

Gewerblich-Industrielle Berufsschule Bern  
Allgemeinbildender Unterricht

**Mein Beitrag zur Verlangsamung des Klimawandels**

# **Heizenergieverbrauch meines Hauses**



Verfasser:  
Pascal Schlosser

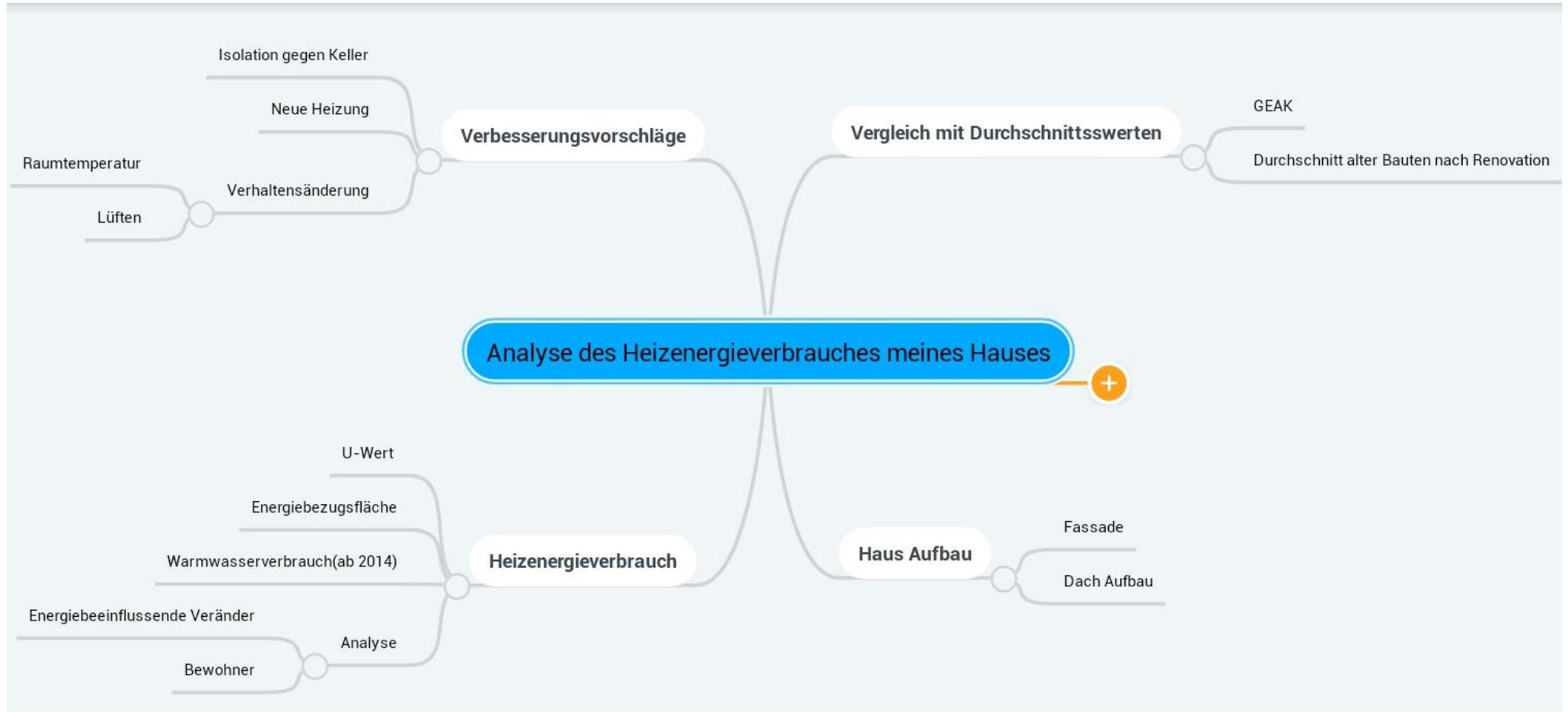
Lehrperson:  
Pascal Sigg

Abgabetermin:  
20. März 2019

## 1 Inhaltsverzeichnis

2	Mindmap Gruppenthema.....	3
3	Einleitung .....	4
4	Zielformulierungen .....	5
5	Grobplanung .....	6
6	Hauptteil.....	7
6.1	Haus Aufbau.....	7
6.1.1	Fassade .....	7
6.1.2	Dach Aufbau .....	7
6.2	U-Wert Berechnung.....	8
6.3	Benötigte Daten für den Heizenergieverbrauch.....	10
6.3.1	Energiebeeinflussende Veränderungen.....	10
6.3.2	Energiebezugsfläche .....	11
6.4	Berechnung Heizenergieverbrauch .....	12
6.4.1	Heizenergieverbrauch mit Berücksichtigung der Warmwasserproduktion .....	12
6.4.2	Berechnung Heizenergie für Warmwasser (ab 2014) .....	13
6.5	Analyse des Heizenergieverbrauchs .....	14
6.5.1	Vergleich mit Durchschnittswerten.....	15
6.6	Verbesserungsvorschläge .....	16
6.6.1	Isolation gegen den Keller.....	16
6.6.2	Neue Heizung .....	17
6.6.3	Verhaltensänderung.....	18
6.7	Zusammenfassung der Verbesserungsvorschläge.....	18
7	Schlusswort.....	19
8	Schlusserklärung.....	20
9	Arbeitsjournal .....	21

## 2 Mindmap Gruppenthema



### 3 Einleitung

Die Schweizer Gebäude beanspruchen rund 50% des Energieverbrauchs und sind für 40% des CO<sub>2</sub>-Ausstosses verantwortlich. Das Bundesamt für Energie beziffert das Einsparpotenzial für Heizung und Warmwasser in Wohnbauten auf 70% (Neubau und Sanierung). Könnte dieses Potenzial umgesetzt werden, wäre dies ein beachtlicher Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandels.<sup>1</sup>

Unsere Familie wohnt seit 14 Jahren in einem alten Haus aus den 30er Jahren. Meine Eltern bemühten sich immer, Heizenergie zu sparen. In den ersten Jahren mit einfachen Massnahmen wie z.B. der Beschränkung der Raumtemperatur und energiesparendem Lüften, später dann mit baulichen Massnahmen. Uns Kindern wurden die energiesparenden Verhaltensweisen immer wieder eingetrichtert, wir bekamen die Diskussionen über die baulichen Massnahmen am Familientisch mit und wir halfen bei den Umbauarbeiten auch soweit wie möglich mit.

Unser Klassenthema, «Mein Beitrag zur Verlangsamung des Klimawandels», veranlasste mich, darüber nachzudenken, ob wir durch Dämmung unseres Hauses auch tatsächlich Heizenergie einsparen konnten. Aus der Auflistung des Ölverbrauches liess sich dies nicht ablesen, da sich im Haus über die Jahre viel verändert hat, aber bei einer ersten Übersicht schienen die Zahlen doch enttäuschend. Haben wir tatsächlich kaum Heizenergie einsparen können trotz der hohen Investitionen? Was sind die Gründe dafür? Wie könnten wir unser Ziel doch noch erreichen?

---

<sup>1</sup><https://www.energiestiftung.ch/energieeffizienz-gebaeude.html>, 10.3.2019, Text leicht bearbeitet

## 4 Zielformulierungen

Ihre 1. Zielformulierung	Bestandteile
<p>Die bisherigen Dämmmassnahmen führten zu keiner Einsparung im Ölverbrauch!</p> <p>Ich zeige auf, wie sich der Heizölverbrauch in den vergangenen Jahren verändert hat. Ich analysiere den Ölverbrauch vor und nach der Dämmung aus den bestehenden oder errechneten Daten des Hauses unter Einbezug der erfolgten Ausbauten und vergleiche diese mit Durchschnittswerten. Die Massnahmen zeige ich mit Bildern auf, aus den Daten erstelle ich in eine Tabelle und zusätzlich ermittle ich zwei mögliche Ursachen für eine mangelnde Energieeinsparung.</p>	Behauptung/Hypothese
	Was? (Fragestellung)
	Wie? (Methode) Mit welchen Quellen?
	Welches Resultat/Endprodukt?
	Welche Qualität/Quantität?

Ihre 2. Zielformulierung	Bestandteile
<p>Um den Energieverbrauch des Hauses zu senken, bestehen weitere Möglichkeiten!</p> <p>Ich zeige auf, welche Massnahmen zur Einsparung der Heizenergie möglich sind. Dazu erstelle ich durch Recherchieren eine Liste mit Verbesserungsvorschlägen zur möglichen Einsparung des Heizenergieverbrauchs und deren Kosten. Ich stelle die Resultate schriftlich dar, berechne das Sparpotential und formuliere 3 konkrete Verbesserungsvorschläge. Daraus ziehe ich ein Fazit, wie viel Heizenergie bei welcher Massnahme eingespart werden kann</p>	Behauptung/Hypothese
	Was? (Fragestellung)
	Wie? (Methode) Mit welchen Quellen?
	Welches Resultat/Endprodukt?
	Welche Qualität/Quantität?

## 5 Grobplanung

KW	Arbeitsschritte	Verantwortlich	Bemerkungen
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Themenwahl</li> </ul>	Pascal Schlosser	•
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Themenwahl</li> <li>• Informationen des Hauses sammeln</li> <li>• Zielformulierung</li> </ul>	Pascal Schlosser	•
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zielformulierung abgeben</li> <li>• Vertrag unterzeichnen</li> <li>• Unterlagen sortieren und mir einen Überblick verschaffen</li> </ul>	Pascal Schlosser	•
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfangen Hauptteil zu schreiben</li> </ul>	Pascal Schlosser	• Quellenangaben nicht vergessen
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptteil fertig schreiben</li> <li>• Einleitung schreiben</li> </ul>	Pascal Schlosser	• Quellenangaben nicht vergessen
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlusswort schreiben</li> <li>• Schlusserklärung schreiben</li> <li>• Inhaltsverzeichnis, Titelblatt und Mindmap machen</li> </ul>	Pascal Schlosser	• Eltern zum Durchlesen geben
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VA Abgabe</li> <li>• Präsentation erstellen</li> <li>• Präsentationstext schreiben</li> <li>• Präsentation üben</li> </ul>	Pascal Schlosser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit ausgedruckt und in digitaler Form dabei</li> <li>• Eltern Präsentation vortragen</li> </ul>
13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation</li> </ul>	Pascal Schlosser	•

## 6 Hauptteil

### 6.1 Haus Aufbau

Unser Haus an der Waldrainstr. 12, in Köniz ist ein einseitig angebautes Einfamilienhaus, gebaut im Jahr 1930, der Anbau (Haus 12a) erfolgte im Jahr 1960. Im Jahr 2007 wurde das Haus 12a dann mit einem weiteren Anbau ergänzt.

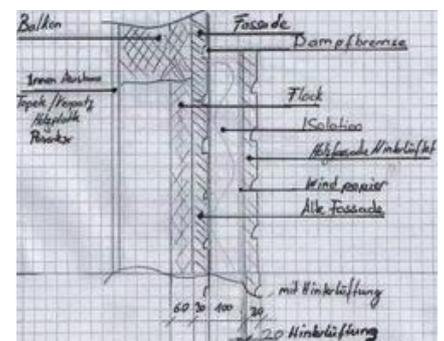
Da unser Haus sehr gross ist wurde es seit 2004 durchgehend von zwei Familien bewohnt. Im Jahr 2009 haben wir das Haus komplett in zwei Wohnungen getrennt und einen separaten Eingang in die obere Wohnung gebaut. Bis ins Jahr 2014 verfügten die beiden Hausteile 12 und 12 a eine gemeinsame Heizung. Ab 2014 wurde dann der Hausteil 12a mittels einer Sole-Wasser-Wärmepumpe geheizt, unser Teil 12 wurde weiterhin über die bestehende Ölheizung beheizt.

#### 6.1.1 Fassade

Das Haus wurde in Riegelbauweise erstellt. Das bedeutet, dass ein Holzständerwerk wie rechts abgebildet gebaut wurde. Dieses wurde dann mit Leichtbausteinen ausgemauert und darauf die Holzfassade montiert. 2013 wurde die Fassade renoviert. In die Lücke zwischen der Fassade und dem Mauerwerk wurde Isofloc eingblasen. Zusätzlich wurde auf die bestehende Fassade eine Isolationsschicht aus Steinwolle mit einer neuen hinterlüfteten Fassade gesetzt. Neu besteht die Aussenwand des Hauses wie im Querschnitt dargestellt aus mehreren Schichten. Bestehend waren: Innausbau, teilausgemauerter Riegel und die alte Fassade. Neu hinzu kam eine Isofloc, Dampfbremse, Steinwolle und die hinterlüftete Holzschalung.



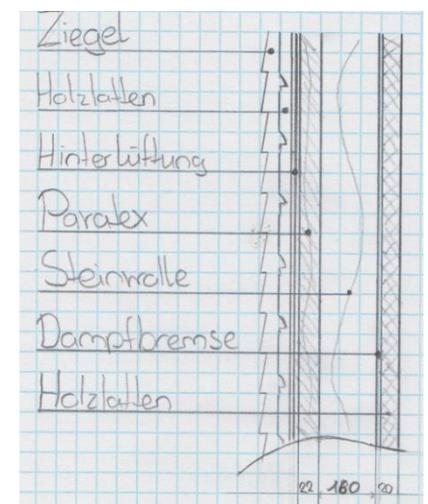
Bild 1 Riegelbau<sup>2</sup>



#### 6.1.2 Dach Aufbau

Das Dach bestand früher nur aus einem Holzlattenunterdach, einer Ziegellattung und Dachziegeln.

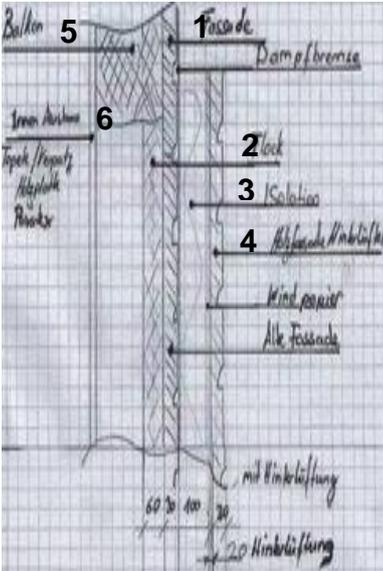
Mit der Dachsanierung 2007 wurde eine Dämmung (Isolation) angebracht. Auf das Holzlattenunterdach kam eine Dampfbremse, eine doppelschicht Steinwolle und als neues Unterdach eine Pavatexschicht. Darauf konnte die Lattung und die Ziegel montiert werden



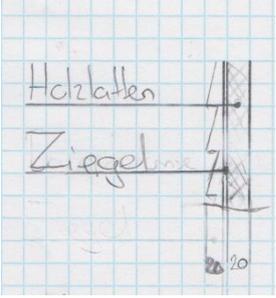
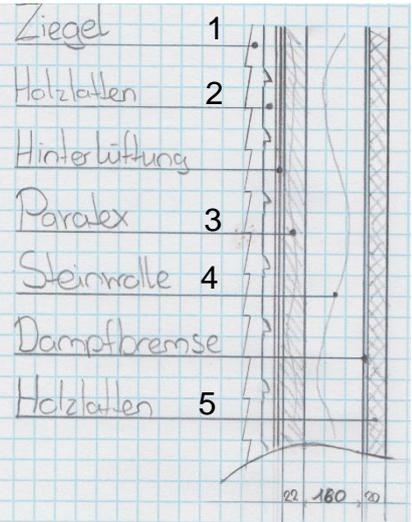
<sup>2</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Fachwerkhaus>, 27.2.2019, Bild übernommen

## 6.2 U-Wert Berechnung

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) ist die Masseinheit zur Ermittlung des Wärmeverlustes eines Bauteils. Der U-Wert gibt an wie viel Wärmemenge in einer bestimmten Zeit durch 1 m<sup>2</sup> eines Bauteils bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin hindurchgeht. Je tiefer der U-Wert, desto kleiner sind die Wärmeverluste nach aussen und desto geringer ist der Energieverbrauch.<sup>3</sup>

Aufbau (Skizze)	Fassade bis 2013				
	Schicht Nr.	Material, Baustoff	Dicke(d) m	Wärme Leitfähigkeit (l)	R Wert (d/l) (m <sup>2</sup> xK/W)
	1	Fassade	0.03	0.15	0.2
		Holzriegel mit Leichtbausteinen	0.09	0.4	0.23
	3	Innenputz	0.01	0.7	0.01
	R <sub>Si</sub>				0.13
	R <sub>Se</sub>				0.04
	<b>R-Total</b>				<b>0.61</b>
	<b>U-Wert</b>	<b>1/R-Total</b>			<b>1.64W/(m<sup>2</sup>xK)</b>
Aufbau (Skizze)	Fassade nach Sanierung				
	Schicht Nr.	Material, Baustoff	Dicke(d) m	Wärme Leitfähigkeit (l)	R Wert (d/l) (m <sup>2</sup> xK/W)
	1	Alte Fassade	0.03	0.15	0.2
	2	Isofloc	0.06	0.037	1.62
	3	Steinwolle	0.1	0.048	2.08
	4	Neue Fassade	0.03	0.15	0.2
	5	Holzriegel mit Leichtbausteinen	0.09	0.4	0.23
	6	Innenputz	0.01	0.7	0.01
	R <sub>Si</sub>				0.13
	R <sub>Se</sub>				0.04
	<b>R-Total</b>				<b>4.51</b>
	<b>U-Wert</b>	<b>1/R-Total</b>			<b>0.22W/(m<sup>2</sup>xK)</b>

<sup>3</sup> <https://www.glastroesch.ch/services/glaswissen/herstellung-und-physikalische-begriffe/u-wert.html>, 7.3.2019, Text leicht bearbeitet

Aufbau (Skizze)	Dach bis 2007				
	<i>Schicht Nr.</i>	<i>Material, Baustoff</i>	<i>Dicke(d) m</i>	<i>Wärme Leitfähigkeit (l)</i>	<i>R Wert (d/l) (m<sup>2</sup>xK/W)</i>
	1	Holzlatten	0.02	0.15	0.13
	2	Ziegel	0.02	0.64	0.03
	<i>R<sub>Si</sub></i>				0.1
	<i>R<sub>Se</sub></i>				0.04
	<i>R-Total</i>				0.3
	<i>U-Wert</i>	1/R-Total			3.33W/(m <sup>2</sup> xK)
Aufbau (Skizze)	Dach nach Sanierung				
	<i>Schicht Nr.</i>	<i>Material, Baustoff</i>	<i>Dicke(d) m</i>	<i>Wärme Leitfähigkeit (l)</i>	<i>R Wert (d/l) (m<sup>2</sup>xK/W)</i>
	1	Ziegel	0.02	0.64	0.03
	2	Holzlatten	0.02	0.15	0.13
	3	Pavatex	0.022	0.047	0.47
	4	Steinwolle	0.16	0.035	4.57
	5	Holzlatten	0.02	0.15	0.13
	<i>R<sub>Si</sub></i>				0.1
	<i>R<sub>Se</sub></i>				0.04
	<i>R-Total</i>				5.83
	<i>U-Wert</i>	1/R-Total			0.17W/(m <sup>2</sup> xK)

In den Tabellen ist gut ersichtlich wie sehr sich die Isolation nach der Renovierung verbessert hat. Nach den Renovierungen ist der U-Wert zwar noch nicht auf dem Wert eines Neubaus, jedoch hätten wir die Grenzwerte eines Neubaus erreicht.

### 6.3 Benötigte Daten für den Heizenergieverbrauch

Der Heizenergieverbrauch eines Hauses wird in Kilowattstunden pro Quadratmeter angegeben. Um den Heizenergieverbrauch zu errechnen braucht man den Heizölverbrauch (in Litern) des letzten Jahres, welchen man mit 10 multipliziert. Dieses Ergebnis wiederum teilt man durch die beheizte Wohnfläche. Für die Analyse benötigt man auch noch die Energiebeeinflussenden Veränderungen des Hauses.

Berechnung:

Liter Heizöl pro Jahr x 10 = kWh/a Die erhaltene Summe geteilt durch m<sup>2</sup> beheizter Fläche = kWh/m<sup>2</sup>a Heizenergieverbrauch<sup>4</sup>

#### 6.3.1 Energiebeeinflussende Veränderungen

Jahr	Bezeichnung
2014	Estrichausbau: Vergrößerung der bestehenden Mansarde.
2014	Ersatz Ölbrenner und Trennung des Hauses(12/12a)
2013	Fassadensanierung: Aufbau mit Dämmung Innen 6cm Zellulosefasern hinter bestehende Holzfassade eingeblasen, Dämmung aussen 10cm Steinwolle, neue hinterlüftete Holzfassade.
2007	Umbau Haus 12A
2007	Dachsanierung: Aussendämmung: Steinwolle160mm/Pavatex 22mm, neue Ziegeldeckung, Einbau Solaranlage
2006	Warmwasserboiler ersetzt
1998	Fenster ersetzt
1998	Heizung und Kamin

##### 6.3.1.1 Anzahl Hausbewohner

In dem Hausteil 12 haben immer 2 Familien mit jeweils 4 Personen gewohnt. Es gab jedoch einige Mieterwechsel. Im Jahre 2004 wechselten beide Parteien, ab 2009 wohnten wir als Besitzer im oberen Teil und der untere Teil wurde vermietet. 2014 und 2016 gab es jeweils einen Mieterwechsel. Im Hausteil 12a Haben immer die gleichen 4 Personen gewohnt. Ihr Energieverbrauch war vermutlich um ein Vielfaches tiefer als der des Hausteils 12, da sie oft mit Holz mit dem Schwedenofen heizten. Der Hausteil 12a wurde dann 2014 heiztechnisch vom 12 getrennt.

<sup>4</sup> Quelle: <http://www.meineheizung.de/ratgeber/heizenergieverbrauch-berechnen>, 9.3.2019, Text leicht bearbeitet

### 6.3.2 Energiebezugsfläche

Die Energiebezugsfläche ist die Summe der Grundfläche der Räume, die beheizt werden. Zur Energiebezugsfläche zählen auch Nebennutzflächen, welche eine Fläche kleiner als 10m<sup>2</sup> aufweisen. Als Nebennutzflächen gelten zum Beispiel, Abstellräume, Heizräume usw. Nicht zur Energiebezugsfläche zählen Nebennutzflächen, die ohne Heizung verwendbar sind Flächenteile mit einer Raumhöhe kleiner als 1.0 m (zum Beispiel Dachgeschoss).<sup>5</sup>

#### Berechnung der Energiebezugsfläche 12

<i>Bis 2014</i>		<i>Ab 2014</i>	
EG	115.8m <sup>2</sup>	EG	115.8m <sup>2</sup>
1.OG	115.8m <sup>2</sup>	1.OG	115.8m <sup>2</sup>
<u>Dachgeschoss</u>			
Bad	6.31m <sup>2</sup>	Bad	6.31m <sup>2</sup>
Reduit	5.36m <sup>2</sup>	Reduit	5.36m <sup>2</sup>
Gang	7.32m <sup>2</sup>	Gang	7.32m <sup>2</sup>
Büro	9.11m <sup>2</sup>	Büro	9.11m <sup>2</sup>
Büro	6.96m <sup>2</sup>	Zimmer OG	25.81m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>266m<sup>2</sup></b>		<b>285.51m<sup>2</sup></b>

#### Berechnung/Annahme der Energiebezugsfläche 12a

<i>Bis 2007</i>		<i>Ab 2007</i>	
EG	72m <sup>2</sup>		89.6m <sup>2</sup>
1.OG	72m <sup>2</sup>		89.6m <sup>2</sup>
Dachgeschoss	9x8/2 36m <sup>2</sup>		36m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>180m<sup>2</sup></b>		<b>215m<sup>2</sup></b>

#### Energiebezugsfläche des Hauses

	<i>Bis 2007</i>	<i>Bis 2014</i>	<i>Ab 2014</i>
12	266.6m <sup>2</sup>	266m <sup>2</sup>	285.51
12a	180m <sup>2</sup>	215m <sup>2</sup>	Trennen der
Heizung(12/12A)			
<b>Total</b>	<b>446.6m<sup>2</sup></b>	<b>481m<sup>2</sup></b>	<b>286m<sup>2</sup></b>

<sup>5</sup>[http://www.energiepaket-bl.ch/assets/upload/documents/Definition\\_Energiebezugsflaeche.pdf](http://www.energiepaket-bl.ch/assets/upload/documents/Definition_Energiebezugsflaeche.pdf), 9.3.2019, Text leicht bearbeitet

## 6.4 Berechnung Heizenergieverbrauch

Jahr	Verbrauch Heizöl	Heizölverbrauch in kwh	Energiebezugsfläche	Liter Heizöl Pro m2 pro Jahr	Energieverbrauch KWh/m2
03/04	6874	68740	446	15.41255605	154.1255605
04/05	7005	70050	446	15.70627803	157.0627803
05/06	4500	45000	446	10.0896861	100.896861
06/07	4200	42000	446	9.417040359	94.17040359
07/08	4100	41000	481	8.523908524	85.23908524
08/09	4956	49560	481	10.3035343	103.035343
09/10	4240	42400	481	8.814968815	88.14968815
10/11	3807	38070	481	7.914760915	79.14760915
11/12	3700	37000	481	7.692307692	76.92307692
12/13	4217	42170	481	8.767151767	87.67151767
13/14	2600	26000	481	5.405405405	54.05405405
14/15	2050	20500	286	7.167832168	71.67832168
15/16	2386	23860	286	8.342657343	83.42657343
16/17	2401	24010	286	8.395104895	83.95104895
17/18	2100	21000	286	7.342657343	73.42657343
<b>Mittelwert</b>	<b>3942.4</b>	<b>39424</b>		<b>9.286389981</b>	<b>92.86389981</b>

Der Heizenergieverbrauch ist noch nicht ganz korrekt, da wir ab dem Jahre 2014 das Warmwasser zum Teil auch mit Öl erzeugt haben.

### 6.4.1 Heizenergieverbrauch mit Berücksichtigung der Warmwasserproduktion

Jahr	Warmwasserproduktion
-08	Elektrisch
08-14	Elektrisch und Solar
14-	Sommer Elektrisch und solar Winter Öl und Solar (ca. 8 Monate)

## 6.4.2 Berechnung Heizenergie für Warmwasser (ab 2014)

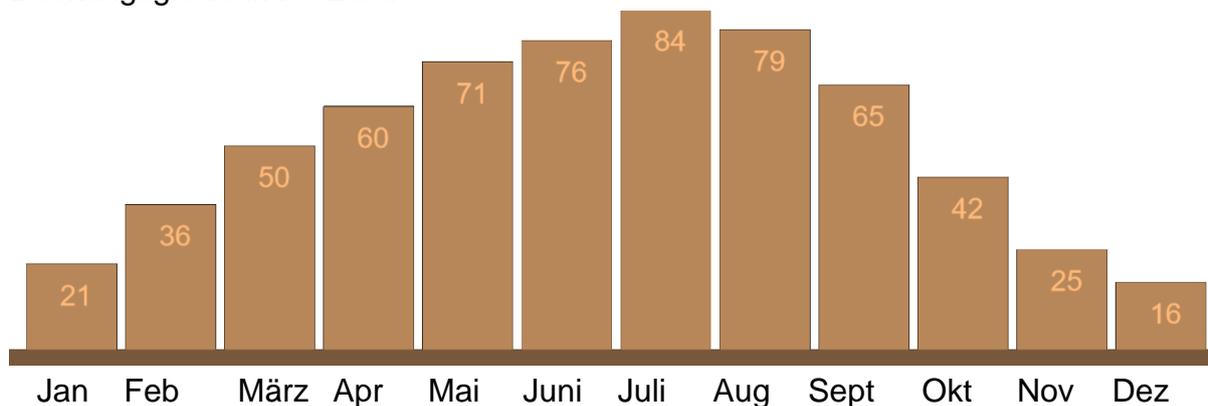
Anzahl Hausbewohner: 8 Personen

Solaranlage: 7m<sup>2</sup> Fläche, Orientierung der Anlage 30° Südost, Dachneigung 40°

Geschätzter Energieverbrauch für Warmwasser/ Jahr ohne Solaranlage: 8802 kWh

für 8 Monate: 5868 kWh

Das Berechnungstool von Energie Schweiz ergibt für die Solaranlage folgende Deckungsgrade in Prozent:



Für die Heizmonate September bis April ergibt sich ein durchschnittlicher solarer Deckungsgrad von **39,375%**

Energieverbrauch für 8 Monate ohne Solaranlage: 5868 kWh

Energieverbrauch für 8 Monate (September bis April) mit Solaranlage: **3557 kWh**<sup>6</sup>

Jahr	Verbrauch Heizöl	Heizölverbrauch in kWh	Energiebezugsfläche	Liter Heizöl Pro m <sup>2</sup> pro Jahr	Energieverbrauch KWh/m <sup>2</sup>
14/15	1694.3	16943	286	5.924125874	59.24125874
15/16	2030.3	20303	286	7.098951049	70.98951049
16/17	2045.3	20453	286	7.151398601	71.51398601
17/18	1744.3	17443	286	6.098951049	60.98951049
Mittelwert	<b>1878.55</b>	18786		6.568356643	65.68356643

<sup>6</sup>[www.energieschweiz.ch/page/de-ch/solarrechner](http://www.energieschweiz.ch/page/de-ch/solarrechner), 9.3.2019, Werte des Hauses in Onlinerechner eingegeben, Text und Bild direkt übernommen

## 6.5 Analyse des Heizenergieverbrauchs

In den Jahren 03/04 und 04/05 ist ein recht grosser Energieverbrauch pro m<sup>2</sup> erkennbar. Ich vermute, dass die beiden Parteien im Hausteil 12 recht viel geheizt haben, denn in den nachfolgenden Jahren, war der Verbrauch nie mehr so hoch.

Die Dachsanierung im Jahre 06/07 widerspiegelt sich doch recht deutlich im um 10KWh/m<sup>2</sup> gesunkenen Heizenergieverbrauch pro m<sup>2</sup>. Mit Ausnahme des Jahres 08/09, in welchem im Winter ein Umbau am Haus mit Aufbruch der Aussenwand stattfand, blieb dieser Heizenergieverbrauch bis 2013 einigermaßen konstant. Diesen Umbau vermute ich als Ursache für den erhöhten Heizölverbrauch 08/09.

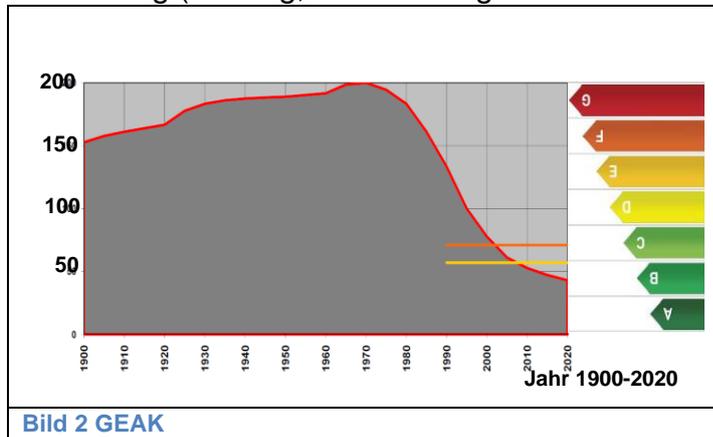
Im Jahr 13/14 wurde die Fassade isoliert. Während diesem Jahr war der Heizölverbrauch ziemlich klein, weil Ende des Jahres der Ölbrenner gewechselt und das Haus 12 und 12a heiztechnisch getrennt wurden.

In den darauffolgenden Jahren ist der Heizölverbrauch etwas gesunken jedoch wurden die Erwartungen nicht erreicht. Da in dieser Phase die Warmwasseraufbereitung im Solarboiler zusätzlich an die Ölheizung angeschlossen wurde, muss dies ebenfalls berücksichtigt werden. Damit zeichnet sich ein etwas geringerer Heizenergieverbrauch ab, welcher jedoch immer noch über dem Erhofften liegt.

Die Gründe dafür vermute ich einerseits darin, dass wir nach der Fassadensanierung nicht mehr so sehr auf das Energiesparen (Lüften, Raumtemperatur etc.) geachtet haben. Erschwerend hinzu kam die Mietersituation und deren Wärmebedürfnis oder Wärmeempfinden. Einen Pulloverzwang kennt die Gesetzgebung nicht. Andererseits ist die Heizungsanlage bereits 30 Jahre alt und trotz Erneuerung des Brenners zu gross dimensioniert. Auch durch die mangelnde Isolation der Kellerdecke geht vermutlich noch einiges an Energie verloren.

### 6.5.1 Vergleich mit Durchschnittswerten

Der **GEAK** (Gebäudeenergieausweis der Kantone) zeigt auf, wie viel Energie ein Gebäude bei Standardnutzung effektiv benötigt. Die Berechnung stützt sich auf die beheizte Fläche und den tatsächlichen Energieverbrauch (Rechnungen und Zählerangaben) für Heizung, Warmwasser und die elektrische technische Ausrüstung (Lüftung, Beleuchtung der Gemeinschaftsräume etc.). Die Skala des



GEAK reicht von **A** (sehr energieeffizient) bis **G** (am wenigsten energieeffizient). Unser Heizenergieverbrauch pro m<sup>2</sup> liegt nach der Isolierung bei ca. 77KWh/m<sup>2</sup>. Was auf der nebenstehenden Skala bedeutet, dass wir zwischen einem GEAK von **C** und **D** liegen.

Ein Vergleich der ermittelten Werte mit bekannten Durchschnittswerten gestaltet sich eher schwierig, da sowohl die Grösse, das Alter und die Bausubstanz der Liegenschaft, sowie die Bewohner des Hauses die Werte beeinflussen. Unabhängig vom energetischen Zustand der Gebäudehülle beeinflusst auch die Heiztechnik den Bedarf. Vor allem moderne Wärmeerzeuger nutzen die eingesetzten Brennstoffe dabei sehr gut aus und sorgen so für gute Ergebnisse.

In dem nebenstehenden Bild ist zu erfassen, dass wir knapp über der erwarteten Werten nach einer kompletten Sanierung liegen (77KWh/m<sup>2</sup>). Dies liegt vermutlich an der nicht ganz vollständigen Isolation gegen den ungeheizten Keller und an der mittlerweile recht alten Heizung.<sup>7</sup>

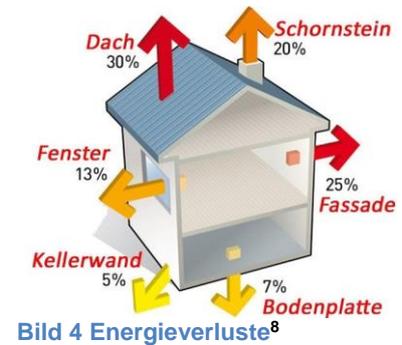


<sup>7</sup> [Kursunterlagen Energie und Gebaeudehuelle.pdf](https://www.energie-umwelt.ch/haus/renovation-und-heizung/gebaeudeplanung/waermebedarf-und-geak) , 9.3.2019, Bild 2 übernommen  
<https://www.energie-umwelt.ch/haus/renovation-und-heizung/gebaeudeplanung/waermebedarf-und-geak> , 9.3.2019, Bild 3 übernommen, Text leicht bearbeitet

## 6.6 Verbesserungsvorschläge

### 6.6.1 Isolation gegen den Keller

Wie im nebenstehenden Bild ersichtlich ist, verliert ein Haus 12% der Wärmeverluste durch den nicht isolierten Boden. Unsere bisherigen Sanierungen (Dach, Fassade) entsprechen laut dem Bild 55% der Wärmeverluste. Dies bedeutet, dass der durchschnittliche Ölverbrauch vor den Sanierungsarbeiten durch die Fläche mal die neue Fläche abzüglich des Durchschnittes des Ölverbrauchs nach der Sanierung durch 55% mal die 12% ca. das mögliche Öl Sparpotential ergibt. Dabei sind die Fenster und die Lüftung ausgenommen.



$$\text{Öl Sparpotential} = ((5645/481) \times 286 - 1878) / 55 \times 12 = \underline{322l}$$

In CO2 Emission kann man dies ausrechnen, wenn man die Anzahl Liter x3.17 rechnet:

$$\text{CO2 Emission Einsparung} = 322l \times 3.17 = \underline{1020 \text{ kg CO2}} \text{ pro Jahr}$$

<sup>8</sup><http://bawos.ch/daemmstoffe-uebersicht/>, 10.3.2019, Bild übernommen

### 6.6.2 Neue Heizung

Eine neue Heizung wäre ein zweiter Verbesserungsvorschlag, die alten Heizungen sind nicht so effektiv wie die neuen. Dadurch würde der Energieverbrauch sicher noch um einiges sinken. Auf der Seite des WWF habe ich dann einen Rechner gefunden, der Aufschluss über die verschiedenen Heizsysteme gibt. Eine Wärmepumpe wird überall als optimale Lösung beschrieben, da man mit einem Teil Energie durch die Erdwärme drei Teile Wärme bekommt. In der untenstehenden Grafik ist ersichtlich, dass man mit einer Sole-Wärmepumpe (WP) ganze **6 Tonnen CO2** pro Jahr sparen kann.

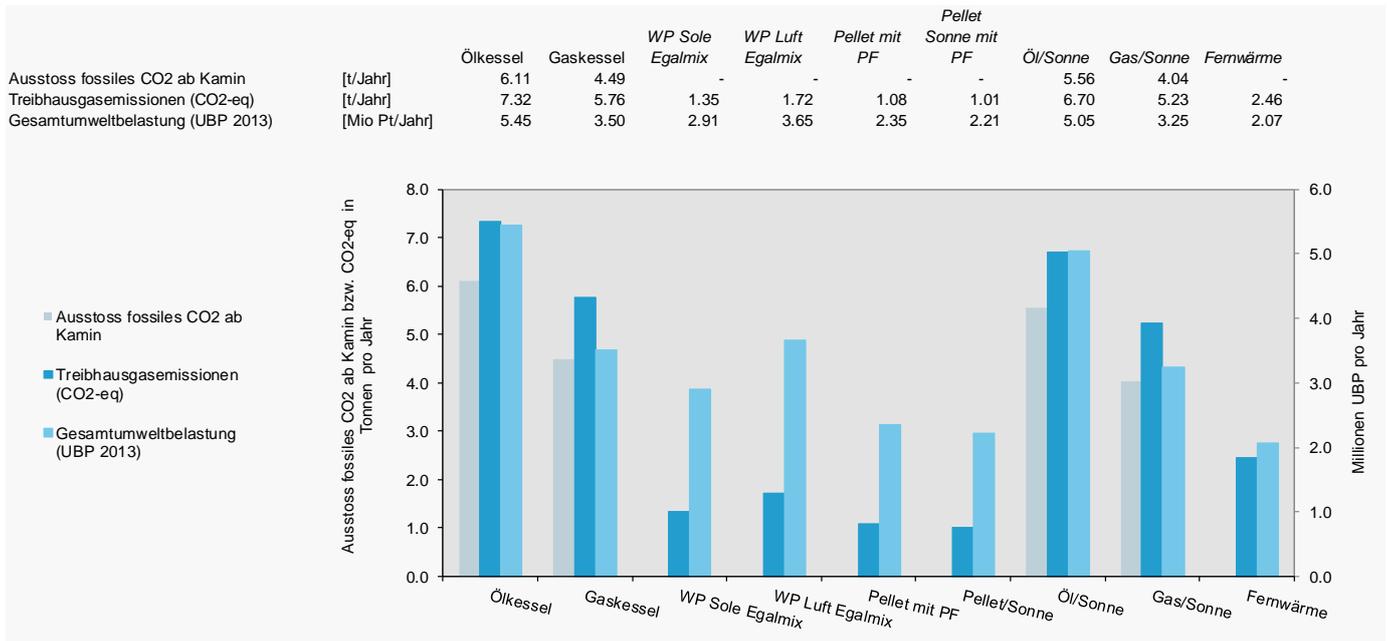


Bild 5 CO2 Einsparungen neue Heizung

Eine sogenannte Sole-Wärmepumpe würde zur Anschaffung laut Rechner des WWF wären ca. 110'000 CHF.

Investitionen	Nutzung Jahre	Ölkessel [Fr.]	Gas [Fr.]	WP Sole [Fr.]	WP Luft [Fr.]	Pellet [Fr.]	Pellet/Sonne [Fr.]	Öl/Sonne [Fr.]	Gas/Sonne [Fr.]	Fernwärme [Fr.]
Tank	30	7'500				8'000	8'000	7'500		
Anschluss (Gas, Fernwärme)	50		6'000						6'000	
Wärmeübergabestation	25									
Kessel, Wärmepumpe	18	16'000	10'000	30'000	38'000	21'000	21'000	16'000	10'000	
Kaminanlage	30	5'000	4'000			5'000	5'000	5'000	4'000	
Expansion	18	1'500	1'500	1'500	1'500	1'500	1'500	1'500	1'500	
Speicher mit Warmwasser	20	7'500	7'500	7'500	7'500	7'500	10'000	10'000	10'000	
Erdsonde/Quelle	30			42'000						
Heizverteilung	30	6'000	6'000	6'000	6'000	6'000	6'000	6'000	6'000	
Dämmungen	30	1'500	1'500	1'500	1'500	1'500	1'500	1'500	1'500	
Montage, Honorare, div.	20	5'000	5'000	5'000	6'000	5'500	7'500	7'000	7'000	
Sanitär	25	3'000	4'000	3'500	3'500	3'500	4'000	3'500	4'500	
Elektro	18	3'000	3'000	3'000	3'000	3'000	4'000	4'000	4'000	
Maurer, Umgebung, Gärtner	20	2'000	2'000	4'000	3'000	2'000	2'000	2'000	2'000	
Rückbau/Entsorgung	20	5'000	5'000	5'000	5'000	5'000	6'000	6'000	6'000	
Sonnenkollektoranlage	20						12'000	12'000	12'000	
<b>Förderung/Steuerabzug</b>										
<b>Total Investitionen</b>		<b>63'000</b>	<b>55'500</b>	<b>109'500</b>	<b>75'000</b>	<b>69'500</b>	<b>88'500</b>	<b>82'000</b>	<b>74'500</b>	
Mittlere Abschreibungsdauer		23	25	24	20	22	22	22	24	
Annuität [%] bei Realzins		5.51	5.10	5.28	6.09	5.57	5.67	5.64	5.31	
<b>Total Kapitalkosten</b>		<b>Fr/a 3473</b>	<b>2829</b>	<b>5780</b>	<b>4568</b>	<b>3871</b>	<b>5022</b>	<b>4622</b>	<b>3959</b>	

Bild 6 Kosten neue Heizung

## 6.6.3 Verhaltensänderung

### 6.6.3.1 Raumtemperatur

Schon nur durch die Senkung der Raumtemperatur kann enorm viel Energie gespart werden. Ob es 20 Grad Celsius oder 21 Grad im Wohnzimmer sind, spürt man kaum. Es lässt sich bis zu **275 kg CO<sub>2</sub>** im Jahr vermeiden, wenn die Raumtemperatur um 1 Grad gesenkt wird.<sup>9</sup>

### 6.6.3.2 Lüften

Auch durch das korrekte Lüften kann man viel Energie sparen. Anstatt die Fenster nur zu kippen, sollte man stoßlüften. So ist immer genug frische Luft im Raum und man kann in einem Zweifamilienhaus jährlich **bis zu einer Tonne CO<sub>2</sub>** einsparen. Es wird empfohlen, 5 Minuten zu Lüften und die Fenster dabei vollständig zu öffnen. Allerdings lüften wir bereits seit Jahren so und auf unsere Mieter haben wir keinen Einfluss.<sup>10</sup>

### 6.6.3.3 Weniger Warmwasser verbrauchen

Ich schätze, dass unsere Familie den Warmwasserverbrauch noch max. um 1/8 reduzieren können mit weniger lang Duschen, weniger Baden und mit dem Anbringen eines Durchflussregulierers bei der Dusche (Lavabo etc. sind bereits ausgerüstet). Somit würde sich unser Energieverbrauch um 1/16 verringern (da wir keinen Einfluss auf unsere Mieter haben)

Dies ergäbe folgende Einsparung in kWh:  $3557 \text{ kWh} / 16 = 222.3 \text{ kWh}$

CO<sub>2</sub> Einsparung:  $22.3 \text{ kWh} / 10 \times 3.17 = \underline{\underline{\text{ca.70 kg CO}_2/\text{Jahr}}}$

## 6.7 Zusammenfassung der Verbesserungsvorschläge

Die alte Heizung muss früher oder später ersetzt werden. Mit einer Sole-Wärmepumpe könnte mit 6000 kg die grösste CO<sub>2</sub>-Einsparung erreicht werden, jedoch generiert diese Variante die höchsten Investitionskosten. Die Isolation gegen den Keller könnten wir zumindest teilweise selbst machen. Diese Massnahme spart 1020 kg CO<sub>2</sub> und würde nicht so hohe Kosten erzeugen. Die Verhaltensänderungen können wir sofort und gratis umsetzen und sparen damit 345 kg CO<sub>2</sub>

---

<sup>9</sup> <https://www.co2online.de/energie-sparen/heizenergie-sparen/heizkosten-sparen/richtig-heizen-die-10-besten-tipps/>, 10.3.2019, Text leicht bearbeitet

<sup>10</sup> <https://www.co2online.de/energie-sparen/heizenergie-sparen/heizkosten-sparen/richtig-heizen-die-10-besten-tipps/>, 10.3.2019, Text leicht bearbeitet

## 7 Schlusswort

Bei der ersten Durchsicht der gesammelten Unterlagen, schien die Energieeinsparung durch die Renovation enttäuschend. Im Laufe meiner Arbeit konnte ich feststellen, dass die Renovierungsarbeiten doch nicht vergebens waren, da die Umstellung der Warmwassererzeugung von elektrisch/solar auf Öl/solar den Ölverbrauch doch stark beeinflusst hat.

Ich denke, meine Arbeit hat meinen Eltern wieder Motivation verliehen, unser Haus weiter auf den neusten Stand zu bringen. Sie hat auch die ganze Familie dazu gebracht, wieder mehr auf den Warmwasserverbrauch und die Raumtemperatur zu achten. Vielleicht ist in Zukunft sogar eine Wärmepumpe realisierbar, wodurch unser Haus ganze 6 Tonnen CO<sub>2</sub> weniger pro Jahr ausstossen könnte. Bei der Recherche dazu werde ich mich sicherlich auch beteiligen.

Die Arbeit verlief nicht nur reibungslos. Der Start stellte sich erschwert dar, da ich sehr viele Informationen ordnen und aussortieren musste. Auch konnte ich manche Berechnungen nicht zu meinem Genügen ausführen wie zum Beispiel die Berechnung des Warmwasserverbrauchs mit Einbezug der Solaranlage, welche zu kompliziert war, um sie selbst zu errechnen. Dafür musste ich ein Tool der Energie Schweiz hinzuziehen. Dies soll jedoch nicht heissen, dass ich mit meiner Arbeit unzufrieden bin.

## 8 Schlusserklärung

„Hiermit versichern wir, dass die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt wurde. Wir benutzten keine unerlaubte fremde Hilfe. Alle Quellen sind deklariert und die Erarbeitungsgrade entsprechen der Wahrheit.“

Pascal Schlosser:

A handwritten signature in black ink on a light-colored background. The signature is stylized, starting with a large, sweeping 'P' that loops back, followed by several smaller, connected strokes that form the rest of the name.

## 9 Arbeitsjournal

KW / Datum	Zeit	Wer	Tätigkeit	Arbeitsort	Reflexion	Nächste Schritte (Pendenzen)
6 6.2.2019	• 2h	Pascal Schlosser	• Themenwahl	Gibb	Ich habe lange überlegt was ich für ein Thema will. Auch ist noch nicht klar mit wem ich die VA mache.	Thema und Partner finden
7 13.2.2019	• 1.5h	Pascal Schlosser	• Themenwahl	Gibb	Habe nochmal lange ein Thema gesucht bis mir die Idee kam, eine Analyse des Heizenergieverbrauch unseres Hauses zu schreiben	Vorhandene Informationen des Hauses mit den Eltern anschauen
7 16.2.2019	• 2h	Pascal Schlosser	• Informationen des Hauses sammeln	Zuhause	Habe viele Informationen bekommen	Informationen ordnen und aussortieren
7 17.2.2019	• 3h	Pascal Schlosser	• Zielformulierung	Zuhause	Habe über die Formulierung sehr lange nachgedacht, da es sonst sehr schwer wäre die Ziele einzuhalten	Zielformulierung dem Lehrer zeigen und evtl. noch Verbesserungen machen
8 20.2.2019	• 0.5h	Pascal Schlosser	• Zielformulierung abgeben	Gibb	Musste die Zielformulierung noch minimal abändern	Immer wieder die Zielformulierung anschauen damit nichts vergessen geht

8 20.2.2019	• 0.25h	Pascal Schlosser	• Vertrag unterzeichnen	Gibb	Habe den Vertrag (Zielformulierung) unterzeichnet	Unterlagen Ordnen und Aussortieren
8 23.2.2019	3h	Pascal Schlosser	Unterlagen Ordnen und Aussortieren	Zuhause	Es war viel Arbeit die Unterlagen zu ordnen und auszusortieren	Anfangen, über den Hauptteil zu schreiben
9 27.2.2019	4h	Pascal Schlosser	Haus Aufbau formulieren Mit Skizzen der Isolation	Zuhause	Wusste zuerst nicht genau wie ich anfangen soll	Informationen für die Berechnung zusammenstellen
10 7.3.2019	7h	Pascal Schlosser	Hauptteil ➤ Heizenergieverbrauch ➤ U-Wert Berechnung	Zuhause	Hatte sehr viel zu Recherchieren wie man was genau ausrechnet	Energiebezugsfläche errechnen und niederschreiben
10 9.3.2019	6h	Pascal Schlosser	Hauptteil ➤ Energiebezugsfläche ➤ Heizenergieverbrauch Tabelle ➤ Berücksichtigung Warmwasserproduktion	Zuhause	Musste wieder viel recherchieren. Die Errechnung des Warmwasserverbrauchs abzüglich der ca. abgezogenen Solarenergie war zu kompliziert obwohl ich viel recherchiert habe	Hauptteil fertig schreiben Einleitung schreiben
10 10.3.2019	6h	Pascal Schlosser	Hauptteil ➤ Analyse Heizenergieverbrauch ➤ Bewohner ➤ Energiebeeinflussende Veränderungen niederschreiben ➤ Verbesserung Vorschläge	Zuhause	War sehr viel Aufwand zu recherchieren und niederzuschreiben	Hauptteil nochmal überarbeiten Einleitung schreiben

10 10.3.2019	2h	Pascal Schlosser	Einleitung	Zuhause	War viel Aufwand sie schön zu Formulieren	Alles nochmal überarbeiten Schlusswort schreiben Titelblatt machen
11 13.3.2019	2h	Pascal Schlosser	Schlusswort	Zuhause	War viel Aufwand sie schön zu Formulieren	Alles nochmal überarbeiten
11 17.3.2019	1h	Pascal Schlosser	Titelblatt	Zuhause		Alles nochmal überarbeiten
11 17.3.2019	3h	Pascal Schlosser	Alles nochmal überarbeiten	Zuhause	Habe die VA meinen Eltern zum Durchlesen und Korrigieren gegeben habe sie danach auch noch selbst überarbeitet	Layout machen
18.3.2019	2h	Pascal Schlosser	Layout	Zuhause	Habe das Layout noch richtig gemacht	VA abgeben