell zu hoch, da im Schnitt für die Erwärmung von 10°C auf 60°C eine Energie von ca. 60kWh/m<sup>3</sup> notwendig wäre, sich aber ein Mittelwert von 20,2kWh/m<sup>3</sup> ergibt. Daher liegt die Vermutung nahe, dass die ausgegebenen Daten skeptisch zu sehen sind.



**Abbildung 7 Gebäudestandards und spez. Heizwärmebedarfe**

### 3.5. Strom-Lastganganalyse

Aufgrund der geringen Bezugsmenge liegt kein Jahreslastgang seitens des Versorgers vor.

Eine Auswertung der bestehenden Zähler liefert jedoch eine gute Orientierung über den Leistungsbezug.

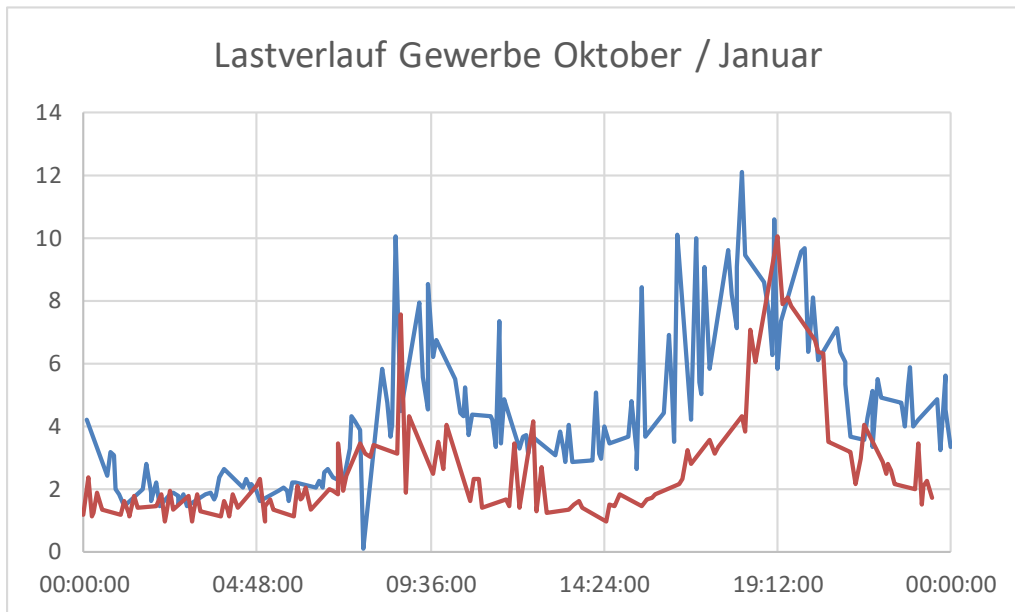


Abbildung 8 Leistungsbezug Oktober '21, Januar '22

Rote Kurve: Tagesmittelwerte Messzeitraum 12.10.2021 – 15.10.2021

Blaue Kurve: Tagesmittelwerte Messzeitraum 30.01.2022 – 02.02.2022

An dem Versatz des Verlaufs ist gut die Zeitumstellung zu erkennen.

Deutlich zu erkennen sind zwei Zeiträume mit höherem Leistungsbezug. Einem morgens zwischen 7:00 Uhr und 10:45 Uhr und einem zweiten zwischen 16.30 Uhr und 21:00 Uhr.

Das erste Leistungshoch ist dem Frühstücksbetrieb zuzuordnen (Kaffee kochen, Zubereitung von Speisen, Spülen des Geschirrs).

Das zweite Hoch kann sicherlich überwiegend der Nutzung der Ferienwohnungen sowie des Spa-Bereichs zugeordnet werden.

Die blaue Kurve scheint ab ca. 9:00 Uhr generell auf konstant höherem Niveau zu liegen (ca. 1,5 kW). Da der Messzeitraum in einer tendenziell kälteren Jahreszeit liegt, kann die Mehrleistung vermutlich elektrischen Heizgeräten zugeordnet werden.

Aufgrund der beschränkten Datengrundlage kann nicht mit letzter Sicherheit von repräsentativen Kurven gesprochen werden, jedoch ist ein gewisser Charakter erkennbar.

Das Verbrauchsprofil ist für eine PV-Anlage eher suboptimal geeignet. Insofern kann der Einsatz des Speichers als sehr sinnvoll angesehen werden. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob sich bestimmte Lasten

(siehe Abb.6) nicht gezielt in Zeiten hohen PV-Ertrags verschieben lassen (z.B. Waschen / Trocknen von Wäsche, Laden des E-Autos, etc.).

### 3.6. Detailanalyse einzelner Energieverbraucher, Prozesse und Objekte

Nachfolgend sind verschiedene Untersuchungsgegenstände mit den im Energieberatungsbericht jeweils abzubildenden Parametern aufgeführt.

#### 3.6.1. Gebäudehülle

Um den Wärmeverlust über die Gebäudehülle abschätzen zu können, sollte eine grobe Beurteilung erfolgen.

Vereinbarungsgemäß erfolgt die Beurteilung nur hinsichtlich der spezifischen, jährlichen Wärmeverluste pro m<sup>2</sup>.

#### Randbedingungen:

Standort: Oberstdorf  
 Innentemperatur: 22°C  
 Heizgrenze: 15°C  
 Gradtagszahl: 5006 (langjähriges Mittel 2004 – 2023)  
 Fensteranteil (F.A.): Kellergeschoss 5%; sonstige 40%

Gradtagszahl Standort: 5.006 kKh		U-Wert	Gradtagszahl	E-Bedarf
Bezeichnung	Wandaufbau	W/m <sup>2</sup> K	kWh/m <sup>2</sup> a	[kWh/a]
KG Bereich 1, Erdreich	650mm Kalkstein	1,70	8,51	919,63
KG Bereich 2, Erdreich	250mm Beton, armiert (1%) + 20mm Hartschaum	1,28	6,41	563,07
KG Bereich 3, Erdreich	350mm Hohlloch, 1200kg/m <sup>3</sup>	1,24	6,21	81,08
<b>Summe Kellergeschoss 5% F.A.</b>				<b>1563,79</b>
EG Bereich 1, zu Außenluft	450mm Hohlloch, 1200kg/m <sup>3</sup> ; 10mm Kalkputz	0,96	4,81	338,81
EG Bereich 2, zu Außenluft	300mm Hohlloch, 1200kg/m <sup>3</sup> ; 10mm Kalkputz	1,32	6,61	267,62
<b>Summe Erdgeschoss 40% F.A.</b>				<b>606,43</b>
OG1, zu Außenluft	320mm Hohlloch, 1200kg/m <sup>3</sup>	1,30	6,51	663,80
OG2, zu Außenluft	250mm Porenbeton 400kg/m <sup>3</sup> , 80mm Mineralwolle	0,19	0,95	97,02
<b>Summe KG-OG2</b>				<b>2931,03</b>

**Tabelle 7 Auflistung Energiebedarf Außenwandflächen**

Aus der Tabelle geht hervor, dass überschlägig ca. 3.000 kWh jährlich über die Wandfläche an die Umwelt abgegeben werden.

Das Dachgeschoss ist bei den Berechnungen nicht berücksichtigt, da der genaue Wandaufbau und die Flächenverhältnisse nicht bekannt sind.

Die Tabelle soll keine detaillierte Wärmebedarfsberechnung darstellen sondern eine Einschätzung hinsichtlich der Qualität der Fassade und der Sinnhaftigkeit eventueller Dämmmaßnahmen ermöglichen.

Selbst bei großzügigem Ungenauigkeitsfaktor von 100% belaufen sich die jährlichen Kosten für die Wärmeverluste über die Fassade auf nur ca. 600€.

Für eine genauere Betrachtung ist neben dem genauen Wandaufbau auch Anzahl und U-Wert der Fenster zu berücksichtigen. Einen nicht unerheblichen Anteil am tatsächlichen Wärmebedarf ist sicherlich den

Lüftungswärmeverlusten zuzuordnen. Im Rahmen einer Wärmebedarfsberechnung oder einem individuellen Sanierungsfahrplan können verschiedene Maßnahmen genauer wirtschaftlich bewertet werden.

Vereinbarungsgemäß ist dies nicht Teil des Audits.

### 3.6.2. Stromerzeugung – PV-Anlage

Seit 16.02.2023 ist eine PV-Anlage mit 27,88kWp Modulleistung, 25kW Wirkleistung und einem Stromspeicher mit einer Kapazität von 23,04kWh und einer maximalen Wirkleistung von 12kW installiert.

Im ersten Betriebsjahr wurde eine Energiemenge von 26.907kWh erzeugt, knapp die Hälfte davon wird (teilweise über den Stromspeicher) im eigenen Betrieb verwendet.

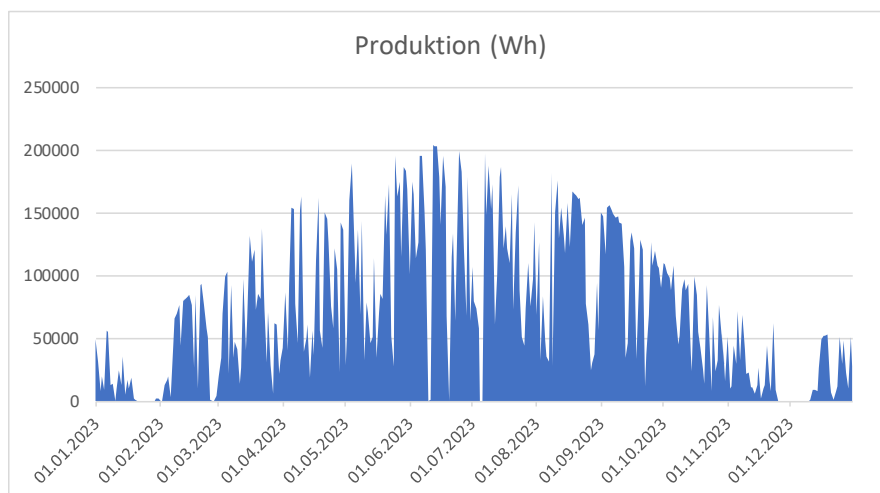


Abbildung 9 Ertragsprofil PV-Anlage

Ausgehend von einem durchschnittlichen, täglichen Strombedarf von 100kWh ist eine bilanzielle Autarkie theoretisch von April bis Oktober möglich.

Da es sich um einen theoretisch-optimalen Zustand handelt, ist dieser nicht zu erreichen. Der (monatliche) Autarkiegrad kann jedoch als eine Maßeinheit zur Bewertung der Güte des aktuellen Energiemanagements herangezogen werden.

### 3.6.3. Wärmeerzeugung – Pelletkessel

Für die Deckung des Wärmebedarfs ist ein modulierender Pellets-Heizkessel, Fabrikat Rennergy Systems RPP 60 mit einer Nennleistung von 18-60kW und einem Wasserinhalt von 124l installiert.

Der Kessel belädt drei in Reihe geschalteten Pufferspeicher (jeweils 1.000l netto, 887l brutto, PSM1000, Rennergy, BJ 2022) ca. auf halber Höhe des ersten Speichers.

Eine Analyse der zur Verfügung stehenden Datengrundlage zeigt, dass der Kessel stets mit mindestens 78°C Solltemperatur betrieben wird und seine Leistung kaum moduliert. Die Mindesttemperatur ist im Kesselmenü unter „C4a“ auf 78°C parametrierung (Werkseinstellung).

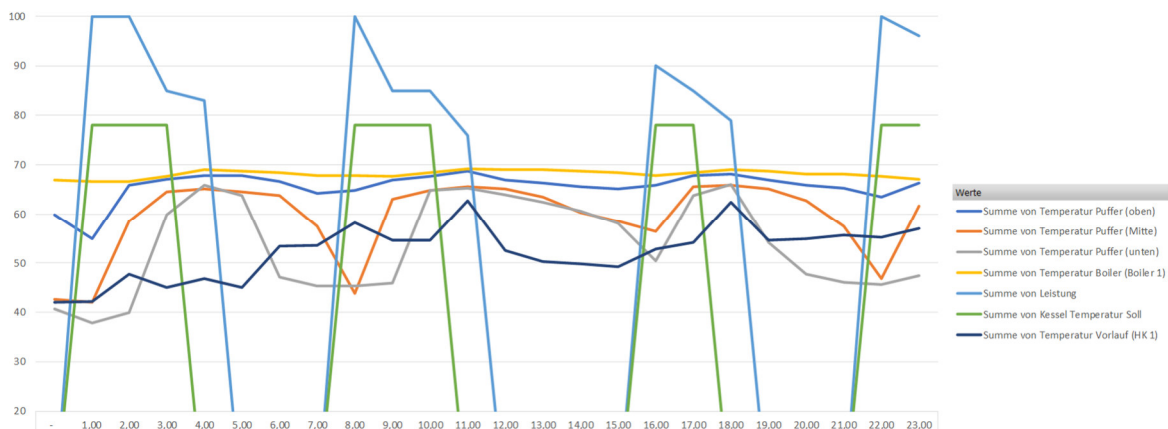


Abbildung 10 Temperaturverläufe 08.11.2023

Aus Abb.9 geht hervor, dass die Leistung zu Kesselstart auf 100% steht und dann auf 85% abgesenkt wird.

Auch ist zu sehen, dass es nahezu zu einer vollständigen Durchladung des Puffersystems kommt, obwohl als Abschalt-Sensor der Sensor „Puffer oben“ angewählt ist (siehe Menü C4b). Trotz 78°C Kesseltemperatur steigt die Temperatur auf Höhe „Boiler“ und „Puffer oben“ maximal auf 68-69°C.

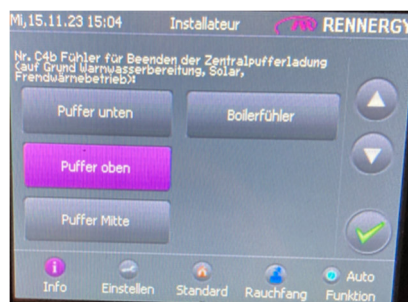


Abbildung 11 Display Kessel, Parametrierung Abschaltung

Dies legt den Schluss nahe, dass es durch die Wahl des Lade-Anstichs zu Heruntermischen der Ladetemperatur kommt. Die Abschalttemperatur wird deshalb spät erreicht, es kommt zu einer ungewollten Vollladung der drei Speicher.

Dies beeinträchtigt letztendlich auch Funktion und Ertrag der Thermosolaranlage, da die für deren Start und effizienten Betrieb

notwendigen Temperaturen relativ hoch liegen. Es kann somit zu Einschränkungen in der Betriebsdauer und höheren Verlusten kommen.

Die Parametrierung für die Leistungsregelung, die Position der Temperaturfühler sowie die Ein- und Ausschaltbedingungen sollten überprüft werden.

#### **3.6.4. Wärmeerzeugung Thermosolaranlage**

Auf dem südlich ausgerichteten Dach ist sind 2 x 12m<sup>2</sup> Vario Sol E der Firma Winkler installiert.

Je nach Temperaturspreizung kann die Anlage jeden einzelnen der Pufferspeicher getrennt anfahren. Eine Durchladung der Speicher (Vorlauf Primär, Rücklauf Tertiär-Puffer) ist gemäß der Verrohrung möglich, es erfolgt eine Einzel-Beladung.

Die Anlage wird aktiviert, wenn die Kollektortemperatur einen bestimmten Wert erreicht. Der Pufferladekreis startet, wenn die Differenztemperatur zwischen Speichern und Solarkreis einen Grenzwert übersteigt.

#### **3.6.5. Wärmeerzeugung Elektro-Fußbodenheizungen**

In den Bädern und der Sauna sind im Rahmen der Renovierung elektrische Fußbodenheizungen installiert worden. Diese werden thermostatisch eingeschaltet und verfügen über einen Energiezähler.

Der Verbrauch lässt sich so eng überwachen.

In der Sauna wird die FBH nur kurz vor den Nutzungszeiten eingeschaltet, die Beheizung des Raums erfolgt über einen wasserführenden Wandheizkörper.

#### **3.6.6. Warmwasserversorgung Frischwasserstation**

Für die Warmwasserbereitung ist eine Frischwasserstation, Fabrikat Rennergy Systems AG, Typ SF50.1 installiert. Diese gewährleistet eine Zapfmenge von 50l/min (121kW) bei 60°C Heizwassertemperatur, 45°C Brauchwarmwasser und 10°C Kaltwasser.

Die maximale Zapfmenge von 63l/min (219kW) bei 60°C Brauchwassertemperatur kann bei einer Heizwassertemperatur von 95°C erreicht werden. Der Sollwert (TWW-Vorlauf) liegt bei 60°C und damit im gesetzlichen Rahmen.

Die Steuerung erfasst verbrauchsrelevante Parameter wie die gesamte Zapfmenge oder den Energieverbrauch pro Zeiteinheit. Über eine SD-Karte können Mess- und Bilanzwerte im CSV-Format aufgezeichnet werden, auch die Sicherung der Einstellungen und Parametrierungen können gesichert und Firmware-Updates auf den Regler aufgespielt werden.

Die Einschichtung unterschiedlicher Rücklauftemperaturen ist steuerungstechnisch vorgesehen aber nicht umgesetzt.

Die Zirkulation wird eingeschaltet und läuft für 5 Minuten, wenn eine Zapfung registriert wird oder am Sensor im Rücklauf der Zirkulationsleitung 40°C erreicht wird. Die Abschaltung erfolgt, wenn die Temperatur an diesem Sensor 43°C beträgt und 300 Sekunden abgelaufen sind.

**Damit werden die in der DVGW geforderten 5K Unterschied zwischen dem Austritt aus dem Warmwassererzeuger (min. 60°C) und dem Rücklauf der Zirkulationsleitung deutlich unterschritten. Eine Beprobung des Wassers zum Nachweis der hygienischen Unbedenklichkeit wird dringend empfohlen.**

### 3.6.7. Sonstige Anlagen und Geräte

Im Folgenden werden weitere Geräte aufgezählt, die für den Betrieb notwendig sind:

#### **Waschmaschine / Trockner:**

Im Keller sind ein Trockner und zwei Waschmaschinen im Einsatz. Beim Trockner handelt es sich um einen Kondensationstrockner, Fabr. Miele TDA150C

#### **Lufttrockner:**

In verschiedenen Kellerräumen (Waschkeller, Saunaraum) sind mobile Kondensationstrockner im Einsatz. Diese werden bei Bedarf angeschaltet und reduzieren die Luftfeuchte, die z.B. durch den Betrieb des Wäschetrockners eingebracht wird. Für einen energieeffizienten Betrieb sollten die Sollwerte so gewählt werden, dass Feuchteschäden vermieden werden aber die Luft nicht zu trocken wird. Undichtigkeiten oder geöffnete Türen sorgen für einen Luftaustausch und ggf. unnötig langen Betrieb.

#### **Getränkekühlschrank:**

Da keine verderblichen Getränke gelagert sind, sollte der Kühlschrank in den Nebenzeiten (z.B. über eine Zeitschaltuhr) abgeschaltet werden. Je tiefer der Sollwert gewählt ist, desto weniger effizient ist der Betrieb des Kühlschranks.

#### **Kühl-/Gefrierschrankkombi:**

Für die Lebensmittel ist eine Kühl-Gefrierschrank-Kombi im Einsatz. Der Kühlbereich ist auf +4°C, der Gefrierbereich auf -18°C eingestellt. Damit liegen beide Werte in einem guten Bereich.

Die Rückseite des Kühlschranks ist frei zu halten, damit die Kühlluft ungehindert um den Kondensator strömen kann.

**Skischuhtrockner:**

Der Schuhtrockner ist nur saisonal (Januar – April) in Betrieb und über eine Zeitschaltuhr (4h nachts, 2h morgens) gesteuert.

**Industrie-Spülmaschine:**

Für das Geschirr nach dem Frühstück ist eine kleine Einbau-Spülmaschine, Fabrikat Winterhalter, im Einsatz.

**Server / Elektroraum**

Der Raum, in dem Server und sonstige Elektroverteiler untergebracht sind, ist nicht aktiv belüftet.

**Beleuchtung**

Die Beleuchtung wurde im Rahmen der Renovierung ebenfalls modernisiert und besteht weitgehend aus LED-Technik. Ältere Leuchten werden sukzessive durch neue Technik ersetzt.

**Sauna & Whirlpool**

Die Geräte werden nach Bedarf betrieben.

## 4. Beschreibung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Maßnahmen

### 4.1. Optimierung der Hydraulik

Betriebsbereich: Heizung

Aktuelle Situation

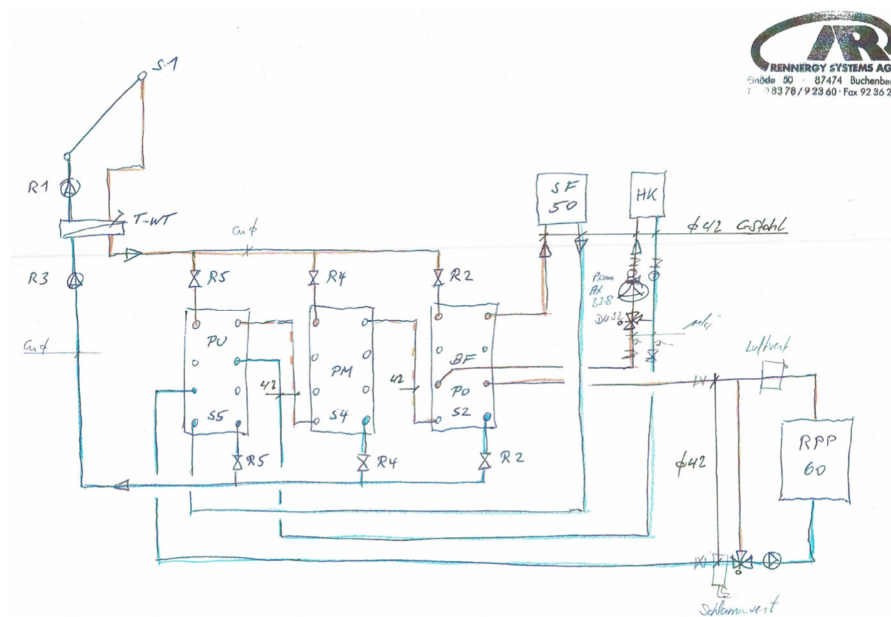


Abbildung 12 Rohrleitungsschema Heizung

Aktuell werden alle verbrauchsseitigen Rückläufe unten im Puffer 3 eingebunden. Je nach Betriebszustand der Verbraucherkreise kommen dort sehr unterschiedliche Temperaturen an, insbesondere die recht warmen Rückläufe aus dem Zirkulationsbetrieb erhöhen die durchschnittliche Puffertemperatur deutlich.

Alle Vorläufe sind einzeln an verschiedenen Anschlüssen von Primärpuffer 1 angeschlossen. Je nach Betriebszustand kann es daher zu Einschränkung der Schichtungsqualität kommen.

#### Beschreibung der Maßnahme

Über ein thermostatisches Umschaltventil mit Anlegefühler lässt sich der Heizwasser-Rücklauf aus der Frischwasserstation je nach Temperatur auf verschiedene Speicher aufteilen, z.B. kalter Rücklauf aus Warmwasser-Zapfung in Puffer 3, warmer Rücklauf aus Zirkulationsbetrieb in Puffer 2 oder 1. Dadurch steigt die Enthalpie im Puffersystem und der Thermosolaranlage steht kälteres Wasser für die Heizungsunterstützung zur Verfügung. Darüber hinaus sinken durch geringere mittlere Temperaturen die Abstrahlverluste der Puffer.

Abhängig von den parametrisierten Temperaturen kann es auch sinnvoll sein, die Vorläufe der Frischwasserstation und/oder dem Heizkreis mit dem Ladekreis aus dem Pelletkessel zusammenzufassen. Dadurch wird die Schichtung des Primärpuffers weniger stark beeinträchtigt. Real erscheint eine Zusammenfassung von Heizkreis-Vorlauf und Kessel-Rücklauf (Lade-Leitung) sinnvoll machbar, da in dem Fall noch unterschiedliche Temperatursollwerte für die Trinkwarmwasser-Bereitstellung und Heizkreisbeschickung möglich sind.

**Berechnung: keine**

**Förderung: keine**

### **Empfehlung**

Durch geringe Anpassungen an der Verrohrung lässt sich das aktuelle System hydraulisch optimieren. Als Vorteile sind zu erwarten:

- Besseres Schichtungsverhalten der Puffer
- Steigerung der zur Verfügung stehenden Speicherkapazität, dadurch mögliche Erhöhung der Laufzeit der Wärmeerzeuger
- Niedrigere Abstrahlverluste durch geringere mittlere Puffertemperatur (insb. Puffer 3)
- Geringere Taktung des Kessels, dadurch weniger An-/Abfahrverluste
- Ganzjährig höherer Nutzungsgrad der Thermosolaranlage

Aus technischer Sicht ist die Maßnahme empfehlenswert, jedoch lässt sich der Nutzen kaum beziffern, wodurch eine wirtschaftliche Bewertung unmöglich wird.

Nach Einholung von Angeboten für die Anpassungen kann über die Umsetzung entschieden werden, generell sollten rentablere Maßnahmen jedoch vorgezogen werden. Sollten Arbeiten an der Verrohrung erfolgen, kann die Maßnahme mit umgesetzt werden.

## 4.2. Anpassung der Kesselsteuerung

### Betriebsbereich: Heizung

#### Aktuelle Situation

Aktuell beträgt die Kesseltemperatur unabhängig von der Anforderung 78°C. Dies geht aus den Datenaufzeichnungen hervor.

Darüber hinaus wird die Regelbarkeit des Kessels kaum genutzt, häufig startet der Kessel mit 100% Leistung um diese dann auf 85% zu reduzieren und bis Ende der Laufzeit zu halten. Wahrscheinliche Ursache ist der hohe Grenzwert von 85% „Befüllgrad“ für den Start der Leistungsreduzierung.

#### Beschreibung der Maßnahme

Um die Taktung und damit die An- und Abfahrverluste zu reduzieren, sollte die volle Modulationsbreite bis zu einer minimalen Leistung von 25% genutzt werden.

Bei längerer Laufzeit können dem Vorlauf der Verbraucher auch konstantere Temperaturen zur Verfügung gestellt werden.

Auffällig ist die hohe Übertemperatur des Kessels gegenüber dem Niveau der Verbraucher:

- Kesseltemperatur                      78°C
- Boilertemperatur                      67°C
- Trinkwarmwasser-Vorlauf Soll    60°C

Damit liegt die Kesseltemperatur 18K über der höchsten Nutztemperatur. Eine gewisse Grädigkeit ist notwendig, jedes Grad mehr sorgt jedoch für unnötig hohe Erzeugungs- und Speicherverluste. Die Kesseltemperatur bei Anforderung „Warmwasser“ sollte angepasst werden.

Liegt die Anforderung „Warmwasser“ nicht an, sollte der Sollwert auf das für den Heizungsbetrieb notwendige Niveau abgesenkt werden (gleitend, gemäß Außentemperatur). Auf diese Weise wird die mittlere Kesseltemperatur weiter abgesenkt und thermische Kesselverluste reduziert.

Aktuell steigt gegen Ende der Beladung die Temperatur im Puffer 3 häufig auf ca. 67°C an. Die Puffer sind also (nahezu) komplett durchgeladen. Dadurch entsteht ein Zeitfenster, in dem der Kessel nicht laufen muss (abhängig vom Bedarf ca. 3 – 12h in den Wintermonaten). Lässt sich die Taktung jedoch durch Anpassung der Leistung vermeiden und die mittlere Puffertemperatur senken, reduzieren sich die Anlagenverluste. Gleichzeitig wird Speicherkapazität für den Betrieb der Thermosolaranlage frei.

Die Leistung der Kesselladepumpe sollte überprüft und ggf. auf die notwendige Durchflussleistung reduziert werden, um eine Störung der Schichtung zu vermeiden.

Für die Einstellung der Heizkurven gilt:

- Ist die Raumtemperatur grundsätzlich zu niedrig: Niveau erhöhen (Sollwert Raumtemperatur erhöhen)
- Ist die Raumtemperatur insbesondere an kalten Tagen zu niedrig: Neigung erhöhen
- Ist die Raumtemperatur in der Übergangszeit zu niedrig, an kalten Tagen aber ausreichend: Niveau erhöhen und Neigung senken
- Ist die Raumtemperatur in der Übergangszeit zu hoch, an kalten Tagen aber ausreichend: Niveau senken und Neigung erhöhen

**Hinweis:**

Da leider keine originale Bedienungs- / Serviceanleitung des Herstellers vorlag, kann keine konkrete Aussage darüber erfolgen, welche Funktionen über welche Parameter in welcher Weise gesteuert werden bzw. wo sich diese im Menü befinden. Daher ist bei konkreten Fragen der Hersteller zu kontaktieren.

**Berechnung: keine**

**Förderung: keine**

**Empfehlung**

- Anpassung Sollwert für TWW-Erzeugung auf max. 70°C
- Anpassung Sollwert für Heizung Heizkreistemperatur +3...5K
- Senkung Startwert Leistungsregelung „Befüllgrad Puffer“
- Überprüfung Leistungsstufe der Kesselkreispumpe

### 4.3. Optimierung Thermosolaranlage

#### Betriebsbereich: Heizung / Trinkwarmwasser

##### Aktuelle Situation

Es ist eine Thermosolaranlage der Firma Winkler, Typ Vario Solar E 2 x 12m<sup>2</sup> verbaut.

Die Kollektorpumpe läuft unregelmäßig, die Wärmetauscherpumpe wird über Temperaturschaltsschwellen stufig leistungsgeregelt (Mindeststufe 30%, in 10%-Stufen). Die Solaranlage kann je nach Priorisierung und aktuellen Temperaturen alle Puffer einzeln anfahren.

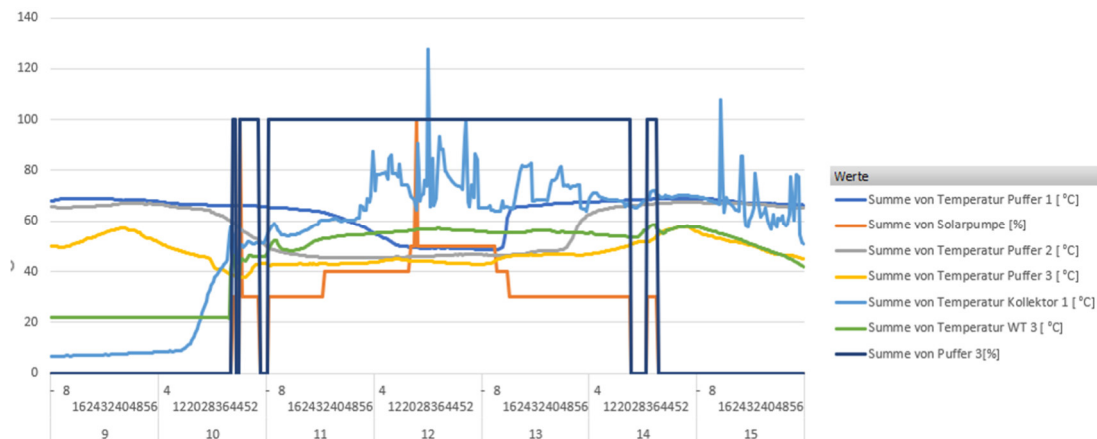


Abbildung 13 Temperaturverläufe 30.12.2023 9-15 Uhr

Am 30.12.2023 wurde in oben dargestellten Zeitraum nur Puffer 3 beladen. Es fällt auf, dass z.T. sehr hohe Kollektortemperaturen erreicht werden. Die Temperatur im Wärmetauscher liegt im Mittel zwischen 10 – 14°C unter der Kollektortemperatur, die Ausreißer in der Kollektortemperatur schlagen nicht auf die Wärmetauscher-Temperatur durch.

##### Beschreibung der Maßnahmen

Durch bereits beschriebene Maßnahmen (siehe Punkt 4.1. und 4.2.) sollte sich die Temperatur in Puffer 3 absenken lassen. Dadurch steigt die Verfügbarkeit für die Thermosolaranlage und – insbesondere im Winterbetrieb – kann ein Beitrag zur Deckung der Heizlast geleistet werden.

Da der Wirkungsgrad der Thermosolaranlage stark von der Differenz aus mittlerer Kollektortemperatur und Umgebungstemperatur abhängt, sollten pauschal auch möglichst niedrige Kollektortemperaturen angestrebt werden.

##### Beispiel:

Bei einer mittleren Kollektortemperatur von 55K (40°C vl; 70°C rl) und 25°C Außentemperatur liegt die Leistung des 24m<sup>2</sup>-Kollektors bei ca. 28,8kW und einem Wirkungsgrad von 60%.

Bei gleicher mittlerer Kollektortemperatur und  $-5^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur sinkt die Leistung um  $5,4\text{kW}$  und der Wirkungsgrad liegt nur noch bei  $48,8\%$ .

Ggf. lässt sich die mittlere Kollektortemperatur durch Anpassungen an den Steuerungs- und/oder Pumpenparametern optimieren.

Zusätzlich kann geprüft werden, ob die Erhöhung der Wärmeübertragerfläche unkompliziert und günstig möglich ist. Durch eine bessere Wärmeübertragung gleichen sich die Vor- und Rücklauftemperaturen der beiden Kreise stärker aneinander an, was entweder zu niedrigeren, mittleren Kollektortemperaturen oder höheren, nutzbaren Heizwassertemperaturen führt.

Die maximale Speichertemperatur für Speicher 1 ist nur auf  $65^{\circ}\text{C}$  eingestellt. Bei den anderen beiden Pufferspeichern ist  $80^{\circ}\text{C}$  als Schwellenwert parametrisiert. Insbesondere im Sommer kann eine Übertemperierung des Primärspeichers sinnvoll sein, um mehr Energie für die Frischwasserstation zwischenzuspeichern und eine Aktivierung des Kessels zu vermeiden.

Statt der Einzelladung ist (insbesondere im Sommerbetrieb) auch eine Reihenladung denkbar. Gemäß Vorlauftemperaturen wird der Zielspeicher ausgewählt. Der Rücklauf wird jedoch stets Puffer 3 entnommen. Da hier die kälteste Temperatur aller Speicher zur Verfügung steht, sinkt wiederum die mittlere Kollektortemperatur und der Wirkungsgrad der Anlage steigt.

**Berechnung:** keine

**Förderung:** keine

### **Empfehlung**

Der Nutzen der einzelnen Maßnahmen kann nicht näher quantifiziert werden. Daher sollten primär die Maßnahmen umgesetzt werden, die wenig Aufwand bzw. nur Parameteränderungen erfordern.

Soll der Zustand der Anlage und der Maßnahmenenerfolg genauer bewertet werden, kann dies durch die Installation eines Wärmemengenzählers auf der Heizwasserseite des Wärmetauschers erfolgen. Die Installation der Messtechnik ist für Wohngebäude  $>5$  Wohneinheiten nicht förderfähig.

#### 4.4. Sommerlicher Wärmeschutz

**Betriebsbereich: Komfort / Kühlbedarf**

##### **Aktuelle Situation**

Je nach Ausrichtung heizen sich einzelne Räume oder Wohnungen im Sommer sehr stark auf. Eine außenliegende Verschattung ist entweder nicht vorhanden oder wird nicht genutzt.

Die Abdunklung durch innenliegende Vorhänge hat wenig Effekt auf die Erwärmung der Zimmer, da die Energie bereits im Innenraum ist.

##### **Beschreibung der Maßnahme**

Um den Kühlbedarf im Sommer zu reduzieren bzw. die Behaglichkeit der Wohnungen zu erhöhen, ist ein außenliegender Sonnenschutz notwendig.

Dieser kann unterschiedlich ausgeführt sein, z.B.

- Statisch; horizontale Verschattungslamellen
- Flexibel; außenliegende Rollos (manuell / automatisch)
- Flexibel; außenliegende Lamellenrollos (manuell / automatisch)

Flexible Lösungen lassen individuelle Einstellungen zu, sind aber – wenn manuell bedient – abhängig von der Achtsamkeit des Nutzers.

Automatisiert lassen sich die Verschattungen zeit- oder strahlungsabhängig absenken. Dadurch erhöht sich der Systemnutzen. Mit steigender Automatisierung steigen allerdings auch die Kosten.

Eine kostengünstige und wartungsfreie Lösung stellen statische Verschattungselemente dar, die horizontal oder vertikal an der Fassade angebracht werden (vgl. Abb. 2).



**Abbildung 14 Horizontales, statisches Verschattungsmodul**

Die Lamellen sind so angewinkelt, dass die Verschattung nur im Sommer vollständig stattfindet. Im Winter kann die Sonne auf die Scheibe treffen und mit der Strahlung einen Beitrag zur Beheizung der Wohnung leisten.

**Berechnung: keine**

**Förderung:**

**Bundeförderung für effiziente Gebäude, Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle (Fördersatz 15%, maximal 30.000€ pro Wohneinheit bzw. 60.000€/Wohneinheit mit iSFP-Bonus(+5% Förderquote))**

### **Empfehlung**

Durch eine außenliegende Verschattung kann der Wohnkomfort im Sommer deutlich gesteigert werden.

Durch die Maßnahme kann die Auslegungsleistung etwaiger Kühleinrichtungen reduziert und so Investitionskosten gespart werden. Auch die Betriebszeit einer zukünftigen Klimatisierung und damit der Energiebedarf wird deutlich gesenkt.

Verschiedene Varianten sollten optisch und wirtschaftlich miteinander verglichen werden, eine Umsetzung erscheint nachhaltig empfehlenswert.

#### **4.5. Multisplit-Klimageräte**

**Betriebsbereich: Komfort / Kühlbedarf / Wärmebedarf /  
Serverkühlung**

##### **Aktuelle Situation**

Wie in Maßnahme 4.4. beschrieben ist aktuell kein sommerlicher Wärmeschutz vorhanden, in betroffenen Räumen wird es in den Sommermonaten sehr warm.

Der Elektroraum ist aktuell weder aktiv belüftet noch gekühlt.

##### **Beschreibung der Maßnahme**

Um den Komfort in den – zukünftig eher wärmer werdenden – Sommermonaten zuverlässig zu gewährleisten, können (Multi-) Split-Klimageräte zu Einsatz kommen.

Diese können im Kühlbetrieb überwiegend mit eigenerzeugtem Solarstrom betrieben werden, da der Stromertrag zeitgleich mit dem Kühlbedarf anfällt. Die Sicherstellung des Komforts wird also voraussichtlich den Strombezug nicht maßgeblich erhöhen.

Zeitgleich wird ein Doppelnutzen für den Übergangsbetrieb möglich, wenn die Geräte als Wärmepumpen betrieben werden. Sinnvoll wäre ein Einsatz bis zum individuellen Bivalenzpunkt der Anlagen (z.B. bei moderaten Außentemperaturen oder mit günstigem Strom). Sobald die Deckung des Wärmebedarfs über Pellets günstiger ist, werden die Split-Anlagen deaktiviert.

Es sind je nach Hersteller bis zu fünf Innengeräte pro Außengerät anschließbar, die maximalen Leitungslängen liegen bei bis zu 50m und 30m Höhe, die saisonalen COP im Heizbetrieb liegen üblicherweise im Bereich zwischen 3 – 5. Auch eine kombinierte Warmwasserbereitung ist denkbar.

Mit steigenden Temperaturen sinkt die Haltbarkeit von Elektrokomponenten. Aus Sicherheitsgründen sollte eine Lüftung oder eine aktive Klimatisierung des Elektroraums in Betracht gezogen werden. Übliche Sollwerte für einen zuverlässigen Betrieb liegen bei 24°C. Für gute Durchströmung des Elektroraums ist zu sorgen, damit sich keine Wärmenester bilden können. Reine Klimageräte sind nicht förderfähig.

**Berechnung: keine**

**Förderung:**

**Bundeszförderung für effiziente Gebäude, Anlagen zur  
Wärmeerzeugung (Heizungstechnik) (mindestens 30%, zusätzliche  
Boni möglich)**

Die Klimageräte werden als Wärmepumpen behandelt. Die Kombination von Außen- und Innengeräten müssen mindestens die Effizienzklassen A++ nachweisen können.

**Empfehlung:**

Primär wird die Entscheidung über die Umsetzung dieser Maßnahme vom Komfortnutzen (Kühlung / Entfeuchtung) abhängen.

Wird die Maßnahme umgesetzt, kann von dem Zusatznutzen der (Zu-) Heizung in der Übergangszeit profitiert werden. Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit muss sollte der Betrieb dann mit PV-Überschuss oder primär bei Bedingungen, die einen hohen COP gewährleisten, im Vordergrund stehen.

Für die Klimatisierung des Elektroraums wird eine eigene Split-Klimaanlage empfohlen, damit die Temperierung des Raums unabhängig von den anderen Anlagen sichergestellt werden kann. Alternativ kann die Kühlung auch ausschließlich über eine Lüftung erfolgen. Bei dieser Lösung ist der Energiebedarf geringer, jedoch ist die Kühlleistung abhängig von der Zulufttemperatur.

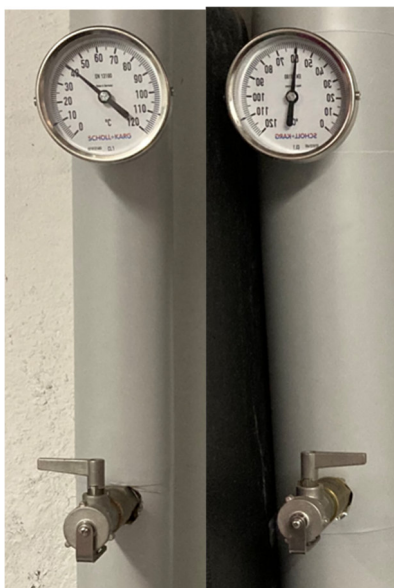
## 4.6. Optimierung Trinkwarmwasser-Zirkulation

### Betriebsbereich: Trinkwarmwasser

#### Aktuelle Situation

In den Zirkulationsleitungen sind statische Rücklauftemperaturebegrenzer eingesetzt. Diese sind auf 45°C eingestellt.

Gemäß Thermometer im Heizungskeller liegen die Temperaturen bei knapp 60°C im Vorlauf und bei 40°C im Rücklauf der Zirkulationsleitung.



#### Beschreibung der Maßnahme

Gemäß DVGW-Arbeitsblätter W551 und W553 darf die Temperatur am Austritt des Trinkwassererwärmers nicht niedriger als 60°C, die Temperatur im System nicht um mehr als 5K davon abweichen.

Die Rücklauftemperaturebegrenzer sind also entsprechend einzustellen und die Frischwasserstation so zu parametrieren, dass die Voraussetzungen eingehalten werden können.

Bei hygienisch einwandfreien Bedingungen ist es zulässig, die Zirkulation innerhalb von 24h maximal bis zu 8h abzuschalten. Eine Abschaltung außerhalb der Kern-Nutzungszeiten kann sich dafür anbieten. Es erscheint sinnvoll, die hygienische Unbedenklichkeit durch Beprobung sicher zu stellen (anfangs jährlich, nach zwei aufeinanderfolgenden, unbedenklichen Ergebnissen maximal alle 3 Jahre).

**Berechnung:** keine

**Förderung:** nein

**Empfehlung:**

Die temperaturrelevanten Parameter sollten zeitnah eingestellt werden.

Der Zeitraum für die Abschaltung der Zirkulationspumpe kann festgelegt werden, in dem Fall empfiehlt es sich jedoch –aus hygienischen und letztendlich aus Haftungsgründen – die Unbedenklichkeit durch zwei jährlich in Folge durchgeführte Proben nachzuweisen.

## 5. Anhang

### 5.1. Informationen zum Energieberater und die methodische Vorgehensweise

Hauptverantwortlicher Energieberater war Herr Maximilian Liebgott vom Energie- und Umweltzentrum Allgäu Service GmbH, der in der öffentlich einsehbaren Energieauditorenliste auf der Internetseite des BAFA unter [www.bafa.de](http://www.bafa.de) Rubrik: Energie / Energieaudits nach dem EDL-G / Energieauditorenliste gelistet ist (Beraternummer: 263012).

Name und Kontaktdaten	
<b>Hauptverantwortlicher Energieberater</b>	Herr Maximilian Liebgott Burgstraße 26 87435 Kempten E-Mail: <a href="mailto:liebgott@eza-allgaeu.de">liebgott@eza-allgaeu.de</a> Tel: 0831-960286-34 BAFA-Beraternummer: 264012
<b>Sonstige beteiligte Energieberater</b>	Herr Patrick Fischer Burgstraße 26 87435 Kempten

#### Methodische Vorgehensweise des Energieauditors

Die angewandte Methodik entspricht den Normvorgaben der DIN EN 16247-1. Im Präzisen entsprechen das Vorgehen und die Ausarbeitungen den Bestimmungen der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie veröffentlichten Richtlinie über die Bundesförderung Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN).

	Projektschritte	Beschreibung
1	<b>Auftaktbesprechung</b>	Festlegung der Beratungsgrenzen, Schwerpunkte, Genauigkeitsgrad und notwendige Daten (Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung)
2	<b>Datenerfassung</b>	Rechnungen, Datenaufzeichnungen
3	<b>Begehung</b>	Überprüfung der Vollständigkeit, Auswertung von Lastprofilen, Auswertung der standortbezogenen Daten und Berechnung von Kennzahlen
4	<b>Analyse</b>	Begehung der Standorte, Vorstellung der Datenanalyse, Validierung der aufgenommenen Daten

<b>5</b>	<b>Bericht</b>	Priorisierung der Maßnahmenvorschläge, Erstellung des Berichts nach DIN EN 16247-1
<b>6</b>	<b>Abschlussbesprechung</b>	Vorstellung Auditbericht

## 5.2. Protokoll der Auftaktbesprechung

<b>Projekt</b>	<b>Energieaudit</b>
<b>Thema</b>	Auftaktbesprechung
<b>Zeitpunkt und Ort der Besprechung:</b>	15.11.2023, Oberstdorf
<b>Teilnehmer:</b>	Stefan Schratt, Haus am Rank Maximilian Liebgott, eza! Patrick Fischer, eza!
<b>Ziele und Vereinbarungen</b>	Da das Gebäude erst kürzlich saniert und zudem mit einer neuen Heizungs- sowie PV-Anlage ausgestattet wurde, soll der Fokus eher auf allgemeine Optimierungsmaßnahmen gelegt werden. Weitere Sanierungen oder größere Umbauten sind mittelfristig nicht geplant.

<b>Nr.</b>	
<b>1.</b>	Kurze Vorstellung des gesetzlichen Hintergrunds zum EDL-G (Fristen, Handlungsoptionen, offene Fragestellungen, Merkblatt des BAFA, Normengrundlage DIN EN 16247-1). Klärung der Fragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Was ist ein Energieaudit nach DIN EN 16247-1?</li> <li>- Wozu dient ein Energieaudit?</li> <li>- Wer ist nach EDL-G zu einem Energieaudit verpflichtet?</li> <li>- Wie läuft ein Energieaudit ab?</li> <li>- Welche Veränderungen gibt es zum letzten Audit</li> </ul>
<b>2.</b>	Vorstellung der Ziele und Vorgehensweise bei einem Energieaudit <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilanzgrenzen</li> <li>- Arbeitspakete</li> <li>- Zuständigkeiten</li> </ul>
<b>3.</b>	Benennung der jeweiligen Energiebeauftragten
<b>4.</b>	Detailbetrachtung Gesellschaften und Standorte

5.	Notwendige Messungen
6.	Energieausweise
7.	Wurden in den zu betrachteten Zeiträumen energierelevante Maßnahmen durchgeführt (z.B. Austausch des Heizkessels oder Dämmmaßnahmen)
8.	Welche Energieeffizienzmaßnahmen sind bereits geplant? Welche Aufzeichnungen gibt es dazu?
9.	Zeitplan – n.v.
10.	Vorstellung der Excel-Tabelle und Vorbesprechung der Datenerhebung. Klärung der Fragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Daten müssen erhoben werden?</li> <li>- Von wem müssen die Daten erhoben werden?</li> <li>- Bis wann müssen die Daten erhoben werden?</li> <li>- In welcher Form und mit welchen Angaben müssen die Daten erhoben werden?</li> <li>- Wie werden die Daten dokumentiert und zusammengefasst</li> <li>- Wie erfolgt die Analyse der Daten</li> </ul>
11.	Welche Besonderheiten können während des Energieaudits/den Begehungen auftreten?
12.	Welche Sicherheits- Geheimhaltungs- und Datenschutzregeln sind zu beachten?
13.	Welche Interessen gibt es seitens des Energieauditors, die das Ergebnis des Energieaudits beeinflussen könnten?

### 5.3. Ergebnisse und Vereinbarungen der Abschlussbesprechung

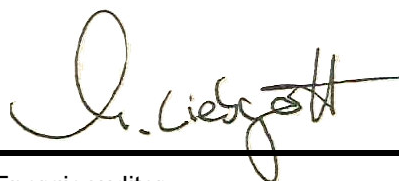
<b>Zeitpunkt und Ort der Besprechung:</b>	05.03.2024
<b>Teilnehmer:</b>	Hr. Stefan Schratt, Haus am Rank Maximilian Liebgott, eza!
<b>Inhalt der Besprechung:</b>	Berichtsinhalte, Detailbesprechung der Maßnahmen, Ergänzungen des Berichts
<b>Ziele und Erwartungen:</b>	Vereinbarungsgemäß wurden die Transmissionsverluste der Gebäudewand betrachtet und die Zusammenhänge der Heizkurveneinstellungen ergänzt
<b>Ergebnisse und Vereinbarungen:</b>	Nach Einarbeitung der Ergänzungen ist der Bericht durch den AG freigegeben.

#### 5.4. Erklärung des Energieauditors

- Ich habe die notwendigen Kompetenzen für den zu auditierenden Anwendungsbereich und damit in Verbindung stehenden Arbeiten nachgewiesen. Entsprechende Nachweise (Erfahrungen, Qualifikation, Referenzen, Ausbildungsnachweise) können bei Bedarf eingesehen werden.
- Ich bin beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) als anerkannter Energieauditor nach §7 Abs. 3 i.V.m. §8b EDL-G unter der Nummer 264012 registriert.
- Ich versichere, dass die vom Unternehmen überlassenen Informationen und Unterlagen vertraulich behandelt werden.
- Die Interessen des Unternehmens werden von mir objektiv behandelt.
- Sollten Interessenkonflikte entstehen, werde ich diese transparent darlegen.
- Ich erkläre hiermit, dass die Messungen und Beobachtungen verlässlich sind und möglichst dem normalen Betrieb entsprechen.
- Wenn ich ein wirtschaftliches oder anderes Interesse habe, das meine Schlussfolgerungen oder Empfehlungen beeinflussen kann, werde ich das Unternehmen darüber informieren.
- Ich erkläre hiermit, dass die angewendeten Berechnungsverfahren transparent und technisch angemessen sind.
- Die angewendeten Methoden und alle getroffenen Annahmen sind von mir dokumentiert worden.
- Ich bestätige, dass die gelieferten Daten im Rahmen meiner Möglichkeiten zuverlässig sind; auf evtl. Fehler oder Abweichungen habe ich hingewiesen.

Kempten, den 19. Februar 2024

Ort. Datum

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Lieb Gott', written over a horizontal line.

Energieauditor

B.Sc. Maximilian Lieb Gott

(EDL 264012)

Unterschrift

## 5.5. Normative/Vorschriften

NR.	NORM/VORSCHRIFT	FUNDSTELLE/ PARAGRAPH	STANDARD- GEBER	STAND INHALT/ FORDERUNG	
1	DIN EN 16247-1 Energieaudit-Teil 1: Allgemeine Anforderungen	Gesamtausgabe	DIN	2012-10	Anforderungen an ein Energieaudit
2	Hinweise zur Erstellung eines Beratungsberichts im Rahmen eines Energieaudits (DIN EN 16247)	Gesamtausgabe	BAFA	2021-01-21	Anforderung an den Energie- beratungsbericht
3	Bekanntmachung der Richtlinie „Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme“ (EBN) Vom	Gesamtausgabe	BAFA	13. 11 2020	Rechtsgrundlage
4	Merkblatt für Energieaudits nach den gesetzlichen Bestimmungen der §§ 8 ff. EDL-G	Gesamtausgabe	BAFA	2020-11-30	Umsetzungshilfe
5	Leitfaden für Energieaudits nach den Vorgaben der DIN EN 16247-1	Gesamtausgabe	BAFA	2019-11-21	Aufbau und Inhalte Energieaudit- bericht

### DIN EN 16247-1

In der europäischen Norm DIN EN 16247-1 Allgemeine Anforderungen wird Folgendes definiert und festgelegt:

- ▶ Eigenschaften eines qualitativ guten Energieaudits
- ▶ Anforderungen an Energieaudits
- ▶ Ablauf und Verpflichtungen des Energieauditprozesses

Die Durchführung eines Energieaudits, also einer systematischen Untersuchung des Energieeinsatzes und Energieverbrauches ist eine wichtige Grundlage zur Verbesserung der Energieeffizienz und Verringerung des Energieverbrauches

Das Energieaudit wird von der europäischen Norm so definiert:

*„Systematische Inspektion und Analyse des Energieeinsatzes und des Energieverbrauches einer Anlage, eines Gebäudes, eines Systems oder einer Organisation mit dem Ziel, Energieflüsse und das Potential für Energieeffizienzverbesserungen zu identifizieren und über diese zu berichten.“*



Energie- und  
Umweltzentrum Allgäu

## 5.6. Datenaufnahme

### Selbsterzeugte Energie

Bezeichnung (PV, BHKW,...)	Standort/ Betriebsteil	Energieträger [Strom, Wärme,...]	Baujahr	selbstverbrauchte Energie [kWh]	Eingespeiste/ veräußerte Energie [kWh]
Winkler Variosol E 24m²	Heizung	Wärme	2020	7500	
Pv-Anlage 2023	Allgemein	Strom	2023	13164	13.740

### Wärmeerzeugung Zentralheizung

Pellets		kg	Verbrauch laut Zähler	ca. 7% mehr (Korrekturen)	kWh Pellets	kWh	kg/m²
	Stand	gelieferte Menge	kg		ca. 4,5kWh/kg	Gewerbe	Gewerbe qm
01.01.2023	12100						
28.04.2023		3300					
03.07.2023		17980					
01.01.2024	13884		19496	20860,72	93873,24	70404,93	14680,488

		gelieferte Menge	Bestellte Menge	
Öl	11.05.2021	5057	-'	
	26.11.2020	2629	-'	
	20.05.2020	3448	-'	
	09.01.2020	3847	voll	2019 Heizung
	03.07.2019	3774	voll	2020/2021 Heizung
	23.01.2019	4266	5000	
	29.08.2018	6000	6000	

kWh Öl