

Gemeinde Balgheim

24.04.2023

*Energiekonzept Halle*



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	E <sup>3</sup> xpert .....	1
1.2	Ziel des Energiekonzept der Balgheim.....	1
2	IST Situation Balgheim.....	2
2.1	Allgemeine Informationen.....	2
2.2	Gebäudestruktur und notwendige Energieabschätzungen.....	3
2.3	Thermische Energieversorgung der Gebäude .....	5
2.3.1	IST Situation.....	5
2.3.2	IST Situation Energiemengen .....	10
2.3.3	Auswirkungen auf die Umwelt .....	13
2.4	Ökonomische Situation.....	13
2.5	Effizienzpotentiale „Peripherie Heizung“ im aktuellen IST Zustand.....	13
3	Alternative Energiekonzepte .....	14
3.1	Sanierungsmaßnahmen „Pellet System“ .....	14
3.1.1	Pellet System .....	14
3.1.2	Pellet System Energiebilanz DIN 18599 SOLL/IST Vergleich .....	15
3.1.3	Fernwärme mit Pellet Energiebilanz DIN 18599 SOLL/IST Vergleich .....	15
3.1.4	Pellet System tatsächliche Situation SOLL/IST Vergleich.....	16
3.2	Sanierungsmaßnahmen Hackschnitzelsystem System .....	17
3.2.1	Allgemeines .....	17
3.3	Fernwärmesystem Mehrzweckhalle, Bauhof, Schule .....	18
3.3.1	Allgemeines .....	18
3.3.2	Hackschnitzelanlage System tatsächliche Situation SOLL/IST Vergleich .....	20
3.4	elektrische Energie über PV Anlage.....	21
3.4.1	PV Anlage Strom Lieferung.....	21
3.5	Beleuchtungstechnik .....	22
3.5.1	Allgemein.....	22
3.5.2	Beispielrechnung LED Beleuchtung.....	22
3.6	Lüftungsanlage.....	23
3.6.1	Allgemein.....	23
3.6.2	Abschätzung Energiemengen .....	24
3.7	Gebäudehülle .....	24
3.7.1	Allgemein.....	24
3.7.2	Beispiele Halle .....	25
4	Fördermittel.....	26

4.1	Förderprogramme Einzelmaßnahme BAFA .....	26
5	Resümee .....	29

## Tabellenverzeichnis

<i>Tab. 1: Energieträger Strom</i> .....	10
<i>Tab. 2: Energieträger Gas</i> .....	10
<i>Tab. 3: Investitionskosten Abschätzung</i> .....	14
<i>Tab. 4: tatsächliche Amortisationsbetrachtung</i> .....	16
<i>Tab. 5: Investitionskostenabschätzung M5</i> .....	17
<i>Tab. 6: Investitionskosten Abschätzung</i> .....	20
<i>Tab. 7: tatsächliche Amortisationsbetrachtung</i> .....	20
<i>Tab. 8: PV Anlagengröße und Ertrag</i> .....	21
<i>Tab. 9: max. PV Anlagengröße</i> .....	21

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1: Mehrzweckhalle in Balgheim</i> .....	2
<i>Abb. 2: Lageplan in Balgheim</i> .....	2
<i>Abb. 3: Solarthermie Anlage</i> .....	3
<i>Abb. 4: PV Anlage</i> .....	3
<i>Abb. 5: Pläne EG</i> .....	4
<i>Abb. 6: Pläne OG</i> .....	4
<i>Abb. 7: Technikraum im OG</i> .....	5
<i>Abb. 8: unregelmäßige Pumpen</i> .....	6
<i>Abb. 9: unregelmäßige Pumpen</i> .....	6
<i>Abb. 10: unregelmäßige Pumpen</i> .....	7
<i>Abb. 11: unregelmäßige Pumpen</i> .....	7
<i>Abb. 12: unregelmäßige Zirkulationspumpe WW</i> .....	8
<i>Abb. 13: unregelmäßige Pumpe Lüftung</i> .....	8
<i>Abb. 14: unregelmäßige Pumpe Lüftung</i> .....	9

Abb. 15:	Steuerung/Regelungstechnik (Ersatzteil Beschaffung schwierig) .....	9
Abb. 16:	Gaskessel .....	10
Abb. 17:	Gaskessel Typenschild .....	11
Abb. 18:	Solarstation .....	11
Abb. 19:	Pufferspeicher für Solarthermie .....	12
Abb. 20:	Pellet System Beispiel .....	14
Abb. 21:	Aktuelle Gas Preise .....	15
Abb. 22:	Aktuelle Pellet Preise .....	15
Abb. 23:	Gebäudenetz Mehrzweckhalle, Schule und Bauhof .....	19
Abb. 24:	Beispielrechnung LED Beleuchtung .....	22
Abb. 25:	Beispiel Blower Door Prüfung .....	24
Abb. 26:	Außentüre .....	25
Abb. 27:	Verglasung/Fensterbereiche .....	25
Abb. 28:	Einzelmaßnahmen Überblick .....	26
Abb. 29:	Förderübersicht .....	27

## Änderungshistorie

Änderungsdatum	Revision Nr.	Änderungsgrund	Name
29.11.2022	1	Erstellung	Dr. R. Staiger
14.04.2023	2	Diskussionsgrundlage	Dr. R. Staiger
18.04.2023	3	12 Cent/kWh Gaspreise, textlich, Alternative PV System	Dr. R. Staiger
24.04.2023	4	Lüftungsanlage Gespräch mit Fa. Horner	Dr. R. Staiger

## 1 Einleitung

### 1.1 E<sup>3</sup>xpert

Die E<sup>3</sup>xpert ist eine Gesellschaft, welches sich mit Energieeffizienz, Ressourceneinsatz, Nachhaltigkeitsfragen, Erneuerbare Energie und Umweltfragen spezialisiert hat. Unsere Stärke ist die interdisziplinäre Denk- und Vorgehensweise mit technischen Energie Prozessen und deren wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen. Unsere systematische Vorgehensweise soll helfen Energieeffizienzpotentiale in Unternehmen und Kommunen aufzuzeigen und diese unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten effizient umzusetzen.

Durch unsere langjährigen Erfahrungen in der Beurteilung von Energiesystemen und Prozesse in Industrie, Kommunen, Wohn- und Nichtwohngebäude können wir Ihnen mögliche Energieeffizienz Potentiale aufzeigen. Sinnvolle und wirtschaftliche Maßnahmen werden dabei gemeinsam mit dem Kunden analysiert und erörtert.

Unser Ziel ist es die Kunden in Energie- und Ökologiefragen zu sensibilisieren, Maßnahmen und Potentiale und Alternativen aufzuzeigen.

### 1.2 Ziel des Energiekonzept der Balgheim

Das Ziel des Energiekonzept, für die Mehrzweckhalle der Gemeinde Balgheim, ist zunächst eine IST Betrachtung über die unterschiedlichen Energieverbräuche für thermische und elektrische Energie (TGA + Beleuchtung).

Resultierend aus dieser IST Analyse sollen mögliche Energieeinsparkonzept dargestellt und verglichen werden.

Diese energetische Einschätzungen sollen Effizienzsteigerungen und ggf. Energiesicherheit für die Gemeinde Balgheim aufzeigen.

Diese Einschätzungen sollen als Hilfestellungen für die spätere Entscheidungsfindung in der Gemeinde Balgheim dienen.

## 2 IST Situation Balgheim

### 2.1 Allgemeine Informationen

Die Gemeinde Balgheim unterhält die Mehrzweckhalle im Schloßäckerweg..



Abb. 1: Mehrzweckhalle in Balgheim

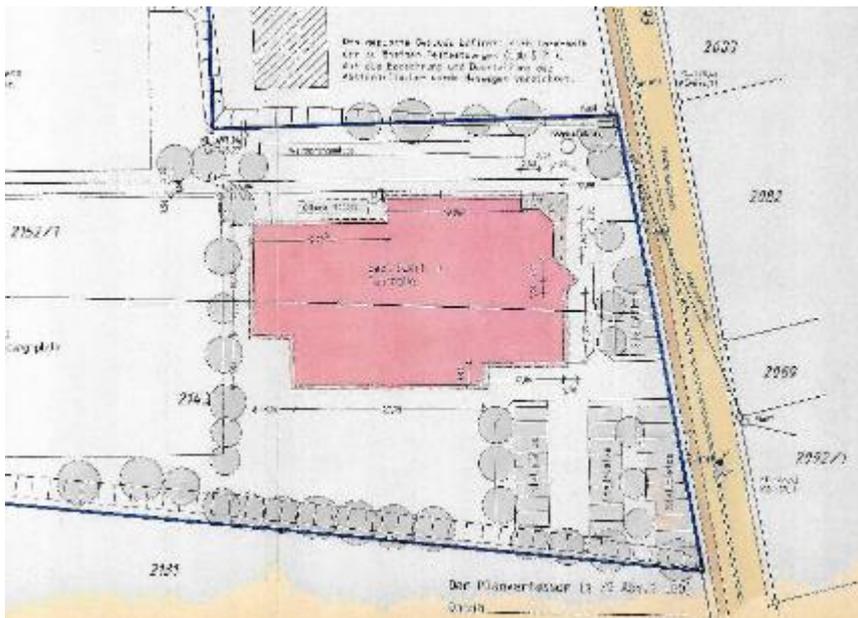


Abb. 2: Lageplan in Balgheim

## 2.2 Gebäudestruktur und notwendige Energieabschätzungen

Das Gebäude wurde 1990 in massiver Bauweise errichtet. Das Gebäude hat eine ca. Grundfläche von 760 m<sup>2</sup>. Eine Nutzfläche von ca. 1.100 m<sup>2</sup>.

Heizungstechnisch sind zwei Niedertemperatur Gaskessel (Bj. 92) mit je 120 kW Leistung installiert. Des Weiteren ist für die Brauchwasseraufbereitung eine ca. 28 m<sup>2</sup> große Solarthermie Anlage auf dem Dach installiert.

Eine PV Anlage mit ca. 30 kWp ist zusätzlich auf dem Gebäudedach installiert als Voll-Einspeisesystem. Die Betreiber der Anlage sind nicht die Gemeinde Balgheim



Abb. 3: Solarthermie Anlage



Abb. 4: PV Anlage

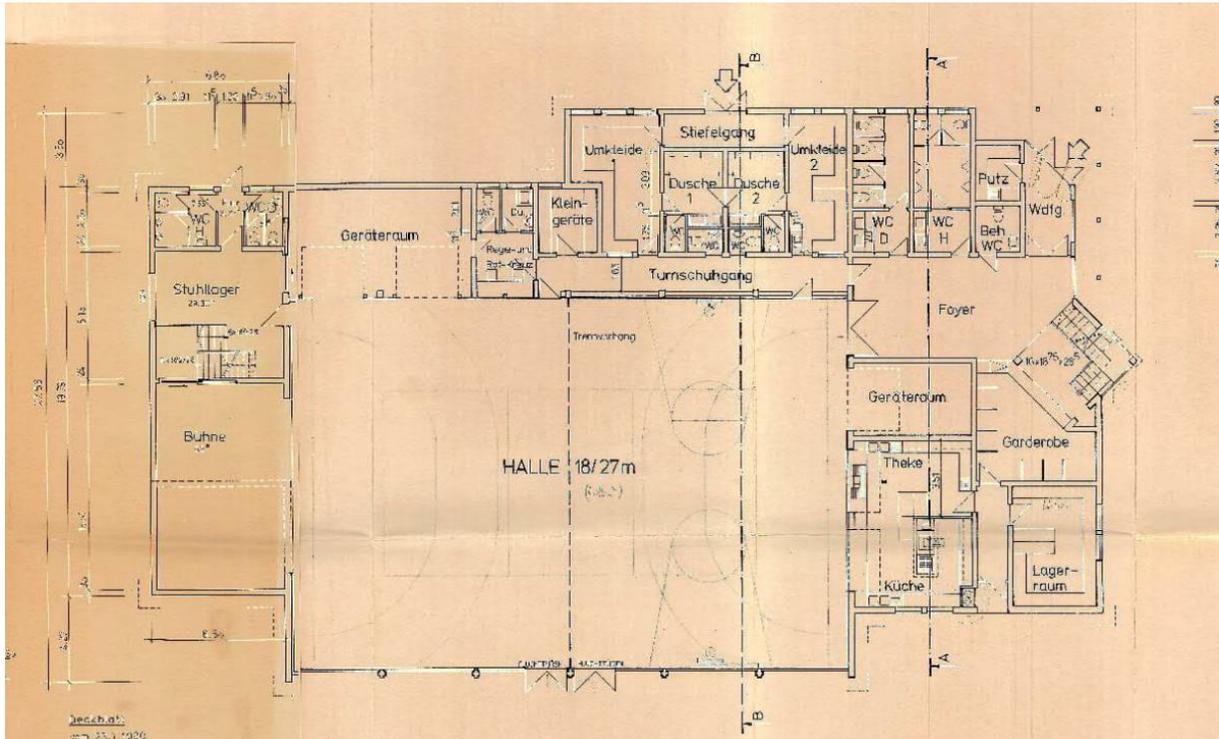


Abb. 5: Pläne EG

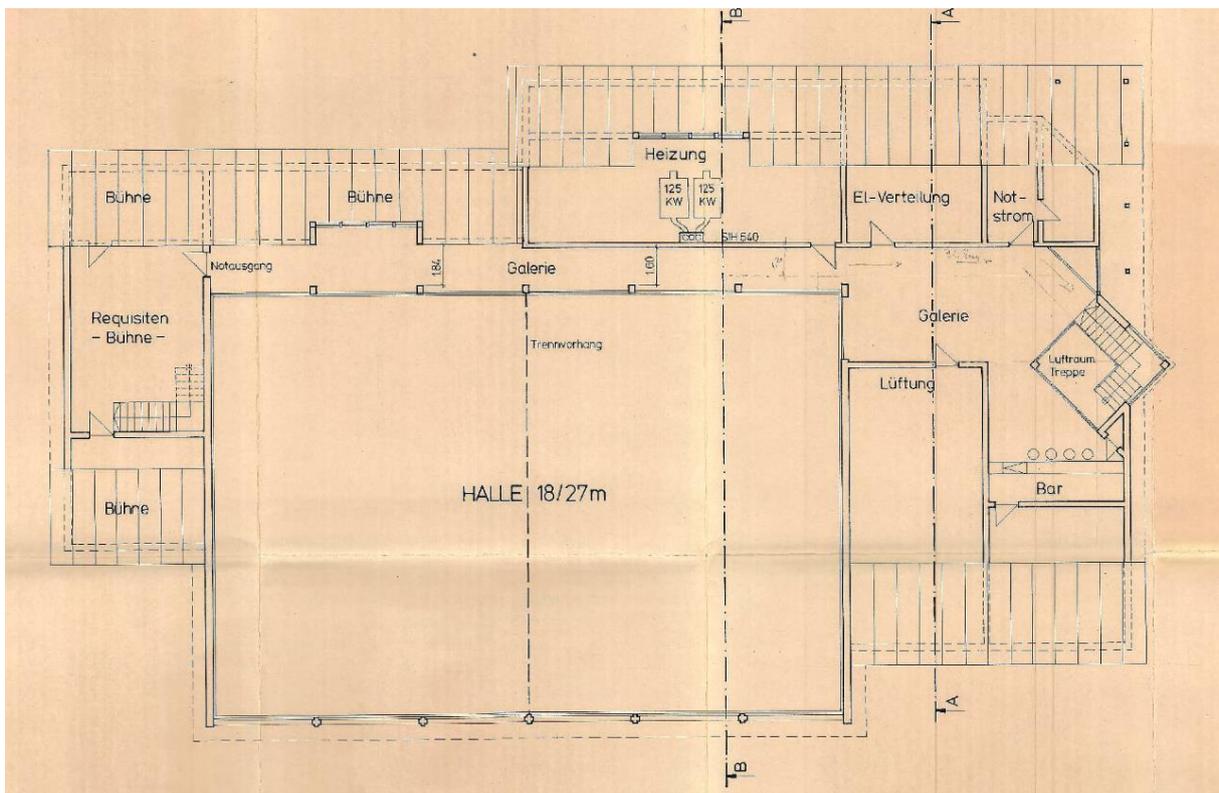


Abb. 6: Pläne OG

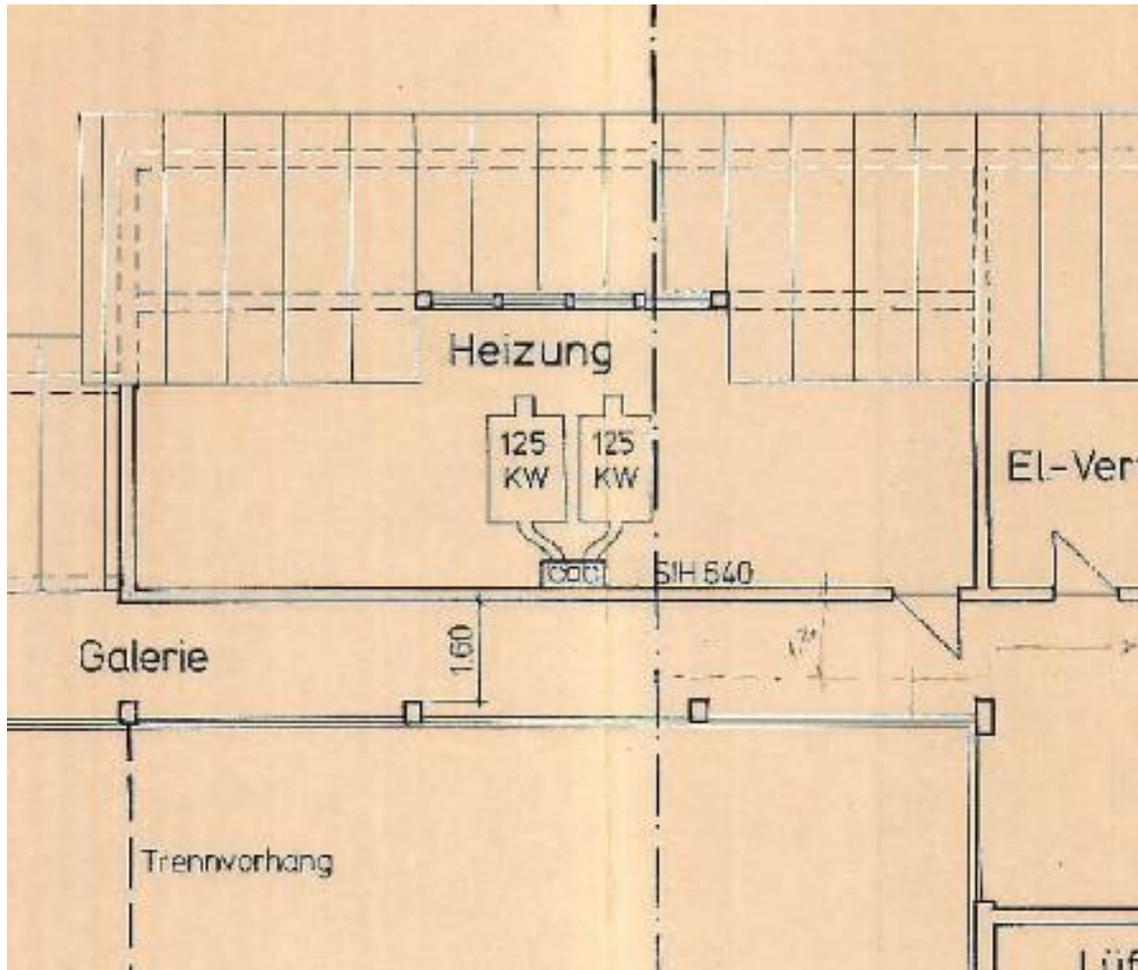


Abb. 7: Technikraum im OG

## 2.3 Thermische Energieversorgung der Gebäude

### 2.3.1 IST Situation

Die beiden Gas NT Kessel sind 31 Jahre alt. Die gesamt Leistung der beiden Kessel betragen 250 kW.

Nach unseren Abschätzungen sind die Kessel um 30-40% überdimensioniert.

Die hydraulischen Anbindungen, Pumpengruppen und Isolierungen entsprechen nicht dem aktuellen Stand der Technik.



Abb. 8: unregelte Pumpen



Abb. 9: unregelte Pumpen



Abb. 10: unregelte Pumpen



Abb. 11: unregelte Pumpen



Abb. 12: unregelte Zirkulationspumpe WW

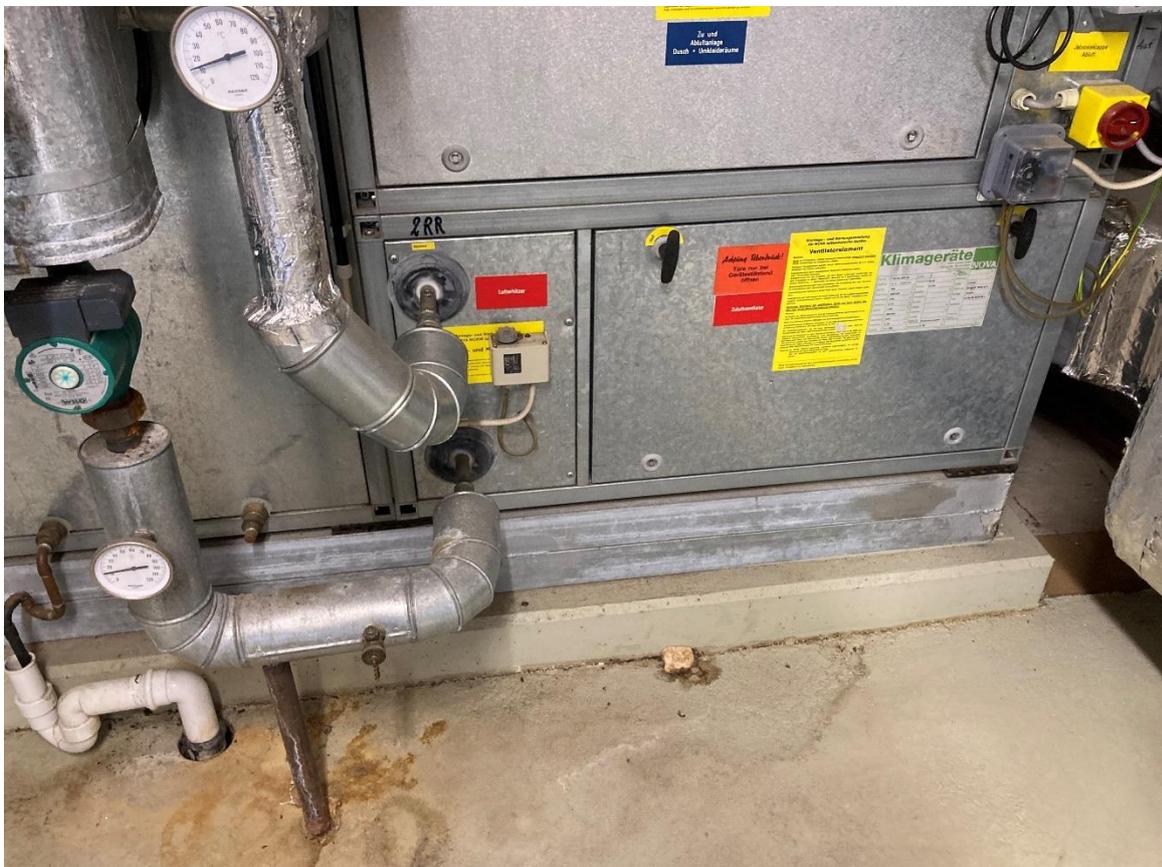


Abb. 13: unregelte Pumpe Lüftung



Abb. 14: unregelte Pumpe Lüftung



Abb. 15: Steuerung/Regelungstechnik (Ersatzteil Beschaffung schwierig)

### 2.3.2 IST Situation Energiemengen

Aktuell benötigt das Gebäude ca. 120.000 kWh an thermische Energie (Erdgas). Des weiteren ca. 26.000 kWh für Beleuchtung und Technik.

Die Halle ist tagsüber von Schulklassen belegt. Abends die unterschiedlichen örtlichen Vereine.

Strom	HT	NT	gesamt	€
2020	20.675	5.010	25.685	7.364
2021	28.689	14.182	42.870	12.399
2022	17.955	7.481	25.435	7.531

Tab. 1: Energieträger Strom

Gas	Verbrauch in KWh	€
2020	119.194	6.738
2021	294.628	18.209
2022	78.610	4.957

Tab. 2: Energieträger Gas



Abb. 16: Gaskessel



Abb. 17: Gaskessel Typenschild



Abb. 18: Solarstation



Abb. 19: Pufferspeicher für Solarthermie

Der Gesamtwirkungsgrad der Heizanlage wird nach unserer Schätzung bei  $< 80\%$  liegen.

Die Effizienz der Anlage könnte durch eine individuelle Regelungstechnik der verschiedenen Räumlichkeiten zusätzlich erhöht werden.

Die Zirkulationspumpen im Heizkreisverteiler sind größtenteils mit unregelten Pumpen ausgestattet.

Alleine hier können die elektrischen Energiemengen um  $> 80\%$  reduziert werden (elektronische Zirkulationspumpen).

Bei 8 unregelten Pumpen mit 250W elektrische Leistung und 1.200 Betriebsstunden liegt die Energiemenge bei  $> 2.500$  kWh/a und ca. 870 €/a.

Eine konstant betriebene Warmwasser Zirkulationspumpe erhöht den thermischen Energieverbrauch. Die Energiemenge kann bis zu 10% der gesamten Energiemenge für die Heizung betragen. Abhilfe eine intelligente Temperatur Regelung im Warmwasserbereich.

### **2.3.3 Auswirkungen auf die Umwelt**

Der gesamte CO<sub>2</sub> Ausstoß beträgt bei dem fossilen Energieträger Erdgas ca. 26 Tonnen CO<sub>2</sub>/a. Dieser CO<sub>2</sub> Ausstoß wird zukünftig über eine CO<sub>2</sub> Besteuerung über das Erdgas zusätzlich belastet. In unserem Fall bei 100€/Tonne CO<sub>2</sub> → 2.600 €

## **2.4 Ökonomische Situation**

Die fossilen Energieträger sind in den letzten 12 Monate zwischen 2-4 fache durch die aktuelle politische Situation gestiegen.

Des Weiteren werden zukünftig Steuern auf die CO<sub>2</sub> Immissionen erhoben, die uns Volkswirtschaftlich nach Umweltbundesamt Millionen von € kostet. Zukünftig können wir von einer CO<sub>2</sub> Steuer > 100 € Tonne CO<sub>2</sub> ausgehen.

Die CO<sub>2</sub> Belastung der Gebäude liegt durch die Nutzung von Erdgas bei ca. 26 Tonnen/a  
Im Fall Balgheim bedeutet dies nochmals zukünftig höhere Energiekosten von > 2.000 €/a

## **2.5 Effizienzpotentiale „Peripherie Heizung“ im aktuellen IST Zustand**

Durch Optimierung der Regelung/Steuerungstechnisch, Einbau hocheffizienter Pumpen ist ein Einsparpotential von 10-20 % denkbar.

Notwendige Investitionen:

- Hocheffiziente Pumpen
- Isolierung Rohrsysteme Technik
- Regelungstechnik/Steuerungstechnik Raumweise/Außentemperatur/Bedarf
- hydraulischer Abgleich
- u.w.

### 3 Alternative Energiekonzepte

#### 3.1 Sanierungsmaßnahmen „Pellet System“

##### 3.1.1 Pellet System

Die beiden Gaskessel werden deinstalliert und zwei (einer) neue Pellet Anlage in heutigen Technikraum installiert. Heizleistung ca. je 80 (150kW) kW. Energiemenge aktuell 110.000 kWh/a.

Der Pellet Lagerraum wird im seitlichen Bühnenraum aufgebaut. Dabei werden im Jahr ca. 22 Tonnen Pellet benötigt. Bei zwei Füllungen pro Jahr wird ein Lagerraum von ca. 16 m<sup>3</sup> benötigt (Beispiel: 3m Breite \*3m Länge \*2 m Höhe).

Investitionskostenabschätzung Beispiel Fröhling:

Komponenten	Hersteller	Kosten netto
2x Pelletkessel 80 kW	Fröhling P4	40.000 €
Speichersystem	Fröhling 1.500l	4.000 €
Brauchwassersystem	Wärmetauscher	4.000 €
Kaminsanierung	Kunststoff	4.000 €
HK Verteiler/ Pumpensysteme	Austausch von Pumpensystem/Regelungstechnik	6.000 €
Pellet Lager	Saugsystem Fröhling	10.000 €
Entsorgung/Ausbau		10.000 €
<b>gesamt Material</b>		<b>80.000 €</b>
Arbeitszeit	60 h x 3 Installateure 60€/h	15.000 €
<b>gesamt</b>		<b>95.000 €</b>
abzüglich sowieso Kosten *	Ersatz Gaskessel	40.000 €
mögliche Zuschüsse	25% über BAFA	24.000 €

Tab. 3: Investitionskosten Abschätzung



Abb. 20: Pellet System Beispiel

### 3.1.2 Pellet System Energiebilanz DIN 18599 SOLL/IST Vergleich

Bei der Sanierung des aktuellen Gaskessel werden der Primärenergiebedarf um über 65 % reduziert. Die CO2 Emissionen werden um > 70% reduziert. Anlagenverluste des neuen Heizsystem wird gegenüber IST Zustand um 10 % reduziert (höhere Effizienz).

### 3.1.3 Fernwärme mit Pellet Energiebilanz DIN 18599 SOLL/IST Vergleich

#### Gaspreis aktuell



Abb. 21: Aktuelle Gas Preise



Abb. 22: Aktuelle Pellet Preise

### 3.1.4 Pellet System tatsächliche Situation SOLL/IST Vergleich

Aktuell werden 110.000 kWh Erdgas unter den heutigen Bedarfsbedingungen für das Gebäude benötigt.

<b>Energieträger</b>	<b>Preis netto</b>	<b>Energiemenge /a</b>	<b>Energiekosten /a</b>	<b>CO<sub>2</sub> To</b>	<b>CO<sub>2</sub> Steuer zukünftig</b>
Gas	0,12 €/kWh*	110.000	13.200 €	27 To	2.700 €
Pellet	0,27 €/kg	23 Tonne	6.200 €	2 To	200 €

\*Aktuelle Energiepreise Stand 18.04.2023

<b>Bemerkungen</b>	<b>Ergebnisse</b>
Energiekosten Einsparung netto	7.000 €
Energiekosten Einsparung mit CO <sub>2</sub> Besteuerung (100 €/kg)	9.700 €
Investitionskosten	95.000 €
(-) Förderungen 25%	24.000 €
(-) sowieso Kosten	40.000€
<b>Amortisationszeit statisch ohne CO<sub>2</sub></b>	<b>&lt; 5 Jahre</b>
<b>Amortisationszeit statisch mit CO<sub>2</sub></b>	<b>&lt;3 Jahre</b>

Tab. 4: tatsächliche Amortisationsbetrachtung

## 3.2 Sanierungsmaßnahmen Hackschnitzelsystem System

### 3.2.1 Allgemeines

Gleiche Vorgehensweise wie beim Pellet System.

Problem: Lager der Hackschnitzel und Befüllung.

Durch die geringeren Energiekosten pro kWh und der höheren Investitionen ca. gleiche Amortisation

Investitionskostenabschätzung Beispiel Fröhling: aktuelle Listenpreise

<b>Komponenten</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Kosten netto</b>
2x Hackkessel 50 kW	Fröhling T4	56.000 €
Speichersystem	Fröhling 10.000l	12.000 €
Brauchwassersystem	Wärmetauscher	6.000 €
Kaminsanierung	Edelstahl	9.000 €
HK Verteiler/Pumpensysteme	Austausch von Pumpensystem/Regelungstechnik	12.000 €
Hack Lager	Fröhling, Förderungssystem...	40.000 €
Entsorgung/Ausbau		15.000 €
<b>gesamt Material</b>		<b>150.000 €</b>
Arbeitszeit	150 h x 3 Installateure 60€/h	28.000 €
<b>gesamt</b>		<b>180.000 €</b>
abzüglich sowieso Kosten *	Ersatz Gaskessel	-55.000 €
Mögliche Förderung 25% BAFA		-45.000 €
gesamt energetische Investitionen Gemeinde		90.000 €

Tab. 5: Investitionskostenabschätzung M5



### **3.3 Fernwärmesystem Mehrzweckhalle, Bauhof, Schule**

#### **3.3.1 Allgemeines**

Die Heizanlagen Mehrzweckhalle, Schulgebäude und Bauhof wird durch ein dezentrales Fernwärmenetz ersetzt.

Als Kessel werden zwei Hackschnitzelanlagen (Redundanz) vorgesehen.

Die gesamte Heizleistung bzw. Energiemengen der drei Gebäude abgeschätzt:

- Mehrzweckhalle 140 kW
- Schule 1800m<sup>2</sup> 100kW
- Bauhof 25 kW

#### ***Heizleistung gesamt 280 kW***

Der Hackschnitzel Lagerraum und Heiztechnik könnte am Gebäude des Bauhofes integriert werden.

Länge des Fernwärmenetztes ca. 100 m

Es werden aus Redundanzgründen im Beispiel zwei Hackschnitzelanlagen geplant.

Zusätzlich intelligente Heizstäbe in den Pufferspeicher für eine mögliche Beladung im Sommer über eine PV Anlage auf dem Dach des Bauhofes.

#### ***Anlagendimensionierung***

Energiemengen:

- Mehrzweckhalle 110.000 kWh
- Bauhof 40.000 kWh
- Schulgebäude 120.000 kWh
- Gesamt 270.000 kWh

#### ***Lagergröße:***

Es werden ca. 80 Tonnen Hackschnitzel (35% Feuchtigkeitsgehalt) pro Jahr benötigt.

Bei 4 Füllungen pro Jahr wird eine Lagergröße von ca. 87 m<sup>3</sup> benötigt. 6m x 6m x 2,5 m

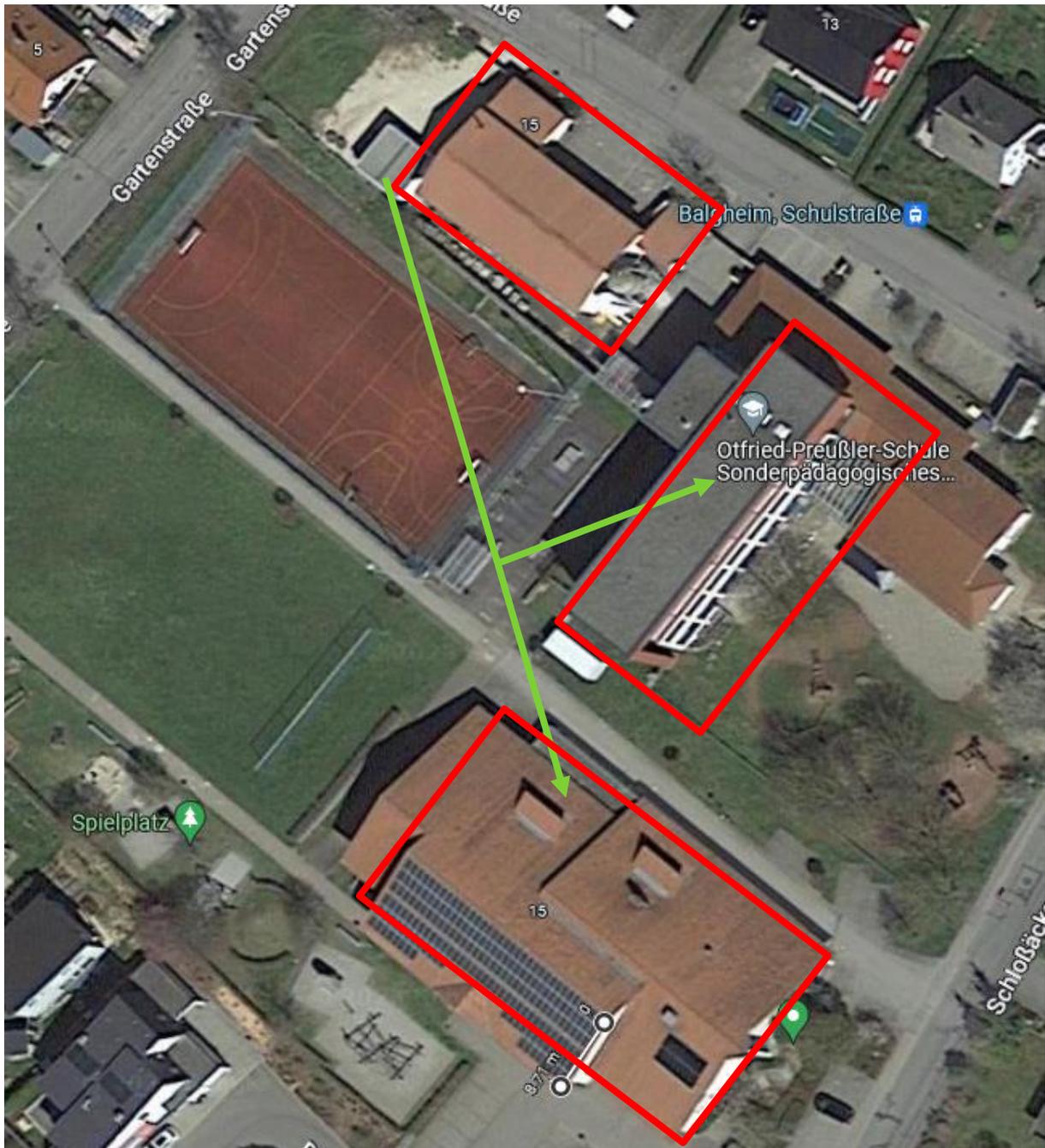


Abb. 23: Gebäudenetz Mehrzweckhalle, Schule und Bauhof

Investitionskostenabschätzung am Beispiel von Fröhling:

<b>Komponenten</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Kosten netto</b>
Hackschnitzelkessel 120 kW	Fröhling T4 2x	70.000€
Speichersystem	Fröhling 8000l	10.000€
Übergabestationen	Wärmetauscher 2x	8.000 €
Kamin	Edelstahlkamin	7.000 €
Fernwärmeleitung	100 m	30.000 €
Lager	Schnecke/Rührwerk Fröhling	14.000 €
Entsorgung/Ausbau	Gasheizung	10.000 €
Lagerraum und Heizraum	Vorhanden ?	30.000 €
Sonstiges		4.000 €
<b>gesamt Material</b>		<b>190.000 €</b>
Arbeitszeit	150 h x 3 Installateure 60€/h	30.000 €
<b>gesamt</b>		<b>220.000 €</b>
abzüglich sowieso Kosten *	Ersatz Gaskessel	40.000 €
mögliche Zuschüsse	35 %	70.000€

Tab. 6: Investitionskosten Abschätzung

### 3.3.2 Hackschnitzelanlage System tatsächliche Situation SOLL/IST Vergleich

Im Beispiel werden 270.00kWh für die drei Gebäude benötigt.

<b>Energieträger</b>	<b>Energiekosten netto</b>	<b>Menge</b>	<b>Kosten</b>	<b>CO<sub>2</sub> To</b>	<b>CO<sub>2</sub> Steuer</b>
Gas MZH	0,12 €/kWh	110.000	13.000 €	27 To	2.000 €
Pellet Schule	0,27€/kg	26 To	7.000 €		
Öl Bauhof	0,95€/l	4.000	3.800 €	13To	1.300€
<b>gesamt</b>			<b>23.000 €</b>		
Hackschnitzel	130 €/To	80 Tonnen	10.000€		

<b>Bemerkungen</b>	<b>Ergebnisse</b>
Energiekosten Einsparung netto	13.000 €
Energiekosten Einsparung mit CO <sub>2</sub> Besteuerung (100 €/kg)	15.000 €
Investitionskosten	220.000 €
(-) Förderungen 35%	70.000 €
(-) sowieso Kosten	40.000€
<b>Amortisationszeit statisch ohne CO<sub>2</sub></b>	<b>&lt; 8 Jahre</b>
<b>Amortisationszeit statisch mit CO<sub>2</sub></b>	<b>&lt; 6 Jahre</b>

Tab. 7: tatsächliche Amortisationsbetrachtung

\*Sowieso Kosten ? bei einem notwendigen Austausch 2 Gaskessel > 40.000 €

### 3.4 elektrische Energie über PV Anlage

#### 3.4.1 PV Anlage Strom Lieferung

Aktuell liegen die Energiekosten > 0,25 €/kWh für elektrische Energie bei der Gemeinde Balgheim.

Bei PV Anlagen > 10 kWp liegen die Stromgestehungskosten bei < 12 Cent kWh.

Stromgestehungskosten bedeutet:

- Sie investieren in eine PV Anlage und müssen mindestens 12 Cent/kWh verrechnen damit die Anlage nach 20 Jahre bezahlt ist (Break Even Point)

13 Cent/kWh bleiben bei einer Eigenstromnutzung von 100% beim Betreiber

#### Beispiel: 20 kWp Anlage

	<b>Größe kWp</b>	<b>generierte Energie/a</b>	<b>Zusätzliche Einnahme/a</b>	
Anlagen PV	20 kWp	20.000 kWh	2.600 €/a	

Tab. 8: PV Anlagengröße und Ertrag

#### Vorteile:

- konstanter und sicherer Strompreis (Kalkulationssicherheit)
- Eigenstromnutzung Tagsüber im Gebäude
- Unabhängigkeit
- Batterie elektrische Fahrzeuge (BEV) möglich als Stromtankstelle in der Gemeinde

#### Beispiel: Anlagengröße bei 100% Deckung über Jahr gesehen und 50% Eigenstromnutzung

	<b>Größe kWp</b>	<b>generierte Energie/a</b>	<b>Zusätzliche Einnahme/a</b>	<b>Anteil Strom</b>
Anlagen PV	54 kWp	54.000 kWh	7.020 €/a	100%
	54 kWh	54.000 kWh	3.500 €/a	50%

Tab. 9: max. PV Anlagengröße

### 3.5 Beleuchtungstechnik

#### 3.5.1 Allgemein

Die aktuelle Beleuchtung ist mit konventioneller Beleuchtung aus den 1992 Jahre ausgestattet. Eine Effizienzsteigerung durch die heutige LED Technologie ist darstellbar und durchführbar. LED-Lampen der neuen Generation haben folgende Vorteile:

- ✓ *Energiesparend bis zu 90%*
- ✓ *besonders lange Lebensdauer bis zu 50.000 h*
- ✓ *sehr gute Farbwiedergabe*
- ✓ *sofort hell bei 100 %*
- ✓ *keine UV- und Infrarotstrahlung*
- ✓ *sehr geringe Wartungs- und Folgekosten*
- ✓ *Quecksilberfrei und daher Umweltfreundlich*
- ✓ *stoß- und vibrationsfest*
- ✓ *stufenlos dimmbar*
- ✓ *möglicher direkter Ersatz im Austausch 1:1 von Glühlampen, Halogen-, Energiespar- und Leuchtstofflampen*

#### 3.5.2 Beispielrechnung LED Beleuchtung

Investitionskosten für Beleuchtung

Vorhandene Leuchten	Anzahl	Leistung [W]	Vorschaltgerät	Leistung [W]	LED-Ersatz	Stückzahl	Leistung [W]	Stückkosten	Kosten
Leuchte, einflammig, 150 cm	25	58	KVG	70	LED-Röhre 150 cm, 22 W	25	22,0	30,00 €	750,00 €
HQL-Leuchte, 250 Watt	4	250	keines	250	LED-Hallenleuchte, 80 W	4	80,0	300,00 €	1.200,00 €
		0	keines				0,0		0,00 €
		0	keines				0,0		0,00 €
		0	keines				0,0		0,00 €
		2450					870		1.950,00 €

Abschätzung der Umrüstung

Arbeit	Stückzahl	Stückkosten	Kosten
Schätzung Tausch- und Umrüstkosten pro Leuchte (Schätzung)	25	30,00 €	750,00 €
Entsorgung pro Röhre (basierend auf unverbindlichen Marktpreisen)	25	2,00 €	50,00 €
<b>Umrüstung GESAMT</b>			<b>800,00 €</b>

Betriebskosten & Amortisation	
Energiekosten [€/kWh]	0,250
Betriebsdauer pro Tag [h]	8
Werktage pro Woche	6
Betriebsdauer pro Jahr [h]	2496
Energiekosten / Jahr mit LED	542,88 €
Energiekosten / Jahr konventionell	1.528,80 €

aus Ihrer Stromrechnung  
entspricht 48 h Betrieb pro Woche

Energiekostensparnis pro Kalenderjahr	<b>985,92 €</b>
Amortisation in Kalendertagen [d] inkl. Umrüstung und Entsorgung	<b>1.019</b>

Stromersparnis pro Kalenderjahr	<b>3944 kWh</b>
CO2-Einsparung pro Kalenderjahr	<b>3 Tonnen</b>

Abb. 24: Beispielrechnung LED Beleuchtung

Diese Maßnahme LED Beleuchtung wird von der BAFA in dem Förderprogramm Einzelmaßnahmen mit 15% Zuschuss gefördert.

## 3.6 Lüftungsanlage

### 3.6.1 Allgemein

Nach Rücksprache mit Hersteller/Installateur der heutigen raumlufttechnischen Anlagen gibt es folgende Optimierungsmöglichkeiten:

1. *Einbau einer Wärmetauscher Einheit (Plattenwärmetauscher /Rotationswärmetauscher*

In Plattenwärmetauschern befinden sich mehrere dünne Platten aus Alu- oder Edelstahlblech oder auch Kunststoff. Die Platten sind parallel zueinander angeordnet, in den Zwischenräumen fließt immer abwechselnd Ab- und Zuluft. Für Wohnräume werden Gegenstrom-Plattenwärmetauscher eingesetzt, das bedeutet, die Luft zieht immer genau gegenläufig durch den Wärmeübertrager. Die Platten sind wärmeleitend, so wird die vorhandene Wärme oder Kälte an die Zuluft abgegeben. Wärmerückgewinnung durch Plattenwärmetauscher kann eine Rückwärmezahl von 50-85 % erreichen. Diese Zahl gibt an, wie viel Wärme aus der Abluft zurückgewonnen werden kann. Gerüche, Luftfeuchtigkeit und Bakterien werden im Plattenwärmetauscher nicht übertragen. Diese Art der Wärmerückgewinnung scheidet aus heutigen Platzgründen.

2. *KVS System*

Hochleistungs-Kreislaufverbundsysteme (KVS) sind Wärmerückgewinnungsanlagen, deren Vorteil darin besteht, dass die Außenluft- und Zuluftgeräte auch getrennt voneinander aufgestellt werden können. In diesen Anlagen werden zwei Wärmetauscher verbaut, jeweils im Außen- und Fortluftstrom-Register. Die Register sind mit einem Rohrsystem verbunden, in dem sich als Wärmeträger meist eine Wasser-Glykose Mischung befindet. Eine Pumpe befördert das Trägermedium zum zweiten Register, an den die Energie übertragen wird. Dies System macht bei den heutigen Temperaturdifferenzen keinen Sinn.

3. *Umluftklappen*

Die direkte Umluftbeimischung ist das einfachste Verfahren zur Energierückgewinnung. Wobei man hier eigentlich nicht über Rückgewinnung, sondern über Wiederverwendung spricht. Der Zuluft wird in der Mischluftkammer über motorbetriebene Luftklappen abhängig vom Wärmebedarf Abluft beigemischt und der Außenluftanteil bis zum Mindestluftwechsel reduziert. In größeren Objekten bietet der Einsatz einer Mischluftkammer in einer RLT-Anlage den Vorteil, dass ein Umluftbetrieb gefahren werden kann, wenn die Räume nicht genutzt werden oder vor der Nutzung kann schnell aufgeheizt oder gekühlt werden. Diese Art der WRG darf bei Schmutziger- oder Geruchsbelasteter Luft nur bedingt angewendet werden. Zudem muss ein gewisser Außenluftanteil als „Frischluft“ gewährleistet sein, da sonst der CO<sub>2</sub> gehalt in der Luft stark ansteigen kann. Diese Umluftklappen sind bereits eingebaut und wegen Corona deaktiviert wurden (Luftaustausch). Dies ist zu prüfen ob wieder aktivierbar in der heutigen neuen Situation.

#### 4. Neue Anlage

- kompaktere Anlage mit WRG Effizienz > 70% < 100.000 € Investitionskosten geschätzt (hier Angebot einholen zur Prüfung)
- geringere Wartungskosten (Filterelemente)
- geringere Druckverluste
- geringere thermische Energiemengen notwendig
- kleinere Temperaturdifferenzen möglich

### 3.6.2 Abschätzung Energiemengen

Ca. 120 kW Leistung bei 400 Betriebsstunden 50.000 kWh/a → 6.000 € Energiekosten

Bei 70% Wirkungsgrad ca. 4.000 €/a

Investition < 100.000 € → Amortisation mit Wartungskosten gegenüber heute < 20 Jahre

## 3.7 Gebäudehülle

### 3.7.1 Allgemein

Lüftungsverluste durch unfreiwilligen Luftaustausch durch Lecks an der Außenhülle können bis zu 50% der Wärmeverluste in modernen Gebäude betragen.

Zieht es durch Ritzen, Fugen und andere nicht gewollte Öffnungen mindert dies zusätzlich die Behaglichkeit.

Eine Prüfung mit Hilfe einer Luftdichtheitsmessung mit Hilfe von Nebel können die Leckagen und die damit verbundenen Wärmeverluste aufzeigen.



Abb. 25: Beispiel Blower Door Prüfung

### 3.7.2 Beispiele Halle



Abb. 26: Außentüre



Abb. 27: Verglasung/Fensterbereiche

## 4 Fördermittel

### 4.1 Förderprogramme Einzelmaßnahme BAFA

Es gibt folgende Förderprogramme des Bundesministerium für Wirtschaft im Überblick.

**Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) – Einzelmaßnahmen**  
Weitere Informationen finden Sie unter: [www.bafa.de/beg](http://www.bafa.de/beg)

**Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen**

Maßnahme	Förderung
Gebäudehülle	15 %
Anlagentechnik	15 %
Wärmeerzeuger	bis zu 40 %
Heizungsoptimierung	15 %

**bis zu 50 % von der Fachplanung + Baubegleitung**



Abb. 28: Einzelmaßnahmen Überblick

## Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEE EM)

	Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)	Fördersatz	ISFP-Bonus	Heizungs-Tausch-Bonus	Wärmepumpen-Bonus*	max. Fördersatz	Fachplanung und Baubegleitung
Gebäudehülle	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %	5 %			20 %	
Anlagentechnik (außer Heizung)	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung und Einbau energieeffizienter Innenbeleuchtungssysteme	15 %	5 %			20 %	
	Solkollektoranlagen	25 %		10 %		35 %	
	Biomasseheizungen	10 %		10 %		20 %	
	Wärmepumpen	25 %		10 %	5 %	40 %	
	Brennstoffzellenheizungen	25 %		10 %		35 %	
	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	25 %		10 %		35 %	50 %
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (ohne Biomasse)	30 %				30 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 25 % Biomasse für Spitzenlast)	25 %				25 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 75 % Biomasse)	20 %				20 %	
	Anschluss an ein Gebäudenetz	25 %		10 %		35 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %		10 %		40 %	
Heizungsoptimierung	Maßnahmen zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden	15 %	5 %			20 %	

\* Der Wärmepumpen-Bonus beträgt maximal 5 %, auch wenn gleichzeitig die Anforderungen an die Wärmequelle und an das Kältemittel erfüllt werden.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND4.0)

Stand: 1. Januar 2023

Abb. 29: Förderübersicht

Lokales Wärmenetz mit Biomasse (> 65% erneuerbare Energien) werden mit 35% bezuschusst. Hier müssten dann ggf. für die verschiedenen Gebäude separate Zuschussanträge gestellt werden.

## 5 Resümee

Die Mehrzweckhalle in Balgheim haben im Bereich der heutigen technischen Gebäudeausrüstung ein nicht unerhebliches Potenzial an Energieeinsparmöglichkeiten.

Da zwangsläufig aus rechtlichen (Immissionsschutz) und technischen Gründen (Wartungskosten, Ersatzkosten, Ersatzteile...) zukünftig Sanierungsmaßnahmen notwendig werden, sollten diese energetischen Maßnahmen in einem ganzheitlichen energetischen Kontext versucht werden umzusetzen.

Beispielweise macht es keinen Sinn die heutigen Heizkessel zu sanieren mit dem Blick, dass in kurzer Zeit eine Sanierung der einzelnen TGA Komponenten wie Zirkulationspumpen, Regelungstechnik etc. notwendig werden.

Besonders muss darauf geachtet werden, dass bei neuen Effizienzmaßnahmen die Energieerzeugerleistung (Heizlast) korrekt an das Gebäude angepasst werden muss. Ggf. muss hier eine Heizlast berechnet werden, nach den tatsächlichen Hüllflächenbauteilen.

Unsere Empfehlung wäre beim Einsatz eines Gebäudenetzes weitere Gebäude wie beispielsweise die Schule, Bauhof...?? etc. mit anzuschließen. Dabei kann die Wirtschaftlichkeit und Amortisationszeit von solchen Gebäudenetze reduziert.

Die Biomasse in Form von Hackschnitzel sollten aus Abfallprodukte generiert werden bzw. aus lokaler Forstwirtschaft. Diese Ressource stehen der Gemeinde Balgheim zur Verfügung.

### **Energetische Sanierungsempfehlungen:**

#### *Umsetzung kurzfristig (< 1 Jahr)*

1. aktuelle unregelte Zirkulationspumpen in elektronische Pumpen austauschen
2. Konventionelle Beleuchtungstechnik durch LED Beleuchtung ersetzen
3. Regelungstechnik/Steuerungstechnik für Lüftungsanlage verbessern und optimieren
4. Gebäudehülle untersuchen und Lüftungswärmeverluste minimieren (Fenster, Türen, Luftundichtheiten verbessern)
5. Sanitärarmaturen durch Wasserspararmaturen ersetzen

#### *Umsetzung mittelfristig (2-5 Jahre)*

- Heizungstechnik über Fernwärme (Hackschnitzel) bzw. Pellet System
- PV Anlage zur Eigenstromerzeugung
- Optimierung bzw. Austausch der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung