

# Zustandsanalyse und Sanierungskonzept

23064: Ruggenbühlstrasse 10, 9548 Matzingen

---



---

Auftraggeber	Gemeinde Matzingen Altholzstrasse 7 9548 Matzingen
VerfasserIn	3- Plan Haustechnik AG Simone Zauner / Christoph Bollinger Albert-Einstein-Strasse 15 8404 Winterthur
Datum	19.12.2023
Version	0
Geprüft/Freigegeben	chb

## Inhaltverzeichnis

1	Zusammenstellung der Objektdaten .....	3
2	Prolog und Zusammenfassung .....	4
1.1	Methodik.....	5
2.1	Nicht betrachtete Fachbereiche .....	6
3.1	Grundlagen.....	6
3	Zustandsanalyse und Sanierungskonzept Gebäudehülle .....	7
4	Beheizte Zonen des MZG Matzingen.....	10
5	Bauteilaufbauten thermische Gebäudehülle .....	12
6	Zustandsanalyse und Sanierungskonzept lufttechnische Anlagen .....	22
7	Wärmeanlagen .....	26
8	Sanitäranlagen.....	31
9	Energieeinsparung über die sanierte thermische Gebäudehülle.....	35
10	Photovoltaisches Potential der Dachflächen.....	36
11	Zukünftige Wärmeversorgung des MZG Matzingen .....	38
4.1	Gas-Brennwertkessel.....	38
10.1	Sole-Wasser-Wärmepumpe.....	40
11.1	Wirtschaftlichkeitsberechnung Sole-Wasser-Wärmepumpe.....	41
12.1	Luft-Wasser-Wärmepumpe .....	43
13.1	Wirtschaftlichkeitsberechnung Luft-Wasser-Wärmepumpe .....	43
14.1	Anschluss an Wärmerzeuger des Wirtschaftshof Matzingen .....	44
12	Kostenzusammenstellung Variante Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Militärnutzung.....	45
13	Kostenzusammenstellung Variante Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Militärnutzung .....	46
14	Kostenzusammenstellung Variante Luft-Wasser-Wärmepumpe ohne Militärnutzung .....	47
15	Kostenzusammenstellung Variante Sole-Wasser-Wärmepumpe ohne Militärnutzung.....	48
16	Schlussempfehlung.....	49

## 1 Zusammenstellung der Objektdaten

Objektadresse	Ruggenbühlstrasse 10 9548 Matzingen
Parzellennummer	212
Gebäudetyp	Verwaltung Kategorie III gem. SIA 380/1:2016 Lager Kategorie X gem. SIA 380/1:2016
Erstellungsjahr ca. (gemäss GWR)	1976
Lage des Objektes	Ca. 450 m ü. M.

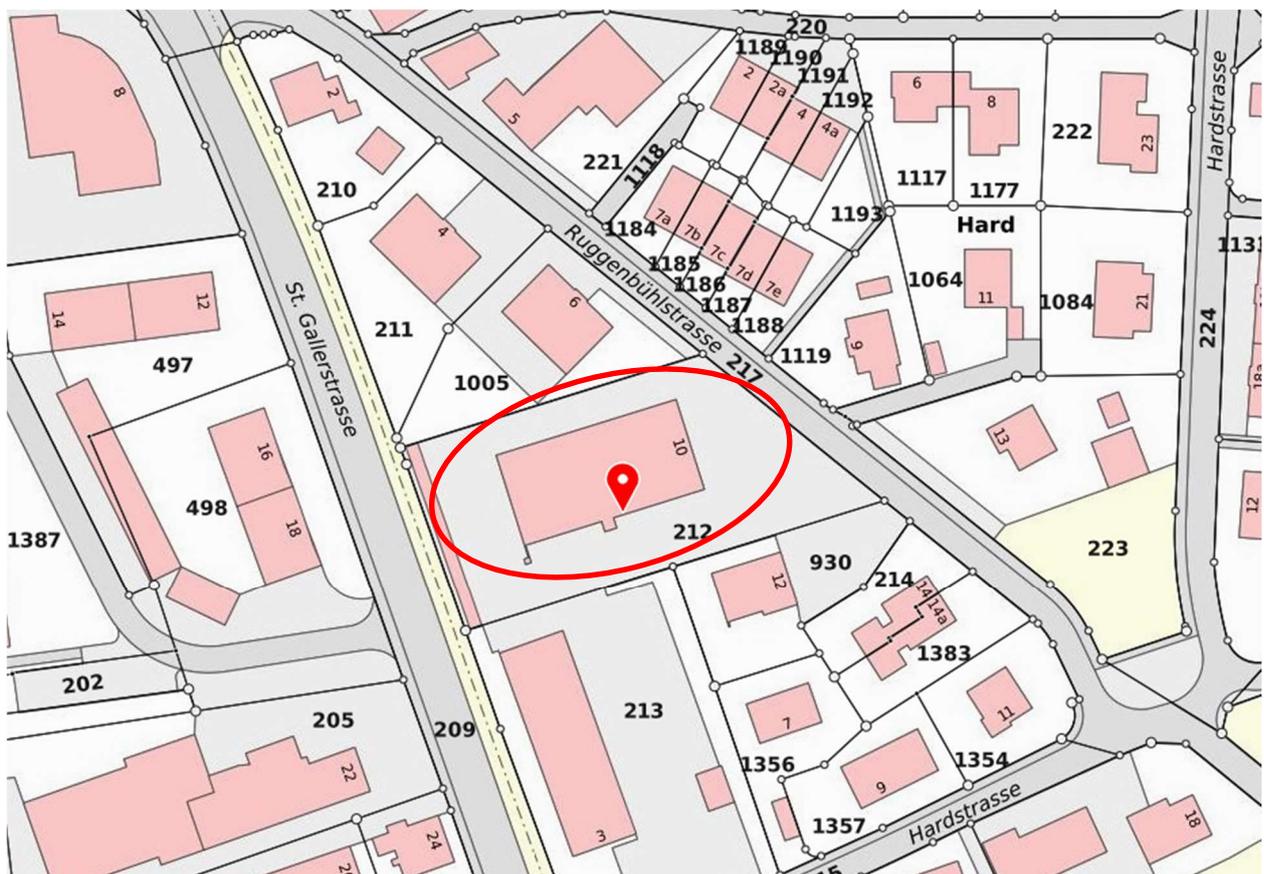


Abbildung 1: Situation GIS Kataster

## 2 Prolog und Zusammenfassung

Das Mehrzweckgebäude an der Ruggenbühlstrasse 10 in 9548 Matzingen soll einer Zustandsanalyse unterzogen werden. Das Gebäude ist ungefähr 47 Jahre alt. Für die energetische und bauphysikalische Analyse wird die Gebäudehülle und die Haustechnik des Gebäudes begutachtet und eine Beurteilung des Bestands durchgeführt. Die Beurteilung der gebäudetechnischen Anlagen und der Gebäudehülle basiert auf einer Begutachtung auf Sicht, die am 30.08.2023 vorgenommen wurde. Das Gebäude war zu diesem Zeitpunkt in einem intakten Zustand. Es wurden keine Sondagen (Bauteilöffnungen) vorgenommen.

Das Gebäude hat mehrere Verwendungszwecke, darunter:

- Büro und Einstellhalle für die Feuerwehr Matzingen- Stettfurt
- Büros und Mehrzwecksaal für Veranstaltungen
- Eine Küche angrenzend an den Mehrzwecksaal und eine Militärküche im Erdgeschoss

Das Untergeschoss dient derzeit zum Grossteil als Zivilschutzraum mit mehreren Schlafsälen, Nasszellen und Lagerräumen. Die Räume im Untergeschoss sind teilweise beheizt.

Die Entscheidung über die Nutzung des Gebäudes durch das Militär steht noch aus.

Die Gebäudehülle ist minimal gedämmt (Steildach). Grossteils wurden die Verglasungen der bestehenden Fenster durch 3-fach Verglasungen getauscht. Die Rahmen der Fenster stammen aus dem Baujahr und sind energetisch unzureichend. Das Steildach ist mit ca. 5 cm Mineralwolle gedämmt und damit nur geringfügig isoliert.

Die Haustechnik befindet sich, bis auf die Lüftungsanlagen und die sanitären Anlagen im Untergeschoss in einem akzeptablen Zustand. Es befindet sich aktuell ein Gas-Brennwertkessel mit einem Wärmespeicher (geschätztes Fassungsvermögen von 500 l) im Technikraum im Untergeschoss, welcher Wärme für Heizung und Warmwasser zur Verfügung stellt. Der Wärmeerzeuger stammt aus dem Jahr 2016 und müsste aufgrund des Alters noch nicht getauscht werden. Die wärmeleitenden Leitungen und Armaturen sind gedämmt und relativ neu. Die beheizten Räume werden über Radiatoren und Konvektoren mit Wärme versorgt. Im Zivilschutzraum gibt es ebenfalls einen Brauchwarmwasserspeicher, welcher aber elektrisch betrieben wird.

Nachdem das Gebäude unter die «Vorbildfunktion der öffentlichen Hand» fällt, sind erhöhte Anforderungen an den Gebäudestandard gefordert:

«Die Vorbildfunktion gemäss § 2 (ENG) wird bei kommunalen Neubauprojekten und tiefgreifenden Umbauten entweder mit dem Minergie-Standard oder dem SIA-Effizienzpfad Energie (SIA 2040) mit Zielwerten und Zusatzanforderungen oder dem Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz 2.1 (SNBS) erfüllt.» - Regelungen Kanton Thurgau

Die Bauteile und Komponenten wurden in diesem Bericht gem. Minergie-Standard behandelt.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Minergie-Anforderungen derzeit in einer Übergangsphase sind. Damit die «alten» Anforderungen für die Sanierung gelten, muss das provisorische Minergie-Zertifikat vor September 2024 eingereicht werden.

## 1.1 Methodik

Basis für die Beurteilung ist der Zustand der Anlageteile sowie die Möglichkeit für einen weiteren Betriebszyklus von ca. 15 bis 20 Jahren. Die Anlageteile werden in folgende Kategorien eingeteilt:

Code	Zustand	Dringlichkeit	Massnahmen	Restlebensdauer
A	gut	Unterhalt Anlage	Unterhalt	> 10 Jahre
B	leichte Abnutzung	Anlage überwachen	kleinere Instandsetzung	6- 10 Jahre
C	grössere Abnutzung	Eingreifen	grössere Instandsetzung	3- 5 Jahre
D	Ende Lebensdauer	sofort handeln	Erneuerung / Ersatz	< 2 Jahre

Die Beurteilung des Erneuerungs- und Investitionsbedarfs erfolgt nach den Empfehlungen der SIA 480/1 „Wirtschaftlichkeitsberechnung im Hochbau“ und aufgrund des Augenscheins vor Ort.

Die in der SIA 480/1 genannten technischen Lebensdauern geben grobe Richtwerte vor und können aufgrund der Beanspruchung, der Bauteilqualität und dem getätigten laufenden Unterhalt erheblich abweichen.

Bauteil	Lebensdauer in Jahren	
	Mittlere Beanspruchung	Grosse Beanspruchung
<b>Struktur, Rohbau</b>		
- Keller	100	100
- Obergeschosse	100	100
- Ver- und Entsorgungsleitungen	100	50
<b>Gebäudehülle</b>		
- Fassade	70	70
- Fenster, Aussentüren, Tore	50	30
- Dach	40	30
- Sonnenschutz	40	30
<b>Gebäudetechnische Installationen</b>		
- Starkstrom	50	50
- Schwachstrom	50	20
- Heizung	40	30
- Lüftung	40	20
- Klima	25	20
- Kälte	25	20
- Sanitärapparate	40	30
- Sanitärinstallationen	50	50
- Kücheneinrichtungen	20	20
- Aufzüge	40	30

Für jedes analysierte Bauteil wird eine Prognose der Restlebensdauer angestellt und ein Sanierungsvorschlag mit einer Kostenschätzung entwickelt. Dabei werden die Sanierungspakete in folgende Dringlichkeiten/Prioritäten eingeteilt:

- D = Handlungsbedarf in 0 – 2 Jahren
- C = Handlungsbedarf in 3 – 5 Jahren
- B = Handlungsbedarf in 6 – 10 Jahren
- A = Handlungsbedarf in > 10 Jahren

## 2.1 Nicht betrachtete Fachbereiche

- Erdbebensicherheit
- Barrierefreiheit (SIA 500)
- Elektroanlagen, Telefonie und EDV- Installationen
- Altlasten

## 3.1 Grundlagen

Für die Ausarbeitung des Sanierungskataloges haben folgende Normen und Richtlinien Gültigkeit:

- SIA Norm 180 „Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau“ Stand 2014
- SIA Norm 380/1 „Thermische Energie im Hochbau“ Stand 2016
- Energiegesetz Kanton Thurgau

Bei von Umbauten tangierten Bauteilen gelten in der Regel die Einzelbauteilanforderungen nach SIA 380/1:2016:

Verwaltung/Feuerwehr (Auslegungstemperatur 20 °C):

Bauteil gegen	Grenzwerte $U_{ji}$ in $W/(m^2K)$	
	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	Unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
Opake Bauteile		
- Dach, Decke	0.25	0.28
- Wand, Boden	0.25	0.28
Fenster und Fenstertüren	1	1.3
Türen	1.2	1.5
Tore (Türen grösser als 6 m <sup>2</sup> )	1.7	2
Storenkasten	0.5	0.5

## 3 Zustandsanalyse und Sanierungskonzept Gebäudehülle

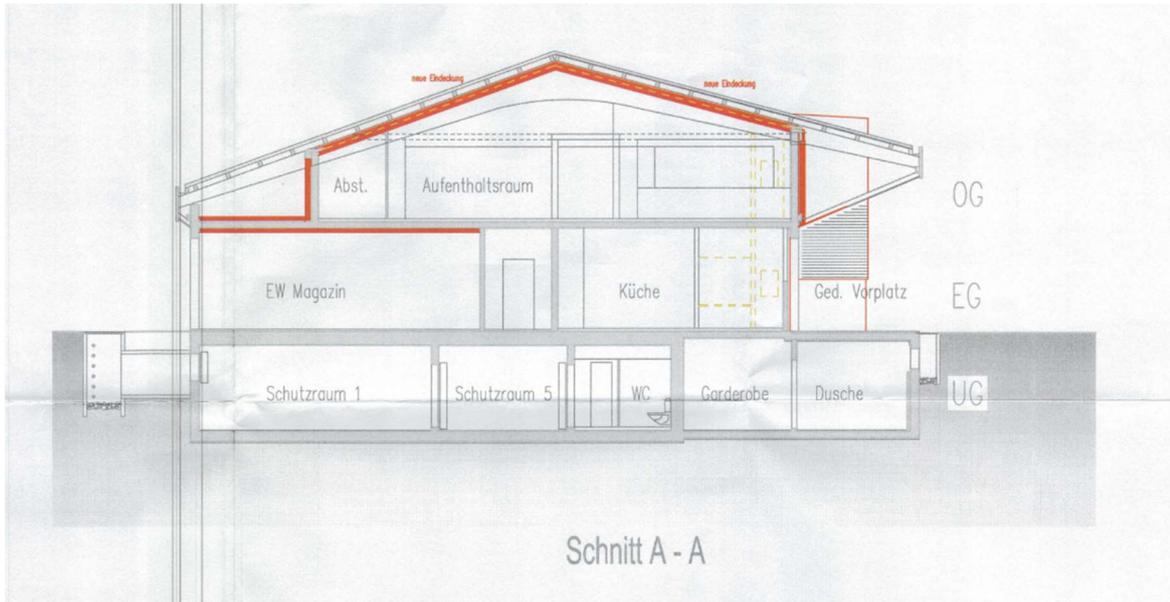


Abbildung 2: Schnitt des Mehrzweckgebäudes

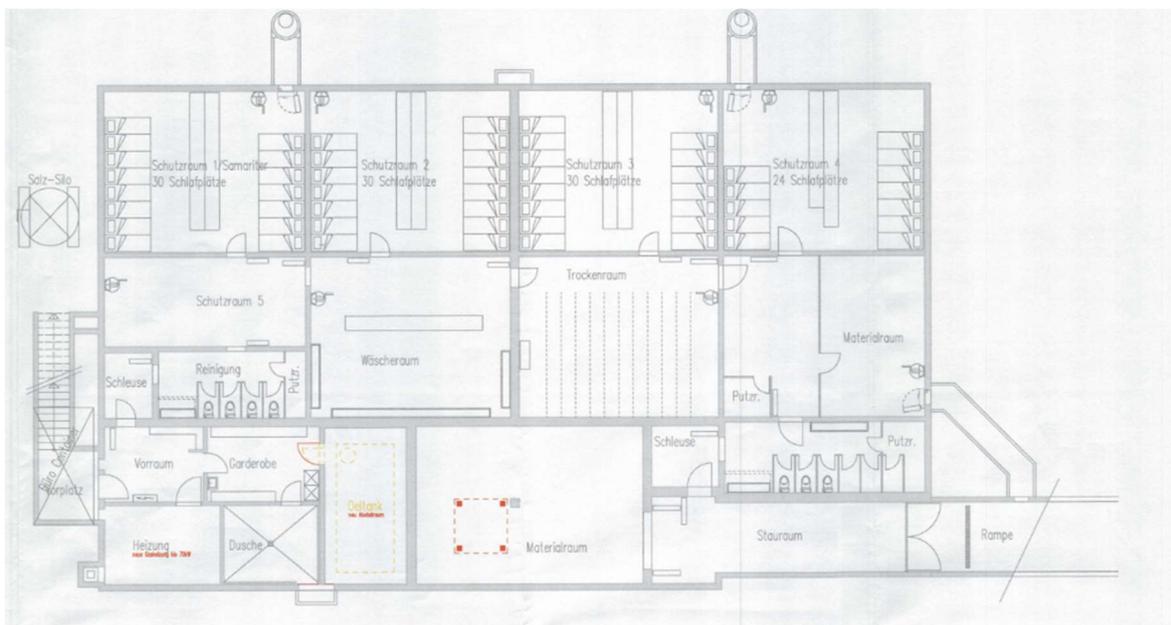


Abbildung 3: Grundriss des Untergeschosses

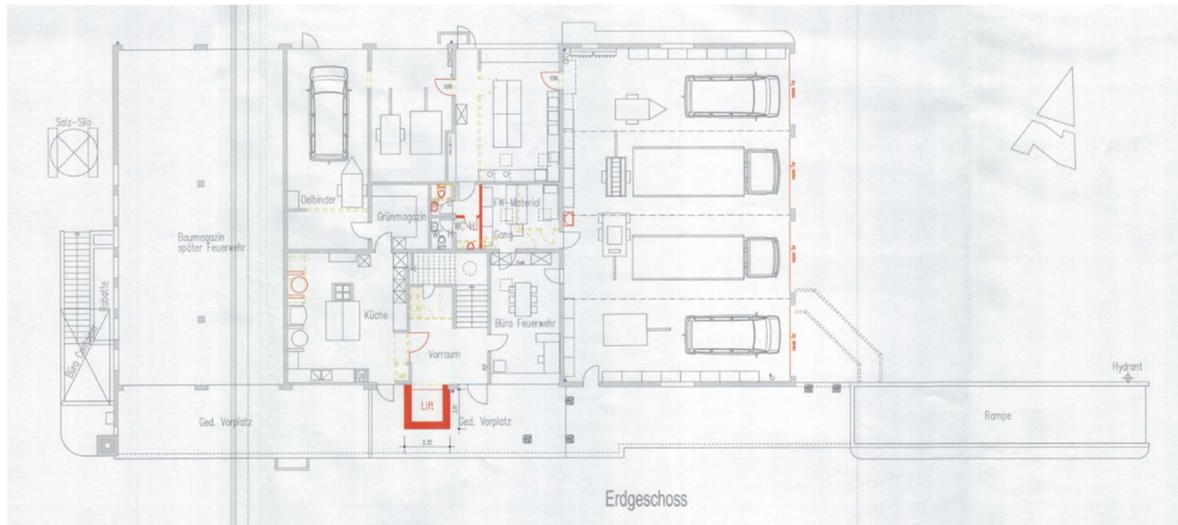


Abbildung 4: Grundriss des Erdgeschosses

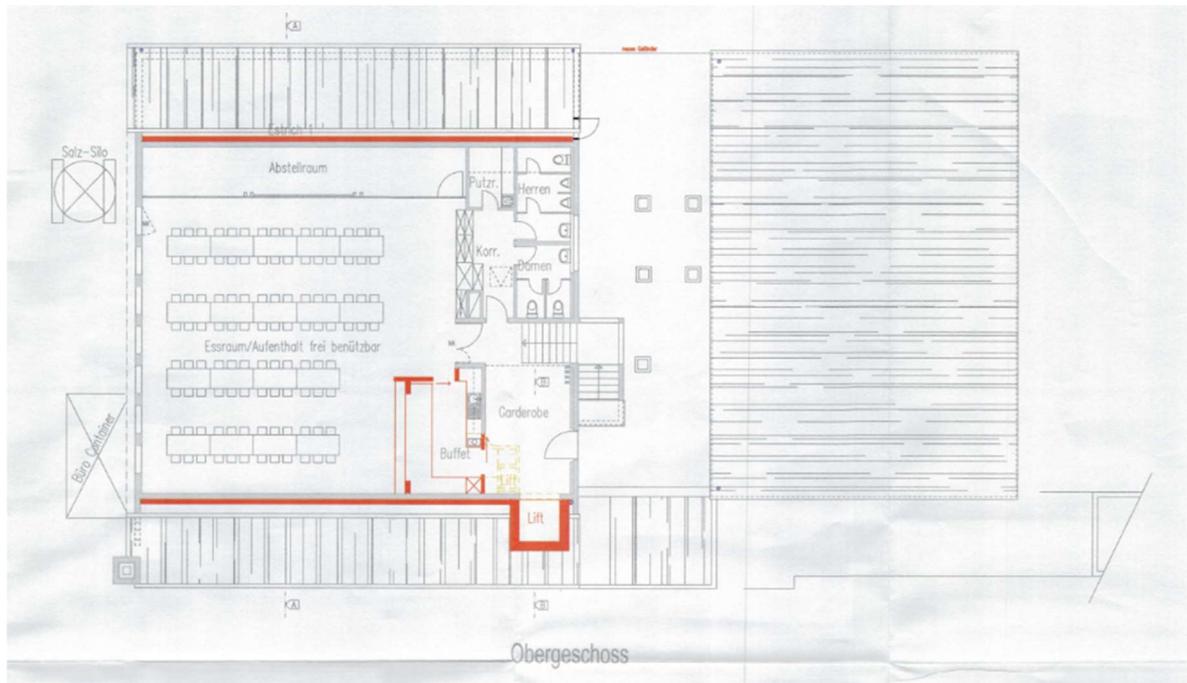


Abbildung 5: Grundriss des Obergeschosses

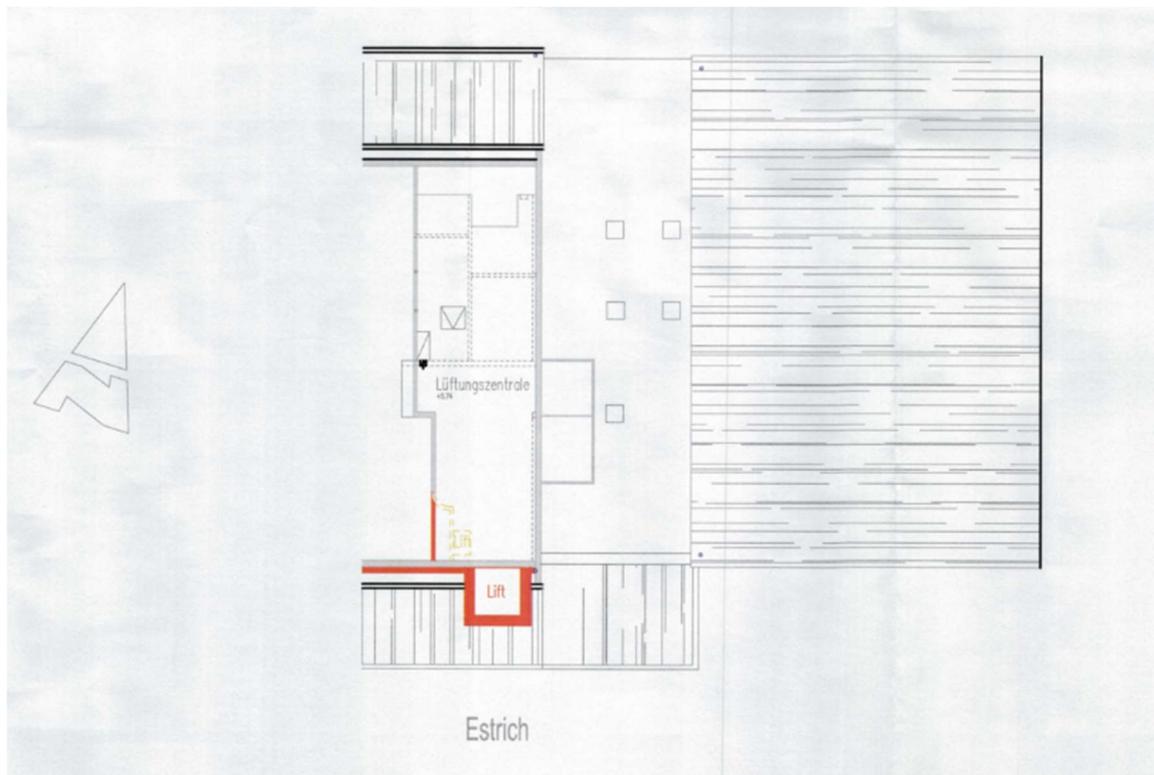


Abbildung 6: Grundriss des Estrichs

Das Gebäude besteht aus Untergeschoss mit Zivilschutzraum, Erdgeschoss, Dachgeschoss und Estrich. Im Estrich befindet sich die Lüftungszentrale für die Küchen, für die Nasszellen und den Versammlungssaal.

Im Untergeschoss ist die Heizungszentrale untergebracht. Der Rest des Untergeschosses ist als Zivilschutzzone ausgeführt.

Im Erdgeschoss befindet sich eine Militärküche, Sanitäreanlagen und Büroräume. Der Grossteil wird als Unterbringung für die Feuerwehr genutzt.

Die Verwaltungsnutzung verlangt nach SIA 380/1:2016 eine Raumtemperatur von mindestens 20 °C.

Findet keine energetische Umnutzung der Energiebezugsflächen statt, so können die Räume weiterhin auf die bestehende Temperaturlösung beheizt werden.

Sollten Gebäudeteile auf höhere Temperaturen als in der Norm vorgegeben beheizt werden, dann sind entsprechend bessere U-Werte für die angrenzenden tangierten Bauteilen zu erreichen:

«Für Gebäude oder Gebäudeteile, deren Standardnutzung Raumtemperaturen über oder unter 20°C vorsehen, werden die Grenzwerte für Einzelbauteile um 5 % pro K Differenz der Raumtemperatur zu 20°C reduziert bzw. erhöht (d.h. tiefere Grenzwerte bei höheren Raumtemperaturen). Die Grenzwerte werden dabei bis maximal zu den Zielwerten nach 2.2.2.2 korrigiert. Die Zielwerte selbst werden nicht korrigiert.» - SIA 380/1:2016

## 4 Beheizte Zonen des MZG Matzingen

In Abbildung 7 ist das Untergeschoss zu sehen. Die derzeit beheizten Räume sind durch orange Flächen und unbeheizte Räume durch blaue Flächen gekennzeichnet.

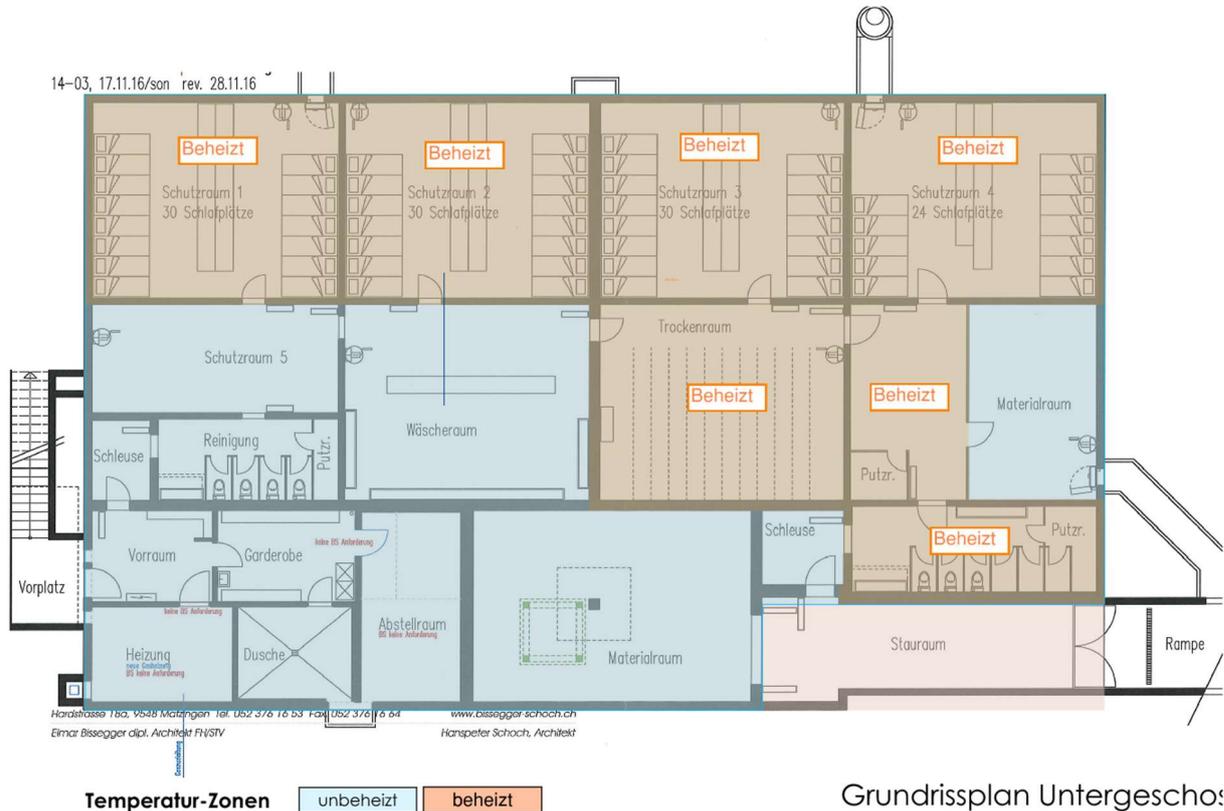


Abbildung 7: Darstellung der beheizten und unbeheizten Räume im Untergeschoss

In Abbildung 8 ist ersichtlich, dass das Erdgeschoss in zwei Zonen aufgeteilt ist. Die rote Zone kennzeichnet die beheizten Büroräume. Die gelbe Zone, ist die frostgesicherte Zone (10 °C). Teilweise sind Heizkörper in den «frostgesicherten» Räumen bereits vorhanden, weswegen keine zusätzlichen Heizungsinstallationen umgesetzt werden müssen. Es ist ausreichend die vorhandenen Heizkörper auf eine Raumtemperatur von 10 °C zu regeln, um Frost zu vermeiden.

Die Einstellhalle der Feuerwehr soll bei Bedarf die Möglichkeit bieten, die Raumtemperatur auf 22 °C zu erhöhen. Das kann beispielsweise über zwei dezentrale Luftheizapparate geschehen.

Die Grundtemperierung soll in der Feuerwehrrhalle ebenfalls auf 10 °C geregelt werden.

Die Trennwände zwischen beheizter und frostgesicherter Zone benötigen keine Dämmung, da beide Zonen im Dämmperimeter liegen und beide Zonen grundsätzlich temperiert sind.



## 5 Bauteilaufbauten thermische Gebäudehülle

Die Bauteilaufbauten werden gemäss untenstehender Tabelle eingeteilt und betrachtet:

Nr.	Bezeichnung
1	Boden gegen Unbeheizt
2	Wand gegen Erdreich
3	Wand gegen Aussenklima
4	Steildach
5	Flachdach
6	Fenster
7	Tore Feuerwehr
8	Tore Nebenräume Feuerwehr

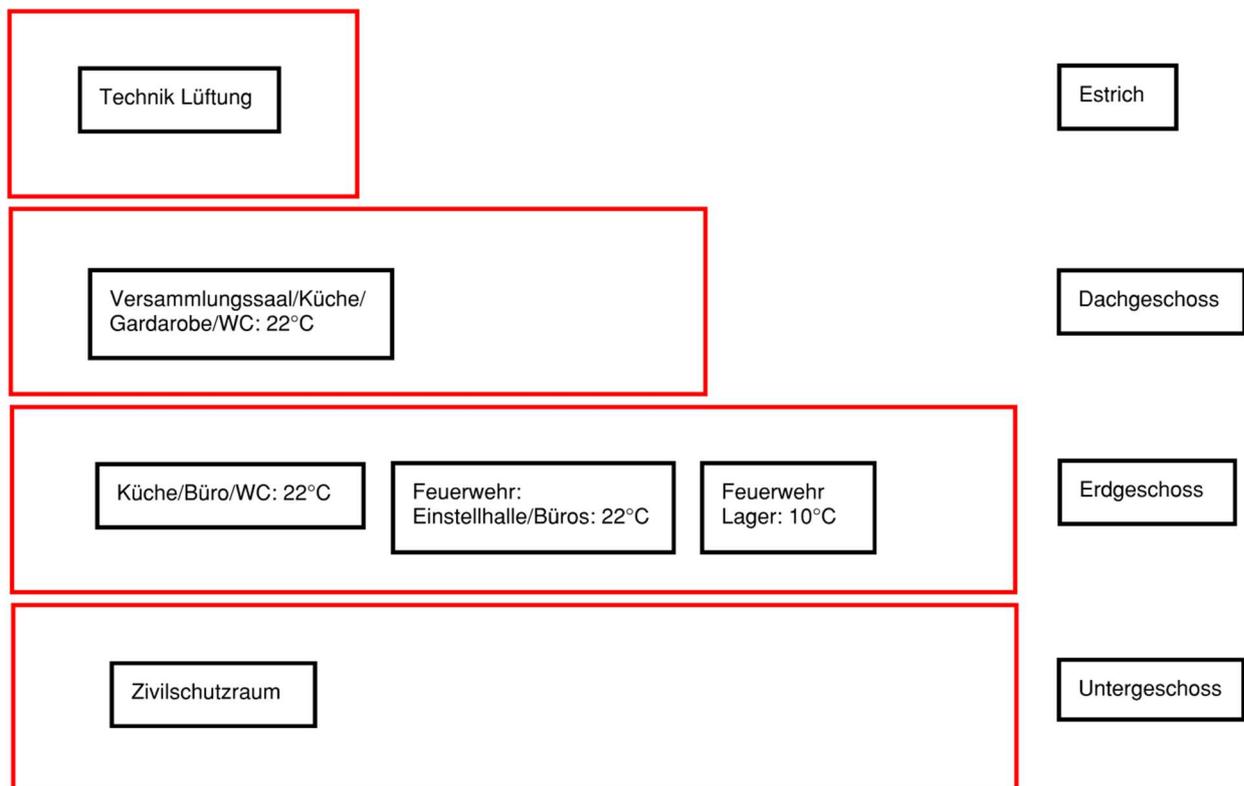
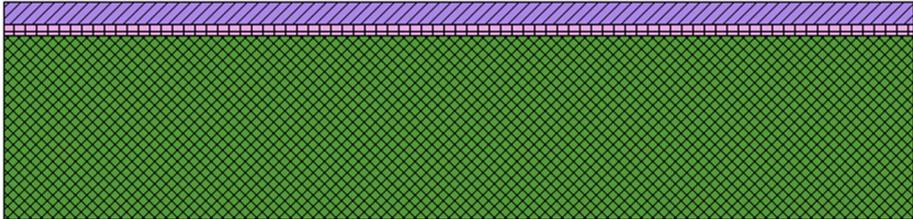
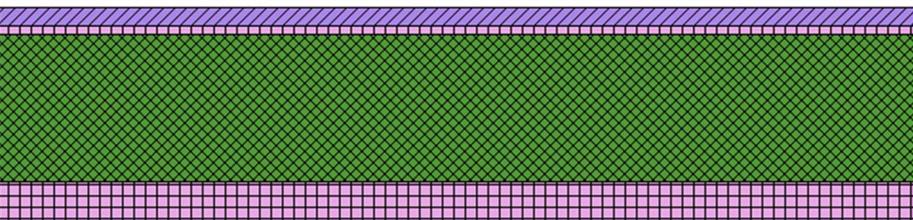
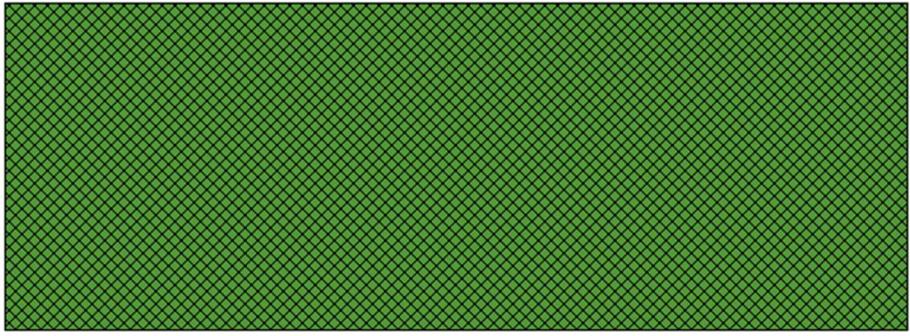


Abbildung 10: Blockschema Temperaturzonen

Die beheizte Zone im Erdgeschoss (Büronutzung) wird thermisch von den unbeheizten Räumen im Untergeschoss durch eine Deckendämmung getrennt.

Bauteil Nr. 1	Boden gegen Unbeheizt
<p>Beschrieb IST- Zustand</p> <p>Visualisierung IST- Zustand</p> <p><b>Innen</b></p>  <p>Querschnitt n° 1 100%</p> <p><b>Aussen</b></p>  <p>Annahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bodenbelag</li> <li>-Estrich ca. 4 cm</li> <li>-PE-Folie</li> <li>- Kork ca. 2 cm</li> <li>- Betontragwerk 35 cm</li> </ul> <p>U-Wert: 0.9 W/m²K</p>	<p>Zustand C</p>
<p>Beschrieb sanierter Zustand</p> <p>Visualisierung sanierter Zustand</p> <p><b>Innen</b></p>  <p>Querschnitt n° 1 100%</p> <p><b>Aussen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bodenbelag</li> <li>-Estrich ca. 4 cm</li> <li>-PE-Folie</li> <li>- Styropor ca. 2 cm</li> <li>- Betontragwerk 35 cm</li> <li>-TEKTALAN 10 cm</li> </ul> <p>U-Wert: 0.25 W/m²K</p>	<p>Kosten Sanierungsmassnahmen: 150 Fr./m²</p>

Das Tragwerk gegen unbeheizt besteht aus Beton. Darauf befindet sich wahrscheinlich ein Fussbodenaufbau mit Zementestrich und 2 cm Dämmung (Kork o.ä.). Für die Sanierung des Bauteils sollte eine Dämmung (beispielsweise TEKTALAN) unter dem Tragwerk angebracht werden. Die notwendige Fläche muss noch bestimmt werden. Damit kann ein U-Wert von 0.25 W/m<sup>2</sup>K erreicht werden.

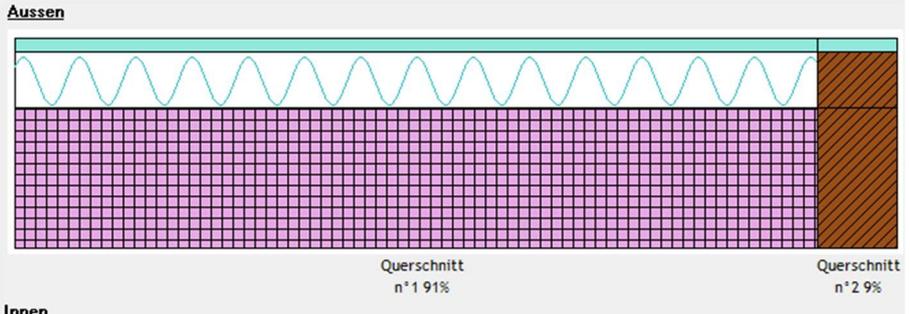
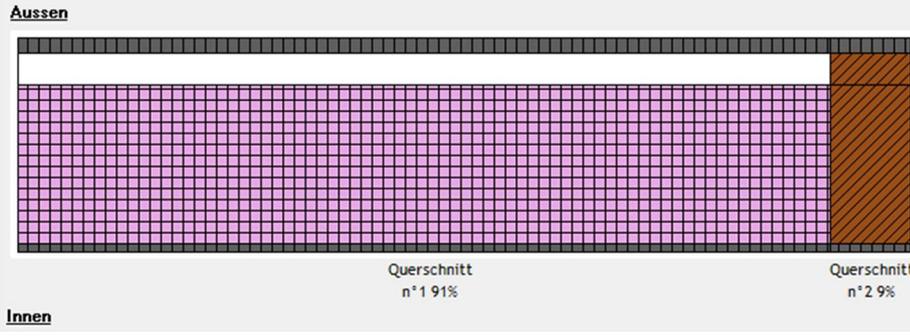
Bauteil Nr. 2 Wand gegen Erdreich	
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand
<p>Annahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 28 cm Beton armiert-</li> <li>- Feuchtigkeitssperre</li> </ul> <p>U-Wert: 2.3 W/m<sup>2</sup>K</p>	<p><u>Innen</u> <span style="float: right;"><u>Aussen</u></span></p> 
Zustand	C
Die Wand gegen Erdreich ist ungedämmt. Eine nachträgliche Dämmung ist mit hohem Aufwand und hohen Kosten verbunden. Weswegen eine nachträgliche Dämmung nur bedingt empfehlenswert ist.	

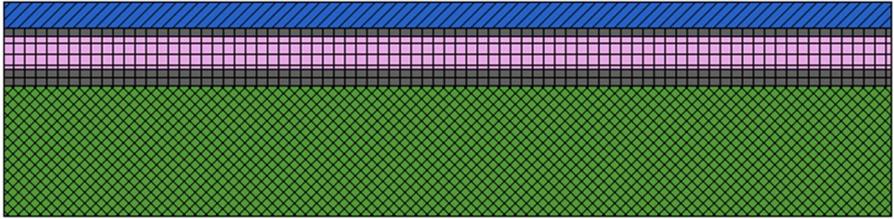
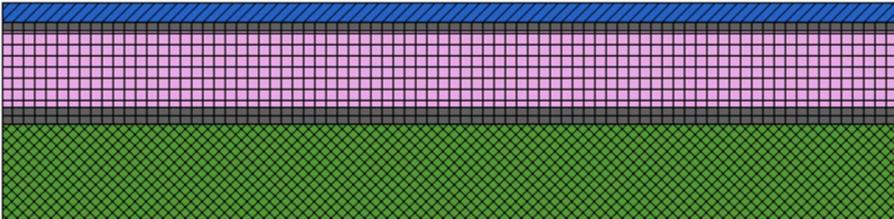


Kosten Sanierungsmassnahmen: Fläche 459 m<sup>2</sup> á 320 Fr./m<sup>2</sup> - 147'000 Fr.

Auf die ungedämmte Backsteinfassade kann eine Steinwolledämmung oder eine andere Art von Isolation angebracht werden, um die Wärmeverluste über die Fassade zu verringern.

Einem Teil der Fassade ist mit Faserzementplatten als Vorsatzschale bedeckt. (Asbestgefahr!)

Bauteil Nr. 4	Steildach
<p>Beschrieb IST- Zustand</p> <p>Annahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glaswolle 5 cm</li> <li>- Luftschicht 2 cm</li> <li>- Wellblech 0.5 cm</li> </ul> <p>U-Wert: 0.7 W/m<sup>2</sup>K</p>	<p>Visualisierung IST- Zustand</p>  
Zustand	C
Beschrieb sanierter Zustand	Visualisierung sanierter Zustand
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blech/Dachziegel</li> <li>- Luftschicht/Lattung 4 cm</li> <li>- Dämmung Steinwolle 20 cm</li> <li>- Dampfbremse</li> </ul> <p>U-Wert: 0.2 W/m<sup>2</sup>K</p>	
<p>Kosten Sanierungsmassnahmen: Fläche 582 m<sup>2</sup> á 350 Fr./m<sup>2</sup> - 203'700 Fr.</p>	
<p>Das bestehende Dach ist geringfügig mit 5 cm Glaswolle gedämmt. Die Faserzementplatten im Steildachbereich wurden wahrscheinlich im Laufe der Jahre ersetzt. Um das Dach energetisch zu optimieren, empfiehlt sich ein neuer Dachaufbau mit Zwischen- und Aufsparrendämmung.</p>	

Bauteil Nr. 5	Flachdach
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand
<p>Annahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehbelag 3 cm</li> <li>- Sand/Kies 3 cm</li> <li>- Dachvlies 1 cm</li> <li>- Dämmung 5 cm</li> <li>- Beton 20 cm</li> </ul> <p>U-Wert: 0.5 W/m<sup>2</sup>K</p>	<p><b>Aussen</b></p>  <p>Querschnitt n°1 100%</p> <p><b>Innen</b></p> 
Zustand	C
Beschrieb sanierter Zustand	Visualisierung sanierter Zustand
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehbelag 3 cm</li> <li>- Sand Kies 2 cm</li> <li>- Bauzeitabdeckung</li> <li>- EPS 16 cm</li> <li>- Dampfbremse 0.05 cm</li> <li>- Beton 20 cm</li> </ul> <p>U-Wert: 0.19 W/m<sup>2</sup>K</p>	<p><b>Aussen</b></p>  <p>Querschnitt n°1 100%</p> <p><b>Innen</b></p>
<p>Kosten Sanierungsmassnahmen: Fläche 88 m<sup>2</sup> á 250 Fr./m<sup>2</sup> - 22'000 Fr.</p>	
<p>Das bestehende Dach ist mit 5 cm Dämmung gedämmt. Um das bestehende Flachdach energetisch zu optimieren, muss der bestehende Aufbau bis auf die Betonschicht entfernt werden. Das Dach kann</p>	

beispielsweise mit 16 cm EPS-Dämmung isoliert werden. Damit kann ein U-Wert von ca. 0.19 W/m<sup>2</sup>K erreicht werden.

Bauteil Nr.	6	Fenster /Glastüren
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand	
<p>3-fach IV- Holzrahmenfenster</p> <p>U-Wert-Rahmen: 1.8 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>U-Wert-Glas: 0.8 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>U-Wert: 1.4 W/m<sup>2</sup>K</p>		
Zustand	B-C	
Beschrieb sanierter Zustand	Visualisierung sanierter Zustand	
<p>3-fach IV-Holz- Metallfenster</p> <p>U<sub>g</sub> = 0.6 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>U<sub>f</sub> = 1.1 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>U-Wert: 1 W/m<sup>2</sup>K</p>		

Kosten Sanierungsmassnahmen: Fläche 88 m<sup>2</sup> á 900 Fr./m<sup>2</sup> - 79'200 Fr.

Die derzeit verbauten Fenster und verglasten Türen entsprechen nicht dem heutigen Stand der Technik. Die Fensterverglasung wurde im Jahr 2016 getauscht. Die Fensterrahmen wurden belassen. Die Fensterrahmen besitzen keine Dichtungen o.ä. und sind somit energetisch unzureichend. Die Oblichter müssen ebenfalls optimiert werden.

Bauteil Nr. **7** Tore Feuerwehr

Beschrieb IST- Zustand      Visualisierung IST- Zustand

Feuerwehrtore  
Metall/Kunststoff

U-Wert: 3 W/m<sup>2</sup>K



Zustand      B-C

Beschrieb sanierter Zustand      Visualisierung sanierter Zustand

Kosten Sanierungsmassnahmen: 52 m<sup>2</sup> Fläche – 28'000 Fr.

Die derzeit verbauten Feuerwehrtore befinden sich in einem guten Zustand und müssen nicht dringend getauscht werden. Für eine energetische Optimierung sollten die bestehenden Tore ersetzt werden. Die neuen Tore dürfen einen U-Wert 1.7 W/m<sup>2</sup>K nicht überschreiten.

Bauteil Nr.	8	Tore Nebenräume Feuerwehr
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand	
<p>Feuerwehrtore Metall</p> <p>U-Wert: 3.5 W/m<sup>2</sup>K</p>		
Zustand	C	
Beschrieb sanierter Zustand	Visualisierung sanierter Zustand	
<p>Kosten Sanierungsmassnahmen: 59 m<sup>2</sup> Fläche – 32'000 Fr.</p>		
<p>Die derzeit verbauten Feuerwehrtore sind energetisch unzureichend und sollten getauscht werden durch Tore mit einem max. U-Wert von 1.7 W/m<sup>2</sup>K.</p>		

## 6 Zustandsanalyse und Sanierungskonzept lufttechnische Anlagen

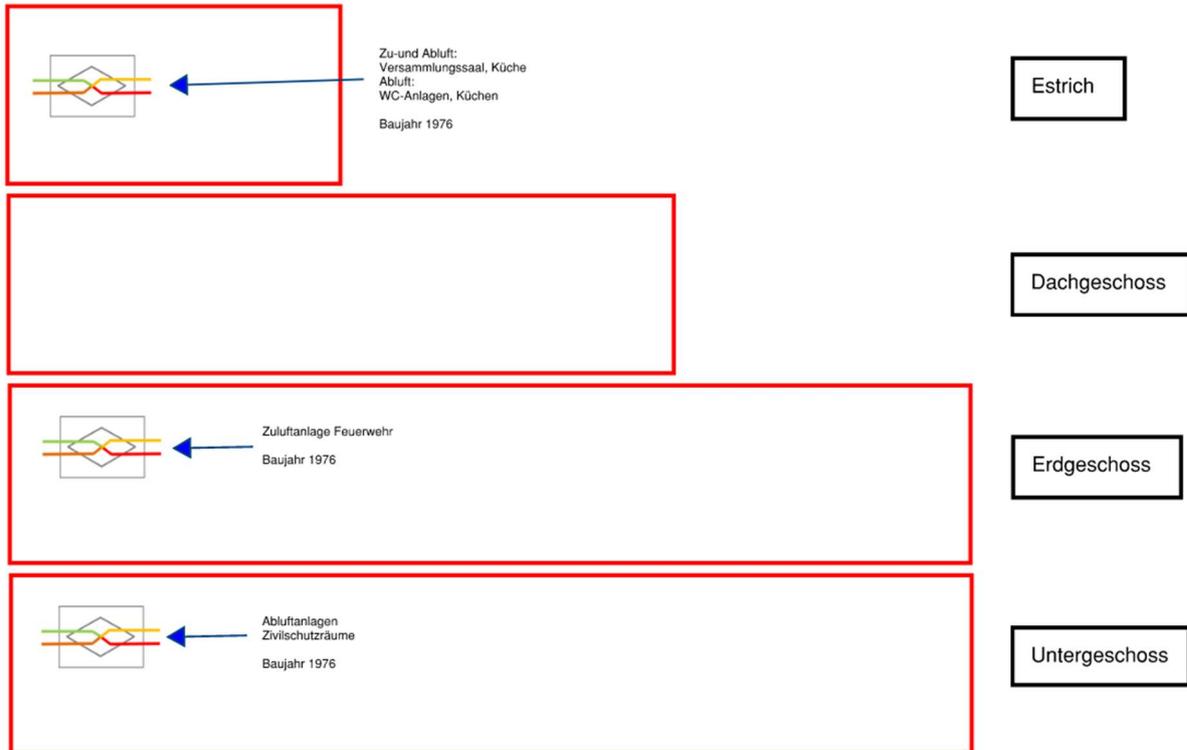


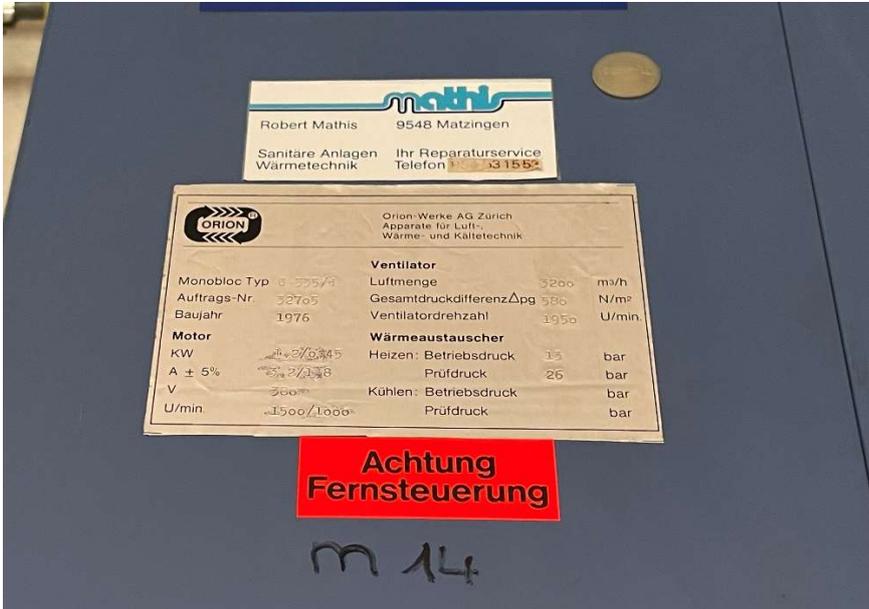
Abbildung 11: Blockschema Lüftungstechnische Anlagen

Um den Minergie-Standard zu erreichen ist für Bauten mit Baujahr vor 2000 der Kategorien III Verwaltung, V Verkauf, VII Versammlung, IX Industrie, X Lager und XI Sportbauten eine kontrollierte Aussenluftzufuhr keine Voraussetzung, sie wird jedoch empfohlen. Für das MZG Matzingen gibt es daher keine Anforderungen.

In den Büroräumen, welche nicht mit einer kontrollierten Lüftung ausgestattet sind, kann eine automatisierte Fensterlüftung in Betracht gezogen werden.

Nr.	Bezeichnung
9	Lüftungsanlage Versammlungssaal/Küchen
10	Lüftungsanlage Feuerwehr
11	Lüftungsanlage Schlafsäle Zivilschutzraum

Bauteil Nr. 9	Lüftungsanlage Versammlungssaal/Küchen																												
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand																												
<p>Der Mehrzwecksaal im Obergeschoss und die dazugehörige Küche wird mit einer Zu- und Abluftanlage belüftet. (ohne Wärmerückgewinnung) Die Küche im Erdgeschoss ist lediglich mit einer Abluftanlage ausgestattet. Es existiert ebenfalls eine kleinere Anlage für die WC-Abluft. Die Lüftungsgeräte befinden sich im Estrich des Gebäudes.</p> <p>Die Lüftungsgeräte sind allesamt 47 Jahre alt und haben somit ihr Lebensende erreicht. Es empfiehlt sich ein Tausch der Geräte durch moderne energieeffiziente Geräte mit Wärmerückgewinnung. Das Heizregister ist mit alten Pumpen ausgestattet. Es empfiehlt sich der Tausch der bestehenden Pumpen, da diese einen hohen Energieverbrauch haben.</p> <p>Baujahr: 1976</p> <p>Zustand: C-D</p>	 <p>The photograph shows a blue Orion ventilation unit installed in a technical room. A technical data plate is visible, providing the following specifications:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Ventilator</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Luftmenge</td> <td>1500 m<sup>3</sup>/h</td> </tr> <tr> <td>Gesamtdruckdifferenz <math>\Delta p_g</math></td> <td>370 N/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Ventilator Drehzahl</td> <td>2110 U/min</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Motor</th> <th colspan="2">Wärmeaustauscher</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KW</td> <td>0.55</td> <td>Heizen: Betriebsdruck</td> <td>15 bar</td> </tr> <tr> <td>A <math>\pm</math> 5%</td> <td>1.55</td> <td>Prüfdruck</td> <td>26 bar</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>380</td> <td>Kühlen: Betriebsdruck</td> <td>bar</td> </tr> <tr> <td>U/min.</td> <td>1500</td> <td>Prüfdruck</td> <td>bar</td> </tr> </tbody> </table> <p>The data plate also includes the Orion logo, the manufacturer name 'Orion-Werke AG Zürich', and the slogan 'Apparate für Luft-, Wärme- und Kältetechnik'. A handwritten '11' is visible on the right side of the plate.</p>	Ventilator		Luftmenge	1500 m <sup>3</sup> /h	Gesamtdruckdifferenz $\Delta p_g$	370 N/m <sup>2</sup>	Ventilator Drehzahl	2110 U/min	Motor		Wärmeaustauscher		KW	0.55	Heizen: Betriebsdruck	15 bar	A $\pm$ 5%	1.55	Prüfdruck	26 bar	V	380	Kühlen: Betriebsdruck	bar	U/min.	1500	Prüfdruck	bar
Ventilator																													
Luftmenge	1500 m <sup>3</sup> /h																												
Gesamtdruckdifferenz $\Delta p_g$	370 N/m <sup>2</sup>																												
Ventilator Drehzahl	2110 U/min																												
Motor		Wärmeaustauscher																											
KW	0.55	Heizen: Betriebsdruck	15 bar																										
A $\pm$ 5%	1.55	Prüfdruck	26 bar																										
V	380	Kühlen: Betriebsdruck	bar																										
U/min.	1500	Prüfdruck	bar																										
<p>Totalersatz Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung: 188'000 Fr.</p>																													

Bauteil Nr. 10	Lüftungsanlage Feuerwehr
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand
<p>Der Feuerwehrteil des Mehrzweckgebäudes ist mit einer Zuluftanlage ausgestattet. Die Abluft wird über Öffnungen in der Fassade gewährleistet. Über das Lüftungsgerät wird die Einstellhalle beheizt.</p> <p>Die Lüftungsgerät ist 47 Jahre alt und hat somit sein Lebensende erreicht. Es empfiehlt sich ein Tausch des Gerätes durch ein modernes energieeffizientes Gerät mit Wärmerückgewinnung.</p> <p>Baujahr: 1976</p> <p>Zustand: C-D</p>	  <p><b>Achtung Fernsteuerung</b></p> <p>m 14</p>
<p>Totalersatz Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung: 128'000 Fr.</p>	

Bauteil Nr. 11	Lüftungsanlage Schlafsäle Zivilschutzraum
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand
<p>Die Schlafsäle und der Lagerraum im Untergeschoss (Zivilschutzraum) sind mit dezentralen Abluftanlagen ausgestattet. Grundsätzlich können diese Anlagen so lange verwendet werden, wie es das Amt für Militär und Zivilschutz für gut empfindet. Die Anlagen werden regelmässig kontrolliert.</p> <p>Das Amt für Zivilschutz beabsichtigt die Geräte für Zivilschutz allesamt zu sanieren. Die Kosten dafür werden vom Kanton Thurgau übernommen.</p> <p>Baujahr: 1976</p> <p>Zustand: C</p>	 <p>The photograph shows a mechanical ventilation unit installed in a room. A large, vertical, galvanized metal duct runs from the ceiling down to a grey metal control box mounted on the wall. The control box has a black power cord plugged into a wall outlet. Above the control box, a smaller cylindrical component is visible, connected to the duct. The wall is light-colored and shows some signs of wear.</p>
Die Kosten für die Sanierung werden vom Kanton Thurgau übernommen	

## 7 Wärmeanlagen

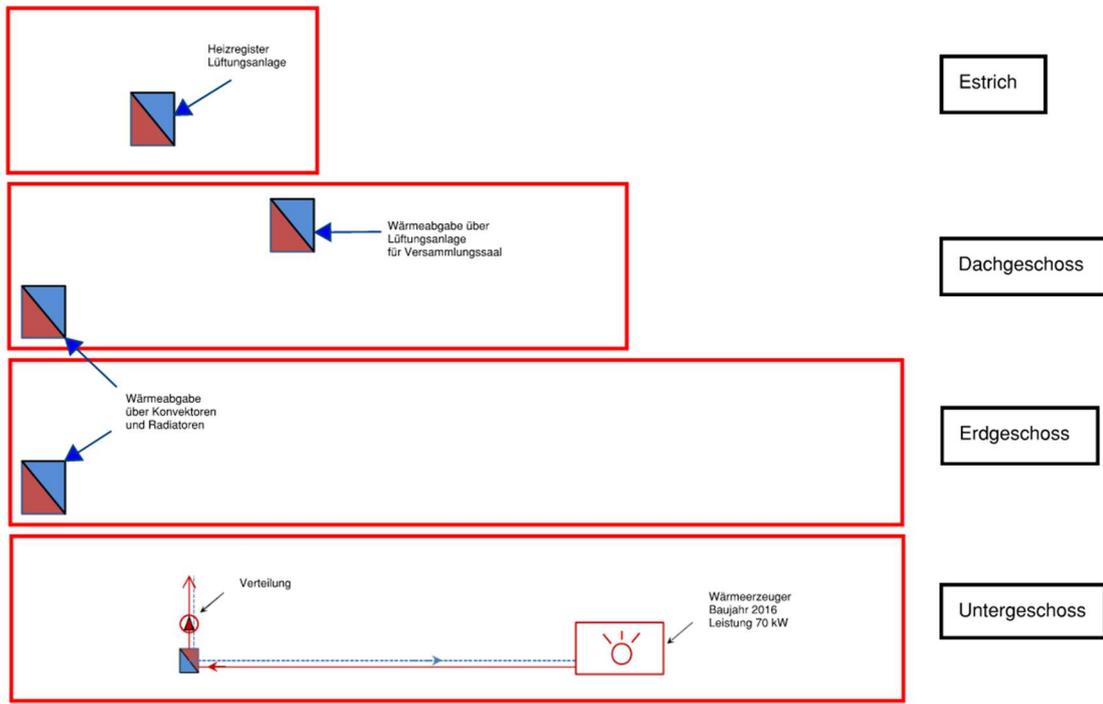


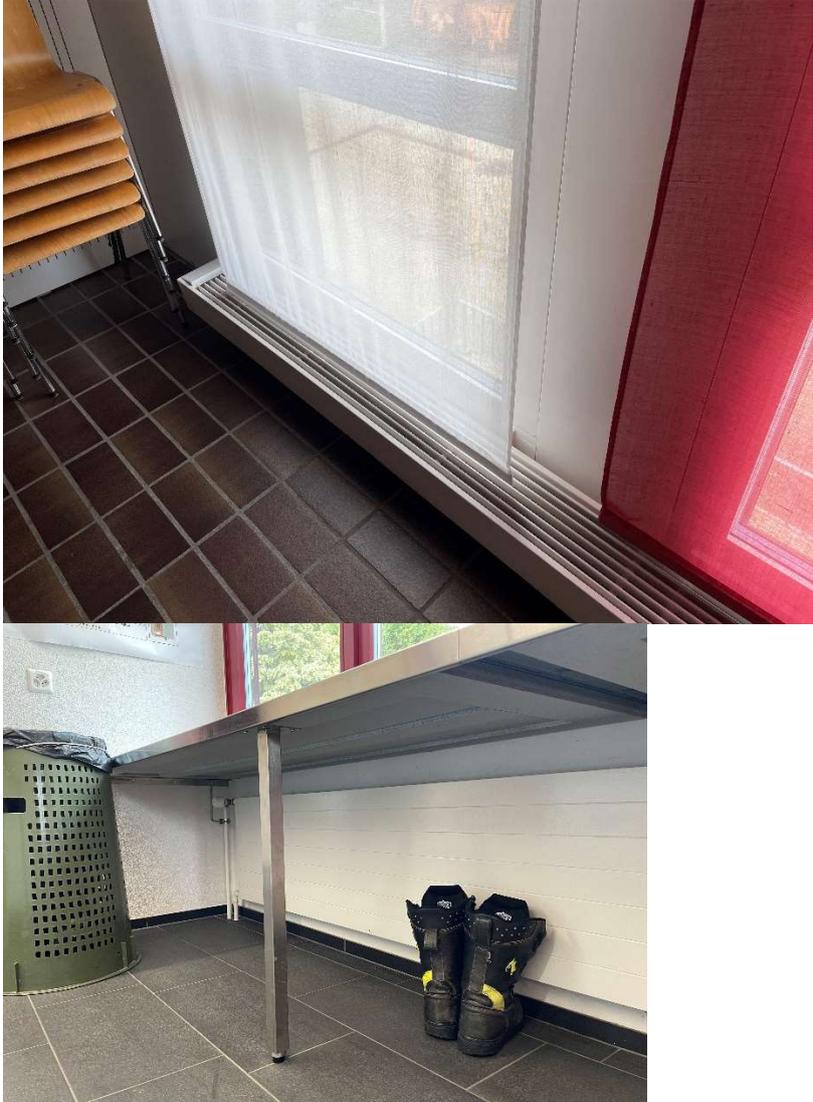
Abbildung 12: Blockschema Heizungsanlagen

Nr.	Bezeichnung
12	Hauptwärmeerzeuger
13	Warmwasserboiler Zivilschutzraum
14	Hauptwärmeverteilung
15	Wärmeabgabe



Bauteil Nr. 13	Warmwasserboiler Zivilschutzraum
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand
<p>Im Zivilschutzraum im Untergeschoss befindet sich ein Elektrowasserboiler. Der Elektroboiler ist nicht gedämmt und sehr wahrscheinlich nicht in Benutzung. Der Elektrowasserboiler soll in Zukunft nicht mehr benutzt werden.</p> <p>Baujahr: 1976</p> <p>Zustand: C</p>	 A photograph showing a blue cylindrical electric water boiler in a utility room. The boiler is positioned vertically against a wall. It has several pipes connected to it, including a large horizontal pipe at the top and a smaller one on the side. The room has a concrete floor and a white door in the background. The lighting is somewhat dim, typical of a utility area.

Bauteil Nr. 14	Hauptwärmeverteilung
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand
<p>Die Verteilung verläuft entlang/in den Geschossdecken und Trennwänden. Die Verteilerleitungen sind grossteils ausreichend gedämmt.</p> <p>Freiliegende Winkel und Anschlüsse sollten bei Möglichkeit nachgedämmt werden, um unnötige Wärmeverluste zu verringern.</p> <p>Die Armaturen sollten hin und wieder auf ihre Gängigkeit und Dichtheit geprüft werden.</p> <p>Baujahr: 2016</p> <p>Zustand: B</p>	 <p>The photograph shows a technical room with a heating distribution system. A long, horizontal manifold is mounted on a wall, with several vertical pipes leading down to individual radiators. Each radiator has a control valve with a red handle. The pipes are wrapped in white insulation. The room has a concrete floor and a blue wall in the background.</p>

Bauteil Nr.	15	Wärmeabgabe
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand	
<p>Die Wärmeverteilung erfolgt über Konvektoren und Radiatoren.</p> <p>Die Raumtemperatur wird über Thermostatköpfe und Handräder gesteuert.</p> <p>Es wird ebenfalls über die Lüftungsanlagen geheizt.</p> <p>Die Wärmeabgabe befindet sich in einem gebrauchstauglichen Zustand.</p> <p>Baujahr: bauzeitlich</p> <p>Zustand: B</p>		

## 8 Sanitäranlagen

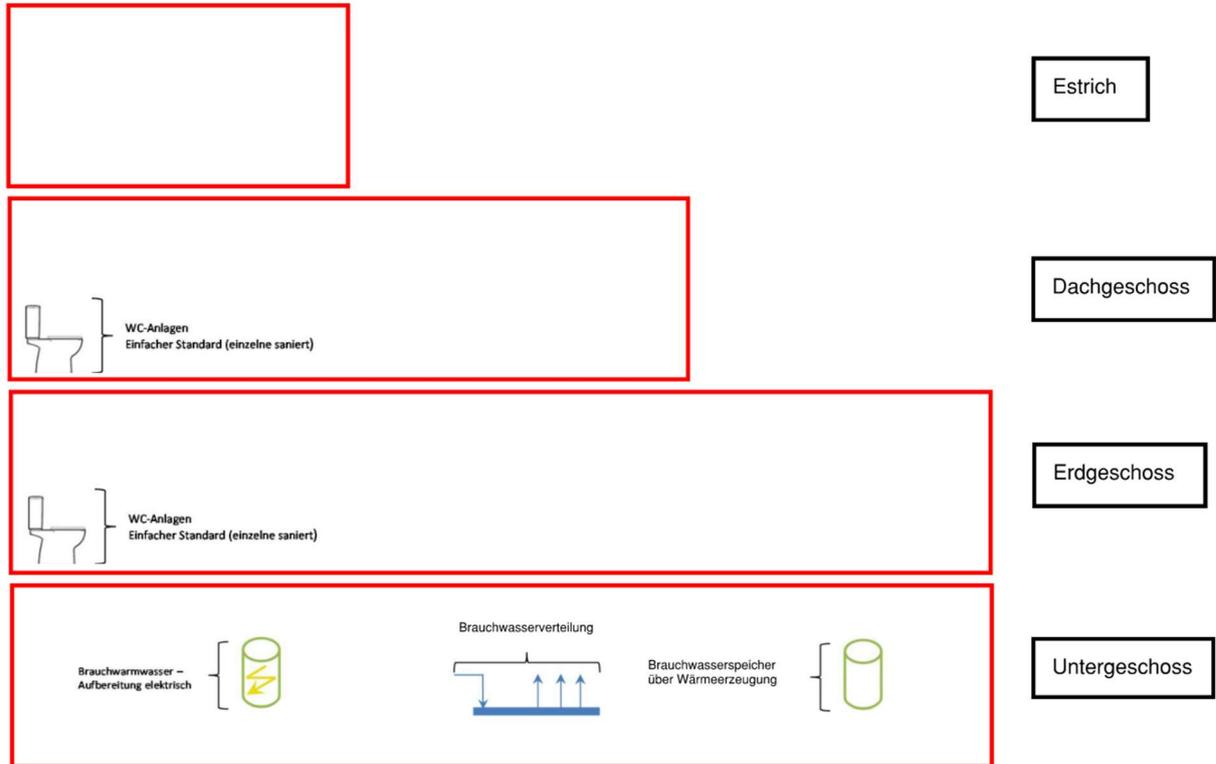


Abbildung 13: Blockschema Sanitär

Nr.	Bezeichnung
16	Thermischer Speicher
17	Kalt- und Warmwasserverteilung
18	Allgemeine Sanitärapparate

Bauteil Nr.	16	Thermischer Speicher
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand	
<p>An den Heizkreis ist ein gedämmter Warmwasserspeicher für die Trinkwasseraufbereitung angeschlossen. Der Trinkwasserboiler hat zum Zeitpunkt der Begehung eine Temperatur von 40 °C angezeigt. Aufgrund von Legionellen ist dies hygienisch sehr bedenklich. Das Wasser wird über Zirkulation warmgehalten. Das ist energetisch unvorteilhaft, da das Gebäude nur sporadisch besetzt ist.</p> <p>Baujahr: keine Angaben</p> <p>Zustand: B-C</p>	 A photograph showing a red boiler unit on the left and a large, vertical, grey thermal storage tank on the right. The tank has a black horizontal band around its middle. The room has white walls, pipes, and a fluorescent light fixture on the ceiling.	

Bauteil Nr. 17	Kalt- und Warmwasserverteilung
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand
<p>Die Trinkwasserverteilung befindet sich im Heizungsraum. Die wärmeleitenden Leitungen und Armaturen sind gedämmt. Es empfiehlt sich ein Rohrschnitt der Horizontalverteilung, um den Zustand des Leitungsmaterials beurteilen zu können.</p> <p>Baujahr: keine Angaben</p> <p>Zustand: B-C</p>	 A photograph of a heating room. The room contains a complex network of insulated pipes (likely PEX) for cold and hot water distribution. The pipes are bundled together and run horizontally and vertically. There are several valves, gauges, and a blue water tank visible. The room appears to be a technical space for a building's heating system.

Bauteil Nr. 18	Allgemeine Sanitärapparate
Beschrieb IST- Zustand	Visualisierung IST- Zustand
<p>Die WC-Anlagen sind teilweise neu und weisen einen einfachen zweckmässigen Standard auf. Insgesamt sind die WC-Anlagen im Obergeschoss in einem akzeptablen Zustand und müssten in den nächsten Jahren nicht getauscht werden. Die Sanitäranlagen im Untergeschoss und Erdgeschoss sind angejährt und sollten erneuert werden. Ein grosser Teil der vorhandenen Duschen wird nicht genutzt, dadurch werden die Leitungen nur selten durchgespült. Nachdem es eine hohe Anzahl an Duschen gibt, sollte abgewogen werden, wie viele davon tatsächlich notwendig sind.</p> <p>Baujahr: keine Angaben</p> <p>Zustand: A-C</p>	
Kosten Sanierung Sanitärapparate pro Stück 4'000 Fr.	

## 9 Energieeinsparung über die sanierte thermische Gebäudehülle

Werden die Bauteile saniert, wie im Sanierungskatalog beschrieben, lassen sich Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle minimieren. Die thermische Hülle berücksichtigt in dieser Berechnung das Untergeschoss nicht, da das Untergeschoss in seiner jetzigen Form bestehen bleibt.

In folgender Tabelle sind die Bauteile angegeben, welche in der Berechnung des Heizwärmebedarfs berücksichtigt wurden:

Bauteil	U-Wert Bestand	U-Wert neu	Fläche
Wand gegen Aussenluft	1.1 W/m <sup>2</sup> K	0.2 W/m <sup>2</sup> K	459 m <sup>2</sup>
Steildach	0.7 W/m <sup>2</sup> K	0.2 W/m <sup>2</sup> K	582 m <sup>2</sup>
Flachdach	2 W/m <sup>2</sup> K	0.2 W/m <sup>2</sup> K	88 m <sup>2</sup>
Fenster/Fenstertüren	1.4 W/m <sup>2</sup> K	1 W/m <sup>2</sup> K	88 m <sup>2</sup>
Feuerwehrtore	1.8 W/m <sup>2</sup> K	1.2 W/m <sup>2</sup> K	52 m <sup>2</sup>
Seitliche Tore	3 W/m <sup>2</sup> K	1.2 W/m <sup>2</sup> K	59 m <sup>2</sup>
Boden gegen Erdreich	1.7 W/m <sup>2</sup> K	1.7 W/m <sup>2</sup> K	307 m <sup>2</sup>
Wand gegen Erdreich	2.8 W/m <sup>2</sup> K	2.8 W/m <sup>2</sup> K	222 m <sup>2</sup>

Die Heizwärmebedarfsberechnung wurde im Programm Lesosai 2023.0 durchgeführt. Für die sanierte Variante ergibt sich ein Heizwärmebedarf von 185.7 kWh/m<sup>2</sup>a und für die unsanierte Variante ein Heizwärmebedarf von 415.5 kWh/m<sup>2</sup>a.

Insgesamt ergibt sich eine **Einsparung der Wärmeenergie von 56%** zum Ausgangszustand.

## 10 Photovoltaisches Potential der Dachflächen



Abbildung 14: PV-Potential des Mehrzweckgebäudes ; orange Flächen sind "sehr gut" für PV geeignet; gelbe Flächen sind "mittel" für PV geeignet

Generell sind Dächer von Minergie-Erneuerungen gem. den neuen Anforderungen ab September 2024 mit möglichst viel PV zu belegen.

«Unter einer voll belegten Dachfläche versteht man eine Belegung von minimal 60% für Neubauten resp. 30% für Modernisierungen (wegen komplexeren bestehenden Dächern).»

Ziel der neuen Minergie-Standard Gebäude ist es, dass jeweils die ganze Dachfläche sinnvoll zur Eigenproduktion genutzt wird. Hierfür muss im Minergie-Nachweis die gesamte nutzbare Dachfläche angegeben werden.

Als nutzbare Dachfläche in diesem Sinne gilt die Summe aller Teildachflächen (inkl. Giebeldach), die

- grösser als 20 m<sup>2</sup> sind
- einen Winkel von 0° bis 20° gegenüber der Horizontalen haben
- einen Winkel bis 60° gegenüber der Horizontalen und eine Ausrichtung zwischen WNW-S-ONO haben
- nicht unter Schutzstatus stehen

Für die «alten» Anforderungen ist für Erneuerungen keine PV-Anlage notwendig.

Geeignet sind die in Abbildung 14 orange markierten Dachflächen. Insgesamt ergibt sich eine belegbare Fläche von 417 m<sup>2</sup>. Effektiv können hier wahrscheinlich rund 75 % belegt werden (312 m<sup>2</sup>).

Damit können im Jahr rund 60'000 kWh gem. sonnendach.ch an elektrischer Energie generiert werden. Das entspricht ungefähr 222 PV-Modulen mit 300 W<sub>p</sub> Leistung.

Eine Photovoltaikanlage kann über eine Vorrangschaltung und Elektroheizstab als Heizungsunterstützung eingesetzt werden. Wird anstatt des Gaskessels eine Wärmepumpe installiert, kann ein Teil des Strombedarfs über die Photovoltaikanlage gedeckt werden. Die Photovoltaikanlage wird als Heizungsunterstützung für die Wärmepumpen miteinberechnet.

In folgender Tabelle ist der jährliche mittlere Stromverbrauch der letzten drei Jahre und der theoretisch mögliche Eigenverbrauch über die PV-Anlage ersichtlich:

Mittlerer jährlicher Stromverbrauch (2020-2022)	39'832 kWh
Möglicher Eigenverbrauch über die PV-Anlage	27'000 kWh
Mögliche Rückspeisung ins Stromnetz	33'000 kWh

Der tatsächlich mögliche Eigenverbrauch ergibt sich aus dem tatsächlichen Lastprofil des Gebäudes. Für die Abschätzung des Eigenverbrauchs wurde hier ein typisches Lastprofil für Gewerbe werktags (8:00 – 18:00 Uhr) angenommen.

Aufgrund folgender Angaben wurde die Amortisationszeit der PV-Anlage berechnet:

Kosten PV-Anlage 66 kW<sub>p</sub>: 130'000 Fr.

Einmalvergütung pronovo AG: 22'799.90 Fr.

Strompreis Dorfgemeinde Matzingen: 0.2205 Rappen/kWh (ab Jahr 2024)

Überschussenergie: 0.10 Fr./kWh (ab Jahr 2024)

Kapitalzinssatz: 1.5 %

Degradation der Anlage: 80% nach 20 Jahren

Eigenverbrauch: 45 %

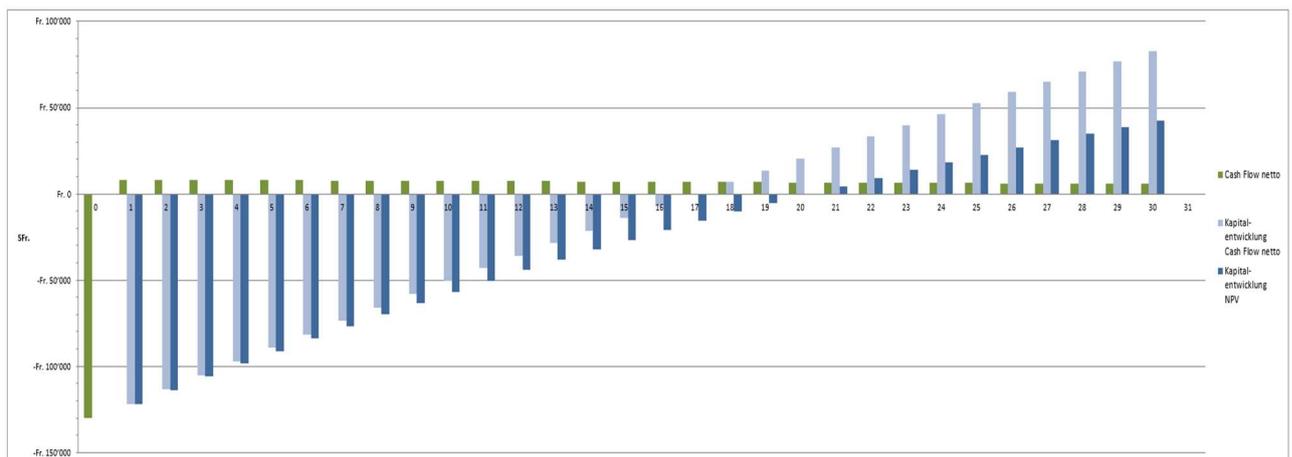


Abbildung 15: Darstellung der Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage für das MZG Matzingen

Aus Abbildung 15 ist ersichtlich, dass sich die Anlage voraussichtlich ab dem 19ten Jahr nach der Inbetriebnahme amortisiert.

## 11 Zukünftige Wärmeversorgung des MZG Matzingen

Um die Anforderungen an den Minergie-Standard zu erfüllen ist der Ersatz der derzeit bestehenden Gasheizung erforderlich. Folgende Varianten werden geprüft:

- Weiterbetrieb der Gas-Heizung
- Sole/Wasser-Wärmepumpe
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Anschluss an Wärmeerzeugung Werkhof Matzingen

Derzeit beträgt der Wärmeverbrauch im Mittel (Jahre 2020 – 2022) 140'000 kWh für Heizung und Warmwasser. Bei einem Gaspreis von 0.09889 Franken/kWh (Stand 22.11.2023) ergibt das im Jahr Heiz- und Warmwasserkosten von ungefähr 13'845 Fr pro Jahr.

### 4.1 Gas-Brennwertkessel

Gem. der Energiefachstelle Kanton Thurgau ist der zeitlich begrenzte weiterbetrieb des Gas-Brennwertkessels, um Minergie-Standard zu erreichen, unter folgenden Bedingungen zulässig:

Es kann ein provisorisches Minergie-Zertifikat beantragt werden. Dabei wird das Gebäude im Endzustand mit der geplanten neuen Heizungsalternative dargestellt und so die Zertifizierung eingereicht. Das provisorische Zertifikat hat grundsätzlich keine beschränkte Zeitdauer. Es muss jedoch eine Willenserklärung mit begründbarer definitiver Endzeit (2030 ist z.B. in Ordnung) ausgestellt werden.

Die Gasheizung muss in der Übergangszeit mit 100 % Biogas versorgt werden. Damit findet eine erste Dekarbonisierung statt.

Das Biogas wird über die Werkbetriebe Matzingen von Thurplus Frauenfeld zu Verfügung gestellt. Der Biogas-Preis beläuft sich auf 0.195 Fr./kWh. Nach 6 Jahren (bis 2030) betragen die ausgegebenen Energiekosten inkl. Unterhaltskosten für den mit Biogas betriebenen Gas-Brennwertkessel mit der sanierten Gebäudehülle ungefähr - **85'748 Fr.** inkl. MWSt. von 8.1 %, wie in folgender Abbildung 16 ersichtlich.

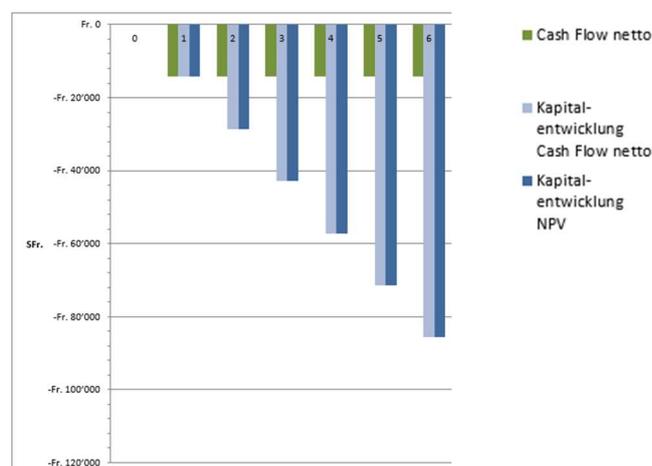


Abbildung 16: Grafische Darstellung der jährlichen Energie- und Unterhaltskosten bis zum Jahr 2030 mit dem Biogas betriebenen Gas-Brennwertkessel und sanierten Gebäudehülle gem. Katalog

Bei einem derzeitigen Gaspreis der Werkbetriebe Matzingen von 0.09889 Fr./kWh und einer unsanierten Gebäudehülle, ergeben sich Energie- und Unterhaltskosten von **-90'787 Fr.** inkl. MWSt von 8.1 % bis zum Jahr 2030, wie in Abbildung 17 ersichtlich.

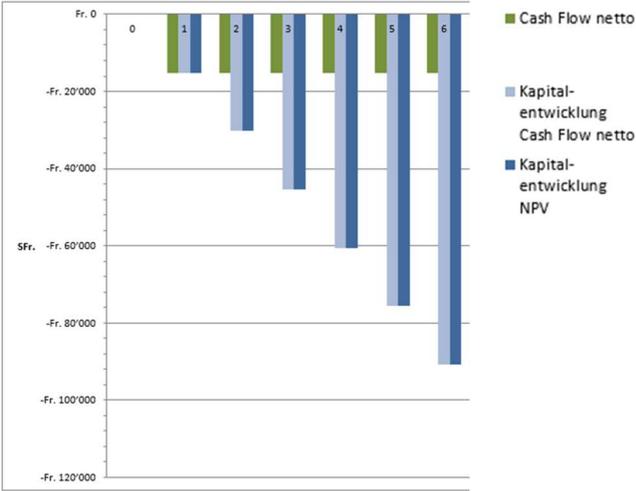


Abbildung 17: Grafische Darstellung der jährlichen Energie- und Unterhaltskosten bis zum Jahr 2030 mit dem derzeitigen Gas betriebenen Gas-Brennwertkessel und unsanierter Gebäudehülle

## 10.1 Sole-Wasser-Wärmepumpe

Das Bohren auf dem Grundstück ist grundsätzlich möglich, muss jedoch vor Ort geologisch begleitet werden. Das ist ein zusätzlicher Kostenfaktor, der berücksichtigt werden muss.

-Bei einer Entzugsleistung von 40 W/m Sondenlänge und einer Nennleistung des Wärmeerzeugers von 70 kW, ergibt das eine Gesamtlänge von 1'750 m. Es sind somit 4 Sondenbohrungen á 440 m Länge für die unsanierte Variante des Gebäudes notwendig.

-Nach der energetischen Sanierung der energetischen Gebäudehülle ist die benötigte Heizleistung ungefähr 30 kW. Dafür sind lediglich zwei Sonden mit einer Sondenlänge von jeweils 375 m notwendig.

Damit sich die Sonden nicht gegenseitig beeinflussen, ist ein Abstand von mindestens 8 m zueinander einzuhalten. In Abbildung 15 ist die beispielhafte Platzierung der Erdwärmesonden mit roten Kreisen dargestellt. Die roten Kreise kennzeichnen den notwendigen Abstand damit der Erdwärmesonden zueinander genügend Abstand einhalten.

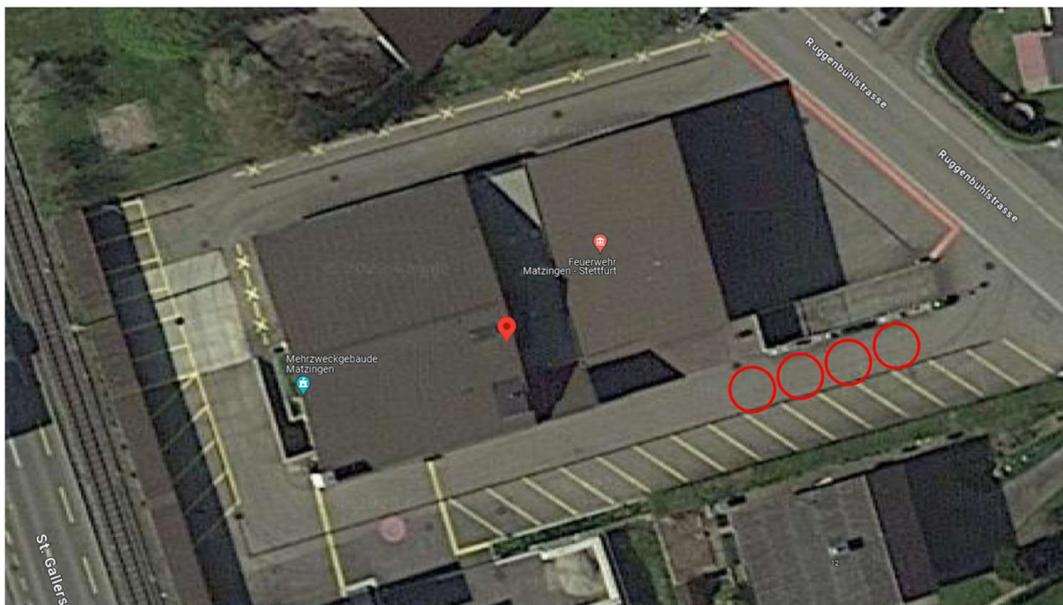


Abbildung 18: Beispielhafte Platzierung der Erdwärmesonden (google.maps)

## 11.1 Wirtschaftlichkeitsberechnung Sole-Wasser-Wärmepumpe

Aufgrund folgender Angaben wurde die Amortisationszeit der Sole-Wasser-Wärmepumpe für das unsanierte Gebäude berechnet:

Investitionskosten Sole-Wasser-Wärmepumpe 70 kW: 400'000 Fr.

Mittlerer Wärmeverbrauch (2020-2023): 140'000 kWh

Förderung Kanton Thurgau: 31'000 Fr.

Gaspreis Matzingen: 0.09889 Fr./kWh exkl. MWSt. (für das Jahr 2023)

Jahresarbeitszahl der Anlage: 4

Stromkosten: 0.2205 Fr./kWh exkl. MWSt.

Strom aus PV-Anlage Eigenverbrauch über Heizungsanlage: 15 %

Kapitalzinssatz: 1.5 %

MWSt-Satz: 8.1 %

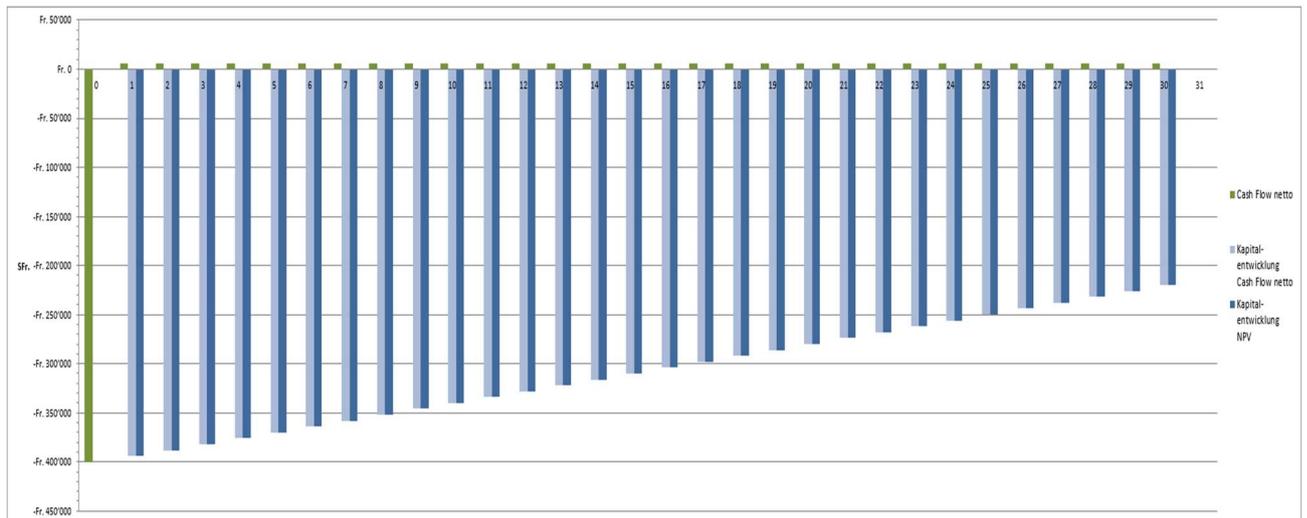


Abbildung 19: Darstellung der Wirtschaftlichkeit der Sole/Wasser-Wärmepumpe für das unsanierte MZG Matzingen

Mit der Sole-Wasser-Wärmepumpe und einer unsanierten Gebäudehülle ist eine Energiekostensparnis von **43'740 Fr.** bis zum Jahr 2030 möglich. Bis zum Jahr 2054 ist eine Energiekostensparnis von **218'700 Fr.** möglich.

Aus Abbildung 19 ist ersichtlich, dass sich die Anlage in den nächsten 30 Jahren nicht amortisiert.

Aufgrund folgender Angaben wurde die Amortisationszeit der Sole-Wasser-Wärmepumpe bei sanierter Gebäudehülle gem. Katalog berechnet:

Investitionskosten Sole-Wasser-Wärmepumpe 30 kW: 300'000 Fr.

Mittlerer Wärmebedarf: 70'000 kWh

Förderung Kanton Thurgau: 31'000 Fr.

Gaspreis Matzingen: 0.09889 Fr./kWh exkl. MWSt. (für das Jahr 2023)

Jahresarbeitszahl der Anlage: 4

Stromkosten: 0.2205 Fr./kWh exkl. MWSt.

Strom aus PV-Anlage Eigenverbrauch: 15 %

Kapitalzinssatz: 1.5 %

MWSt-Satz: 8.1 %

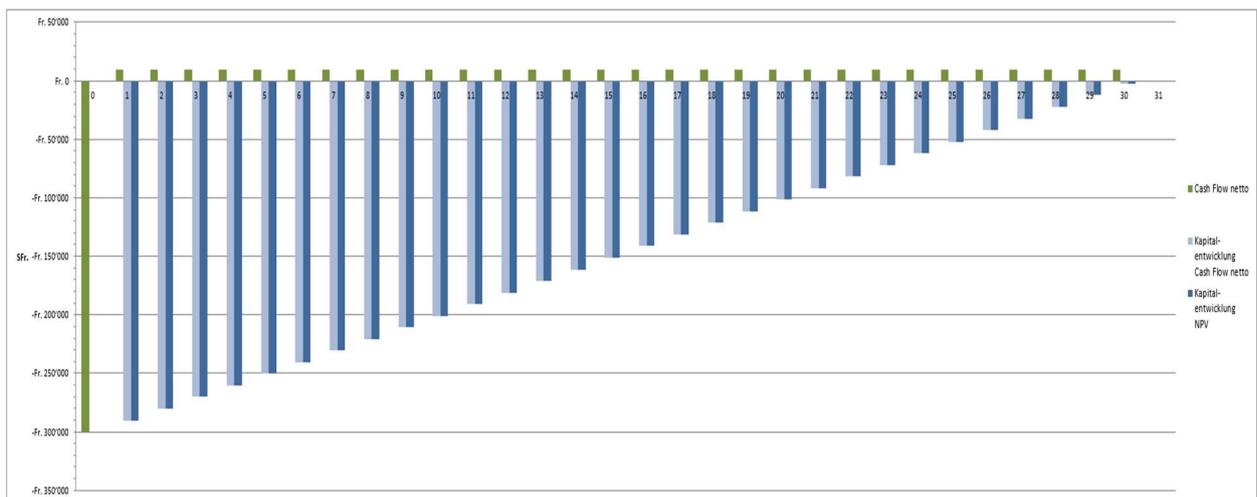


Abbildung 20: Darstellung der Wirtschaftlichkeit der Sole/Wasser-Wärmepumpe für das sanierte MZG Matzingen

Mit der Sole-Wasser-Wärmepumpe und einer sanierten Gebäudehülle ist eine Energiekostensparnis von **63'378 Fr.** bis zum Jahr 2030 möglich. Bis zum Jahr 2054 ist eine Energiekostensparnis von **316'890 Fr.** möglich. Hier sind die Ersparnisse über die sanierte Gebäudehülle berücksichtigt (ca. 70'000 kWh/a).

Aus Abbildung 20 ist ersichtlich, dass sich die Anlage bis zum Jahr 2055 amortisiert.

## 12.1 Luft-Wasser-Wärmepumpe

Eine weitere Möglichkeit das MZG Matzingen mit erneuerbarer Energie für Heizung und Warmwasser zu versorgen, ist eine Luft-Wasser-Wärmepumpe. Für 70 kW Heizleistung sind zwei Wärmepumpen notwendig. Wird der Heizwärmebedarf durch die Sanierung der Gebäudehülle gesenkt, dann ist eine Luft-Wasser-Wärmepumpe ausreichend.

Für die Aussenaufstellung der Luft-Wasser-Wärmepumpe müssen die Anforderungen an den Lärmschutz nach Lärmschutzverordnung eingehalten werden. Nachdem die Luft-Wasser-Wärmepumpe die Aussenluft als Energiebezugsquelle nutzt, fallen keine zusätzlichen Kosten für Sondenbohrungen o.ä. an. Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe ist aber bei einer Aussenaufstellung störanfälliger, da sie Wind und Wetter ausgesetzt ist.

## 13.1 Wirtschaftlichkeitsberechnung Luft-Wasser-Wärmepumpe

Aufgrund folgender Angaben wurde die Amortisationszeit der Luft-Wasser-Wärmepumpe mit unsanierter Gebäudehülle berechnet:

Investitionskosten Luft-Wasser-Wärmepumpe 70 kW: 160'000 Fr.

Mittlerer Wärmeverbrauch (2020-2023): 140'000 kWh

Förderung Kanton Thurgau: 29'200 Fr. (Zusatzbeitrag Solarstromanlage und Gebäudehüllensanierung)

Gaspreis Matzingen: 0.09889 Fr./kWh (für das Jahr 2024)

Stromkosten: 0.2205 Fr./kWh exkl. MWSt.

Jahresarbeitszahl der Anlage: 3

Strom aus PV-Anlage Eigenverbrauch: 15 %

Kapitalzinssatz: 1.5 %

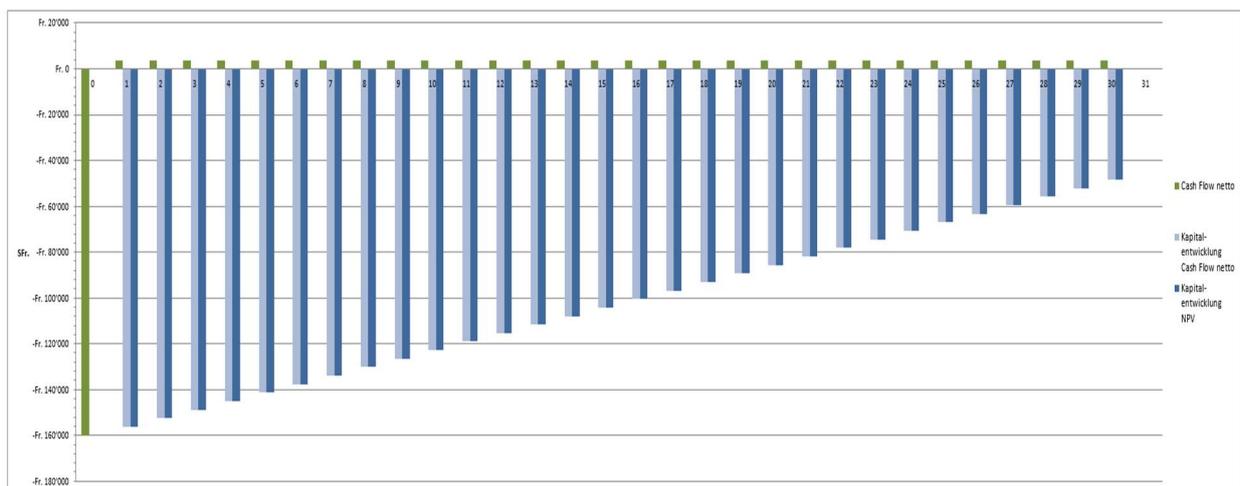


Abbildung 21: Darstellung der Wirtschaftlichkeit der Luft/Wasser-Wärmepumpe für das unsanierte MZG Matzingen

Mit der Luft-Wasser-Wärmepumpe und einer unsanierten Gebäudehülle ist eine Energiekostensparnis von **30'054 Fr.** bis zum Jahr 2030 möglich. Bis zum Jahr 2054 ist eine Energiekostensparnis von **150'270 Fr.** möglich.

Aus Abbildung 21 ist ersichtlich, dass sich die Anlage in den nächsten 30 Jahren nicht amortisiert.

Aufgrund folgender Angaben wurde die Amortisationszeit der Luft-Wasser-Wärmepumpe mit sanierter Gebäudehülle berechnet:

Investitionskosten Luft-Wasser-Wärmepumpe 30 kW: 140'000 Fr.

Mittlerer Wärmebedarf: 70'000 kWh

Förderung Kanton Thurgau: 29'200 Fr. (Zusatzbeitrag Solarstromanlage und Gebäudehüllensanierung)

Gaspreis Matzingen: 0.09889 Fr./kWh (für das Jahr 2024)

Stromkosten: 0.2205 Fr./kWh exkl. MWSt.

Jahresarbeitszahl der Anlage: 3

Strom aus PV-Anlage Eigenverbrauch: 15 %

Kapitalzinssatz: 1.5 %

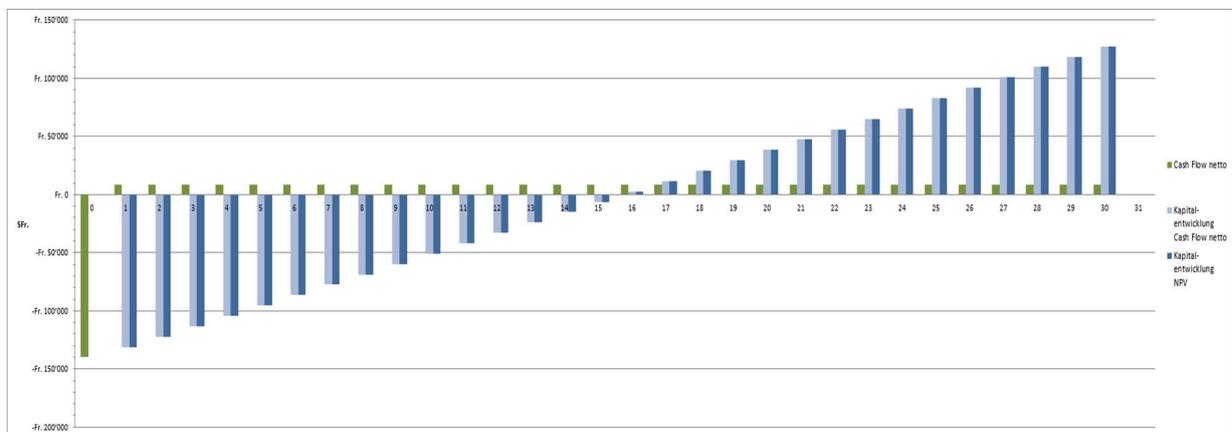


Abbildung 22: Darstellung der Wirtschaftlichkeit der Luft/Wasser-Wärmepumpe für das sanierte MZG Matzingen

Mit der Sole-Wasser-Wärmepumpe und einer sanierten Gebäudehülle ist eine Energiekostensparnis von **56'550 Fr.** bis zum Jahr 2030 möglich. Bis zum Jahr 2054 ist eine Energiekostensparnis von **282'750 Fr.** möglich. Hier sind die Ersparnisse über die sanierte Gebäudehülle berücksichtigt (ca. 70'000 kWh/a).

Aus Abbildung 22 ist ersichtlich, dass sich die Anlage bis zum Jahr 2040 amortisiert.

## 14.1 Anschluss an Wärmerzeuger des Wirtschaftshof Matzingen

Der Werkhof Matzingen wird seit 2018 mit einer Gasheizung beheizt, weswegen ein Anschluss an den an den Werkhof für den geforderten Minergie-Standard nicht zulässig ist

## 12 Kostenzusammenstellung Variante Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Militärnutzung

23064 MZG Matzingen						
Kostenschätzung HLSE- Anlagen und Sanierung Gebäudehülle exkl. MwSt.						
BKP Nr.	Bezeichnung	Erneuerungsbedarf	Anzahl	Einheit	Fr./Einheit	Total
<b>24</b>	<b>Heizungsanlagen</b>					<b>Fr. 178'000.00</b>
	Wärmepumpe inkl. haustechnische Anlagen	Luft-Wasser-Wärmepumpe 30 kW	30	kW	Fr. 4'600.00	Fr. 138'000.00
	Luftheizapparate	kurzzeitiges Aufheizen der Feuerwehreinsteilhalle	2	Stück	Fr. 20'000.00	Fr. 40'000.00
<b>244</b>	<b>Lüftungsanlagen</b>					<b>Fr. 316'000.00</b>
	Lüftungsanlage 1500 m3 Küche	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	1500	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 60'000.00
	Lüftungsanlage 3200 m3 Versammlungssaal	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	3200	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 128'000.00
	Lüftungsanlage 3200 m3 Feuerwehr	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	3200	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 128'000.00
	<b>Sanierung Gebäudehülle</b>					<b>Fr. 511'942.00</b>
<b>226</b>	Hinterlüftete Fassade	Sanierung Gebäudehülle	459	m2	Fr. 320.00	Fr. 146'880.00
<b>224</b>	Sanierung Steildach	Sanierung Gebäudehülle	582	m2	Fr. 350.00	Fr. 203'700.00
<b>224</b>	Sanierung Flachdach	Sanierung Gebäudehülle	88	m2	Fr. 250.00	Fr. 22'000.00
<b>221</b>	Fenster	Sanierung Gebäudehülle	88	m2	Fr. 900.00	Fr. 79'200.00
<b>221</b>	Feuerwehrtore	Sanierung Gebäudehülle	111	m2	Fr. 542.00	Fr. 60'162.00
<b>25</b>	<b>Sanitäranlagen</b>					<b>Fr. 128'000.00</b>
<b>251</b>	Sanitärapparate inkl. Anteil Rohrnetz	Ersatz best. Sanitärapparate inkl. Rohrnetz UG/EG	32	Stk.	Fr. 4'000.00	Fr. 128'000.00
<b>239</b>	<b>Photovoltaik</b>					<b>Fr. 132'000.00</b>
	Photovoltaik-Anlage	Module und Elektronik	66	kW	Fr. 2'000.00	Fr. 132'000.00
	<b>Förderbeiträge</b>					<b>Fr. 105'499.00</b>
	Hinterlüftete Fassade	Sanierung Gebäudehülle	459	m2	Fr. 40.00	Fr. 18'360.00
	Sanierung Dach	Sanierung Gebäudehülle	670	m2	Fr. 40.00	Fr. 26'800.00
	Zusatzbeitrag opake Bauteile mit PV	Sanierung Gebäudehülle	417	m2	Fr. 20.00	Fr. 8'340.00
	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Ersatz Gasheizung	30	kW	Fr. 29'200.00	Fr. 29'200.00
	PV-Anlage	Einmalvergütung	66	kW	Fr. 22'799.00	Fr. 22'799.00
<b>Total Grobkostenschätzung HLSE- Anlagen und Sanierung Gebäudehülle exkl. MwSt.</b>						<b>Fr. 1'160'443.00</b>

## 13 Kostenzusammenstellung Variante Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Militärnutzung

23064 MZG Matzingen						
Kostenschätzung HLSE- Anlagen und Sanierung Gebäudehülle exkl. MwSt.						
BKP Nr.	Bezeichnung	Erneuerungsbedarf	Anzahl	Einheit	Fr./Einheit	Total
<b>24</b>	<b>Heizungsanlagen</b>					<b>Fr. 336'000.00</b>
	Sondenbohrung	EWS Bohrung 30 kW	880	m	Fr. 200.00	Fr. 176'000.00
	Wärmepumpe inkl. haustechnische Anlagen	Sole-Wasser-Wärmepumpe 30 kW	30	kW	Fr. 4'000.00	Fr. 120'000.00
	Luftheizapparate	kurzzeitiges Aufheizen der Feuerwehreinsteihalle	2	Stück	Fr. 20'000.00	Fr. 40'000.00
<b>244</b>	<b>Lüftungsanlagen</b>					<b>Fr. 316'000.00</b>
	Lüftungsanlage 1500 m3 Küche	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	1500	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 60'000.00
	Lüftungsanlage 3200 m3 Versammlungssaal	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	3200	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 128'000.00
	Lüftungsanlage 3200 m3 Feuerwehr	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	3200	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 128'000.00
	<b>Sanierung Gebäudehülle</b>					<b>Fr. 511'942.00</b>
<b>226</b>	Hinterlüftete Fassade	Sanierung Gebäudehülle	459	m2	Fr. 320.00	Fr. 146'880.00
<b>224</b>	Sanierung Steildach	Sanierung Gebäudehülle	582	m2	Fr. 350.00	Fr. 203'700.00
<b>224</b>	Sanierung Flachdach	Sanierung Gebäudehülle	88	m2	Fr. 250.00	Fr. 22'000.00
<b>221</b>	Fenster	Sanierung Gebäudehülle	88	m2	Fr. 900.00	Fr. 79'200.00
<b>221</b>	Feuerwehrtore	Sanierung Gebäudehülle	111	m2	Fr. 542.00	Fr. 60'162.00
<b>25</b>	<b>Sanitäranlagen</b>					<b>Fr. 128'000.00</b>
<b>251</b>	Sanitärapparate inkl. Anteil Rohrnetz	Ersatz best. Sanitärapparate inkl. Rohrnetz UG/EG	32	Stk.	Fr. 4'000.00	Fr. 128'000.00
<b>239</b>	<b>Photovoltaik</b>					<b>Fr. 132'000.00</b>
	Photovoltaik-Anlage	Module und Elektronik	66	kW	Fr. 2'000.00	Fr. 132'000.00
	<b>Förderbeiträge</b>					<b>Fr. 107'299.00</b>
	Hinterlüftete Fassade	Sanierung Gebäudehülle	459	m2	Fr. 40.00	Fr. 18'360.00
	Sanierung Dach	Sanierung Gebäudehülle	670	m2	Fr. 40.00	Fr. 26'800.00
	Zusatzbeitrag opake Bauteile mit PV	Sanierung Gebäudehülle	417	m2	Fr. 20.00	Fr. 8'340.00
	Sole-Wasser-Wärmepumpe	Ersatz Gasheizung	30	kW	Fr. 31'000.00	Fr. 31'000.00
	PV-Anlage	Einmalvergütung	66	kW	Fr. 22'799.00	Fr. 22'799.00
<b>Total Grobkostenschätzung HLSE- Anlagen und Sanierung Gebäudehülle exkl. MwSt.</b>						<b>Fr. 1'316'643.00</b>

## 14 Kostenzusammenstellung Variante Luft-Wasser-Wärmepumpe ohne Militärnutzung

23064 MZG Matzingen						
Kostenschätzung HLSE- Anlagen und Sanierung Gebäudehülle exkl. MwSt.						
BKP Nr.	Bezeichnung	Erneuerungsbedarf	Anzahl	Einheit	Fr./Einheit	Total
<b>24</b>	<b>Heizungsanlagen</b>					<b>Fr. 178'000.00</b>
	Wärmepumpe inkl. haustechnische Anlagen	Luft-Wasser-Wärmepumpe 30 kW	30	kW	Fr. 4'600.00	Fr. 138'000.00
	Luftheizapparate	kurzzeitiges Aufheizen der Feuerwehreinsteihalle	2	Stück	Fr. 20'000.00	Fr. 40'000.00
<b>244</b>	<b>Lüftungsanlagen</b>					<b>Fr. 266'000.00</b>
	Lüftungsanlage 1500 m3 Küche	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz für Haushaltsküchennutzung	1	m3/h	Fr. 10'000.00	Fr. 10'000.00
	Lüftungsanlage 3200 m3 Versammlungssaal	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	3200	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 128'000.00
	Lüftungsanlage 3200 m3 Feuerwehr	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	3200	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 128'000.00
	<b>Sanierung Gebäudehülle</b>					<b>Fr. 511'942.00</b>
<b>226</b>	Hinterlüftete Fassade	Sanierung Gebäudehülle	459	m2	Fr. 320.00	Fr. 146'880.00
<b>224</b>	Sanierung Steildach	Sanierung Gebäudehülle	582	m2	Fr. 350.00	Fr. 203'700.00
<b>224</b>	Sanierung Flachdach	Sanierung Gebäudehülle	88	m2	Fr. 250.00	Fr. 22'000.00
<b>221</b>	Fenster	Sanierung Gebäudehülle	88	m2	Fr. 900.00	Fr. 79'200.00
<b>221</b>	Feuerwehrtore	Sanierung Gebäudehülle	111	m2	Fr. 542.00	Fr. 60'162.00
<b>25</b>	<b>Sanitäranlagen</b>					<b>Fr. 24'000.00</b>
<b>251</b>	Sanitärapparate inkl. Anteil Rohrnetz	Ersatz best. Sanitärapparate inkl. Rohrnetz EG	6	Stk.	Fr. 4'000.00	Fr. 24'000.00
<b>239</b>	<b>Photovoltaik</b>					<b>Fr. 132'000.00</b>
	Photovoltaik-Anlage	Module und Elektronik	66	kW	Fr. 2'000.00	Fr. 132'000.00
<b>258</b>	<b>Kücheneinrichtung</b>					<b>Fr. 30'000.00</b>
	Küchenausstattung	Umbau Küche zu Haushaltsküche	1	Stück	Fr. 30'000.00	Fr. 30'000.00
	<b>Förderbeiträge</b>					<b>Fr. 105'499.00</b>
	Hinterlüftete Fassade	Sanierung Gebäudehülle	459	m2	Fr. 40.00	Fr. 18'360.00
	Sanierung Dach	Sanierung Gebäudehülle	670	m2	Fr. 40.00	Fr. 26'800.00
	Zusatzbeitrag opake Bauteile mit PV	Sanierung Gebäudehülle	417	m2	Fr. 20.00	Fr. 8'340.00
	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Ersatz Gasheizung	30	kW	Fr. 29'200.00	Fr. 29'200.00
	PV-Anlage	Einmalvergütung	66	kW	Fr. 22'799.00	Fr. 22'799.00
<b>Total Grobkostenschätzung HLSE- Anlagen und Sanierung Gebäudehülle exkl. MwSt.</b>						<b>Fr. 1'036'443.00</b>

## 15 Kostenzusammenstellung Variante Sole-Wasser-Wärmepumpe ohne Militärnutzung

23064 MZG Matzingen						
Kostenschätzung HLSE- Anlagen und Sanierung Gebäudehülle exkl. MwSt.						
BKP Nr.	Bezeichnung	Erneuerungsbedarf	Anzahl	Einheit	Fr./Einheit	Total
<b>24</b>	<b>Heizungsanlagen</b>					<b>Fr. 336'000.00</b>
	Sondenbohrung	EWS Bohrung 30 kW	880	m	Fr. 200.00	Fr. 176'000.00
	Wärmepumpe inkl. haustechnische Anlagen	Sole-Wasser-Wärmepumpe 30 kW	30	kW	Fr. 4'000.00	Fr. 120'000.00
	Lufttheizapparate	kurzzeitiges Aufheizen der Feuerwehreinsteihalle	2	Stück	Fr. 20'000.00	Fr. 40'000.00
<b>244</b>	<b>Lüftungsanlagen</b>					<b>Fr. 266'000.00</b>
	Lüftungsanlage 1500 m3 Küche	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz mit Haushaltsnutzung	1	m3/h	Fr. 10'000.00	Fr. 10'000.00
	Lüftungsanlage 3200 m3 Versammlungssaal	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	3200	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 128'000.00
	Lüftungsanlage 3200 m3 Feuerwehr	Totalersatz Aggregat und Kanalnetz	3200	m3/h	Fr. 40.00	Fr. 128'000.00
	<b>Sanierung Gebäudehülle</b>					<b>Fr. 511'942.00</b>
<b>226</b>	Hinterlüftete Fassade	Sanierung Gebäudehülle	459	m2	Fr. 320.00	Fr. 146'880.00
<b>224</b>	Sanierung Steildach	Sanierung Gebäudehülle	582	m2	Fr. 350.00	Fr. 203'700.00
<b>224</b>	Sanierung Flachdach	Sanierung Gebäudehülle	88	m2	Fr. 250.00	Fr. 22'000.00
<b>221</b>	Fenster	Sanierung Gebäudehülle	88	m2	Fr. 900.00	Fr. 79'200.00
<b>221</b>	Feuerwehrtore	Sanierung Gebäudehülle	111	m2	Fr. 542.00	Fr. 60'162.00
<b>25</b>	<b>Sanitäranlagen</b>					<b>Fr. 24'000.00</b>
<b>251</b>	Sanitärapparate inkl. Anteil Rohrnetz	Ersatz best. Sanitärapparate inkl. Rohrnetz EG	6	Stk.	Fr. 4'000.00	Fr. 24'000.00
<b>239</b>	<b>Photovoltaik</b>					<b>Fr. 132'000.00</b>
	Photovoltaik-Anlage	Module und Elektronik	66	kW	Fr. 2'000.00	Fr. 132'000.00
<b>258</b>	<b>Kücheneinrichtung</b>					<b>Fr. 30'000.00</b>
	Küchenausstattung	Umbau Küche zu Haushaltsküche	1	Stück	Fr. 30'000.00	Fr. 30'000.00
	<b>Förderbeiträge</b>					<b>Fr. 107'299.00</b>
	Hinterlüftete Fassade	Sanierung Gebäudehülle	459	m2	Fr. 40.00	Fr. 18'360.00
	Sanierung Dach	Sanierung Gebäudehülle	670	m2	Fr. 40.00	Fr. 26'800.00
	Zusatzbeitrag opake Bauteile mit PV	Sanierung Gebäudehülle	417	m2	Fr. 20.00	Fr. 8'340.00
	Sole-Wasser-Wärmepumpe	Ersatz Gasheizung	30	kW	Fr. 31'000.00	Fr. 31'000.00
	PV-Anlage	Einmalvergütung	66	kW	Fr. 22'799.00	Fr. 22'799.00
<b>Total Grobkostenschätzung HLSE- Anlagen und Sanierung Gebäudehülle exkl. MwSt.</b>						<b>Fr. 1'192'643.00</b>

## 16 Schlussempfehlung

Das Gebäudehülle hat einige energetische Schwachstellen, welche als erste Etappe optimiert werden sollten. Das grösste Einsparungspotential bietet die Dachflächensanierung und die Fassadensanierung. Die Isolierung des Bodens gegen das Untergeschoss ist nicht nur aus energetischer Sicht effektiv, sondern, im Vergleich mit anderen Sanierungsmöglichkeiten, auch relativ günstig.

**Nachdem das Gebäude Minergie-Standard erreichen muss, ist eine energetische Sanierung aller Bauteile notwendig.**

Die Gasheizung ist mit einem Alter von 7 Jahren wahrscheinlich noch einige Zeit hält, empfiehlt sich ein Tausch der bestehenden Heizungsanlage noch nicht. Sollte die Anlage noch länger betrieben werden, dann ist der Bezug von 100 % Biogas und eine Willenserklärung mit begrenzter Nutzung notwendig. In Zukunft ist eine Lösung mit erneuerbaren Energien notwendig.

Grundsätzlich wird empfohlen, die vorgeschlagenen Massnahmen gemäss dem Sanierungskatalog umzusetzen. Der Katalog soll eine Grundlage zur weiteren Planung der Sanierungsarbeiten sein, auch was die zeitliche Etappierung angeht. Es kann aus verschiedenen Gründen sinnvoll sein, die Massnahmen in einer anderen Reihenfolge umzusetzen. In diesem Fall sollte aber bei allen energetisch relevanten Sanierungsarbeiten der Leitsatz gelten: Zuerst den Bedarf reduzieren, anschliessend den restlichen Energiebedarf über erneuerbare Energie decken.

Zudem ist es äusserst wichtig, dass die Sanierungsarbeiten anhand eines Konzeptes gut aufeinander abgestimmt werden. Andernfalls muss mit unbefriedigenden und kostspieligen Detaillösungen gerechnet werden. Bei der Planung sollten auch Möglichkeiten zur architektonischen und räumlichen Aufwertung der Liegenschaft in die Überlegungen miteinbezogen werden.