

## Sanierungsfahrplan



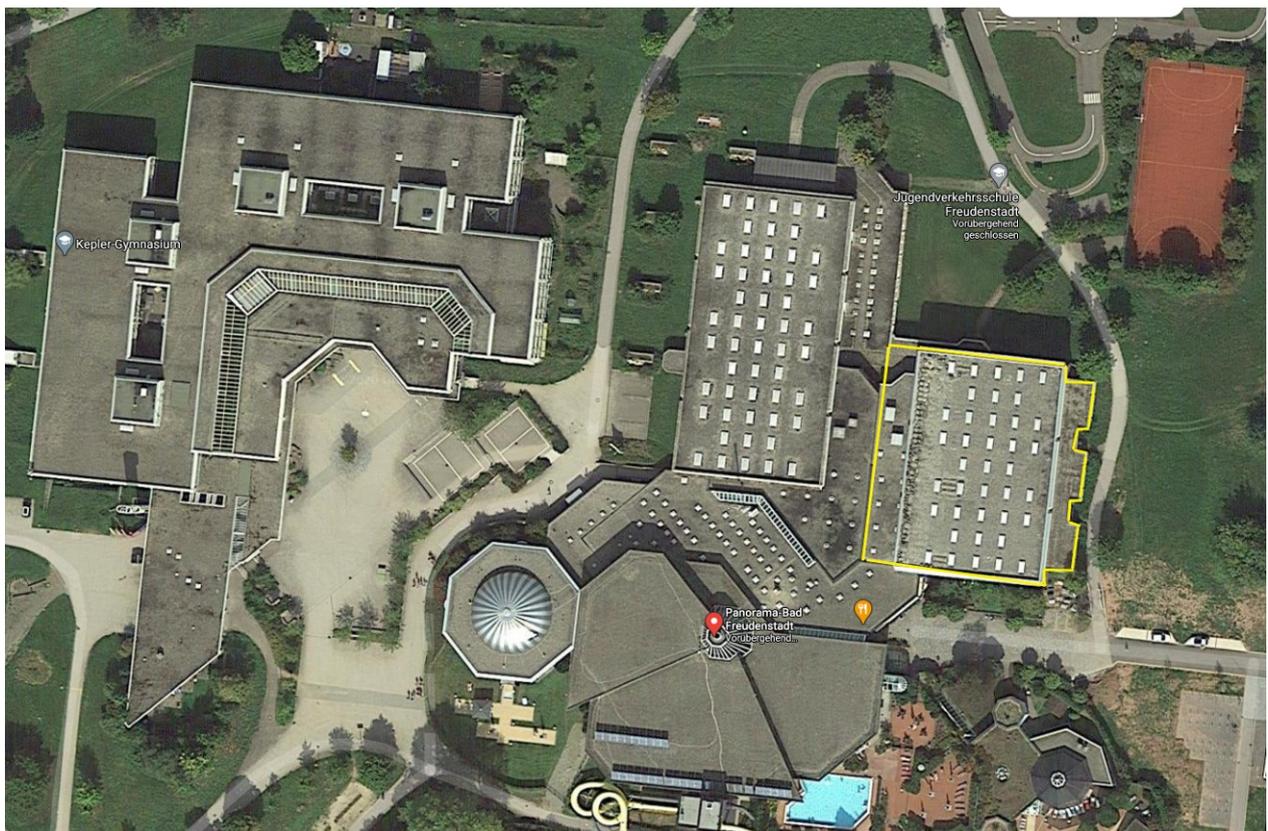
Ingenieurbüro für Energieeinsparung und Contracting Schmid

### **Beratungsempfänger:**

Landkreis Freudenstadt  
Herr Burkhardt Amtsleiter

### **Gebäude: Kreissporthalle Freudenstadt**

**Ludwig-Jahn-Straße 56, 72250 Freudenstadt**



## INHALTSVERZEICHNIS

1. Zusammenfassung .....	4
1.0 Allgemeines .....	4
1.1 Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz .....	5
1.1.1 Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz in der TGA .....	5
1.1.2 Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz im Bereich der Gebäudehülle .....	6
1.2 Vorgeschlagenes Umsetzungsprogramm .....	9
2. Hintergrund .....	10
2.1 Allgemeine Informationen über die Liegenschaft, den Energieberater und die Methodik .....	10
2.2 Kontext des Sanierungsfahrplans .....	11
2.3 Relevante Normen und Vorschriften .....	11
3. Sanierungsfahrplan .....	12
3.1 Beschreibung des Sanierungsfahrplans, Anwendungsbereich, Ziel und Gründlichkeit, Zeitrahmen und Zeitgrenzen .....	12
3.2 Informationen zur Datenerfassung für die Liegenschaft .....	12
3.2.1 Energie Rechnungsdaten .....	12
3.2.2 Lastgangdaten .....	12
3.2.3 Meßdaten .....	12
3.2.4 Gebäudeleittechnik .....	12
4. Energieverbräuche und Kosten der gesamten Liegenschaft .....	13
4.1 Energiepreise für Wärme und Strom .....	13
4.2 Nutzwärmeverbrauch der gesamten Liegenschaft .....	14
4.2.1 Jährlicher Wärmeverbrauch .....	14
4.2.2 Monatlicher Nutzwärmeverbrauch .....	16
4.3 Stromverbrauch der gesamten Liegenschaft .....	17
4.3.1 Jährlicher Stromverbrauch .....	17
4.3.2 Monatlicher Stromverbrauch .....	19
4.4 Lastgangauswertung .....	20
4.4.1 Lastgang Nutzwärme .....	20
4.4.2 Lastgang Strom .....	21
4.5 Vergleichsgrundlage für Nutzwärme und Strom Gebäude .....	23
4.5.1 Vergleichsgrundlage Nutzwärme .....	23
4.5.2 Vergleichsgrundlage Strom für die gesamte Liegenschaft .....	24
4.6 Energiebilanz Liegenschaft IST Situation - Visualisierung .....	25
4.7 Primärenergiefaktor IST .....	25
5. Iststand Anlagentechnik Liegenschaft .....	26
5.1 Wärmeübergabe .....	26
5.2 Wärmeverteilung in der Liegenschaft .....	26
5.3 Warmwasserbereitung Liegenschaft .....	27
5.4 Lüftungstechnik für die Liegenschaft .....	28
5.4.1 Lüftung Halle .....	28
5.4.1 Lüftung Umkleide/Duschen .....	30
5.5 Regelungstechnik für die Anlagentechnik .....	32
5.6 Gebäudeleittechnik .....	32
6. Schwachstellenanalyse und Sanierungsmaßnahmen in der Anlagentechnik Liegenschaft .....	33
6.1 Wärmeübergabe .....	33
6.2 Wärmeverteilung in der Liegenschaft .....	33
6.3 Warmwasserbereitung Liegenschaft .....	35
6.4 Lüftungstechnik für die Liegenschaft .....	35
6.5 Regelungstechnik für die Liegenschaft .....	35
6.6 Gebäudeleittechnik für die Liegenschaft .....	35
7. Analyse des Gebäudebestands .....	36
7.1 Gebäudebeschreibung .....	36
7.2 Darstellung der Zonierung .....	38
7.3 Gebäudehülle - Bestand .....	41
7.4 Beleuchtung im Bestand .....	42
7.5 Energetische Einstufung des Gebäudes - Bestand .....	43
7.6 Maßnahmen im Bereich der Gebäudehülle .....	45
7.7 Energetische Einstufung des Gebäudes - Sanierung .....	46

7.8 Abschätzung Herstellkosten Gebäudehülle.....	48
8. Sanierungsfahrplan.....	49
8.1 Grundsätzliche Vorgehensweise .....	49
8.2 Sanierung der TGA.....	50
8.2.1 Allgemeines.....	50
8.2.2 Sanierung Lüftungsanlage Halle .....	50
8.2.2 Sanierung Lüftungsanlage Umkleide/Dusche .....	51
8.2.4 Deckenstrahlheizung für die TH.....	52
8.3 Hydraulische Optimierung .....	53
8.4 Fernzugriff auf GLT.....	53
8.5 Energiecontrolling und Betreuung für die Liegenschaft.....	53
8.6 PV Anlage für die Liegenschaft .....	54
8.6.1. Allgemeines.....	54
8.6.2. Zusätzliche PV Anlage .....	55
8.7 Förderprogramme .....	56
8.7.1 KfW Förderprodukt 218.....	56
8.7.2 KfW Förderprodukt 270.....	57
8.7.3 BAFA Heizungsoptimierung .....	58
8.7.4 BAFA Heizen mit erneuerbaren Energien.....	59
8.8 Herstellkosten .....	60
8.8.1 Herstellkosten für Sanierungsmaßnahmen in der TGA .....	60
8.8.2 Herstellkosten für Energieeffizienzmaßnahmen in der TGA.....	60
8.8.3 Herstellkosten für Maßnahmen im Bereich der Gebäudehülle .....	61
9. Energiebilanzen und Wirtschaftlichkeit der TGA.....	62
9.1 Allgemeines .....	62
9.2 Energiebilanz Sanierungsmaßnahmen.....	63
9.3 Energiebilanz incl. zusätzliche Energieeffizienzmaßnahmen.....	64
9.4 Energiebilanz incl. zusätzliche Energieeffizienzmaßnahmen und Umsetzung der Maßnahmen der Gebäudehülle .....	65
9.5 Zusammenfassung Kosten, Einsparungen, Barwert der TGA Pakete .....	65
9.6 CO <sub>2</sub> Einsparungen .....	65
9.7 Annahmen, die für die Berechnung der Einsparungen verwendet wurden und die daraus resultierende Genauigkeit der Empfehlungen .....	66
9.8 Informationen über anwendbare Zuschüsse und Beihilfen .....	66
9.9 Mögliche Wechselwirkungen mit anderen vorgeschlagenen Empfehlungen .....	66
9.10 Nachweis der Einsparungen.....	66
10. Zusammenfassung und weitere Vorgehensweise.....	67
11. Danksagung.....	67

# 1. Zusammenfassung

## 1.0 Allgemeines

Die Kreissporthalle (auch Landkreishalle genannt) wurde 1981 erbaut. Sie ist baulich mit der Stadionhalle der Stadt und das städtische Panoramabad verbunden. Die Heizenergie bezieht die Landkreishalle vom Nahwärmenetz des Panoramabads.

Das Dach wurde 2007 neu gedämmt und mit einem rollnahtverschweißten Edelstahlblech versehen.



Bild: Kreissporthalle – Ostansicht



Bild: Kreissporthalle – Nordansicht

## 1.1 Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz

### 1.1.1 Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz in der TGA

Diese Maßnahmen beziehen sich vor allem auf die Sanierung der Bestandsanlagentechnik und Energieeffizienzmaßnahmen zur Technischen Gebäudeausrüstung

Nachfolgend werden dazu die Ergebnisse tabellarisch dargestellt.

Tabelle: Ergebnisse TGA

Beschreibung	Var. 0 Sanierung TGA	Var. 1 Energieeff. incl. Sanierung	Diff. Energieeff.
Einsparungen	16.003 €	17.323 €	1.320 €
Investition ohne Förderung	940.546 €	965.090 €	24.544 €
statische Amortisation ohne Förderung			18,6
Barwert			10.299 €

Tabelle Herstellkosten Sanierungsmaßnahmen im TGA Bereich

Pos	Beschreibung Sanierung	Anzahl	Schätzkosten brutto	
			EP [Euro]	GP [Euro]
	<b>Heizung</b>			
1	Demontagen	1	8925	8925
2	neuer Verteiler, Schieber, Einbauteile	4	9520	38080
3	Deckenstrahlheizung mit LED	1200	119	142800
4	Lüftungen neu	35000	12	416500
5	Umbauten	1	8925	8925
6	Druckhaltung neu	1	10115	10115
	<b>Hydraulische Optimierungen</b>			
1	Neue WMZ mit MBUS incl. Montage	4	1726	6902
2	Hydraulischer Abgleich	1	10115	10115
	<b>Regelungstechnik und GLT</b>			
1	Schaltschrank, Regelung, etc.	1	101150	101150
2	Aufschaltung auf GLT	1	8925	8925
	Summe anrechenbare Kosten			<b>752437</b>
	Planung/Nebenkosten	0,25	752437	<b>188109</b>
	<b>Summe</b>			<b>940546</b>

Tabelle Herstellkosten Energieeffizienzmaßnahmen im TGA Bereich

Pos	Beschreibung Maßnahmenpaket Energieeffizienz	Anzahl	Schätzkosten netto	
			EP [Euro]	GP [Euro]
	<b>Photovoltaik Anlage</b>			
1	PV Anlage in kWp	10	1428	14280
	<b>Elektroinstallation</b>			
1	Zählerschrank, Elektrische Einspeisung für PV	1	5355	5355
	Summe anrechenbare Kosten			<b>1900728</b>
	Planung/Nebenkosten	0,25	19635	<b>4909</b>
	<b>Summe</b>			<b>24544</b>

### 1.1.2 Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz im Bereich der Gebäudehülle

Diese Maßnahmen beziehen sich auf die Verbesserung der Bauhülle und ggfs. auf die Installation zusätzlicher Lüftungstechnik (aufgrund der gestiegenen Luftdichtigkeit oder aber aufgrund der Notwendigkeiten z.B. der Arbeitsstättenrichtlinie).

Zum Erreichen eines Effizienzgebäudes werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Wärmedämmverbundsystem an den Außenwänden mit 16 cm Dicke / Wärmeleitstufe 035
- Austausch der Fenster durch 3-Scheibenwärmeschutzverglaste Fenster mit einem  $U_W$ -Wert von  $0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Zusätzliche Flachdachdämmung mit 10 cm Dicke / Wärmeleitstufe 035
- Austausch der Zugangstüren durch Leichtmetallrahmentüren mit einem  $U_W$ -Wert von  $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Bauteil	U-Wert			Maßnahme
	IST	KfW förderfähige Einzelmaßnahme	KfW Effizienzgebäude	
		[ $T \geq 19^\circ\text{C}$ ]	[ $T \geq 19^\circ\text{C}$ ]	
Außenwände	$0,80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	$0,20 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	$0,19 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	WDVS Dicke 14 cm, WLS 035
Fenster	$4,30 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	$0,95 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	$0,90 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	Fensteraustausch 3-Scheibenwärmeschutzverglasung
Dach (nur Halle)	$0,24 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	$0,14 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	$0,14 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	zusätzlich 10 cm Dämmung WLS 035
Hauszugangstür	$5,50 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	$1,30 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	$1,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	Türaustausch, Leichtmetallrahmentür mit Verglasung

Tabelle: Maßnahmenübersicht

Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind KfW-förderfähige Einzelmaßnahmen.

Ein KfW-EG 70 wäre durch die vorgeschlagenen Maßnahmen im Bereich der Gebäudehülle zu erzielen. **Aufgrund des bestehenden Wärmeliefervertrages und der vorgeschlagenen Maßnahmen im TGA-Bereich wird beim Jahres-Primärenergiebedarf kein KfW Effizienzgebäude erreicht.**

Tabelle: Abschätzung der Investitionskosten für Bauhülle

Gebäude:	Beschreibung Sanierung	Anzahl	Schätzkosten brutto	
			EP [Euro]	GP [Euro]
	<b>Bauhülle</b>			
Kreissporthalle	Gesamtkosten MN Bauhülle	1	621209	621209
	Summe anrechenbare Kosten			<b>621209</b>
	Planung/Nebenkosten	0,25	621209	<b>155302</b>
	<b>Summe</b>			<b>776511</b>

Auf Basis dessen ergibt sich eine realistische statische Amortisationszeit von 35 Jahren, siehe nachfolgende Tabellen.

In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse für die Gebäudebezogenen Maßnahmen dargestellt – die sich im Rahmen der Berechnungen durch die DIN 18599 ergeben.

Tabelle Ergebnisse: nach ENEC

Berechnungsart	Kategorie	Einheit	Gebäude 1
	<b>Gebäude</b>		
Gebäudedaten	Nutzfläche des Gebäude	m <sup>2</sup>	2324
	Anzahl Nutzungszonen		6
Berechnung nach DIN 18599 - kein Abgleich mit realen Verbrauchsdaten	Endenergie im Istzustand	MWh/a	1257,4
	Endenergie im Sollzustand	MWh/a	570,8
	Einsparung an Endenergie	MWh/a	686,6
	Strom im Istzustand (TGA - Hottgenroth)	MWh/a	191,6
	Strom im Sollzustand (TGA - Hottgenroth)	MWh/a	162,9
	Einsparung an Strom	MWh/a	28,7
	Nutzwärme im Istzustand	MWh/a	829,8
	Nutzwärme im Sollzustand	MWh/a	294,1
	Einsparung an Nutzwärme	MWh/a	535,7
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> Faktor Strom	t/MWh	0,565
	CO <sub>2</sub> Faktor Nutzwärme	t/MWh	0,172
	CO <sub>2</sub> Strom	t/a	16,215
	CO <sub>2</sub> Nutzwärme	t/a	92,144
	Einsparung CO <sub>2</sub> Gesamt	t/a	108,359
Energiepreise	Preis Strom	Euro/MWh netto	82
	Preis Wärme	Euro/MWh netto	82
Wirtschaftlichkeit	Einsparung an Endenergiekosten	Euro/a	46008,6
	Einsparung an Stromkosten	Euro/a	2339,4
	Einsparung an Nutzenergiekosten	Euro/a	43669,3
	Energiebedingte Investitionen	Euro	776511
	Höhe der zu erwartenden Förderzuschüsse	Euro	0,0
	Gesamtamortisationszeit	Jahre	17

In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse für die Gebäudebezogenen Maßnahmen dargestellt – allerdings wurde die im Rahmen der DIN 18599 berechneten Daten noch mit den tatsächlichen Verbrauchsdaten abgeglichen

Tabelle Ergebnisse: mit verbrauchsgebundenem Abgleich

Berechnungsart	Kategorie	Einheit	Gebäude 1
	Gebäude		
Gebäudedaten	Nutzfläche des Gebäude	m2	2324
	Anzahl Nutzungszonen		6
Abgleich zu realen Verbrauchsdaten	Nutzwärme im Istzustand	MWh/a	255,4
	Nutzwärme im Sollzustand	MWh/a	167,9
	Einsparung an Nutzwärme	MWh/a	87,5
	Strom im Istzustand	MWh/a	25,7
	Strom im Sollzustand	MWh/a	23,0
	Einsparung Strom	MWh/a	28,7
CO2	CO2 Faktor Strom	t/MWh	0,565
	CO2 Faktor Nutzwärme	t/MWh	0,172
	CO2 Strom	t/a	16,215
	CO2 Nutzwärme	t/a	15,057
	Einsparung CO2 Gesamt	t/a	31,271
Energiepreise	Preis Strom	Euro/MWh netto	82
	Preis Wärme	Euro/MWh netto	82
Wirtschaftlichkeit	Einsparung Strom	Euro/Jahr netto	2339
	Einsparung Wärme	Euro/Jahr netto	7136
	Einsparung Gesamt	Euro/Jahr netto	9475
	Energiebedingte Investitionen	Euro	776511
	Höhe der zu erwartenden Förderzuschüsse	Euro	0
	Gesamtamortisationszeit	Jahre	82

**Bemerkung:** Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen differieren stark, weil die Ergebnisse durch die ENEV ein standardisiertes Gebäude mit standardisierten Berechnungsmethoden darstellt. Dieses Verfahren dient auch hauptsächlich der Beurteilung einer grundsätzlichen Förderwürdigkeit.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Abgleich auf die tatsächlichen Verbrauchsdaten (ermittelt aus Rechnungsdaten der EVU) stellt die tatsächlich zu erwartenden Einsparungen realer dar.

## 1.2 Vorgeschlagenes Umsetzungsprogramm

Generell müssen alle genannten Maßnahmen im Rahmen einer Detailplanung zur Ausführungsreife geführt werden, falls die Entscheidung zur Umsetzung fällt. Die derzeitigen Angaben sind vorläufige Daten und dürfen keinesfalls zur unmittelbaren Umsetzung genutzt werden.

Auf Basis der in Kapitel 1.1 vorgeschlagenen Maßnahmenpakete, muss der Landkreis entscheiden, welche dieser Maßnahmen im Detail ausgeplant werden sollen.

Anschließend kann eine Detailplanung der Maßnahmen erfolgen.  
Auf Basis der Detailanalyse kann die Umsetzung und dann auch das Controlling des Erfolgs erfolgen.

Insbesondere der Nachweis und das Energiecontrolling sind zwingend zur nachhaltigen Erreichung der Einsparungen aus unserer Sicht zwingend notwendig.

Der Ablauf wird in nachfolgendem Bild nochmals grafisch dargestellt:

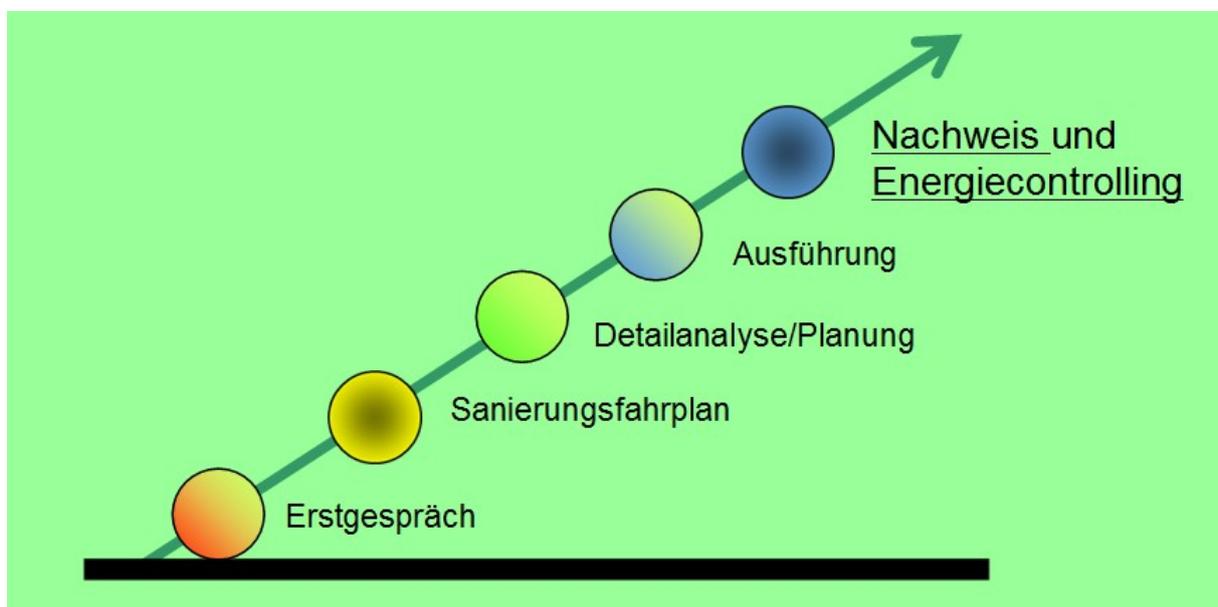


Bild: Ablauf Energieeffizienzprojekt

## 2. Hintergrund

### 2.1 Allgemeine Informationen über die Liegenschaft, den Energieberater und die Methodik

Die Daten sind nach den Vorgaben der EnEV und DIN V 18599 ermittelt. Für die Berechnung des Energiebedarfs ist das in der EnEV genannte Berechnungsverfahren zugrunde gelegt.

Als Ziele des Sanierungsfahrplans wurden mit dem Kunden vereinbart:

- Maßnahmen im Bereich der Wärmeerzeugung, der Wärmeverteilung, der Hydraulik zu identifizieren
- Der regelungstechnische Bestand ist zu prüfen
- Anlagentechnische Schwachpunkte zu benennen
- Die Einsparungen und die Kosten für die Sanierung der Bauhülle zu berechnen
- Schwachpunkte im Bereich der Bauhülle zu identifizieren

Nicht in diesem Bericht enthalten sind:

- Die Einsparungen und die Kosten für die Sanierung der Bauhülle zu berechnen
- Schwachpunkte im Bereich der Bauhülle zu identifizieren

Diese Inhalte werden gesondert im jeweiligen gebäudebezogenen Bericht dargestellt.

Nicht im Sanierungsfahrplan enthalten sollen sein:

- Maßnahmen für Beleuchtungssanierung, weil diese derzeit schon auf LED-Beleuchtung umgerüstet wird.

Fa. iecos ist seit dem Jahr 2002 auf dem Markt aktiv. Hr. Schmid als alleiniger Inhaber der Fa. iecos hat folgenden Erfahrungs- – und Wissenshintergrund:

- Ing. für Energietechnik, TGA und Wirtschaftsingenieur
- 23 Jahre Berufserfahrung im Bereich Energieeffizienz
- Seit 2002 selbstständig mit der Fa. iecos
- Planen, bauen, optimieren von Anlagentechnik
- Nachgewiesene Einsparungen zw. 20-50% der Energiekosten
- Statische Amortisation im Schnitt 5 Jahre

In der Vergangenheit wurden folgende Gebäudearten optimiert:

- Industrie und Gewerbe
- Schwimmbäder
- Schulen
- Turnhallen
- Kulturzentrum
- Pflegeheime
- Universitätsgebäude
- Krankenhäuser
- Autohäuser

## **2.2 Kontext des Sanierungsfahrplans**

Der Landkreis Freudenstadt möchte grundsätzlich seine Gebäude auf einen energetisch sehr guten Stand bringen. Die Erstellung eines Sanierungsfahrplanes ist weiterer Schritt auf dem Weg dahin.

## **2.3 Relevante Normen und Vorschriften**

Der Sanierungsfahrplan ist gemäß den Vorgaben der DIN EN 16247 aufgebaut.

Ansonsten werden im Rahmen des Sanierungsfahrplans folgende Normen und Richtlinien relevant:

- Gesetze z.B. EWärmeG oder EEG
- ENEC und DIN V 18599
- DIN-Normen wie z.B. die DIN 19643
- VDI 6022
- Arbeitsstättenrichtlinien

### **3. Sanierungsfahrplan**

#### **3.1 Beschreibung des Sanierungsfahrplans, Anwendungsbereich, Ziel und Gründlichkeit, Zeitrahmen und Zeitgrenzen**

Die Inhalte und der Anwendungsbereich des Berichts sind schon in Kapitel 2.1 dargestellt.

Ziel und Gründlichkeit:

Die Einsparungen und Kosten sollen mit einer Genauigkeit von +/-30% Toleranz ermittelt werden.

Zeitrahmen und Grenzen:

Der Sanierungsfahrplan soll spätestens bis 30.11.2020 fertiggestellt werden.

#### **3.2 Informationen zur Datenerfassung für die Liegenschaft**

##### **3.2.1 Energie Rechnungsdaten**

Wesentlich für den Sanierungsfahrplan sind die Energieverbrauchsdaten und Energierechnungen für Nutzwärme, und Strom der Jahre 2017-2019. Die Daten sind von Fa. Iecos gespeichert worden und können bei Bedarf angefordert werden.

Um eine Vergleichbarkeit der Daten von IST Situation zu Soll Situation zu ermöglichen wurde im Bericht der Nutzwärmebedarf über den Gasverbrauch und den Jahresnutzungsgrad berechnet.

##### **3.2.2 Lastgangdaten**

Stromlastgänge standen für das Jahr 2019 zur Verfügung. Aus diesem Grund wurden die Lastgänge für Nutzwärme über Vergleichsgebäude berechnet.

##### **3.2.3 Meßdaten**

Messungen wurden in Form von Temperaturmessungen vor Ort durchgeführt.

##### **3.2.4 Gebäudeleittechnik**

Gebäudeleittechnik ist keine vorhanden.

## 4. Energieverbräuche und Kosten der gesamten Liegenschaft

Nachfolgend werden die Verbräuche für das Gebäude dargestellt.

Die Originaldaten wurden in Form von Rechnungen seitens des Kunden zur Verfügung gestellt und wurden von Fa. iecos eingescannt und anschließend aufbereitet. Die Quelldaten sind bei Bedarf jederzeit bei Fa. iecos erhältlich.

Die Energiekosten setzen sich zusammen aus Kosten für Nutzwärme, Holzhackschnitzel und Strom.

### 4.1 Energiepreise für Wärme und Strom

Die Referenzenergiepreise für Wärme und Strom wurden auf Basis des Jahres 2019 ermittelt:

Tabelle: Referenzpreis Nutzwärme

Energiepreis Stand 31.12.2019: auf Basis Energieabrechnung Jahr 2019			
alle Preise brutto			
Benennung Leistungskomponenten	Data	Einheit	Bemerkung
Verbrauch	39,28692	MWh/a	Nahwärme SW FDS
Kosten brutto	3202,47	Euro brutto	
Mischpreis brutto	81,51491641	Euro brutto/MWh	
FW Arbeitspreis	81,51491641	Euro brutto/MWh	
FW Leistungspreis	0	Euro brutto/ kW	
FW Messpreis	0	Euro	

Tabelle: Referenzpreise Strom

Preisstand 31.12.2019			
Mischpreisbildung brutto			
Benennung	Jahreskosten	Stromverbrauch	Mischpreis brutto
	[Euro/brutto]	[MWh]	[Euro/MWh]
Strom vom EVU	915,66	3,943	232,224

## 4.2 Nutzwärmeverbrauch der gesamten Liegenschaft

### 4.2.1 Jährlicher Wärmeverbrauch

Die Liegenschaft wurde in den Jahren 2017 bis 2019 mit Nahwärme von den SW Freudenstadt beheizt.

Nachfolgende Tabelle stellt die Verbräuche dar.

Die monatlichen Werte wurden auf Basis eines Basislastgangs berechnet, dessen Summe der Verbräuche dann letztlich wieder den Gesamtjahresverbrauch widerspiegelt.

Tabelle: Nutzwärmeverbräuche

Zeitraum		monatl. GTZ	Summe GTZ	Kreissporthalle FDS - nach Zählerstände	
Jahr	Monat	[GT]	[GT]	monatl. Wärme [MWh]	monatl. Kennwert [kW/K]
2017	Jan	737,2	737,2	48,2	2,7
	Feb	490,4	1227,6	39,7	3,4
	Mrz	430,3	1657,9	27,5	2,7
	Apr	423,5	2081,4	18,6	1,8
	Mai	208,9	2290,3	10,5	2,1
	Jun	62	2352,3	9,9	6,7
	Jul	76,5	2428,8	9,2	5,0
	Aug	72,9	2501,7	10,3	5,9
	Sep	271,5	2773,2	8,9	1,4
	Okt	308,8	3082	14,6	2,0
	Nov	512,4	3594,4	39,2	3,2
	Dez	621,7	4216,1	12,1	0,8
2018	Jan	540,1	540,1	38,9	3,0
	Feb	677,3	1217,4	49,8	3,1
	Mrz	570	1787,4	40,4	3,0
	Apr	249,9	2037,3	10,8	1,8
	Mai	169,1	2206,4	8,2	2,0
	Jun	67,7	2274,1	8,3	5,1
	Jul	13,1	2287,2	8,2	26,2
	Aug	41,8	2329	10,1	10,0
	Sep	142,1	2471,1	10,3	3,0
	Okt	297,1	2768,2	10,8	1,5
	Nov	468,2	3236,4	36,5	3,2
	Dez	563,4	3799,8	40,8	3,0
2019	Jan	689,4	689,4	47,7	2,9
	Feb	457,8	1147,2	38,7	3,5
	Mrz	475,6	1622,8	32,1	2,8
	Apr	383,8	2006,6	17,4	1,9
	Mai	348,1	2354,7	19,6	2,4
	Jun	66	2420,7	0,5	0,3
	Jul	51,7	2472,4	0,0	0,0
	Aug	34,8	2507,2	0,0	0,0
	Sep	196,1	2703,3	2,9	0,6
	Okt	305,4	3008,7	6,5	0,9
	Nov	505,6	3514,3	39,7	3,3
	Dez	536,6	4050,9	39,3	3,1
2017		4.216		248,718	2,5
2018		3.800		273,185	3,0
2019		4.051		244,418	2,5
GTZ	Freudenstadt				

**Bemerkung:** Wetterstation des DWD für die verwendeten Gradtagzahlen: Freudenstadt

Nachfolgend wird dieses Zahlenmaterial in Tabellenform und grafisch dargestellt.

Tabelle: Jährliche Nutzwärmeverbräuche und Gradtagzahlen

Jahr	Gradtage [GT]	Nahwärmeverbrauch		
		Verbrauch [MWh]	Kennwert [kW/K]	Änderung Kennwert in % [%]
2017	4216	249	2,46	
2018	3800	273	3,00	21,86
2019	4051	244	2,51	-16,08

Quelle Gradtagzahlen: DWD Station Freudenstadt

Nachfolgend werden die Jahreswerte (Summenverbrauch von Nutzwärme in einem Diagramm dargestellt.

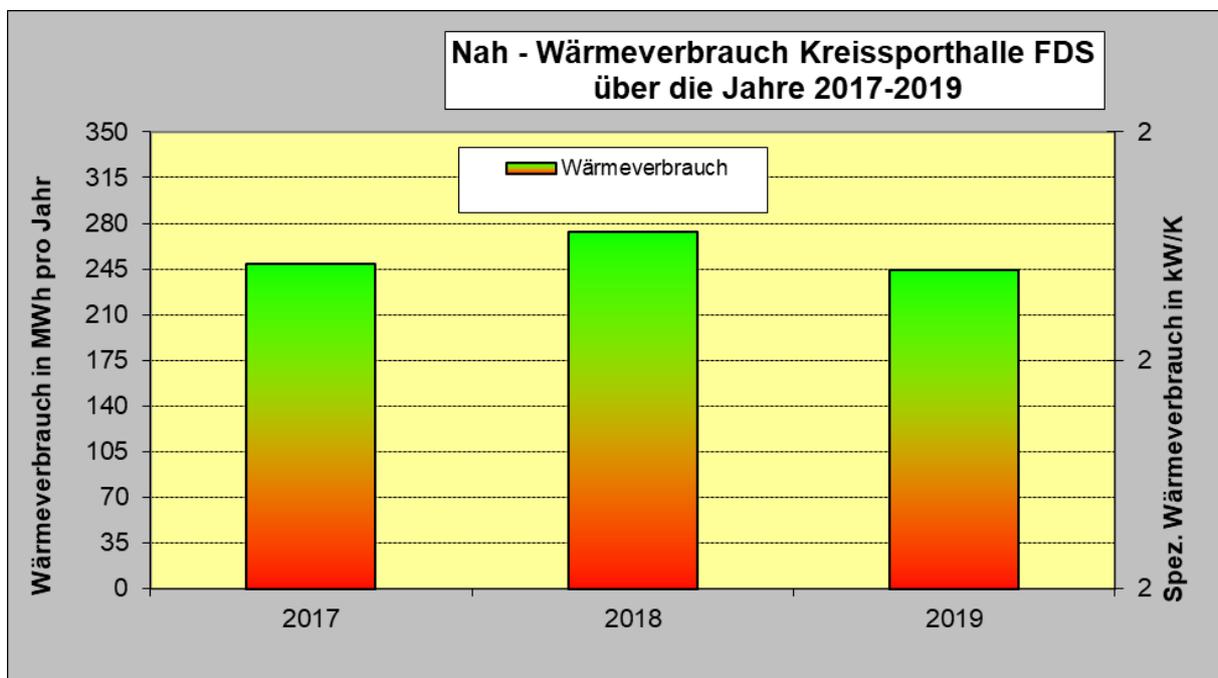


Bild: Nutzwärmeverbräuche über die Jahre 2017 bis 2019

### 4.2.2 Monatlicher Nutzwärmeverbrauch

Nachfolgend werden die monatlichen Nutzwärmeverbräuche der Jahre 2018-2019, in Abhängigkeit der Gradtagzahlen, grafisch dargestellt. Die monatlichen Werte wurden über den Jahresverbrauch berechnet.

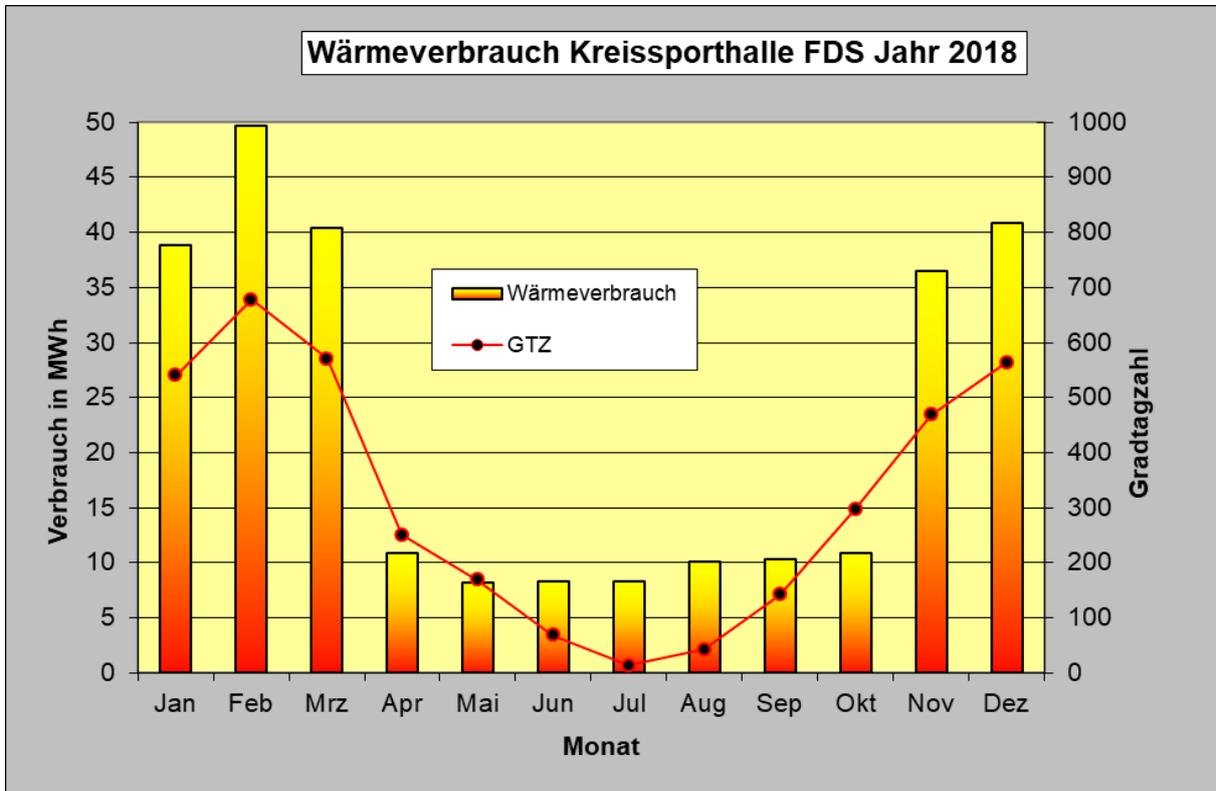


Bild: Nutzwärmeverbrauch über die Monate des Jahres 2018

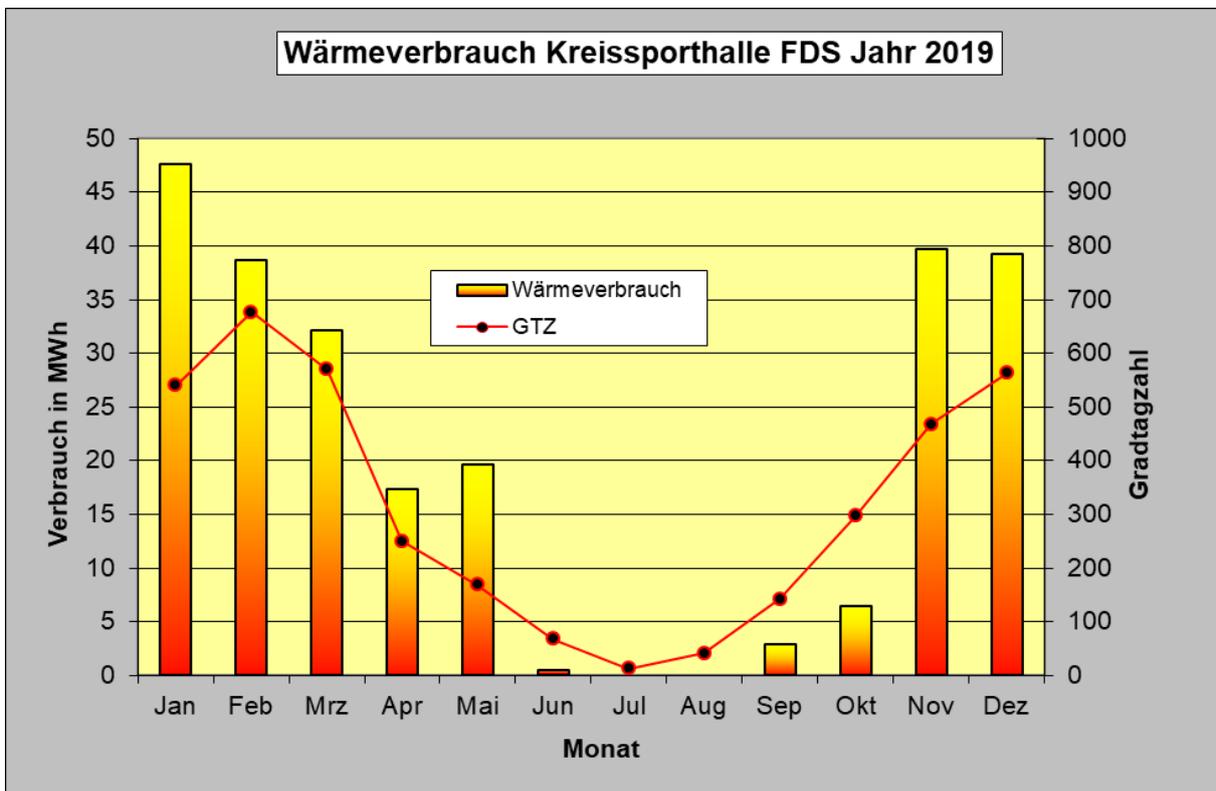


Bild: Nutzwärmeverbrauch über die Monate des Jahres 2019

## 4.3 Stromverbrauch der gesamten Liegenschaft

### 4.3.1 Jährlicher Stromverbrauch

Für die Liegenschaft steht umfangreiches Datenmaterial zur Verfügung:

- Stromrechnungen für die Jahre 2017 bis 2019
- Stromlastgangdaten des Jahres 2019

Tabelle: Stromverbräuche

Zeitraum		Kreissporthalle FDS - Rechnungsdaten	
Jahr	Monat	monatl. Strom [MWh]	Summe Strom [MWh]
2017	Jan	3,687	3,7
	Feb	2,968	6,7
	Mrz	2,485	9,1
	Apr	1,407	10,5
	Mai	1,979	12,5
	Jun	0,888	13,4
	Jul	1,089	14,5
	Aug	0,408	14,9
	Sep	1,096	16,0
	Okt	1,971	18,0
	Nov	3,373	21,4
	Dez	3,086	24,4
2018	Jan	3,317	3,3
	Feb	3,563	6,9
	Mrz	3,043	9,9
	Apr	1,293	11,2
	Mai	1,487	12,7
	Jun	1,220	13,9
	Jul	0,963	14,9
	Aug	0,522	15,4
	Sep	1,199	16,6
	Okt	2,350	19,0
	Nov	3,287	22,2
	Dez	2,869	25,1
2019	Jan	3,9	3,9
	Feb	3,3	7,3
	Mrz	3,0	10,3
	Apr	2,1	12,4
	Mai	2,0	14,4
	Jun	1,4	15,7
	Jul	1,5	17,2
	Aug	0,4	17,6
	Sep	1,3	18,9
	Okt	2,3	21,2
	Nov	3,2	24,5
	Dez	3,1	27,5
Gesamt 2017		24,437	
Gesamt 2018		25,113	
Gesamt 2019		27,5	

**Zusammengefasst ergeben sich folgende Jahreswerte**

Tabelle Strombezug vom EVU:

Jahr	Strombezug vom EVU Liegenschaft [MWh/a]	Veränderung in % [%]
2017	24,4	
2018	25,1	2,8%
2019	27,5	9,5%

Nachfolgend werden die Jahreswerte in einem Diagramm dargestellt.

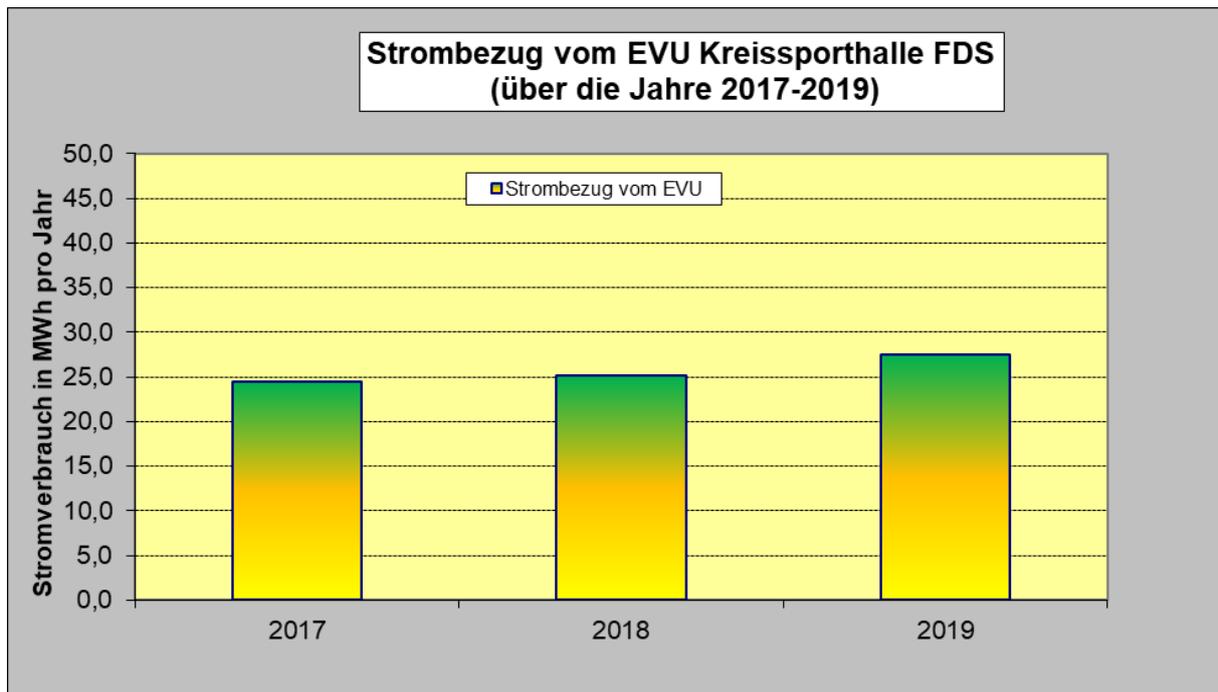


Bild: Stromverbräuche über die Jahre 2017 bis 2019

Der Stromverbrauch, der im Rahmen der EVU Rechnungen verrechnet wird, ist sehr niedrig.

#### 4.3.2 Monatlicher Stromverbrauch

Nachfolgend werden die monatlichen Stromverbräuche der Jahre 2018-2019 grafisch dargestellt.

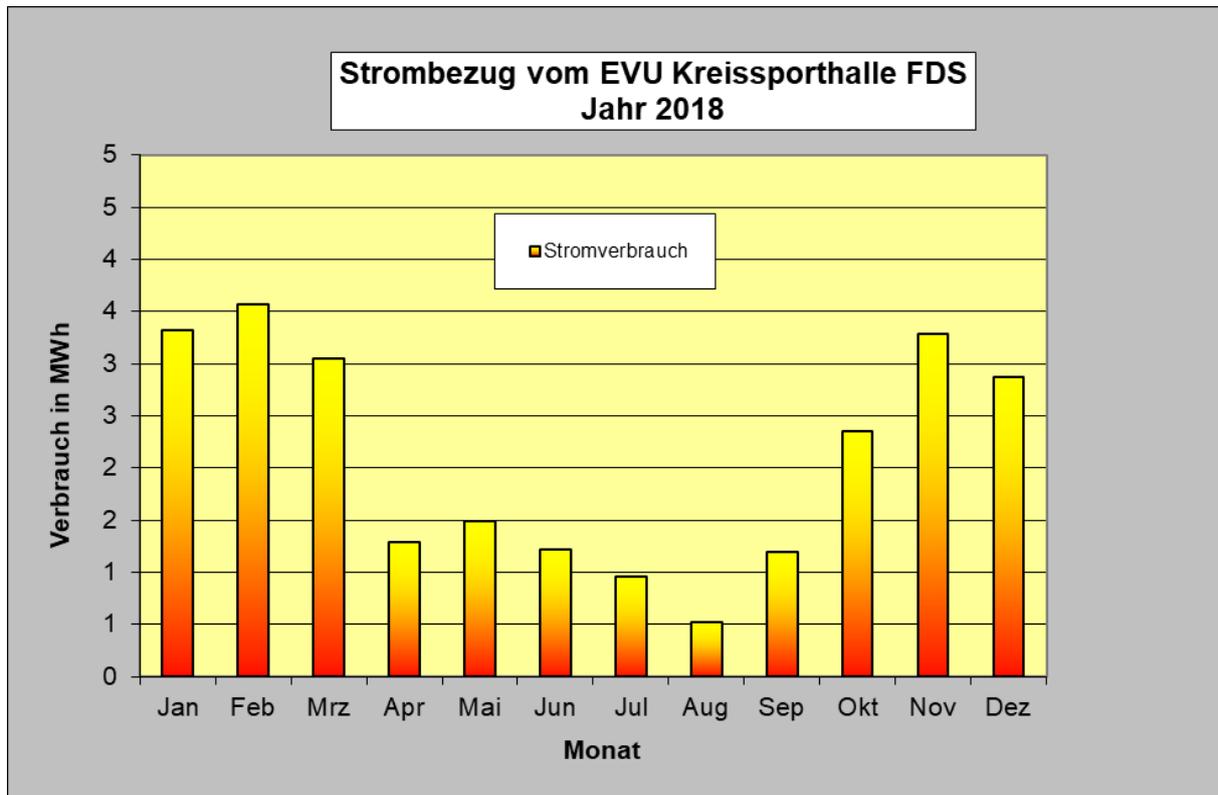


Bild: Stromverbrauch über die Monate des Jahres 2018

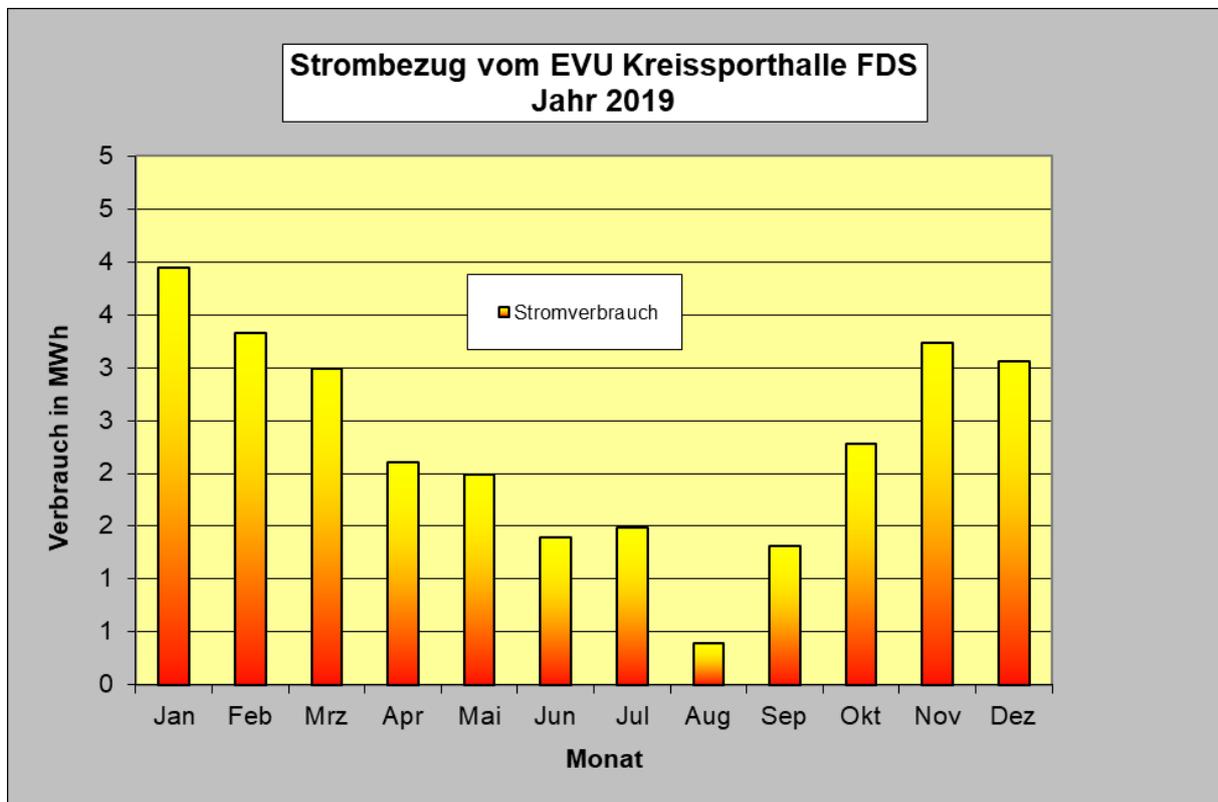


Bild: Stromverbrauch über die Monate des Jahres 2019

## 4.4 Lastgangauswertung

### 4.4.1 Lastgang Nutzwärme

Lastgangdaten für Nutzwärme standen nicht zur Verfügung. Allerdings wurden die Lastgänge über einen „Standardlastgang“ eines Gebäudes mit ähnlicher Nutzung berechnet.

Nachfolgend werden die dargestellt.

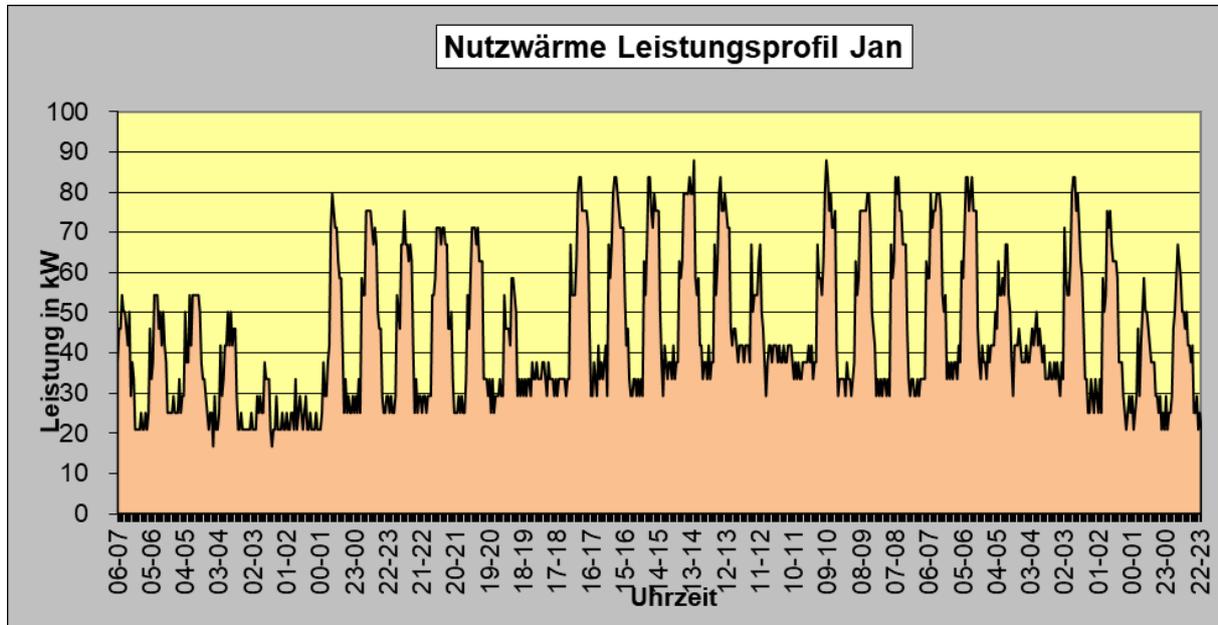


Bild: Lastgang Nutzwärme Januar 2019

Der Lastgang dient zur Auslegung von alternativen Energieerzeugern und zur Bestimmung von Laufzeiten etc..

### 4.4.2 Lastgang Strom

Wie schon erwähnt standen Lastgänge für Strom für das Jahr 2019 zur Verfügung.

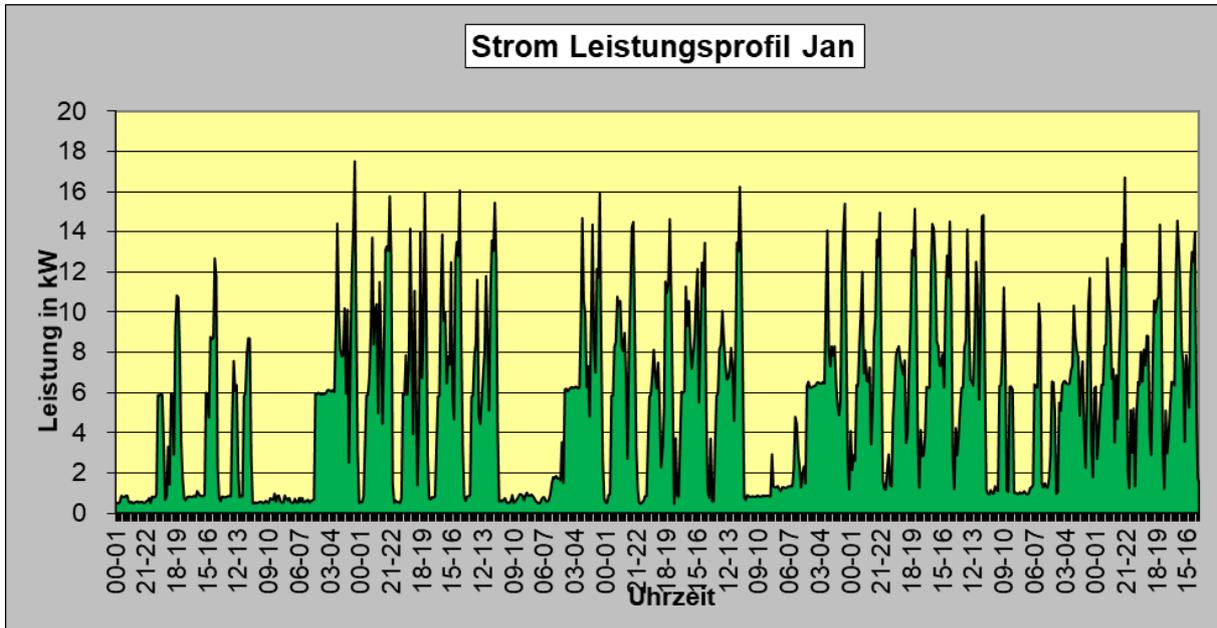


Bild: Lastgang Strom Januar 2019

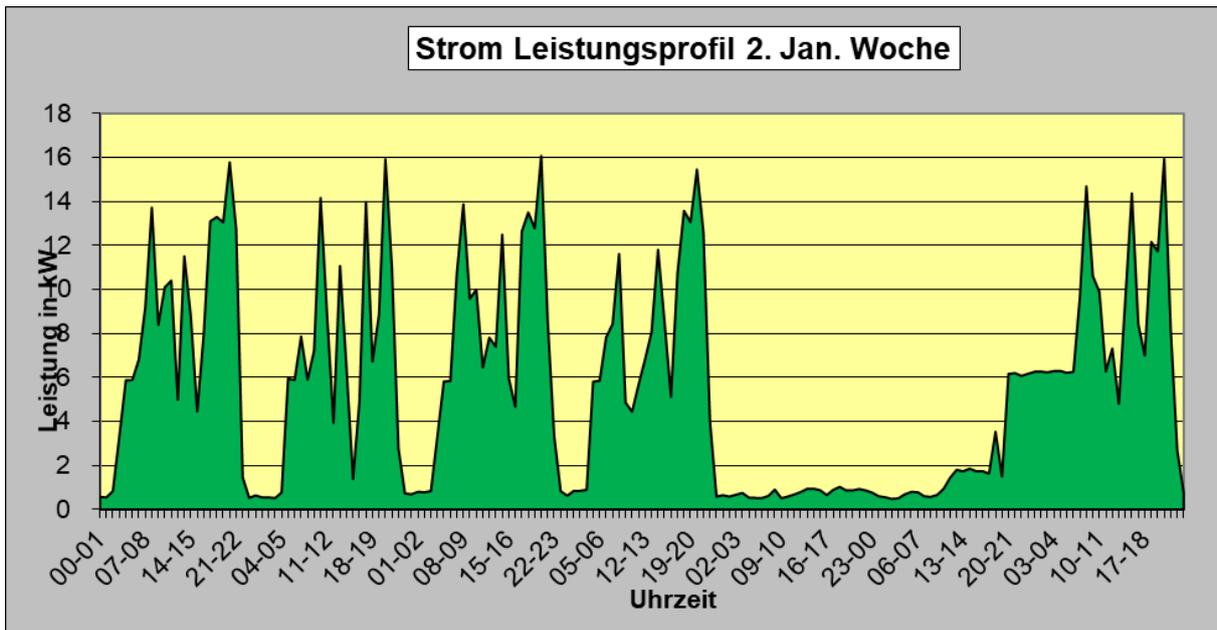


Bild: Lastgang Strom 2. Januarwoche 2019

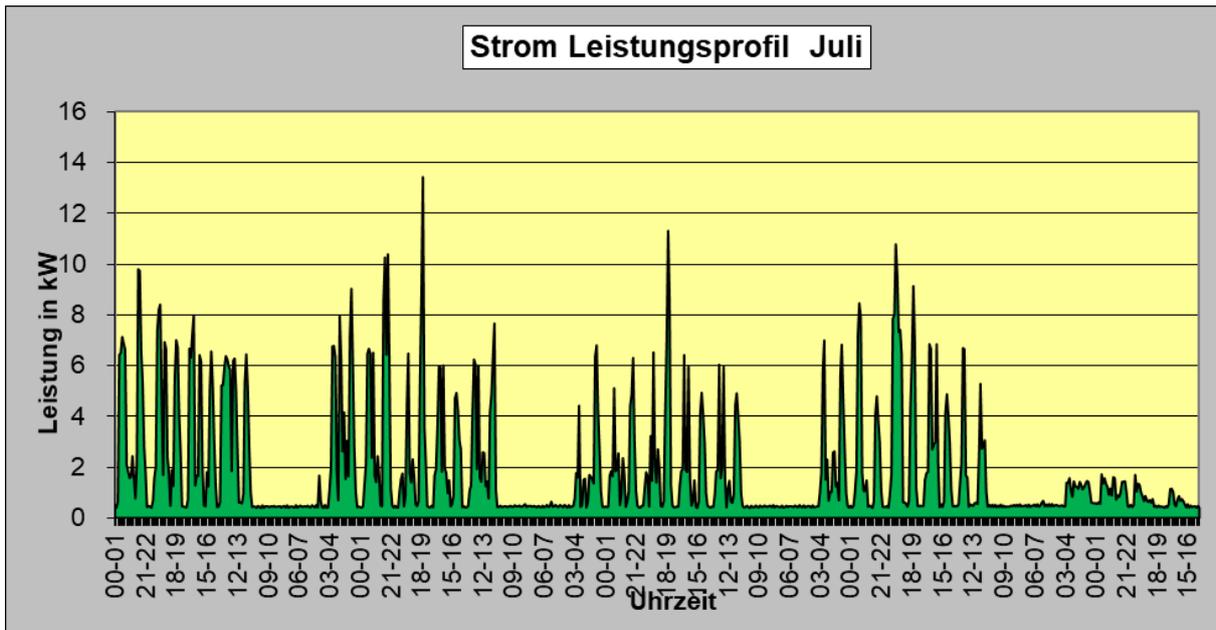


Bild: Lastgang Juli 2019

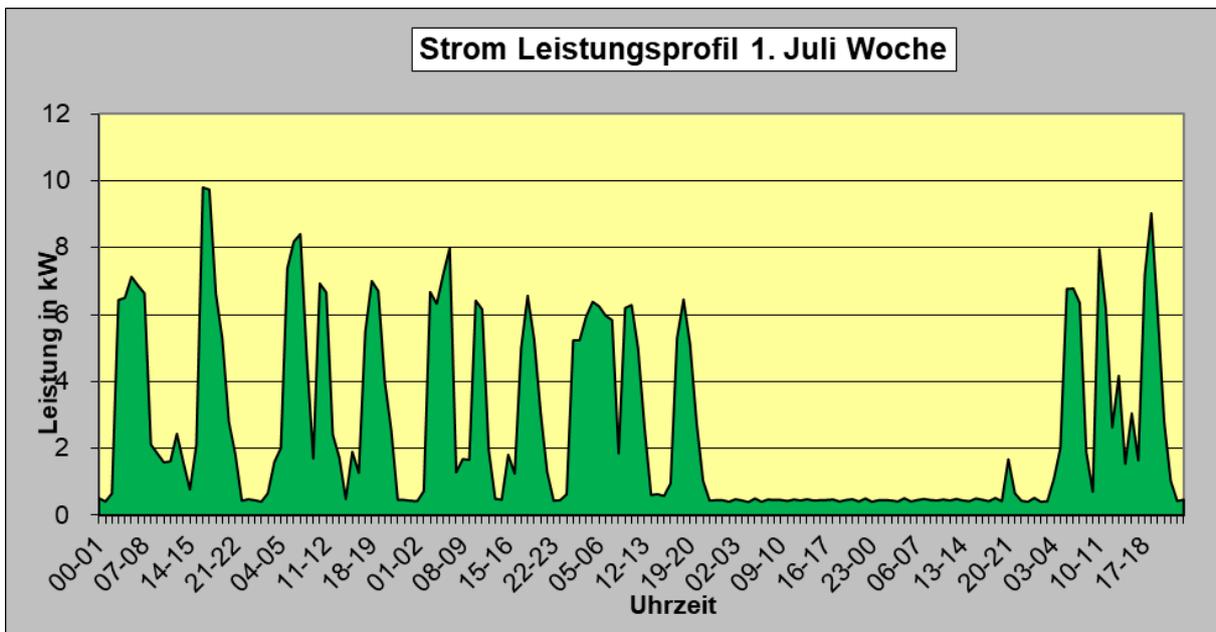


Bild: Lastgang 1. Juliwoche 2019

**Fazit:**

- Grundlast Strom liegt im Bereich 1 kW.
- Die maximalen Lasten bewegen sich im Bereich von etwas über 15-20 kW.

## 4.5 Vergleichsgrundlage für Nutzwärme und Strom Gebäude

Die Baseline dient als Grundlage für die Energieeinsparberechnungen und einen evtl. Nachweis der Einsparungen. Als Baselinejahr wurden für alle Energiearten der Mittelwert der Jahre 2017-2019 definiert.

### 4.5.1 Vergleichsgrundlage Nutzwärme

Nachfolgend werden die Baselineverbräuche für Nutzwärme tabellarisch dargestellt.

Tabelle: Baseline Nutzwärme

Monat	monatl. GTZ	Kreissporthalle FDS		
	[GT]	monatl. Wärme [MWh]	monatl. Kennwert [kW/K]	Bemerkung
Jan	655,6	34,4	2,2	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Feb	541,8	35,6	2,7	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Mrz	492,0	36,4	3,1	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Apr	352,4	22,1	2,6	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Mai	242,0	16,0	2,8	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Jun	65,2	8,3	5,3	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Jul	47,1	2,5	2,2	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Aug	49,8	2,3	2,0	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Sep	203,2	10,9	2,2	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Okt	303,8	19,3	2,7	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Nov	495,4	31,1	2,6	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Dez	573,9	36,5	2,7	Mittelwert der Jahre 2017-2019
Summe	4022,3	255,4	2,6	Mittelwert der Jahre 2017-2019

Nachfolgend wird der Nutzwärmeverbrauch grafisch dargestellt:

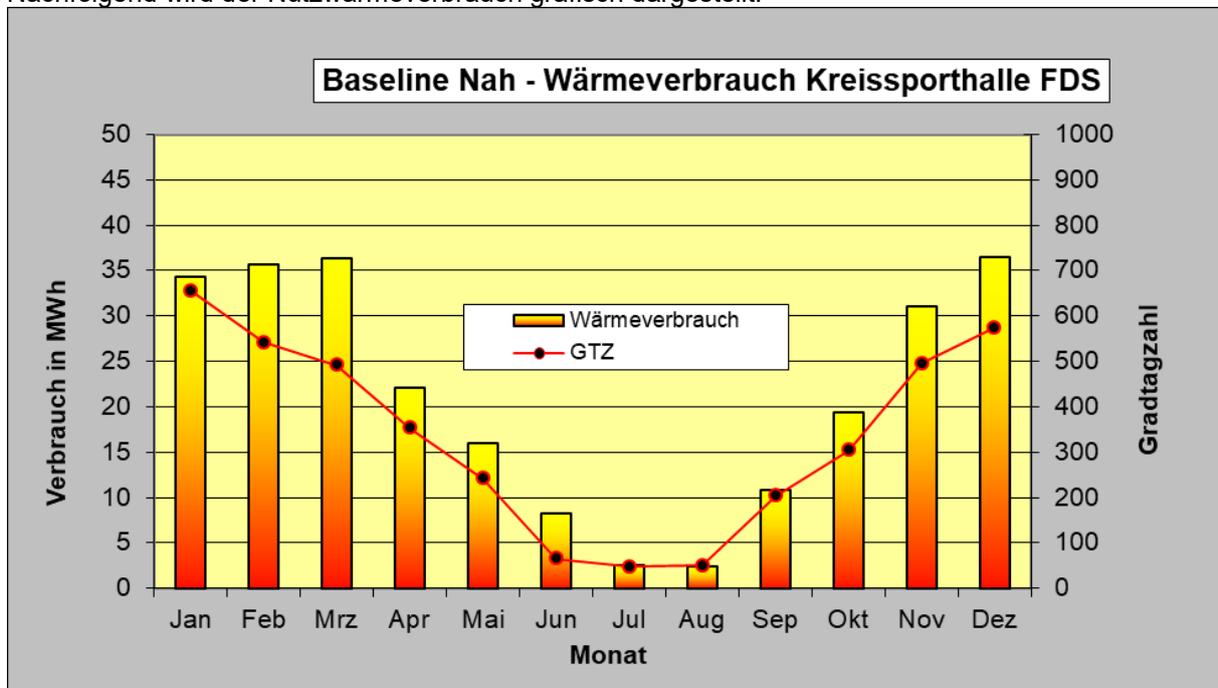


Bild: Vergleichsgrundlage Nutzwärmeverbrauch

#### 4.5.2 Vergleichsgrundlage Strom für die gesamte Liegenschaft

Nachfolgend werden die Baseline Stromverbräuche tabellarisch dargestellt.

Tabelle: Baseline Strom:

Jahr	Stromverbrauch Liegenschaft [MWh/a]	Bemerkung
Jan	3,7	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Feb	3,1	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Mrz	2,8	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Apr	2,0	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Mai	1,9	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Jun	1,3	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Jul	1,4	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Aug	0,4	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Sep	1,2	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Okt	2,1	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Nov	3,0	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Dez	2,9	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019
Summe	25,69	Verbrauch Mittelwerte Jahre 2017-2019

Nachfolgend werden Strombezug und Stromlieferung nochmals grafisch dargestellt:

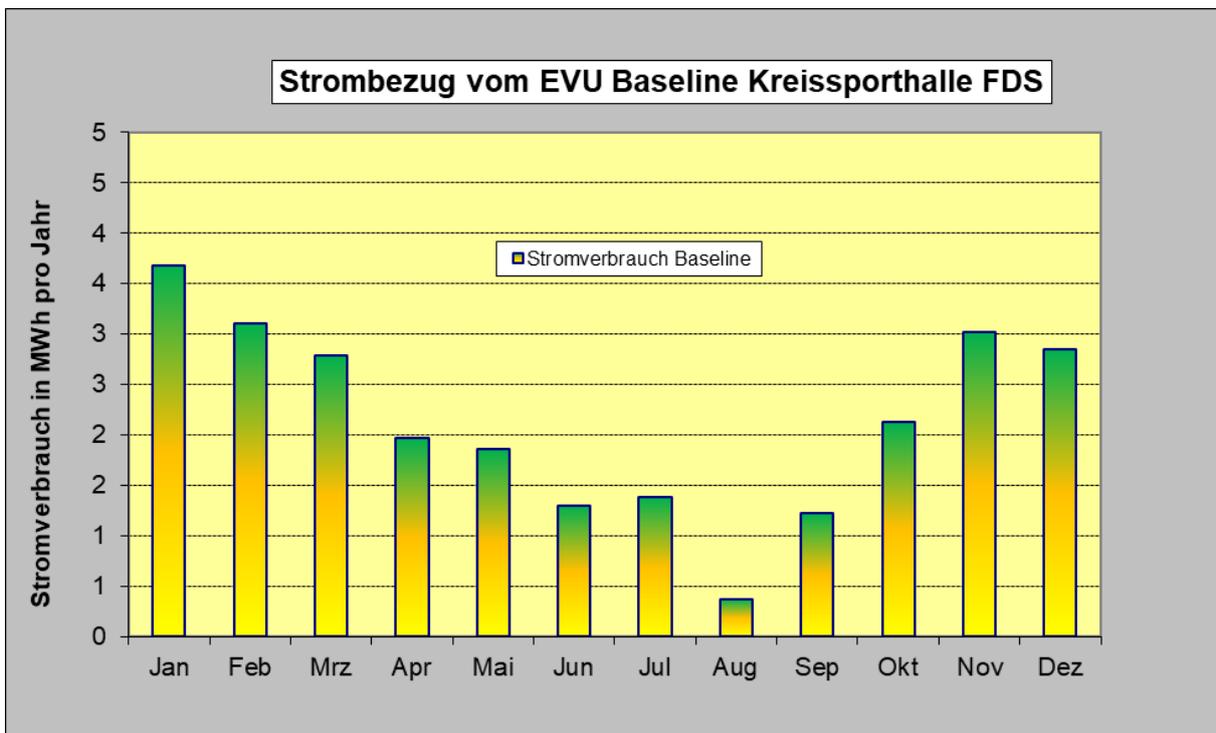


Bild: Vergleichsgrundlage Strombezug vom EVU für die gesamte Liegenschaft

#### 4.6 Energiebilanz Liegenschaft IST Situation - Visualisierung

Nachfolgend werden in übersichtlichen Diagrammen die Kosten und Verbräuche anhand von Kuchendiagrammen visualisiert.

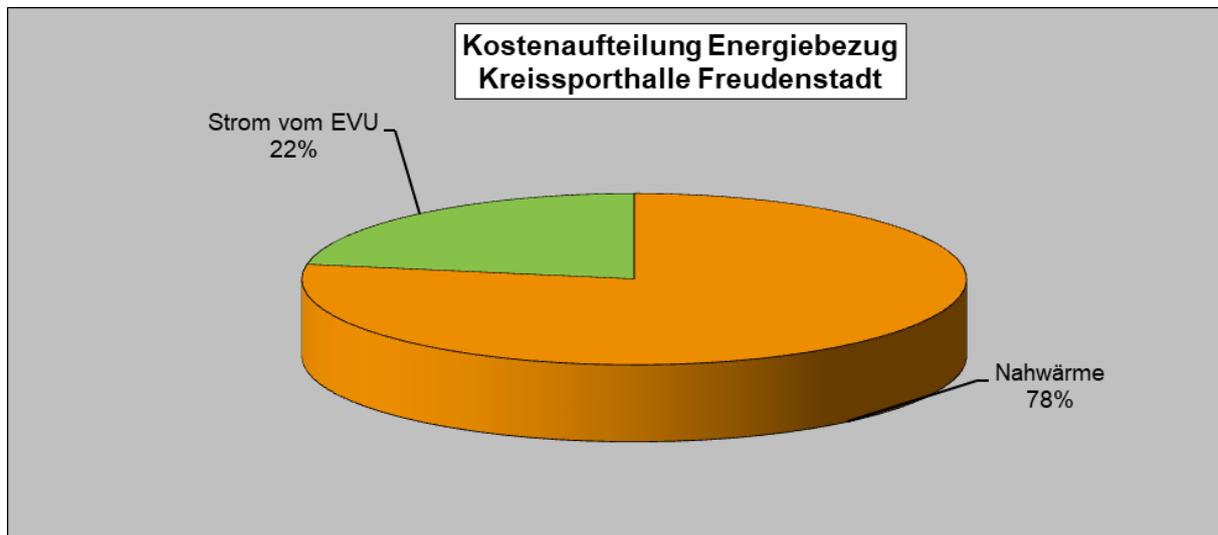


Bild: Kostenaufteilung Kreissporthalle Freudenstadt (auf Basis der Baseline Daten)

#### 4.7 Primärenergiefaktor IST

Die Wärme für die Kreissporthalle wird vom Panoramabad geliefert.

Als Primärenergiefaktor wurde iecos ein Wert von 0,51 mitgeteilt.

Ein entsprechendes Zertifikat liegt nicht vor.

Die Heizungszentrale der Stadtwerke wurde auch nicht begangen.

## 5. Iststand Anlagentechnik Liegenschaft

### 5.1 Wärmeübergabe

Die Kreissporthalle wird mit Wärme von den Stadtwerken, vom Panoramabad aus, versorgt. Eine separate Wärmeerzeugung ist derzeit nicht vorhanden.

Eine Wärmeübergabestation ist nicht vorhanden. Der Wärmemengenzähler ist im Panoramabad verbaut.

### 5.2 Wärmeverteilung in der Liegenschaft

Die Heizungsverteilung erfolgt über eine Heizungshauptverteilung.

In nachfolgender Tabelle sind die Heizungsverteiler, deren Standorte und deren Baujahr dargestellt:

Tabelle: Heizungsverteiler

Pos	Wärmeerzeugung	Baujahr	Alter	Zustandsbeurteilung (in Bezug auf Restlaufzeit)	Nutzungsdauer (Mittelwert)	Restlaufzeit	Gas/ÖL/Holz Leistung (kW)
		[ ]	[Jahre]		[Jahre]	[Jahre]	
1	Nahwärme von Heizzentrale Panoramabad	1981	39	abgängig	20	abgängig	

Pos	Heizungsverteiler oder Pumpengruppe	Baujahr	Alter	Zustandsbeurteilung	Nutzungsdauer (Mittelwert)	Restlaufzeit	Standort Gebäude
		[ ]	[Jahre]		[Jahre]	[Jahre]	
1	Heizungshauptverteiler	1981	39	akuter Sanierungsbedarf, abgängig	20	abgängig	Lüftungszentrale

Nachfolgend die Heizung schematisch dargestellt.

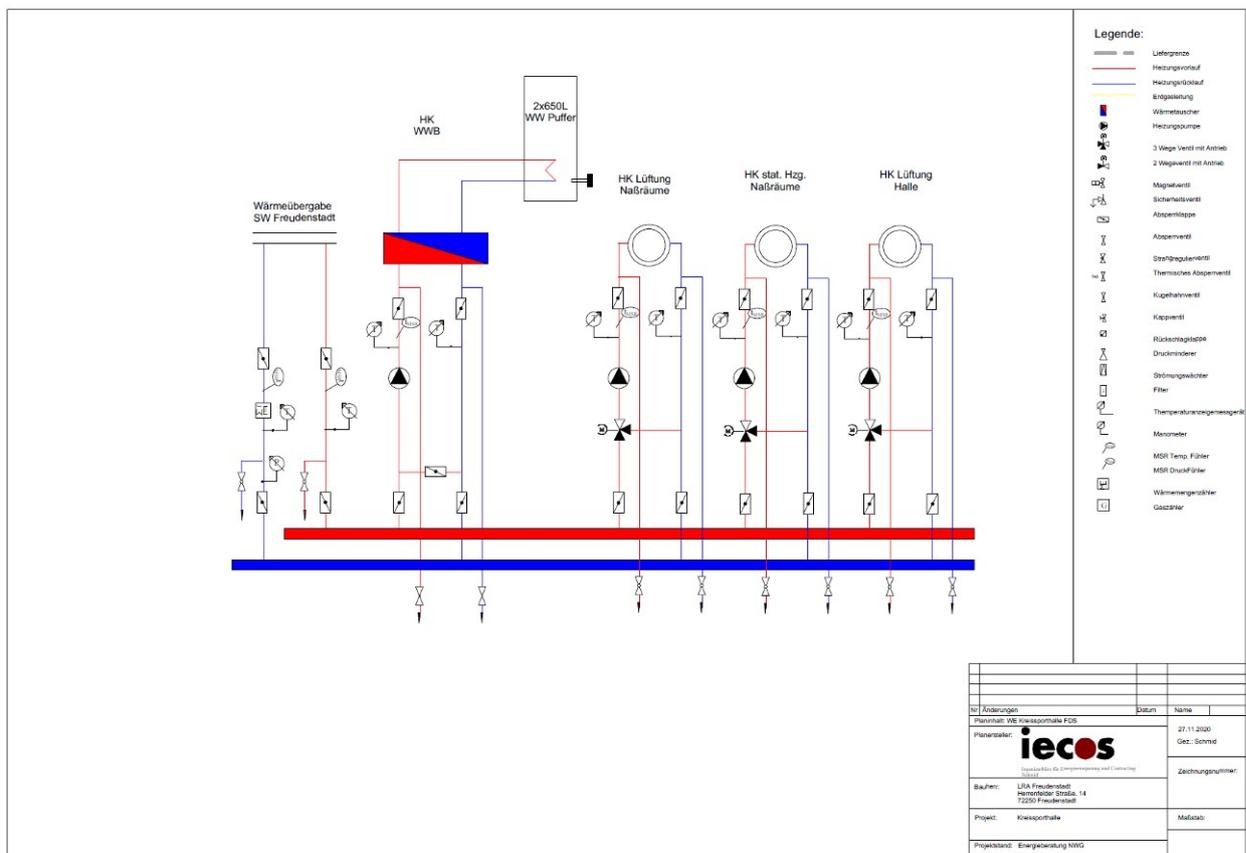


Bild: Schema Wärmeübergabe und Heizungsverteilung Kreissporthalle



Bild: Heizungsverteilung Kreissporthalle

Für die Heizungspumpen in der Liegenschaft wurden folgende Stromverbräuche ermittelt:

Tabelle: Stromverbrauchsermittlung Heizungspumpen

Position	Benennung	Leistung	Pumpe			Betriebszeit	Betriebsleistung	Stromverbrauch
			Förderhöhe	Vol.Str.	Typ			
Heizungshauptverteiler 1		[W]	[m]	[m <sup>3</sup> /h]		[h/a]	[W]	[kWh]
1	Boiler Ladepumpe	330			Wilo Top S50/4	6000,0	330,0	1980,0
2	Lftg Naßräume	300			KSB Rio	2500,0	300,0	750,0
3	HK Naßräume	100			Grundfos UPS 25-40	6000,0	100,0	600,0
4	Lftg Halle	500			Wilo Stratos 65/1-9	2500,0	500,0	1250,0
	Summe							2730,0

### 5.3 Warmwasserbereitung Liegenschaft

Die Warmwasserbereitung erfolgt über ein Speicherladesystem und 2x650L Pufferspeicher



Bild: Speicherladesystem mit Puffer

**Bemerkung:** Der 2. Puffer ist verdeckt.

## 5.4 Lüftungstechnik für die Liegenschaft

In der Kreissporthalle sind 2 Lüftungsanlagen verbaut:

- Lüftung Halle
- Lüftung Umkleide

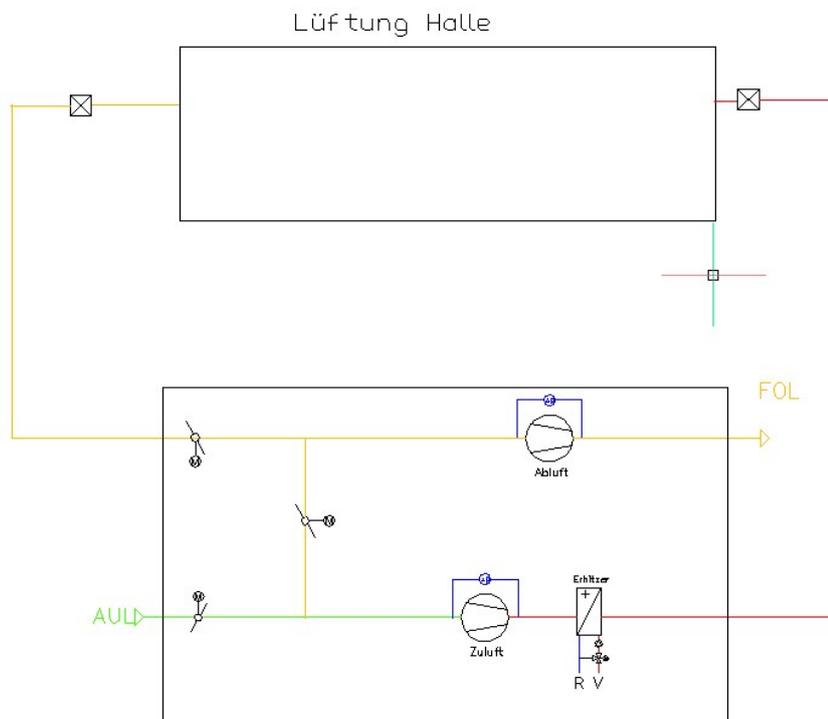
Tabelle: Lüftungen Halle

Pos	Lüftungen	Baujahr	Alter	Zustandsbeurteilung	Nutzungsdauer (Mittelwert)	Restlaufzeit	Gebäudezuordnung
		[ ]	[Jahre]		[Jahre]	[Jahre]	
1	Zu- und Ab Halle, 32.000 m <sup>3</sup> /h	1981	39	akuter Sanierungsbedarf, abgängig	30	<b>abgängig</b>	Lüftungszentrale
2	Zu- und Ab Umkleiden, 11.200 m <sup>3</sup> /h	1981	39	akuter Sanierungsbedarf, abgängig	30	<b>abgängig</b>	Lüftungszentrale

Die Lüftungsanlagen sind abgängig und sollten saniert werden.

### 5.4.1 Lüftung Halle

Die Lüftung Halle ist eine Umluftanlage mit Außenluft und Erhitzer aber ohne Wärmerückgewinnung.



Schema Lüftung Halle

Nachfolgend sind Nenn – und Betriebsdaten tabellarisch dargestellt.

Tabelle: Nenndaten

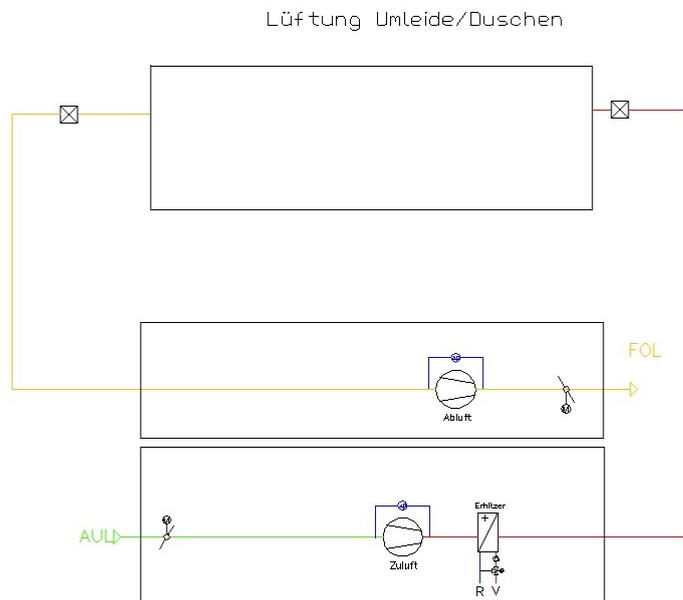
Benennung	Ventilator	Luftmenge	el. Leistung	th. Leistung WE
		[m <sup>3</sup> /h]	[kW]	[kW]
Zu- und Ab Halle, 32.000 m <sup>3</sup> /h	ZL	32000	<b>16,0</b>	<b>335,0</b>
Stufe 2	ABL	32000	<b>9,0</b>	
Zu- und Ab Halle, 32.000 m <sup>3</sup> /h	ZL	19200	<b>5,5</b>	
Stufe 1	ABL	19200	<b>3,0</b>	

Tabelle Betriebsdaten

Benennung	Ventilator	Betriebszeit
Zu- und Ab Halle, 32.000 m <sup>3</sup> /h	ZL	
Stufe 2	ABL	
Zu- und Ab Halle, 32.000 m <sup>3</sup> /h	ZL	<b>Mo - Fr 5-21 Uhr</b>
Stufe 1	ABL	<b>Mo - Fr 5-21 Uhr</b>

### 5.4.1 Lüftung Umkleide/Duschen

Die Lüftung Umkleide/Duschen ist eine Lüftungsanlage mit Außenluft und Lufterhitzer ohne Wärmerückgewinnung.



Schema Lüftung Umkleide/Duschen

Nachfolgend sind Nenn – und Betriebsdaten tabellarisch dargestellt.

Tabelle: Nenndaten

Benennung	Ventilator	Luftmenge	el. Leistung	th. Leistung WE
		[m <sup>3</sup> /h]	[kW]	[kW]
Zu- und Ab Umkleiden, 11.200 m <sup>3</sup> /h	ZL	11200	<b>3,0</b>	<b>199,0</b>
Stufe 2	ABL	11200	<b>3,2</b>	
Zu- und Ab Umkleiden, 11.200 m <sup>3</sup> /h	ZL	7840	<b>1,6</b>	
Stufe 1	ABL	7840	<b>1,6</b>	

Tabelle Betriebsdaten

Benennung	Ventilator	Betriebszeit
Zu- und Ab Umkleiden, 11.200 m <sup>3</sup> /h	ZL	
Stufe 2	ABL	
Zu- und Ab Umkleiden, 11.200 m <sup>3</sup> /h	ZL	<b>Mo - Fr 5-21 Uhr</b>
Stufe 1	ABL	<b>Mo - Fr 5-21 Uhr</b>

## 5.5 Regelungstechnik für die Anlagentechnik

Die Regelungstechnik für die Heizung und Lüftung ist alt analog und erfolgt über einen veralteten Schaltschrank.

Tabelle: Schaltschränke

Pos	Schaltschränke	Baujahr	Alter	Zustandsbeurteilung	Nutzungsdauer (Mittelwert) (Jahre)	Restlaufzeit (Jahre)	Gebäudezuordnung
		0	[Jahre]				
1	Heizung und Lüftung	1981	39	akuter Sanierungsbedarf, abgängig	15	<b>abgängig</b>	Lüftungszentrale
2	WWB	2011	9	Zustand befriedigend	15	<b>6</b>	Lüftungszentrale



Bild: Schaltschrank Außenseite



Bild: Schaltschrankinnenseite

Der Schaltschrank ist nicht berührungssicher und sollte dringend saniert werden.

## 5.6 Gebäudeleittechnik

Eine Gebäudeleittechnik ist nicht vorhanden.

## 6. Schwachstellenanalyse und Sanierungsmaßnahmen in der Anlagentechnik Liegenschaft

### 6.1 Wärmeübergabe

Die Wärmeübergabe hat Ihre Lebenszeit überschritten und sollte ersetzt werden.

Tabelle: Beurteilung Wärmeübergabe

Pos	Wärmeerzeugung	Baujahr	Alter	Zustandsbeurteilung (in Bezug auf Restlaufzeit)	Nutzungsdauer (Mittelwert)	Restlaufzeit
		[]	[Jahre]		[Jahre]	[Jahre]
1	Nahwärme von Heizzentrale Panoramabad	1981	39	abgängig	20	abgängig

**Bemerkung:** Die Bewertung der Anlagentechnik mit Nutzungszeiten basiert auf folgender Quelle:  
*Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“*  
[https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/forschungsprojekte/Nutzungsdauern\\_IEMB-Studie\\_2008.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/forschungsprojekte/Nutzungsdauern_IEMB-Studie_2008.pdf)

### 6.2 Wärmeverteilung in der Liegenschaft

Die Wärmeverteilung hat Ihre Lebenszeit überschritten (nur die Heizungsgruppe) und sollte ersetzt werden.

Tabelle: Beurteilung Heizungsverteilung

Pos	Heizungsverteiler oder Pumpengruppe	Baujahr	Alter	Zustandsbeurteilung	Nutzungsdauer (Mittelwert)	Restlaufzeit
		[]	[Jahre]		[Jahre]	[Jahre]
1	Heizungshauptverteiler	1981	39	akuter Sanierungsbedarf, abgängig	20	abgängig

**Bemerkung:** Die Bewertung der Anlagentechnik mit Nutzungszeiten basiert auf folgender Quelle:  
*Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“*  
[https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/forschungsprojekte/Nutzungsdauern\\_IEMB-Studie\\_2008.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/forschungsprojekte/Nutzungsdauern_IEMB-Studie_2008.pdf)

Die Hydraulik ist ungenügend. Die Rücklauftemperaturen zum Panoramabad sind viel zu hoch und werden dort vermutlich auch Probleme bereiten.

Die Pumpen sind meist veraltet.

Der Verteiler sollte komplett saniert werden. Hydraulische Schwächen sollten beseitigt werden. Möglichkeiten zur weiteren RL-Temperatur-Senkung sollten genutzt werden.

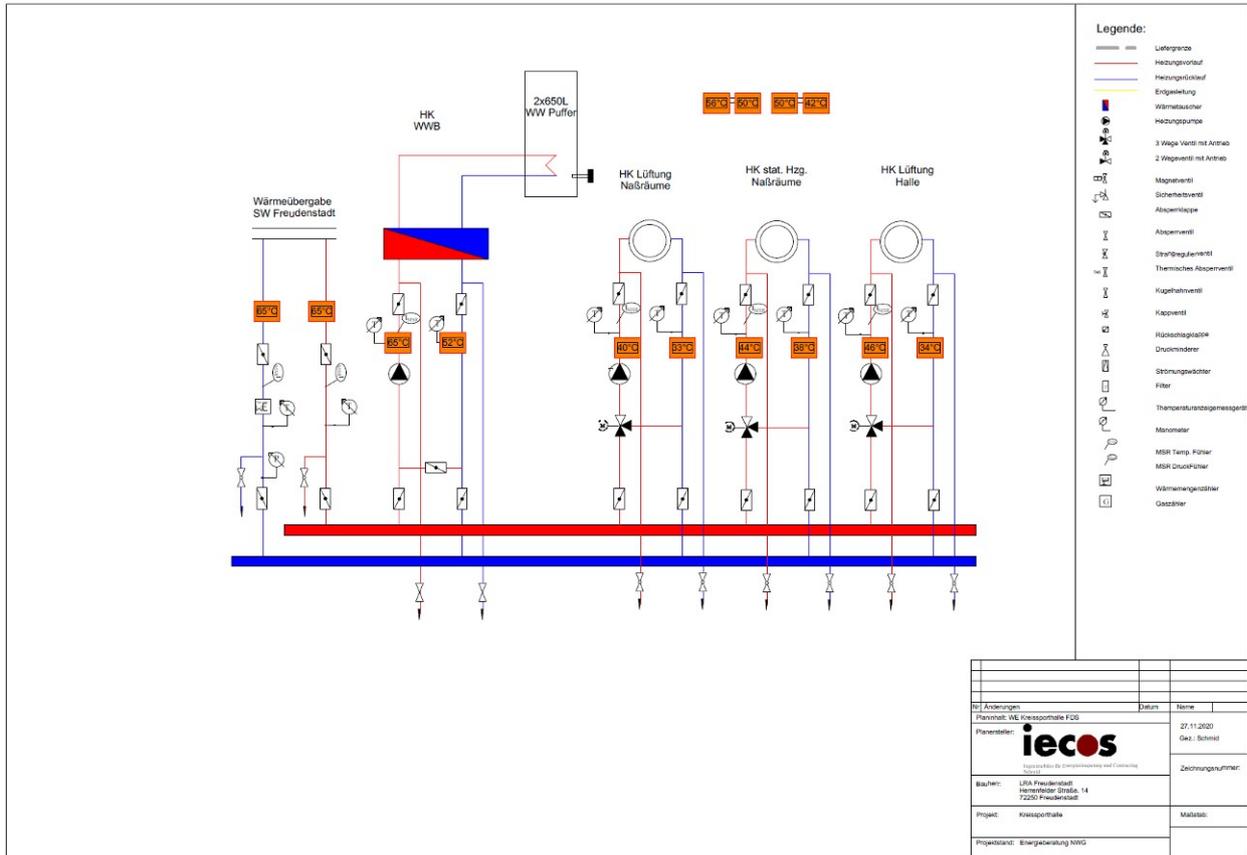


Bild: Schema mit Temperaturen – Begehung am 17.7.2020

### 6.3 Warmwasserbereitung Liegenschaft

Die Warmwasserbereitung ist in gutem Zustand und kann weiterverwendet werden

Tabelle: Warmwasserbereitung

Pos	Warmwasserbereitung bitte hier auch Speichergroße angeben	Baujahr	Alter	Zustandsbeurteilung	Nutzungsdauer (Mittelwert)	Restlaufzeit
		[ ]	[Jahre]		[Jahre]	[Jahre]
1	Zentrale WWB 1300 L	2011	9	Zustand gut	20	11

### 6.4 Lüftungstechnik für die Liegenschaft

Die Lüftungsanlagen haben Ihre Lebenszeit überschritten und sollten saniert werden.

Tabelle Lüftungsanlagen:

Pos	Lüftungen	Baujahr	Alter	Zustandsbeurteilung	Nutzungsdauer (Mittelwert)	Restlaufzeit
		[ ]	[Jahre]		[Jahre]	[Jahre]
1	Zu- und Ab Halle, 32.000 m <sup>3</sup> /h	1981	39	akuter Sanierungsbedarf, abgängig	30	abgängig
2	Zu- und Ab Umkleiden, 11.200 m <sup>3</sup> /h	1981	39	akuter Sanierungsbedarf, abgängig	30	abgängig

Damit Laufzeiten und Energieverbrauch deutlich minimiert werden können, schlagen wir vor, eine Deckenstrahlheizung zur Deckung des Wärmebedarfs zu installieren.

### 6.5 Regelungstechnik für die Liegenschaft

Die Regelungstechnik ist alt analog und hat Ihre Lebensdauer überschritten. Der Schaltschrank ist nicht berührungssicher und sollte dringend saniert werden.

Tabelle: Schaltschränke

Pos	Schaltschränke	Baujahr	Alter	Zustandsbeurteilung	Nutzungsdauer (Mittelwert)	Restlaufzeit
		[ ]	[Jahre]		[Jahre]	[Jahre]
1	Heizung und Lüftung	1981	39	akuter Sanierungsbedarf, abgängig	15	abgängig
2	WWB	2011	9	Zustand befriedigend	15	6

Bemerkung: die Bewertung der Anlagentechnik mit Nutzungszeiten basiert auf folgender Quelle:  
*Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“*  
[https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/forschungsprojekte/Nutzungsdauern\\_IEMB-Studie\\_2008.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/forschungsprojekte/Nutzungsdauern_IEMB-Studie_2008.pdf)

### 6.6 Gebäudeleitechnik für die Liegenschaft

Eine GLT ist nicht vorhanden.

Für die Optimierung des Gebäudes ist eine GLT mit Fernzugriff fast schon zwingend notwendig, wenn man nicht sehr viel Ärger und Schwierigkeiten provozieren möchte.

## 7. Analyse des Gebäudebestands

### 7.1 Gebäudebeschreibung

Gebäudeart: Nichtwohngebäude  
Gebäudenutzung: Sporthalle  
Baujahr: 1981

Beton-Skelettkonstruktion  
1-Vollgeschoss, nicht unterkellert  
Flachdach

Gebäudenutzfläche	$A_{NGF}$	2.324 m <sup>2</sup>
Hüllfläche	$A$	5.326 m <sup>2</sup>
Volumen	$V_e$	15.509 m <sup>3</sup>



Bild: Ansicht Nord



Bild: Ansicht Ost



Bild: Ansicht Süd

## 7.2 Darstellung der Zonierung

### Hinweis:

Die Planunterlagen wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Bei der Begehung wurden die Planangaben stichpunktartig überprüft und ggf. ergänzt, ein vollständiges Aufmaß ist nicht erfolgt.

	1 Einzelbüro
	16 WC Sanitärräume in Nichtwohngebäuden
	18 Nebenfläche (ohne Aufenthaltsräume)
	19 Flure / Verkehrsflächen
	20 Lager / Technik / Archiv
	31 Sporthalle / Turnhalle

Das **Gebäude** wurde insgesamt in **6 Zonen** eingeteilt.  
In nachfolgender Tabelle sind die Zonen tabellarisch dargestellt.

Tabelle: Zonen

Nr.	Zone	Zonenprofilnummer	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]	Hüllfläche [m <sup>2</sup> ]	Konditionierung
1	Einzelbüro	1	18 m <sup>2</sup>	0,77 %	54 m <sup>2</sup>	Heizung + Beleuchtung
2	WC, Sanitärräume	16	195 m <sup>2</sup>	8,39 %	253 m <sup>2</sup>	Lüftung + Heizung + Beleuchtung + Warmwasser
3	Nebenfläche (ohne Aufenthaltsräume)	18	178 m <sup>2</sup>	7,66 %	227 m <sup>2</sup>	Lüftung + Heizung + Beleuchtung
4	Flure, Verkehrsfläche	19	414 m <sup>2</sup>	17,81 %	723 m <sup>2</sup>	Heizung + Beleuchtung
5	Lager, Technik, Archiv	20	298 m <sup>2</sup>	12,82 %	748 m <sup>2</sup>	Heizung + Beleuchtung
6	Turnhalle	31	1.222 m <sup>2</sup>	52,56 %	3.322 m <sup>2</sup>	Lüftung + Heizung + Beleuchtung
		Σ	2.325 m <sup>2</sup>	100 %	5.327 m <sup>2</sup>	





Bild: Zonierung 1. UG



Bauteil	Bauteilbeschreibung	U-Wert		Flächenanteil
		IST	Anforderung EnEV Anlage 1 / Tab. 1	
			[T ≥ 19°C]	
Boden gegen Erdreich	massive Bodenplatte	0,80 W/m <sup>2</sup> K	0,30 W/m <sup>2</sup> K	2.054,56 m <sup>2</sup>
Außenwände	Betonskelettkonstruktion mit Ausfachung, Fassade mit Metallverkleidung	0,80 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K	1.190,76 m <sup>2</sup>
Fenster	Alu-Glas-Elemente mit 2-Scheibenverglasung	4,30 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	37,79 m <sup>2</sup>
Lichtkuppeln	3-schalige Acrylglas opal eingefärbt	2,00 W/m <sup>2</sup> K	2,00 W/m <sup>2</sup> K	120,32 m <sup>2</sup>
Dach	Trapezblechdach, Dachsanierung 2007 mit 10 cm PS-Hartschaum, WLS 040 und Metalleindeckung	0,24 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K	270,59 m <sup>2</sup>
Dach	Hallendach, massive Decke, Dachsanierung 2007 mit 10 cm PS-Hartschaum, WLS 040 und Metalleindeckung	0,24 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K	1.317,23 m <sup>2</sup>
Dach	Nebenflächen, massive Decke, Dachsanierung 2007 mit 10 cm PS-Hartschaum, WLS 040 und Metalleindeckung	0,24 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K	290,40 m <sup>2</sup>
Hauszugangstür	Alu-Glaselemente mit 2-Schiebenverglasung	5,50 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	12,72 m <sup>2</sup>

Tabelle: Bauteilübersicht

**Hinweis:**

Kleinere Einzelbauteilflächen sind in der tabellarischen Übersicht nicht berücksichtigt.

Das Gebäude ist aufgrund der U-Werte insgesamt als mäßig einzustufen. Die Bauteile, die bereits erneuert wurden, z.B. die ausgetauschten neu eingebauten Lichtkuppeln und die 2007 sanierten Dachflächen sind mit gut zu bewerten. Die nachträglich gedämmten Dachflächen entsprechen den heutigen EnEV Anforderungen. Bei der Begehung vor Ort wurde auf dem Hauptdach / Halle offensichtlich eine Leckage Suche durchgeführt. Die massiven Außenwände aus dem Jahr 1981 sind mit mäßig bis schlecht zu bewerten.

**Wärmebrücken**

Das Gebäude weist viele Wärmebrücken, auf, die im Zuge der Sanierungsmaßnahmen detailliert betrachtet und behoben werden sollten. Die Bauteilanschlüsse zwischen den massiv ausgeführten und nicht gedämmten Wänden an die Fenster bzw. die Wandanschlüsse an die bereits ertüchtigten Dachflächen, stellen große Wärmebrücke dar.

**Sonnenschutz**

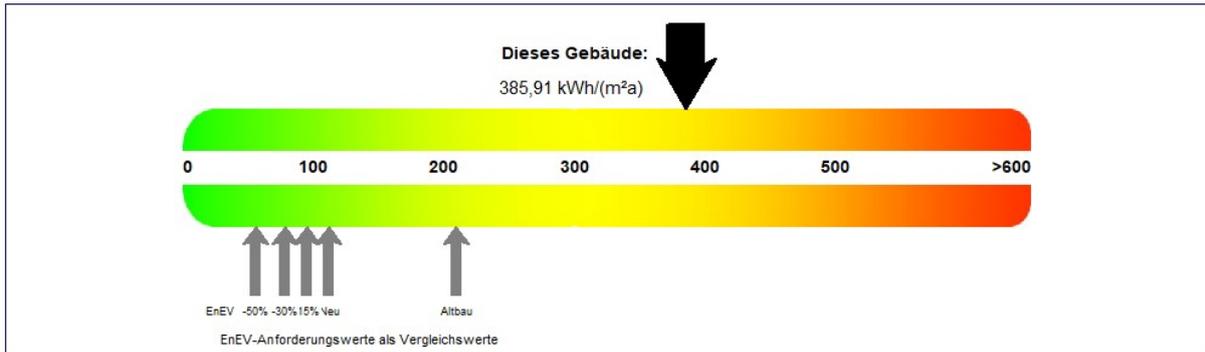
Kein außenliegender Sonnenschutz vorhanden.

**7.4 Beleuchtung im Bestand**

In allen 6 Zonen des Gebäudes ist überwiegend eine direkte Beleuchtung mit stabförmigen Leuchtstofflampen mit EVG und manueller Steuerung installiert. Eine Optimierung der Beleuchtung wurde nicht weiter untersucht, da der Auftraggeber bereits beim Leuchten Austausch Wert auf eine hohen Energieeffizienz legt und wenn möglich auf LED-Beleuchtung umsteigt.

### 7.5 Energetische Einstufung des Gebäudes - Bestand

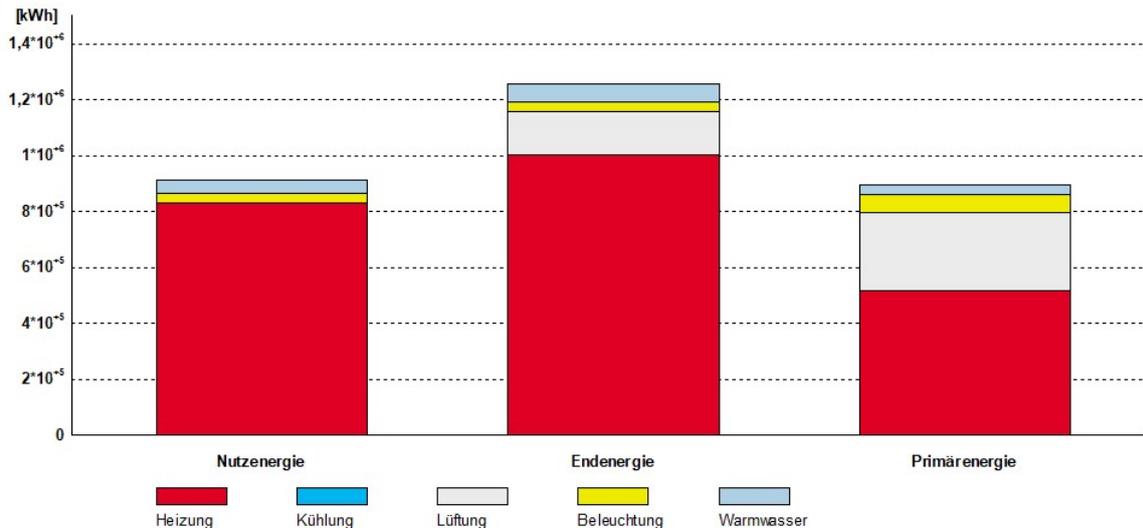
in Bezug auf den Primärenergiebedarf (Energiebedarfsberechnung gemäß DIN 18599).



	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV - 15%	EnEV - 30%	EnEV - 50%
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m²a)]	385,91	209,72	112,35	95,50	78,65	56,18
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]						
- Opake Außenbauteile	0,480	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140
- Transparente Außenbauteile	4,300	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,000	4,340	2,500	2,125	1,750	1,250

## Energiebilanz für das erfasste Gebäude:

	Gesamt [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Heizung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Kühlung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Lüftung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Beleuchtung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Warmwasser [kWh/a] [kWh/(m²a)]
Nutzenergie	910636	829773	0	0	35863	45000
	391,84	357,05	0	0	15,43	19,36
Endenergie	1257389	1001379	0	155717	35863	64430
	541,05	430,89	0	67,00	15,43	27,72
Primärenergie	896841	518722	0	280291	64554	33275
	385,91	223,21	0	120,61	27,78	14,32



## Hinweis:

Energieangaben aus dem Berechnungsprogramm Hottgenroth DIN 18599 / EnEV konforme Randbedingungen, ohne Abgleich zu tatsächlichem Verbrauch

## EnEV-Anforderungen (EnEV 2016)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m²a)]	385,91	209,72	112,35	95,50	78,65	56,18	+243%
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]							
- Opake Außenbauteile	0,480	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+71%
- Transparente Außenbauteile	4,300	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+187%
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,000	4,340	2,500	2,125	1,750	1,250	-20%

## KfW-Anforderungen "Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Sanieren"

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV) <sup>1) 2)</sup>	KfW-EG 70 (EnEV)	KfW-EG 100 (EnEV)	KfW-EG Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m²a)]	385,91	149,80	104,86	149,80	239,69
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]					
- Opake Außenbauteile	0,480	0,28	0,26	0,34	0,61
- Transparente Außenbauteile	4,300	1,5	1,4	1,8	-
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,000	2,5	2,4	3,0	-

Im energetische Berechnungsmodell mit einheitlichen Randbedingungen liegt das Gebäude in Bezug der energetischen Gesamtqualität deutlich schlechter als ein Neubau. Der Primärenergiebedarf liegt um 240% über dem eines entsprechenden Neubaus. Die Gebäudehülle des Bestandes erreicht für die transparenten Bauteile nicht die Zielwerte eines modernisierten Altbaus.

## 7.6 Maßnahmen im Bereich der Gebäudehülle

Zum Erreichen eines Effizienzgebäudes werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Wärmedämmverbundsystem an den Außenwänden mit 16 cm Dicke / Wärmeleitstufe 035
- Austausch der Fenster durch 3-Scheibenwärmeschutzverglaste Fenster mit einem  $U_W$ -Wert von  $0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Zusätzliche Flachdachdämmung mit 10 cm Dicke / Wärmeleitstufe 035
- Austausch der Zugangstüren durch Leichtmetallrahmentüren mit einem  $U_W$ -Wert von  $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Bauteil	U-Wert			Maßnahme
	IST	KfW förderfähige Einzelmaßnahme	KfW Effizienzgebäude	
		[T ≥ 19°C]	[T ≥ 19°C]	
Außenwände	0,80 W/m <sup>2</sup> K	0,20 W/m <sup>2</sup> K	0,19 W/m <sup>2</sup> K	WDVS Dicke 14 cm, WLS 035
Fenster	4,30 W/m <sup>2</sup> K	0,95 W/m <sup>2</sup> K	0,90 W/m <sup>2</sup> K	Fensteraustausch 3-Scheibenwärmeschutzverglasung
Dach (nur Halle)	0,24 W/m <sup>2</sup> K	0,14 W/m <sup>2</sup> K	0,14 W/m <sup>2</sup> K	zusätzlich 10 cm Dämmung WLS 035
Hauszugangstür	5,50 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	1,10 W/m <sup>2</sup> K	Türaustausch, Leichtmetallrahmentür mit Verglasung

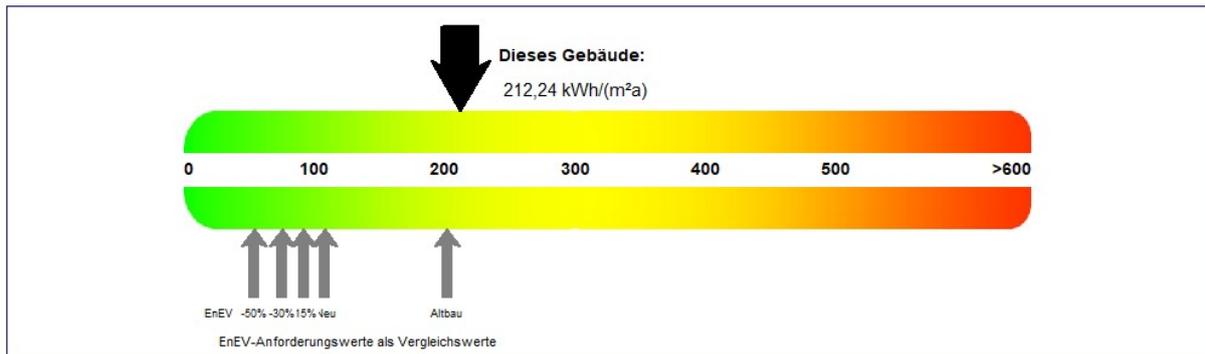
Tabelle: Maßnahmenübersicht

Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind KfW-förderfähige Einzelmaßnahmen.

Ein KfW-EG 70 wäre durch die vorgeschlagenen Maßnahmen im Bereich der Gebäudehülle zu erzielen. **Aufgrund des bestehenden Wärmeliefervertrages und der vorgeschlagenen Maßnahmen im TGA-Bereich wird beim Jahres-Primärenergiebedarf kein KfW Effizienzgebäude erreicht.**

### 7.7 Energetische Einstufung des Gebäudes - Sanierung

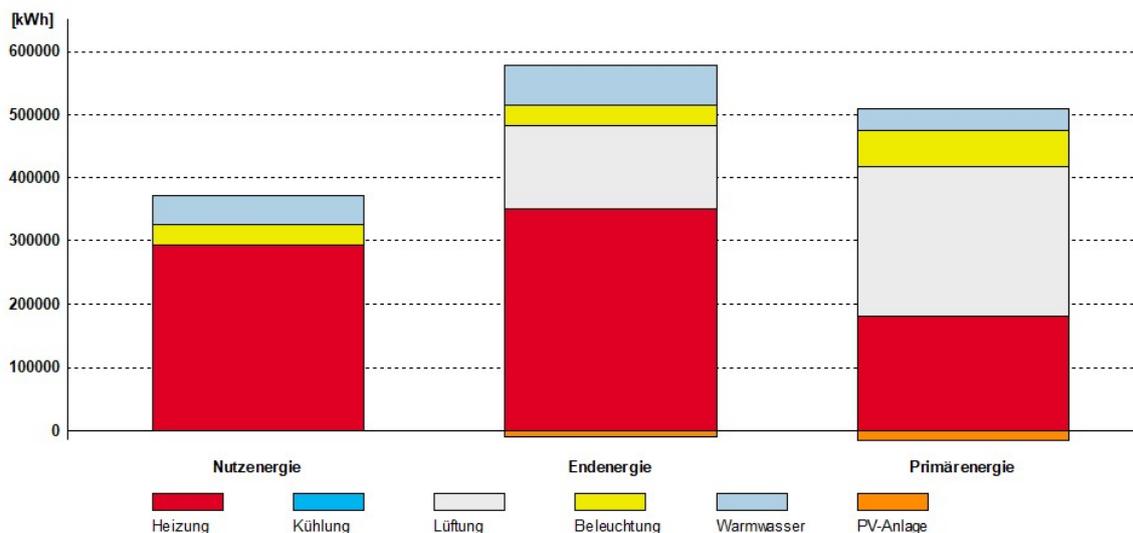
in Bezug auf den Primärenergiebedarf nach Durchführung der aufgeführten Sanierungsmaßnahmen (Energiebedarfsberechnung gemäß DIN 18599).



	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV - 15%	EnEV - 30%	EnEV - 50%
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m²a)]	212,24	202,28	108,37	92,11	75,86	54,18
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]						
- Opake Außenbauteile	0,250	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140
- Transparente Außenbauteile	0,900	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,000	4,340	2,500	2,125	1,750	1,250

## Energiebilanz für das erfasste Gebäude:

	Gesamt [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Heizung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Kühlung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Lüftung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Beleuchtung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Warmwasser [kWh/a] [kWh/(m²a)]	PV [kWh/a] [kWh/(m²a)]
Nutzenergie	370952	294052	0	0	31900	45000	0
	159,62	126,53	0	0	13,73	19,36	0
Endenergie	570772	351945	0	130981	31900	64427	-8481
	245,60	151,44	0	56,36	13,73	27,72	-3,65
Primärenergie	493246	182053	0	235766	57420	33273	-15266
	212,24	78,34	0	101,45	24,71	14,32	-6,57



## EnEV-Anforderungen (EnEV 2016)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m²a)]	212,24	202,28	108,37	92,11	75,86	54,18	+96%
<b>Mittlere U-Werte [W/(m²K)]</b>							
- Opake Außenbauteile	0,250	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	-11%
- Transparente Außenbauteile	0,900	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-40%
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,000	4,340	2,500	2,125	1,750	1,250	-20%

## KfW-Anforderungen "Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Sanieren"

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV) <sup>1) 2)</sup>	KfW-EG 70 (EnEV)	KfW-EG 100 (EnEV)	KfW-EG Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m²a)]	212,24	144,49	101,14	144,49	231,18
<b>Mittlere U-Werte [W/(m²K)]</b>					
- Opake Außenbauteile	0,250	0,28	0,26	0,34	0,61
- Transparente Außenbauteile	0,900	1,5	1,4	1,8	-
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,000	2,5	2,4	3,0	-

Tabelle: EnEV und KfW Anforderungen an Sanierung KfW EG 70

Durch das Maßnahmenpaket an der Gebäudehülle wird ein KfW-EG 70 erreicht bzw. die EnEV-Anforderungen an einen Neubau erzielt.

## 7.8 Abschätzung Herstellkosten Gebäudehülle

Durch das vorgeschlagene Maßnahmenpaket für die energetische Gebäudehüllensanierung ergeben sich Gesamtkosten, netto, von rund 522.000 €.

Für das gesamte Maßnahmenpaket wurden folgende Kosten in Ansatz gebracht:

Bauteil	Maßnahme	Investitionen, netto
		Kosten pro Maßnahme
Außenwände	WDVS Dicke 14 cm, WLS 035	226.244,40 €
Fenster	Fensteraustausch 3-Scheibenwärmeschutzverglasung	23.429,80 €
Dach (nur Halle)	zusätzlich 10 cm Dämmung WLS 035	263.446,00 €
Hauszugangstür	Türaustausch, Leichtmetallrahmentür mit Verglasung	8.904,00 €
		522.024,20 €

Tabelle: Abschätzung der Investitionskosten für Bauhülle

## 8. Sanierungsfahrplan

### 8.1 Grundsätzliche Vorgehensweise

Unabhängig von den sowieso notwendigen Sanierungsmaßnahmen könnten und sollten weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz durchgeführt werden, die nachfolgend nochmal etwas genauer beschrieben werden.

Wir schlagen vor, grundsätzlich folgendermaßen vorzugehen:

- a.) Umsetzung der Maßnahmen im TGA Bereich (siehe Bericht übergeordnete Anlagen)
  - a. Übergeordnete Anlagen – Sanierungsmaßnahmen
  - b. Übergeordnete Anlagen – zus. Energieeff. Maßnahmen
- b.) Umsetzung von Gebäudebezogenen Maßnahmen
  - a. Maßnahmen zur gebäudezugeordneten Anlagentechnik
  - b. Maßnahmen zur Gebäudehülle

## 8.2 Sanierung der TGA

### 8.2.1 Allgemeines

Die Anlagentechnik mit Heizungsverteiler, Lüftungsanlagen und MSR ist in sehr sanierungsbedürftigem Zustand.

Wir schlagen vor die Lüftungsanlagen in Kombination mit Deckenstrahlheizung und neuer Regelungstechnik zu sanieren. Die Wärme – und Stromspeisungen sind enorm und belaufen sich auf jeweils ca. 60 % des derzeitigen Verbrauchs.

### 8.2.2 Sanierung Lüftungsanlage Halle

Nachfolgend wird eine mögliche Konfiguration für die Lüftung Halle dargestellt. Da die Lüftung nur noch bei sehr hohen Besucherzahlen – bei Veranstaltungen gebraucht wird, wird zudem vorgeschlagen, die Auslegung so zu wählen, dass die Luftmenge minimiert wird. Wir sind aufgrund der Versammlungsstättenrichtlinie von 800 Personen ausgegangen. Im Rahmen der weiteren Planungen muss die genaue Luftmenge ermittelt werden.

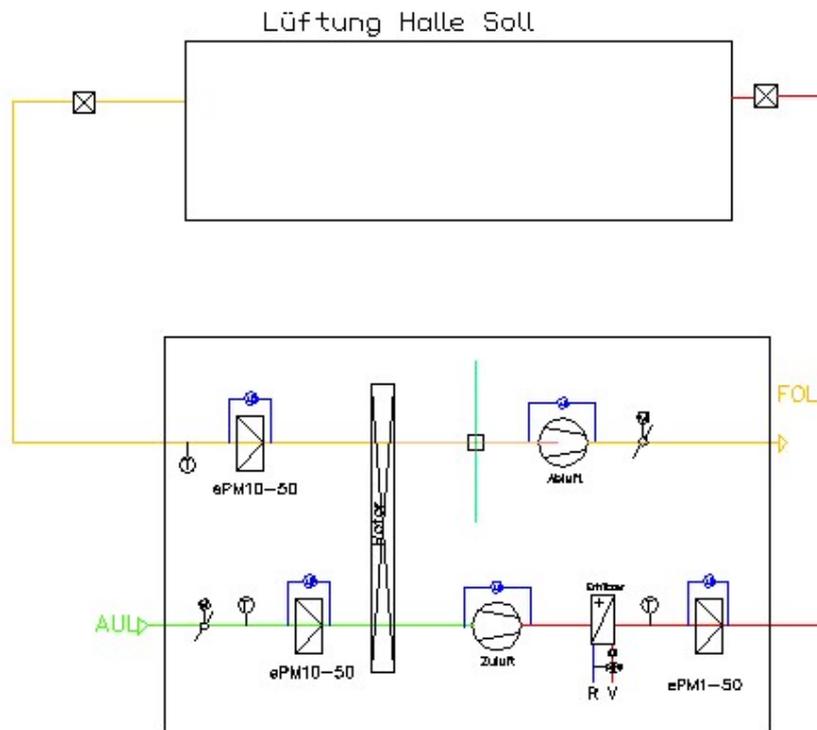


Bild: Lüftung Halle neu

Die Lüftung sollte mit einer hocheff. Wärmerückgewinnung und mit regelbaren Motoren mit FU ausgestattet werden. Durch moderne Sensorik, Regelungstechnik und Fernzugriff wird der Verbrauch der Anlagentechnik minimiert.

### 8.2.2 Sanierung Lüftungsanlage Umkleide/Dusche

Nachfolgend wird eine mögliche Konfiguration für die Lüftung Dusche/Umkleide dargestellt. Da die Turnhalle generell sehr wenig genutzt wird sollten die Luftmengen optimiert ausgelegt werden. Im Rahmen der weiteren Planungen muss die genaue Luftmenge ermittelt werden.

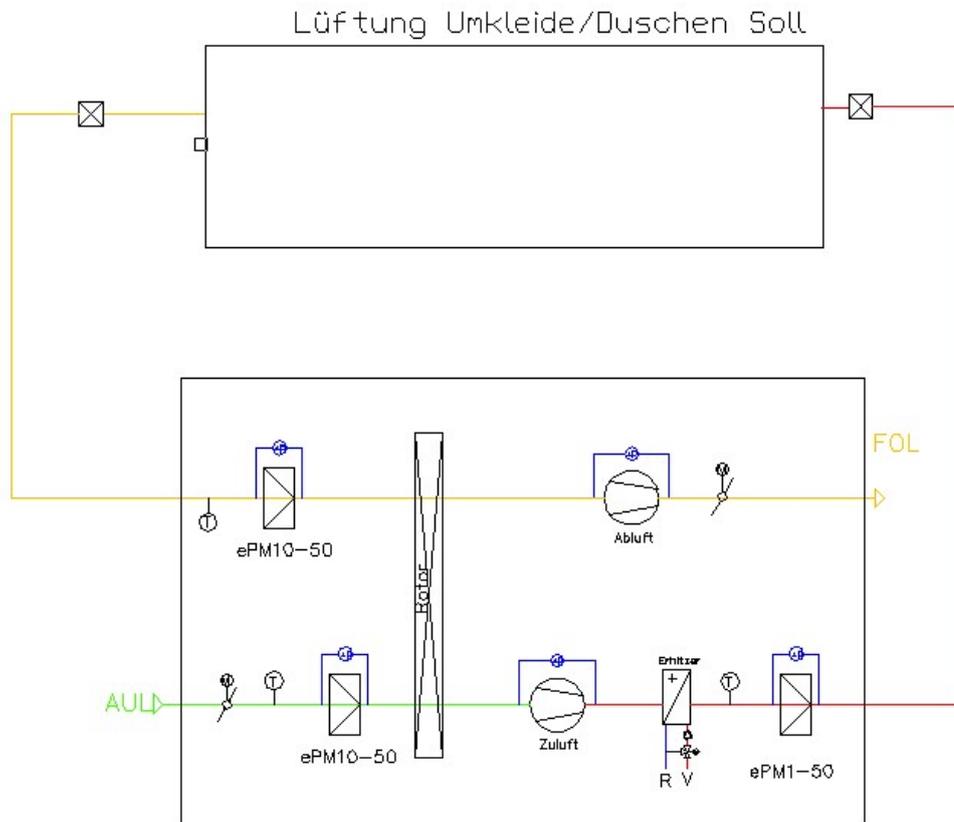


Bild: Lüftung Duschen/Umkleiden neu

Die Lüftung sollte mit einer hocheff. Wärmerückgewinnung und mit regelbaren Motoren mit FU ausgestattet werden. Durch moderne Sensorik, Regelungstechnik und Fernzugriff wird der Verbrauch der Anlagentechnik minimiert.

### 8.2.4 Deckenstrahlheizung für die TH

Wir schlagen vor in die TH eine Deckenstrahlheizung zu installieren. Die Vorteile sind vielfältig und gehen von Erhöhung der Behaglichkeit bis zur deutlichen Senkung des Energieverbrauchs.

Der Energieverbrauch wird gesenkt, weil die Lüftungsbetriebszeiten deutlich gesenkt werden können und zudem wird die Wärme effektiv in den Raum eingebracht.



Bild: Halle mit Deckenstrahlheizung

### 8.3 Hydraulische Optimierung

Die derzeitige Hydraulik hat einige Schwächen in Bezug auf unnötig hohe Rücklauftemperaturen. Diese hohen Rücklauftemperaturen bedingen einen hohen nicht notwendigen Pumpenstromverbrauch und schlechten Wirkungsgraden bei den Wärmeerzeugern (z.B. kann kein Brennwertnutzen stattfinden, obwohl Brennwertkessel eingesetzt sind).

Diese hohen Rücklauftemperaturen werden verursacht durch:

- Fehlende Stellglieder – RL Ventil in Wärmeübergabe
- Bypässe
- Hydraulischer Abgleich nicht gegeben
- Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Diese Probleme müssen systematisch beseitigt werden.

Zusätzlich schlagen wir vor an allen Heizkreisen Wärmemengenzähler mit MBUS anzubringen und diese Zähler auf GLT aufzuschalten, zu animieren und zu historisieren.

### 8.4 Fernzugriff auf GLT

Die GLT sollte in Zukunft unbedingt per Fernzugriff bedienbar sein.

Hierfür sprechen folgende Gründe:

- Kostensenkungen im Bereich der ausführenden Firmen bei Störungen und defekten, aufgrund zielgenauer Vorgehensweisen und Einsparung von teils langen Anfahrzeiten
- Schnelle Reaktionsmöglichkeit zum Wohl der Nutzer bei Störungen
- Optimierung der Anlage in Zusammenarbeit mit den Hausmeistern
- Hilfestellung für den Betreiber bei Störfällen
- Laufendes Energiecontrolling
- Eine optimierte betriebsweise des Gebäudes ist aus unserer Sicht ohne Fernzugriff und Fernüberwachung nicht möglich

### 8.5 Energiecontrolling und Betreuung für die Liegenschaft

Nach Umbau und Umsetzung der Maßnahmen sollte ein Energiecontrolling und die Betreuung der Anlagentechnik durchgeführt werden.

Folgende Ziele sollen damit erreicht werden:

- Optimierung der neuen Anlagentechnik
- Online Energiecontrolling - Zielvergleich
- Historisierung der Energiedaten
- Fernzugriff mit Fernhilfe ermöglichen
- Ferndiagnose ermöglichen
- Historisierung der Daten zur Diagnose von Problemstellungen und zur Erarbeitung von Lösungen ermöglichen

## 8.6 PV Anlage für die Liegenschaft

### 8.6.1. Allgemeines

Auf dem Dach der Kreissporthalle ist derzeit noch keine PV Anlage installiert. Das Dach ist hinsichtlich Ausrichtung, Fläche und Dachneigung für eine PV Anlage geeignet.

Zwar gibt es viele Oberlichter, aber die geringe vorgeschlagene PV Leistung von 10 kWp macht eine Installation relativ unproblematisch.

Statische Belange sind nicht geprüft worden. Aber auch hier dürfte die geringe Belastung durch die kleine Anlage dazu führen, dass diese MN vermutlich durchgeführt werden kann.

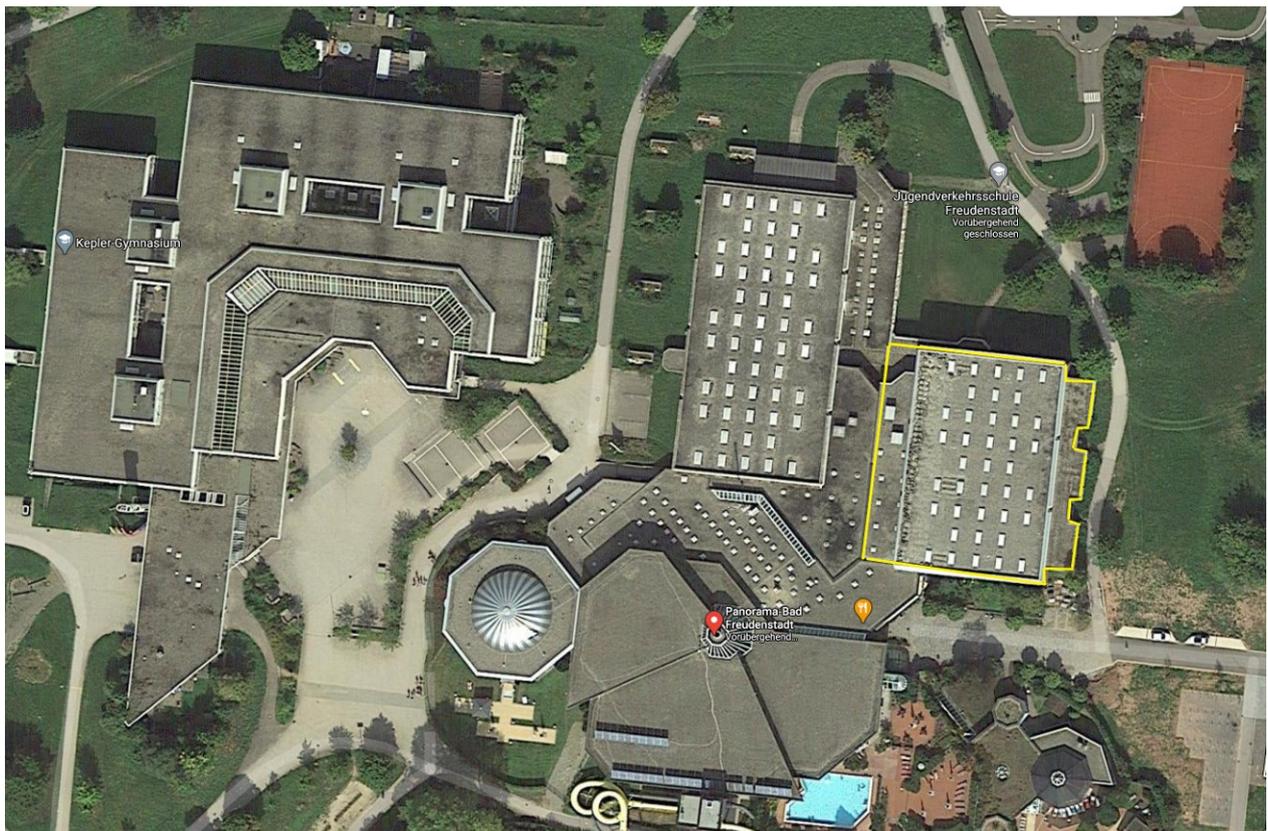


Bild: Übersichtsbild Dach Kreissporthalle

### 8.6.2. Zusätzliche PV Anlage

Eine PV Anlage könnte zur Eigenstromverbrauchsdeckung dienen.

Bei einer Auslegung von 10 kWp kann der Strom der PV Anlage zu 31% selbst genutzt werden.

Tabelle: Ertragsdaten PV Anlage

Beschreibung	Simulation [MWh/a]	Anteile [%]
PV Anlage Ertrag	10,09	100,0%
PV Eigenverbrauch	3,09	30,6%
Strom ins EVU	7,01	69,4%
Kennwert kWh/kWp	1019,61	

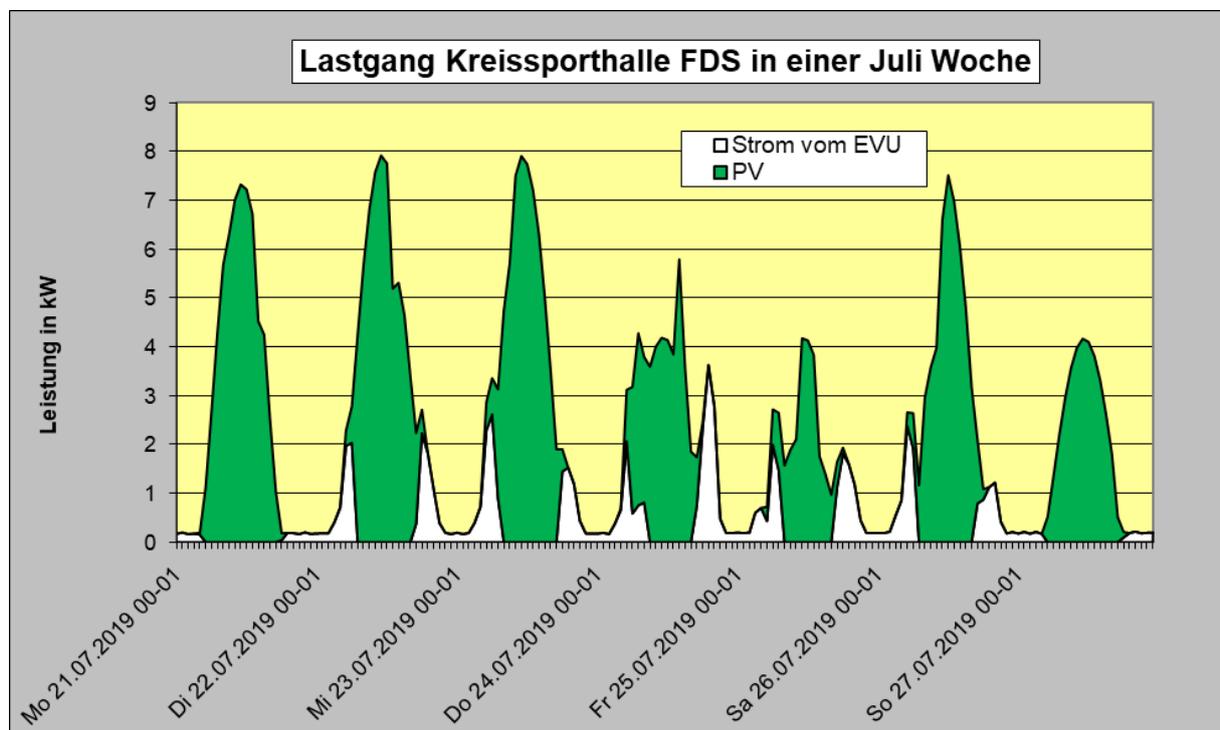


Bild: Lastgangdaten mit PV und Reststrombezug vom EVU

## 8.7 Förderprogramme

Die Förderprogramme des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) sollen die Energieeffizienz der Gebäude in Deutschland verbessern und zu einer deutlichen Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen.

Wichtig ist bei allen Förderprogrammen, dass der Antrag auf Förderung vor dem Beginn der Maßnahmen gestellt wird. Als Maßnahmenbeginn gilt die Auftragserteilung, d.h. der Abschluss eines Lieferungs- oder Leistungsvertrages, der der Maßnahme zuzurechnen ist.

Für das betrachtete Nicht-Wohngebäude kommen, im Zusammenhang mit den vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen zum KfW-Effizienzgebäude 100, aktuell folgende Förderprogramme in Betracht:

### 8.7.1 KfW Förderprodukt 218

Das KfW Förderprodukt „IKK (Investitionskredit Kommunen) - Energieeffizient Bauen und Sanieren“ dient der zinsgünstigen langfristigen Finanzierung von Maßnahmen zur deutlichen Energieeinsparung und Reduzierung der Kohlendioxid-Emissionen bei bestehenden Gebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur.

Förderfähig sind Nichtwohngebäude bzw. -teile, die nach Fertigstellung bzw. Umsetzung aller Maßnahmen unter den Anwendungsbereich der aktuell geltenden Energieeinsparverordnung (EnEV) fallen.

Zum einen wird die energetische Sanierung von Nichtwohngebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur, die das energetische Niveau eines KfW-Effizienzgebäudes für Bestandsgebäude erreichen. Folgende Standards werden gefördert:

- KfW-Effizienzgebäude 70
- KfW-Effizienzgebäude 100
- KfW-Effizienzgebäude Denkmal.

Zum anderen wird die Umsetzung von Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle und/oder der technischen Gebäudeausrüstung zur Verbesserung der Energieeffizienz an bestehenden Nichtwohngebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur gefördert. Folgende Einzelmaßnahmen werden gefördert:

- Dämmung von Wänden, Dachflächen, Geschossdecken und Bodenflächen
- Erneuerung und Aufbereitung von Fenstern, Vorhangfassaden, Außentüren und Toren
- Maßnahmen zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes
- Einbau, Austausch oder Optimierung raumluft- und klimatechnischer Anlagen inklusive Wärme-/Kälterückgewinnung und Abwärmenutzung
- Erneuerung und/oder Optimierung der Wärme-/Kälteerzeugung, -verteilung und -speicherung
- Austausch und/oder Optimierung der Beleuchtung
- Einbau oder Optimierung der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie der Gebäudeautomation

Förderfähig sind auch alle sonstigen Maßnahmen, die zur Vorbereitung, Realisierung und Inbetriebnahme der im Programm geförderten Maßnahmen erforderlich sind. Dazu gehören auch:

- Nebenarbeiten, wie zum Beispiel Ausbau und Entsorgung von Altanlagen, Erneuerung der Fensterbänke, Prüfung der Luftdichtheit
- Planungskosten, die notwendigerweise Bestandteil der Baumaßnahme sind
- Maßnahmen zur Einregulierung der geförderten Anlage wie Messung und Anpassung der Regelparameter inklusive des hydraulischen Abgleichs von Wärme- und Kälteverteilungsanlagen
- Aufwendungen für Energiemanagementsysteme

In dem KfW Förderprodukt 218 werden bis zu 100 % der förderfähigen Kosten finanziert. Der Kredithöchstbetrag beträgt in der Regel bis zu 25 Mio. EUR.

Die Kredite werden vor Beginn des Vorhabens direkt bei der KfW in Berlin (KfW Niederlassung Berlin, 10865 Berlin) beantragt. Als Vorhabenbeginn ist grundsätzlich der Abschluss eines der Ausführung zuzurechnenden Lieferungs- und Leistungsvertrags zu werten. Bei Baumaßnahmen gelten Beratungsleistungen, Planungsleistungen grundsätzlich nicht als Vorhabenbeginn. Die Einhaltung der technischen Mindestanforderungen und die Einsparungen von Energie und Kohlendioxid sind bei Antragstellung von einem Sachverständigen im Formular "Bestätigung zum Kreditantrag" zu quantifizieren und zu bestätigen.

Der Zinssatz in dem Förderprodukt 218 orientiert sich an der Kapitalmarktentwicklung und wird an jedem Bankarbeitstag aktualisiert. Die geltenden Sollzinssätze gemäß Preisangabenverordnung sind im Internet auf der Homepage der KfW unter [www.kfw.de/218-Zinsen](http://www.kfw.de/218-Zinsen) einzusehen.

Die Tilgung der Kredite erfolgt nach Ablauf der tilgungsfreien Anlaufjahre in gleich hohen vierteljährlichen Raten. Während der Tilgungsfreijahre sind lediglich die Zinsen auf die ausgezahlten Kreditbeträge zu zahlen.

Mit Nachweis des erreichten KfW-Effizienzgebäude-Niveaus gemäß Zusage beziehungsweise der Einhaltung der technischen Mindestanforderungen bei Einzelmaßnahmen gewährt die KfW einen Tilgungszuschuss. Die Höhe des Tilgungszuschusses ergibt sich aus einem Prozentsatz des Zusagebetrags und einem Höchstbetrag pro Quadratmeter Nettogrundfläche.

- KfW-Effizienzgebäude 70 27,5 % des Zusagebetrags maximal 275 Euro pro Quadratmeter
- KfW-Effizienzgebäude 100 20,0 % des Zusagebetrags maximal 200 Euro pro Quadratmeter
- KfW-Effizienzgebäude Denkmal 17,5 % des Zusagebetrags maximal 175 Euro pro Quadratmeter
- Einzelmaßnahmen 20,0 % des Zusagebetrags maximal 200 Euro pro Quadratmeter

### **8.7.2 KfW Förderprodukt 270**

Das KfW Förderprodukt „Erneuerbare Energie – Standard“ ermöglicht eine zinsgünstige Finanzierung von Vorhaben zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung, z.B. Photovoltaikanlagen, zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen), z.B. BHKW auf Basis fester oder flüssiger Biomasse sowie von Maßnahmen zur Integration erneuerbarer Energien in das Energiesystem.

Mit dem KfW Förderprodukt 270 können bis zu 100 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten finanziert werden. Bei schlüsselfertigen Anlagen ist der komplette Nettokaufpreis förderfähig. Die Mehrwertsteuer kann mitfinanziert werden, sofern die Berechtigung zum Vorsteuerabzug nicht vorliegt.

Die KfW gewährt Kredite aus Förderprodukt 270 ausschließlich über Kreditinstitute (Banken und Sparkassen), die für die vom Kreditnehmer durchgeleiteten Kredite vollständig die Haftung übernehmen. Der Kreditnehmer stellt den Antrag daher bei einem Kreditinstitut seiner Wahl vor Beginn des Vorhabens.

Für den Kredit sind bankübliche Sicherheiten zu stellen. Form und Umfang der Besicherung vereinbart der Kreditnehmer im Rahmen der Kreditverhandlungen mit seiner Hausbank.

Bei Krediten mit bis zu 10 Jahren Laufzeit wird der Zinssatz für die gesamte Kreditlaufzeit festgeschrieben. Bei Krediten mit mehr als 10 Jahren Laufzeit wird der Zinssatz entweder nur für die ersten 10 Jahre oder die gesamte Kreditlaufzeit festgeschrieben. Sofern erforderlich, unterbreitet die KfW der Hausbank vor Ende der Zinsbindungsfrist ein Prolongationsangebot (Verlängerungsangebot).

Der Kredit wird mit einem kundenindividuellen Zinssatz im Rahmen des am Tag der Zusage geltenden Maximalzinssatzes der jeweiligen Preisklasse zugesagt. Der Zinssatz wird unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Verhältnisse des Kreditnehmers (Bonität) und der Werthaltigkeit der für den Kredit gestellten Sicherheiten von der Hausbank festgelegt.

### 8.7.3 BAFA Heizungsoptimierung

Um die Potenziale der Energieeffizienz bei der Wärmeversorgung von Gebäuden zu steigern werden der Ersatz von Heizungspumpen und Warmwasserzirkulationspumpen durch hocheffiziente Pumpen sowie der hydraulische Abgleich am Heizsystem gefördert.

Das Förderprogramm hat zum Ziel die Heizungseigentümer durch attraktive, nicht rückzahlbare Zuschüsse zu motivieren, ineffiziente Pumpen zu ersetzen und Optimierungsmaßnahmen am gesamten Heizsystem durchzuführen. Es leistet somit einen wesentlichen Beitrag zu einer wirtschaftlichen und das Klima schonenden Wärmeversorgung des Gebäudebestandes in Deutschland.

Förderfähige Investitionen sind der Ersatz von Heizungs-Umwälzpumpen und Warmwasser-Zirkulationspumpen durch hocheffiziente Umwälzpumpen und Warmwasser-Zirkulationspumpen, einschließlich der Kosten für den fachgerechten Einbau und direkt mit der Maßnahme verbundenen Materialkosten.

In Verbindung mit dem hydraulischen Abgleich können zusätzliche Investitionen und Optimierungsmaßnahmen an bestehenden Anlagen gefördert werden. Dabei handelt es sich um die Anschaffung und die fachgerechte Installation von:

- voreinstellbaren Thermostatventilen
- Einzelraumtemperaturreglern
- Strangventilen
- Technik zur Volumenstromregelung
- Separater Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik und Benutzerinterfaces
- Pufferspeichern
- die professionell erledigte Einstellung der Heizkurve

Die Förderung beträgt 30 % der Nettoinvestitionskosten für Leistungen sowohl im Zusammenhang mit dem Ersatz von Heizungs-Umwälzpumpen und Warmwasser-Zirkulationspumpen durch hocheffiziente Pumpen als auch im Zusammenhang mit dem hydraulischen Abgleich, höchstens jedoch 25.000 Euro pro Standort.

#### **8.7.4 BAFA Heizen mit erneuerbaren Energien**

Im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) fördert das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) effiziente Technologien, die auf Basis erneuerbarer Energien den Gebäudebereich mit Wärme versorgen.

Die Zuwendung erfolgt als Projektförderung auf Ausgabenbasis als Anteilsfinanzierung in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses (Zuschuss) auf Basis der förderfähigen Kosten; hierbei können die Bruttokosten einschließlich der Mehrwertsteuer angesetzt werden, außer bei Zuwendungsempfängern, die vorsteuerabzugsberechtigt sind, bei denen nur die Nettokosten berücksichtigt werden.

Förderfähige Kosten sind die Anschaffungskosten der geförderten Anlage, die Ausgaben für Installation und Inbetriebnahme der geförderten Anlage, für die Einbindung von Experten für die Fachplanung und Baubegleitung des Einbaus der geförderten Anlage, sowie Ausgaben für notwendige Umfeldmaßnahmen, darunter fallen z. B. die Deinstallation und Entsorgung von Altanlagen, Bohrungen für Erdwärmesonden, Optimierungen des Heizungsverteilsystems beispielsweise durch einen hydraulischen Abgleich, die Einstellung der Heizkurve, der Austausch von Heizkörpern bzw. der Einbau von Flächenheizkörpern, sowie auch Ausgaben für die Verrohrung bzw. Anschlussleitungen oder für die Installation eines Speichers bzw. Pufferspeichers (Investitionskosten).

Die Höhe der Förderung ist begrenzt durch eine Deckelung der anrechnungsfähigen förderfähigen Kosten in Höhe von maximal 50 000 Euro (brutto) pro Wohneinheit bei Wohngebäuden und von maximal 3,5 Mio. Euro (brutto) bei Nichtwohngebäuden.

Bei Nahwärmenetzen kann ein Tilgungszuschuss von bis zu 60 Euro je errichtetem Meter Trassenlänge gewährt werden bei der Errichtung und Erweiterung von Nahwärmenetzen, die mit Wärme aus erneuerbaren Energien gespeist werden. Die Förderung beträgt höchstens 1.000.000 Euro (Förderhöchstbetrag).

Die Kumulierung von Förderungen nach dieser Richtlinie untereinander oder mit anderen Fördermitteln (Kredite oder Zulagen/Zuschüsse) für die gleichen förderfähigen Kosten ist grundsätzlich im Rahmen der jeweils relevanten Beihilfegrenzen und -intensitäten der Europäischen Union möglich, sofern die Summe aus Krediten, Zuschüssen und Zulagen die Summe der förderfähigen Kosten nicht übersteigt.

## 8.8 Herstellkosten

### 8.8.1 Herstellkosten für Sanierungsmaßnahmen in der TGA

Nachfolgend sind die Kosten für die notwendigen Sanierungsmaßnahmen dargestellt.

Tabelle Herstellkosten Sanierungsmaßnahmen im TGA Bereich

Pos	Beschreibung Sanierung	Anzahl	Schätzkosten brutto	
			EP [Euro]	GP [Euro]
	<b>Heizung</b>			
1	Demontagen	1	8925	8925
2	neuer Verteiler, Schieber, Einbauteile	4	9520	38080
3	Deckenstrahlheizung mit LED	1200	119	142800
4	Lüftungen neu	35000	12	416500
5	Umbauten	1	8925	8925
6	Druckhaltung neu	1	10115	10115
	<b>Hydraulische Optimierungen</b>			
1	Neue WMZ mit MBUS incl. Montage	4	1726	6902
2	Hydraulischer Abgleich	1	10115	10115
	<b>Regelungstechnik und GLT</b>			
1	Schaltschrank, Regelung, etc.	1	101150	101150
2	Aufschaltung auf GLT	1	8925	8925
	Summe anrechenbare Kosten			<b>752437</b>
	Planung/Nebenkosten	0,25	752437	<b>188109</b>
	<b>Summe</b>			<b>940546</b>

### 8.8.2 Herstellkosten für Energieeffizienzmaßnahmen in der TGA

Nachfolgend sind die Kosten für die Energieeffizienzmaßnahmen im TGA Bereich dargestellt.

Tabelle Herstellkosten Energieeffizienzmaßnahmen im TGA Bereich

Pos	Beschreibung Maßnahmenpaket Energieeffizienz	Anzahl	Schätzkosten netto	
			EP [Euro]	GP [Euro]
	<b>Photovoltaik Anlage</b>			
1	PV Anlage in kWp	10	1428	14280
	<b>Elektroinstallation</b>			
1	Zählerschrank, Elektrische Einspeisung für PV	1	5355	5355
	Summe anrechenbare Kosten			<b>1900728</b>
	Planung/Nebenkosten	0,25	19635	<b>4909</b>
	<b>Summe</b>			<b>24544</b>

Nachfolgend wird die Wirtschaftlichkeit der Energieeffizienzmaßnahmen dargestellt.

Tabelle: Berechnung der statischen Amortisation der Energieeffizienzmaßnahmen im TGA Bereich

Beschreibung	Var. 0 Sanierung TGA	Var. 1 Energieeff. incl. Sanierung	Diff. Energieeff.
Einsparungen	16.003 €	17.323 €	1.320 €
Investition ohne Förderung	940.546 €	965.090 €	24.544 €
statische Amortisation ohne Förderung			18,6
Barwert			10.299 €

### 8.8.3 Herstellkosten für Maßnahmen im Bereich der Gebäudehülle

Für das gesamte Maßnahmenpaket Gebäudehülle wurden folgende Kosten in Ansatz gebracht:

Tabelle: Abschätzung der Investitionskosten für Bauhülle incl. Planungskosten abzgl. Fördergelder

Gebäude:	Beschreibung Sanierung	Anzahl	Schätzkosten brutto	
			EP [Euro]	GP [Euro]
	<b>Bauhülle</b>			
Kreissporthalle	Gesamtkosten MN Bauhülle	1	621209	621209
	Summe anrechenbare Kosten			<b>621209</b>
	Planung/Nebenkosten	0,25	621209	<b>155302</b>
	<b>Summe</b>			<b>776511</b>

## **9. Energiebilanzen und Wirtschaftlichkeit der TGA**

### **9.1 Allgemeines**

Im Rahmen dieses Kapitels werden die Wirtschaftlichkeitsdaten der einzelnen Pakete ermittelt. Wozu zum Paket „Sanierungsmaßnahmen“ zu sagen ist, dass diese Maßnahmen sowieso aus Gründen des Substanzerhalts gemacht werden müssen.

## 9.2 Energiebilanz Sanierungsmaßnahmen

Nachfolgend wird die Energiebilanz für die Sanierungsmaßnahmen dargestellt:

Gebäude	Istsituation							Einsparpotential gesamt			
	Verbrauch	En Preis	Anteil	Nutzfläche ENEV	Kennwert	Kosten	Bemerkungen	Verbrauch	Anteil	Kosten	
	[MWh]	[Euro/MWh]	[%]	[m2]	[kWh/m2]	[Euro/a]		[MWh]	[%]	[Euro/a]	
Kreissporthalle FDS	NW Lieferung Stadtwerke FDS	255,4	81,51		2.324	110	20.820,41	Baseline Mittelwert der Jahre 2017 - 2019	152		12.406
	Nahwärme Arbeit	255,4	81,51				20.820,41	Nahwärmearbeitspreis brutto	152		12.406
	Nahwärme Leistung	0,0					0,00	kein Leistungspreis	0		0
	Messpreis						0,00	kein Messpreis			0
	BHKW Erdgas							Preisstand Jahr 2019 - alle Preise brutto	0		0
	BHKW Nutzwärme								0		0
	BHKW Energiesteuerrückerstattung								0		0
	Nutzwärme an Gebäude incl. Verluste	255,4	82		2.324	110	20.820		152	60	12.406
Lüftung	213,0		0	2.324	92	0		170	80,0	0	
statische Heizung	36,4		0	2.324	16	0		-18	-50,0	0	
WWB	6,1		82	2.324	3	495		0	0,0	0	
Kreissporthalle FDS	Strom (ohne Lüftung)	25,7	232		2.324	11	5.965	Baseline Mittelwert der Jahre 2017 - 2019	15	60	3.598
BHKW	Strom Eigenverbrauch							Strommischpreis			0
	Strom ins EVU										0
	Strom KWK Vergütung										0
	KWK für Eigenverbrauch KWK für Strom ins EVU										0
PV	Strom EEG Umlage										0
	PV ins Haus							Preisstand Jahr 2019 - alle Preise brutto			0
	PV ins Netz										0
	PV Gesamt PV EEG Umlage auf selbst verbr. Strom							keine EEG Umlage bei Anlagen < 10 kWp			0
Strom Gesamt	25,7	232	100	2.324	11	5.965		15	60	3.598	
Lüftung	14,9		232	58	2.324	6	3.469		13	90	3.122
Heizungspumpen	2,7		232	11	2.324	1	634		2	75	475
Beleuchtung	6,4		232	25	2.324	3	1.491		0	0	0
Sonstiges	1,6		232	6	2.324	1	371		0	0	0
GESAMT						26.785,39					16.003,49
Gesamt Wärme						20.820					12.406
Gesamt Strom						5.965					3.598
BHKW Vollwartungsvertrag								0			0

### 9.3 Energiebilanz incl. zusätzliche Energieeffizienzmaßnahmen

Nachfolgend wird die Energiebilanz für die zusätzlichen Energieeffizienzmaßnahmen dargestellt:

Gebäude		Istsituation					Kosten [Euro/a]	Bemerkungen	Einsparpotential gesamt		
		Verbrauch [MWh]	En Preis [Euro/MWh]	Anteil [%]	Nutzfläche ENEV [m2]	Kennwert [kWh/m2]			Verbrauch [MWh]	Anteil [%]	Kosten [Euro/a]
Kreissporthalle FDS	NW Lieferung Stadtwerke FDS	255,4	81,51		2.324	110	20.820,41	<b>Baseline Mittelwert der Jahre 2017 - 2019</b> Nahwärmearbeitspreis brutto kein Leistungspreis kein Messpreis Preisstand Jahr 2019 - alle Preise brutto	155		12.659
	Nahwärme Arbeit	255,4	81,51				20.820,41		155		12.659
	Nahwärme Leistung	0,0	0,00				0,00		0	45	0
	Messpreis						0,00				0
	BHKW Erdgas										
	BHKW Nutzwärme										
	BHKW Energiesteuerrückerstattung										
	Nutzwärme an Gebäude incl. Verluste	255,4	82		2.324		20.820		155	61	12.659
	Lüftung	213,0	0		2.324	92	0		192	90,0	0
	statische Heizung	36,4	0		2.324	16	0		-36	-100,0	0
WWB	6,1	82		2.324	3	495	0	0,0	0		
Kreissporthalle FDS	Strom	25,7	232		2.324	11	5.965	<b>Baseline Mittelwert der Jahre 2017 - 2019</b> Strommischpreis           Preisstand Jahr 2019 - alle Preise brutto   keine EEG Umlage bei Anlagen < 10 kWp	19	72	4.315
BHKW	Strom Eigenverbrauch										
	Strom ins EVU										
	Strom KWK Vergütung										
	KWK für Eigenverbrauch										
	KWK für Strom ins EVU										
	Strom EEG Umlage										
PV	PV ins Haus										
	PV ins Netz										
	PV Gesamt										
	PV EEG Umlage auf selbst verbr. Strom										
	Strom Gesamt	25,7	232	100	2.324	11	5.965	15	60	3.598	
	Lüftung	14,9	232	58	2.324	6	3.469	13	90	3.122	
	Heizungspumpen	2,7	232	11	2.324	1	634	2	75	475	
	Beleuchtung	6,4	232	25	2.324	3	1.491	0	0	0	
	Sonstiges	1,6	232	6	2.324	1	371	0	0	0	
<b>GESAMT</b>							<b>26.785,39</b>			<b>17.576,55</b>	
Gesamt Wärme							20.820			12.659	
Gesamt Strom							5.965			4.917	
BHKW Vollwartungsvertrag								0		0	

**Bemerkung:** Die dargestellten Maßnahmen bedingen die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen. Die genannten Einsparungen stellt die Summe von der Energieeffizienzmaßnahmen und der Sanierungsmaßnahmen dar.

## 9.4 Energiebilanz incl. zusätzliche Energieeffizienzmaßnahmen und Umsetzung der Maßnahmen der Gebäudehülle

Die Maßnahmen im Bereich der Gebäudehülle haben starke Rückkopplungen auf die Anlagentechnik. Aufgrund dessen wurde auf eine gesonderte Darstellung verzichtet, weil bei dieser Berechnung dann klar sein muss, welche Maßnahmen konkret getroffen werden. Dies kann erst im Rahmen weitergehender Planungen erfolgen.

## 9.5 Zusammenfassung Kosten, Einsparungen, Barwert der TGA Pakete

Nachfolgend werden die Wirtschaftlichkeitsdaten der beiden TGA Pakete dargestellt:

Tabelle: Zusammenstellung Wirtschaftlichkeitsdaten

Beschreibung	Var. 0 Sanierung TGA	Var. 1 Energieeff. incl. Sanierung	Diff. Energieeff.
Einsparungen	16.003 €	17.323 €	1.320 €
Investition ohne Förderung	612.250 €	632.875 €	20.625 €
statische Amortisation ohne Förderung			15,6
Barwert			10.299 €

Man erkennt, dass die zusätzlichen Energieeffizienzmaßnahmen nicht nur wirtschaftlich sind, sondern auch einen erheblichen Barwertvorteil generieren und ein hohe CO<sub>2</sub> Einsparung ermöglichen.

Von folgenden Basiswerten wurde ausgegangen:

- Nutzungsdauer: 20 Jahre
- Zinssatz: 1%
- Preissteigerungsrate für Energie etc.: 2,5%

## 9.6 CO<sub>2</sub> Einsparungen

In nachfolgenden Tabellen werden die CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren dargestellt:

Emissionsfaktoren			
Emissionsfaktor Heizöl	0,266	kg/kWh	Faktoren nach DIN 18599 - Emissionsfaktoren UBA
Emissionsfaktor NW FDS	0,172	kg/kWh	mittels Energiebericht 2019 für LKS FDS ermittelt
Emissionsfaktor Biomethan	0,050	kg/kWh	Faktoren nach DIN 18599 - Emissionsfaktoren UBA
Emissionsfaktor HHS	0,000	kg/kWh	Faktoren nach DIN 18599 - Emissionsfaktoren UBA
Emissionsfaktor Strom	0,565	kg/kWh	Faktoren nach DIN 18599 - Emissionsfaktoren UBA
Emissionsfaktor Pellets	0,000	kg/kWh	Faktoren nach DIN 18599 - Emissionsfaktoren UBA

### CO<sub>2</sub> Einsparungen MN Paket Sanierung

	Verbrauch IST		Verbrauch SOLL		Einsparung		
	Energie	CO <sub>2</sub>	Energie	CO <sub>2</sub>	Energie	CO <sub>2</sub>	
	[MWh]	[t/a]	[MWh]	[t/a]	[MWh]	[t/a]	[%]
FW	255,4	43,9	103,2	17,8	152,2	26,2	59,6
Strom von EVU	25,7	14,5	10,2	5,8	15,5	8,8	60,3
Strom in EVU							
Gesamt	281,1	58,4	113,4	23,5	167,7	34,9	59,8

### CO<sub>2</sub> Einsparungen MN Paket Sanierung + Energieeffizienz

	Verbrauch IST		Verbrauch SOLL		Einsparung		
	Energie	CO <sub>2</sub>	Energie	CO <sub>2</sub>	Energie	CO <sub>2</sub>	
	[MWh]	[t/a]	[MWh]	[t/a]	[MWh]	[t/a]	[%]
Gas	255,4	43,9	103,2	17,8	152,2	26,2	59,6
Strom von EVU	25,7	14,5	7,1	4,0	18,6	10,5	72,3
Strom in EVU			-7,0	-4,0	7,0	4,0	
Gesamt	281,1	58,4	103,3	17,8	177,8	40,6	69,5

### **9.7 Annahmen, die für die Berechnung der Einsparungen verwendet wurden und die daraus resultierende Genauigkeit der Empfehlungen**

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten mit Rechnungen, Lastgängen, Pumpenkennlinien usw. kann von einer hinreichenden Genauigkeit und einer Toleranz von +/-30% für die Einsparungen und für die Kosten ausgegangen werden.

### **9.8 Informationen über anwendbare Zuschüsse und Beihilfen**

Förderungen gibt es derzeit seitens der BAFA für Heizungsoptimierung und Querschnittstechnologien. Im Rahmen der Detailplanung sollte vor Beginn der Maßnahmen die genaue Förderungssituation geprüft werden.

### **9.9 Mögliche Wechselwirkungen mit anderen vorgeschlagenen Empfehlungen**

Da mit Energiebilanzen und Maßnahmenpaketen gerechnet wird, werden die jeweiligen Wechselwirkungen z.B. beim Betrieb von BHKWs Energiebilanzintern schon mit berechnet.

### **9.10 Nachweis der Einsparungen**

Im Rahmen von Kapitel 4 wurden die Vergleichsgrundlagen der Energieverbräuche und Preise dargestellt. Aufbauend auf diesen Vergleichsgrundlagen, kann nach Ausführung der Maßnahme das jeweilige Projekt kontrolliert werden und die Einsparungen nachgewiesen werden.

## 10. Zusammenfassung und weitere Vorgehensweise

Die wirtschaftlich umsetzbaren Maßnahmen ergeben sich vor allem im Bereich der TGA.

Ein Sanierungsbedarf an der Gebäudehülle ist gegeben. Das Gebäude kann auf keinen KfW Effizienzhausstandard gebracht werden. Die Behaglichkeit würde aber deutlich steigen. Eine Aufwertung des Gebäudes hinsichtlich der Wärmedämmung sollte im Rahmen einer Gesamtanierung der Bauhülle durchgeführt.

## 11. Danksagung

Wir möchten uns sehr herzlich bei den Verantwortlichen und Mitarbeitern des Landkreises Freudenstadt, Hr. Burkhardt, Hr. Maier und allen anderen Beteiligten für die konstruktive und freundliche Zusammenarbeit bedanken.

Gezeichnet: 15.1.2021, Fa. iecos, Siegfried Schmid  
(gilt auch persönliche Unterschrift)