

## Minergie Sanierung EFH

Gebäude: 6 1/2 Zimmer Einfamilienhaus



Objekt: EFH

Eingereicht von: Thomas Koller, Tectom Energieberatung Gebäude  
Buchenweg 13, 8266 Steckborn  
078 671 17 84, info@tectom.ch



Abgabedatum: 9. September 2019

## Inhalt

1	Auftrag/ Zielsetzung .....	3
1.1.1	Energetische Sanierung nach Mienergie .....	3
1.1.2	Haustechnik mit erneuerbarer Energien .....	3
1.1.3	Wohnklima verbessern .....	3
1.1.4	Schutz Gebäudesubstanz .....	3
2	Eckdaten/ Kurzbeschreibung .....	3
2.1	Gebäudehülle (Ist Zustand) .....	3
2.1.1	Dach .....	4
2.1.2	Fassaden / Wände .....	4
2.1.3	Boden / Decke .....	4
2.1.4	Fenster / Türen .....	4
3	Gebäudetechnik (Ist Zustand) .....	4
3.1.1	Heizung .....	4
3.1.2	Warmwasser .....	4
3.1.3	Elektro .....	4
4	Massnahmen .....	5
4.1	Gebäudehülle .....	5
4.1.1	Thermische Gebäudehülle .....	5
4.1.2	Luftdichtheit Gebäude .....	5
4.1.3	Kompaktheit Gebäude .....	5
4.1.4	Dach .....	6
4.1.5	Fassade .....	6
4.1.6	Boden / Wand .....	8
4.1.7	Wärmebrücken .....	8
4.2	Sommerlicher Wärmeschutz .....	9
4.3	Lüftung .....	9
4.4	Cheminée / Ofen .....	10
4.5	Gebäudetechnik .....	10
4.5.1	Elektrizität .....	11
5	Empfehlungen .....	11
6	Beilagen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

# 1 Auftrag/ Zielsetzung

## Gebäude: 6 1/2 Zimmer Einfamilienhaus

UG: 1 Zimmer, Keller, Heizung, Waschküche

EG: Wohnen, Küche, 1 Zimmer, Bad, WC

DG: 3 Zimmer, Dusche WC

### 1.1.1 Energetische Sanierung nach Minergie

- Wärmetechnische Verbesserung der Wände, Böden, Fenster und Dächer.
- Einhalten der Vorgaben nach Minergie 2019 ,der SIA 380/1 und den Biophysikalischen Grundsätzen der SIA 180

### 1.1.2 Haustechnik mit erneuerbarer Energien

- Öl-Kessel Ersatz durch Wärmepumpe
- Thermische Solaranlage in das Heizsystem einbinden
- PV-Anlage für Eigenstromproduktion
- Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- Cheminée Ersatz durch Stubenofen

### 1.1.3 Wohnklima verbessern

- Wärmeschutz verbessern durch zusätzliche Dämmung im Dachbereich

### 1.1.4 Schutz Gebäudesubstanz

- Witterungsschutz
- Feuchteschutz SIA 180

## 2 Eckdaten/ Kurzbeschreibung

Einfamilienhaus Baujahr 1984 in Massivbauweise erstellt. Am Gebäude wurden bis jetzt keine Bauteile erneuert. Der Öl-Kessel wurde im Jahr 2000 ersetzt. Das Gebäude weist eine Energiebezugsfläche (Beheizte Wohnfläche) von 236 m<sup>2</sup> auf. Der Ölverbrauch pro Jahr beträgt im Durchschnitt 1'980 Liter. Das ergibt ein Ölverbrauch von 8.4l/m<sup>2</sup> EBF.

Einkauf Oel	Menge	Verb. Tage	Liter/Tag	Liter/Jahr
30.08.2011	2'762			
04.02.2013	3'151	524	6.01	2'189
08.05.2014	2'724	458	5.95	2'165
23.06.2015	1'974	411	4.80	1'748
21.06.2016	1'817	364	4.99	1'817
<b>Durchschnitt Liter pro Jahr</b>				<b>1'980</b>

### 2.1 Gebäudehülle (Ist Zustand)

Die Gebäudehülle ist allgemein in gutem Zustand. Es dringt kein Wasser in das Gebäude ein und es ist auch kein Schimmelpilz sichtbar. Das Gebäude ist winddicht. Die Fassade müsste neu gestrichen werden.

### 2.1.1 Dach

Steildach mit einer Aufsparrendämmung aus Steinwolle, einer Hinterlüftungsebene und einer Falzziegeldeckung. **U-Wert 0.37 W/m<sup>2</sup>K**  
Der Wärmeschutz ist ungenügend. Die Zimmer im Dachgeschoss werden in den Sommermonaten stark erwärmt.



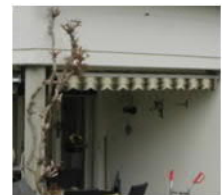
### 2.1.2 Fassaden / Wände

Die Aussenwände im EG und DG sind aus 30cm Ytong erstellt. Die Fassade ist verputzt und gestrichen. **U-Wert 0.27 W/m<sup>2</sup>K**  
Im UG sind die Aussenwände aus Beton. Das beheizte Zimmer hat eine Innendämmung von 7cm. **U-Wert 0.46 W/m<sup>2</sup>K**  
Die Wände gegen Keller und Waschküche sind aus Kalksandsteinen gebaut und nicht gedämmt. **U-Wert 2.68 W/m<sup>2</sup>K**



### 2.1.3 Boden / Decke

Der Betonboden EG gegen das UG ist mit einer 10cm dicken Trittschall-Dämmung gedämmt. **U-Wert 0.36 W/m<sup>2</sup>K**  
Der Betonboden über dem Sitzplatz ist gegen aussen nicht gedämmt und bildet somit eine grosse Wärmebrücke. **U-Wert 1.31 W/m<sup>2</sup>K**



### 2.1.4 Fenster / Türen

Holzfenster mit 2-fach Isolierverglasung und Aluminium Glasverbund **Uw-Wert 2.8 W/m<sup>2</sup>K, g-Wert 0.55.**  
Dachfenster Velux mit Isolierverglasung **Uw-Wert 3.1 W/m<sup>2</sup>K, g-Wert 0.53.**  
Eingangstüre aus 6 cm Holz **U-Wert 1.6 W/m<sup>2</sup>K**



## 3 Gebäudetechnik (Ist Zustand)

Das Gebäude wird mit einer Bodenheizung beheizt. Die Vorlauftemperatur wird nach Aus-sentemperatur und Heizkurve berechnet. Es hat keine Einzelraum-Temperaturregelung.

### 3.1.1 Heizung

Öl-Kessel kondensierend Bj. 2000  
Wirkungsgrad  $\eta$  0.9

### 3.1.2 Warmwasser

Elektro-Boiler 300 Liter, Bj. 2000

### 3.1.3 Elektro

Angaben aus den Stromrechnungen.



<b>Stromverbrauch</b>	<b>HT kWh</b>	<b>NT kWh</b>	<b>Total kWh/Jahr</b>
2014	1'220	3'603	<b>4'823</b>
2015	1'205	3'528	<b>4'733</b>
2016	1'149	3'451	<b>4'600</b>
			<b>Total kWh/Jahr</b>
2014 bis 2016	<b>Durchschnitt</b>		<b>4'719</b>

## 4 Massnahmen

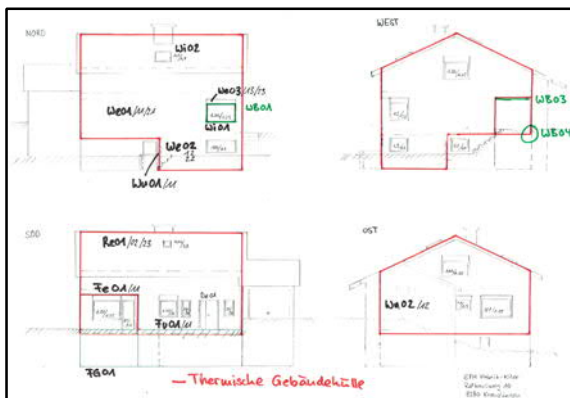
### 4.1 Gebäudehülle

Für die Massnahmen bin ich bestrebt baubiologisch gesehen nachhaltige und umweltverträgliche Materialien einzusetzen. Wenn möglich wird eine diffusionsoffene Lösung der Bauteile angestrebt. Das heisst, die Feuchtigkeit, die im Gebäudeinnern entsteht, kann zum Beispiel durch die Wände gleichmässig nach aussen transportiert werden.

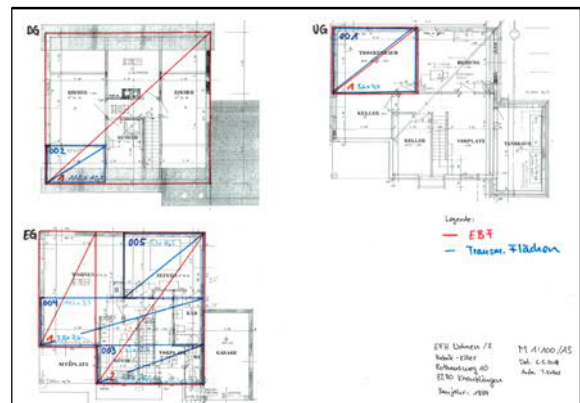
#### 4.1.1 Thermische Gebäudehülle

Die Thermische Gebäudehülle verläuft im EG und OG über die Fassade, das Dach und die Kellerdecke. Im UG verläuft sie über die Wände des einen beheizten Raumes.

Ansichten Gebäude



Grundrisse Gebäude



#### 4.1.2 Luftdichtheit Gebäude

Die Luftdichtheit der Hülle erstreckt sich über Die Thermische Gebäudehülle. Die Türen zum Keller muss durch eine luftdichte Türe ersetzt werden.

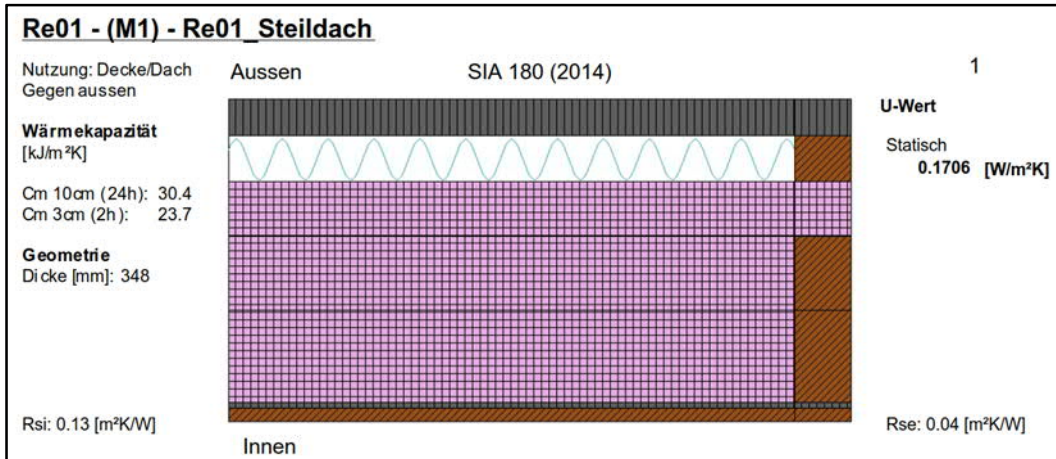
#### 4.1.3 Kompaktheit Gebäude

Die Gebäudehüllzahl ist das Verhältnis der thermischen Gebäudehüllfläche zur Energiebezugsfläche. Diese zeigt auf wie Kompakt ein Gebäude gebaut ist. Je kompakter das Gebäude, desto kleiner ist die Gebäudehüllzahl und desto tiefer sind die Energieverluste pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche (bei gleicher Qualität der Gebäudehülle).

Die Gebäudehüllzahl des Gebäudes mit 1.87 zeigt eine relativ kompakte Bauweise. Wenn der Sitzplatz Ausschnitt und das einzelne beheizte Zimmer im UG nicht wären, würde die Gebäudehüllzahl noch tiefer sein.

#### 4.1.4 Dach

**Aussendämmung:** Die Ziegeldeckung wird demontiert und für die Wiederverwendung aufgehoben. Auf die bestehende Dämmung wird zusätzlich eine Dämmung von 14cm aufgebracht. Die Isolationsfläche wird unten um die Aussenwand-Dämmdicke erweitert. Mit einer Unterdachfolie und den wieder eingedeckten Ziegeln wird das Haus vor der Witterung geschützt. Der Übergang zum Garagendach wird mit einem Trennblech gelöst. Die Erhöhung an der Traufe wird mit einem zusätzlichen Einlaufblech abgeschlossen.



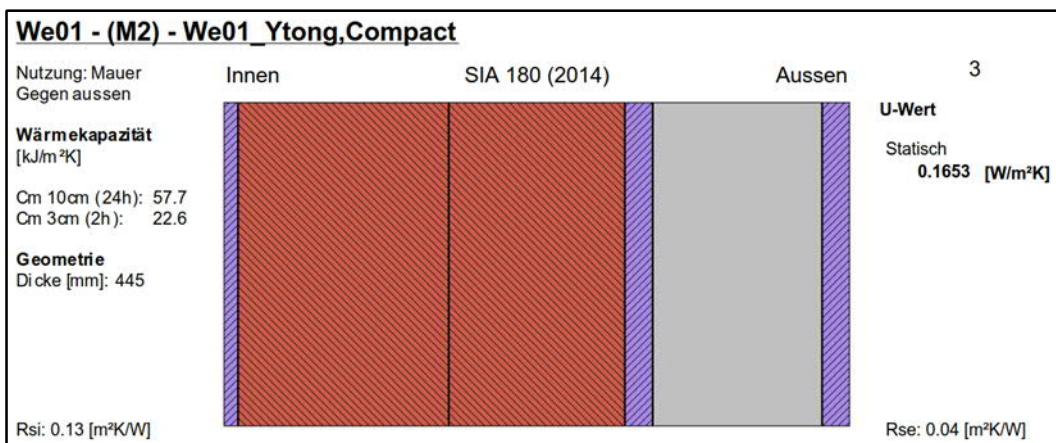
**Dachfenster:** Austausch der Dachfenster mit besserem U-Wert. Das Fensterfutter muss mit ersetzt werden.

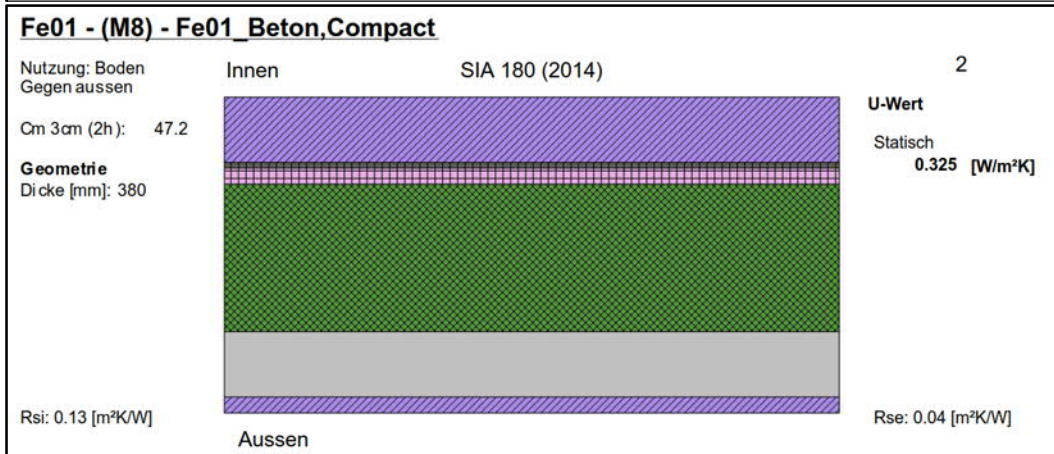
**DF02 Dachfenster Velux Thermo 2**  
Uw = 1.0 W/m<sup>2</sup>K  
g = 0.51



#### 4.1.5 Fassade

**Kompaktfassade:** Auf den bestehenden Putz wird eine Aussendämmung von 12cm Steinwolle aufgeklebt und mit einem mineralischen Aussenputz vor der Witterung geschützt. Die Farbe kann individuell gewählt werden. Die Konstruktion bleibt diffusionsoffen und kann die anfallende Feuchte wieder ausschaffen.





**Fenster:** Austausch der Fenster mit besserem U-Wert. Die Fenster gibt es sowohl in Kunststoff, Kunststoff/Metall, Holz oder Holz/Metall Ausführung. Da die bestehende Ytong Wand einen guten U-Wert aufweist, ist es nicht nötig die Fensterleibungen zu dämmen. Die Rahmenverbreiterung im Bereich der Storenkasten wird wie die Fassade mit 8cm gedämmt. Die Storen werden demontiert und könne nach Aussen versetzt wieder eingebaut werden. Durch das Aufdämmen müssen die Fensterbänke erneuert werden.

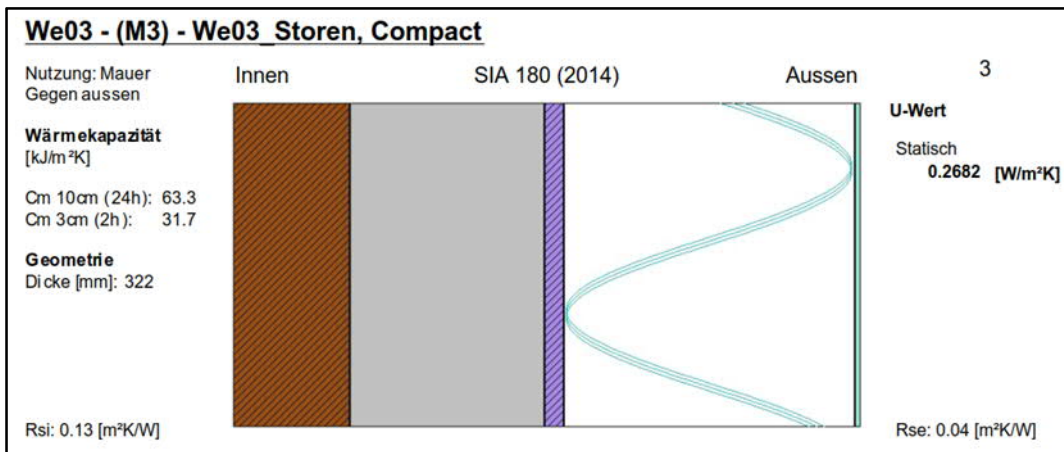
### 3-IV Holz/Metall-Fenster 3 fach Isolierverglasung mit IR-Beschichtung

$$U_w = 0.92 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$g = 0.5$$

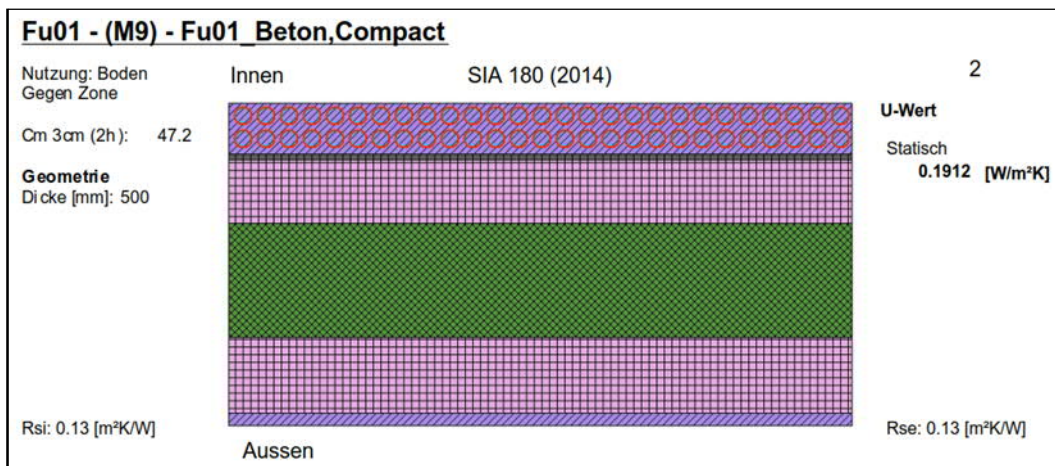


**Storenkasten:** Die Storen werden erneuert und nach Aussen gesetzt. Dadurch kann zwischen der Rahmenverbreiterung des Fensters und dem Storen 10 cm Dämmung eingebaut werden.



#### 4.1.6 Boden / Wand

**Boden gegen unbeheizt:** Die Kellerdecke wird von unten mit einer Kompaktdämmung von min. 12cm isoliert. Auf die Dämmung wird ein Putz mit Gewebearmierung aufgezogen.



**Wand gegen unbeheizt:** Die Wände von dem beheizten Zimmer im UG wird mit einer Kompaktdämmung aus Steinwolle zusätzlich isoliert. Auf die Dämmung wird ein Putz mit Gewebearmierung aufgezogen. Die Dämmdicke wird 12 cm betragen.

**Achtung:** Der Anschluss am Boden muss mit feuchteresistenter Dämmung sowie XPS erfolgen.



#### 4.1.7 Wärmebrücken

**WB01 Fensteranschlag:** Da die bestehende Ytong Wand einen guten U-Wert aufweist, ist es nicht nötig die Fensterleibungen zu dämmen

**WB02 Sockel unbeheiztes Untergeschoss:** Die Dämmung wird mindestens 50cm bis UK Kellerdeckendämmung weiter geführt.

**WB03 Decke über Terrasse:** Hier kann nur mit 8cm Steinwolle gedämmt werden. Dies hilft aber die die Thermische Gebäudehülle zu schliessen.

**WB04 Sockel zu Erdreich:** Der Perimeter wird ausgegraben und mit XPS Dämmung gedämmt.

**WB05 Wandanschluss im UG:** Die Aussendämmung wird mind. 1 m über die Innenwand gezogen. Im Bereich des Fensters wird die Leibung mit mind. 2cm aufgedämmt.



## 4.2 Sommerlicher Wärmeschutz

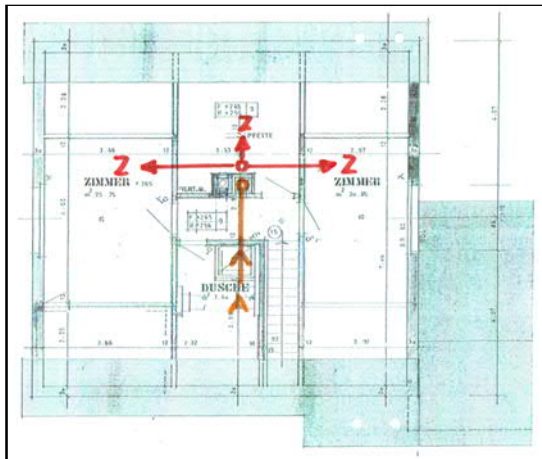
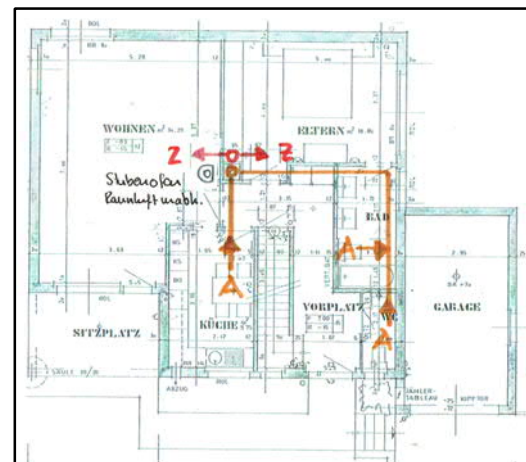
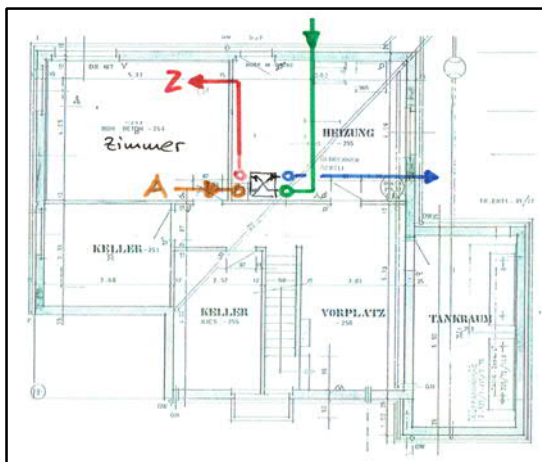
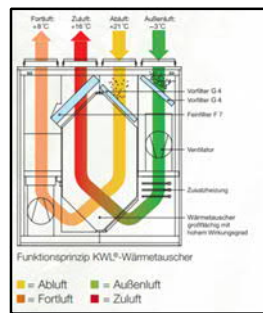
Bei den Dachfenstern werden aussenliegende Rollläden angebracht. Bei den Fassadenfenstern werden die Storen durch Lamellenstoren ersetzt. Das Dach wird mit Holzfaserplatten mit Wärmespeicherkapazität aufgedämmt.

## 4.3 Lüftung

Es wird eine Kontrollierte Wohnungslüftung eingebaut. Im Keller wird ein Zentrales Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung (WRG) montiert. Das Kamin der alten Ölheizung wird zurück gebaut und in diesem Bereich kann die Raum Zu- und Abluft in die oberen Stockwerke geführt werden. In das Wohnzimmer und die Zimmer wird die Zuluft eingeführt und bei den Nasszellen und der Küche die Abluft abgezogen. Das einzelne Zimmer im Keller bekommt eine Zu- und Abluft.

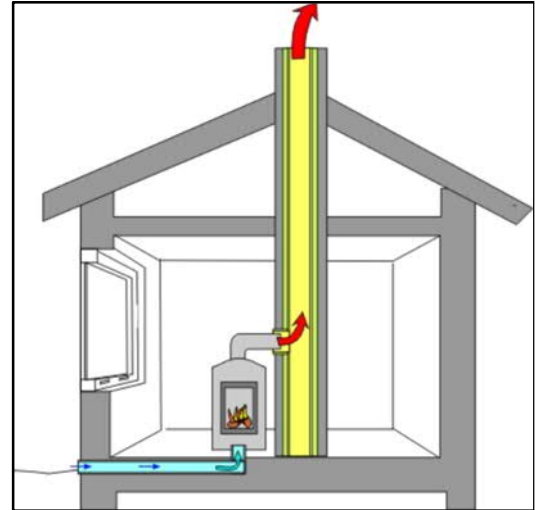
Die Aussenluft wird ca. 2 m über Boden an der Nordfassade angesaugt und die Fortluft wird über die Ostfassade abgeführt.

In der Küche werden die Kochgerüche durch einen Umluft-Dunstabzug geführt. So kommt die abgesaugte Luft nach der Filtrierung wieder in die Küche zurück. Dadurch wird die Wohnungslüftung nicht gestört.



## 4.4 Cheminée / Ofen

Das Bestehende Cheminée im Wohnzimmer wird durch einen Raumluft unabhängigen Stubenofen ersetzt. Die Zuluft wird separat von aussen zugeführt und durch eine Klappe nach dem Abbrand geschlossen.



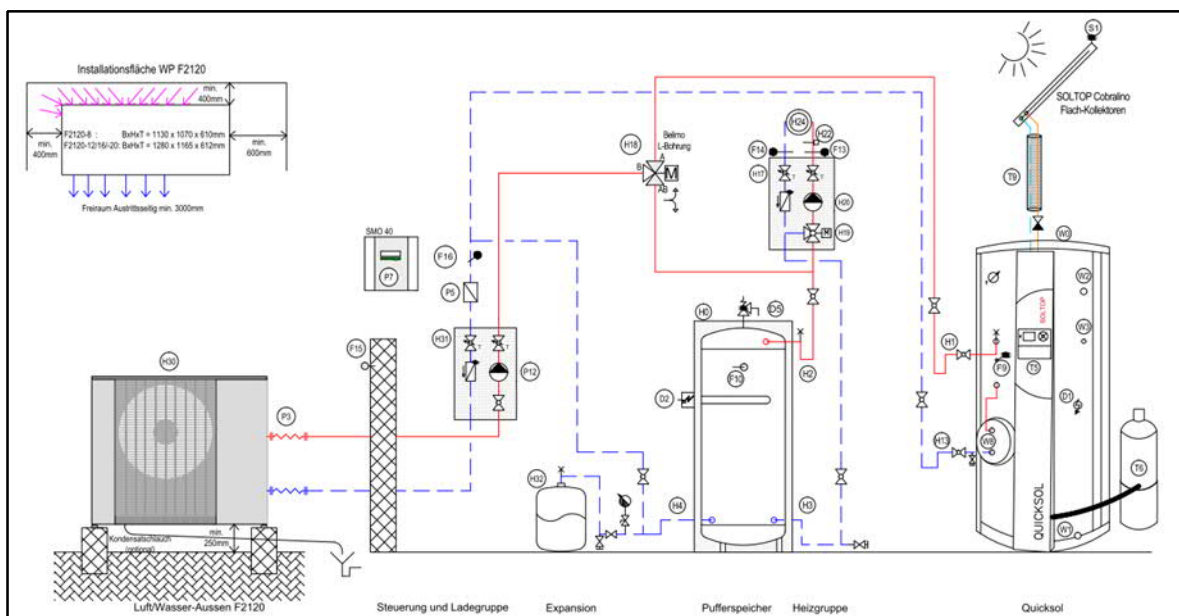
## 4.5 Gebäudetechnik

Die bestehende Heiztechnik soll mit erneuerbaren Energien ersetzt werden.

### Wärmepumpe L/W mit Solar-WW:

Eine Luft/Wasser Wärmepumpe für Aussenanstellung wird an der Nordost Fassadenecke aufgestellt. Dazu wird ein Pufferspeicher 200L in der Waschküche installiert. Es ist zu empfehlen eine Referenzraum Temperaturregelung zu realisieren. Dafür wird im Wohnzimmer ein Raumtemperatur-Fühler montiert und mit der Regelung verbunden. Die Heizleitungen im Keller werden erneuert und nach den Vorschriften isoliert.

Die Warmwasseraufbereitung wird mit einem Solarboiler Quicksol 500L (Low Flow Technologie) und einer Kollektorfläche von 5,6m<sup>2</sup> zu 72% gedeckt (4 Pers.). Die restlichen 28% soll die Wärmepumpe erbringen.



## 4.5.1 Elektrizität

### **Verbrauch:**

Mit der jetzigen Elektro-Ausstattung verbraucht das Gebäude ca. 4'700 kWh Strom pro Jahr. Mit dem Ersatz aller Beleuchtungsmittel durch Ledleuchten und einer Erneuerung der Haushaltgeräte durch energieeffizientere, kann ca. 1'400 kWh Strom pro Jahr eingespart werden. (Angaben aus dem GEAK plus Bericht)

Wird eine Wärmepumpe als Heizungsersatz umgesetzt, wird sich der elektrische Energieverbrauch um ca. 4'000 kWh pro Jahr erhöhen. Jedoch wird dann ca. 2/3 weniger Heizenergie benötigt. (Angaben aus WPEsti Formular)

### **Photovoltaik (PV):**

Durch ein PV-Anlage auf dem Süd Dach von 5,2 kWp Leistung kann ein Jahresertrag von 5'185 kWh Wechselstrom (AC) erzielt werden. Das entspricht über das Jahr gesehen, fast dem elektrischen Verbrauch des Gebäudes.

## 5 Empfehlungen

Warum energieeffizient bauen oder modernisieren? Wer an energieeffizientes, ökologisches Bauen oder Sanieren denkt kann seine Energiekosten nachhaltig reduzieren. Eine energetische Modernisierung steigert aber auch den Komfort und fördert nicht zuletzt die Werthaltigkeit der eigenen vier Wände.

### **Solar**

Die Sonne liefert jeden Tag gratis Energie auf unsere Erde. Die Energie, die für die Herstellung und Installation einer thermischen Solaranlage benötigt wird, ist in den meisten Fällen schon nach einem Jahr durch die Sonne wieder erzeugt. Daher bin ich der Meinung, dass es eine der sinnvollsten und effizientesten alternativen Energietechnik ist, die eingesetzt werden kann.