



AMSTEIN + WALTHERT

# Vertiefte Machbarkeitsstudie Minergie-Eco

Quellgasse 21 und Quellgasse 10/12, Biel  
Bericht



Bau-, Verkehrs- und  
Energiedirektion des  
Kantons Bern



Version 4 / 11. November 2019

## Impressum

<b>Auftraggeber</b>	Amt für Grundstücke und Gebäude AGG Frau Veronika Niederhauser Reiterstrasse 11 3011 Bern	
<b>Auftragnehmer</b>	Amstein + Walthert Bern AG Hodlerstrasse 5 Postfach 3001 Bern  Tel.: +41 31 340 59 59  <a href="http://www.amstein-walthert.ch">www.amstein-walthert.ch</a>	
<b>Verfasser</b>	Carsten Schickor Heiko Muschiolik Daniel Zaugg Fabian Hofmeier Joke Verdegaal Stephan Maibach	
<b>Verteiler</b>	Veronika Niederhauser	AGG
<b>Versionen</b>	Version 4	
<b>Freigegeben</b>	11.11.2019	Visum
<b>Bezeichnung</b>	501636.90/609_EC_004_Vertiefte_Machbarkeit Minergie_Quellgasse_2019_20191111	

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Management Summary .....</b>	<b>5</b>
1.1	Resultate .....	5
1.2	Empfehlungen für das weitere Vorgehen .....	7
<b>2</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>9</b>
2.1	Einleitung .....	9
2.2	Durchgeführte Untersuchung .....	9
2.3	Grundlagen .....	9
2.4	Nutzung des Gebäudes .....	10
<b>3</b>	<b>Machbarkeit Wärmeerzeugung .....</b>	<b>12</b>
3.1	Heizleistung .....	12
3.2	Grundwasserwärmepumpe .....	12
3.2.1	Hydrogeologisches Gutachten .....	12
3.2.2	Fazit .....	12
3.3	Holzpellet-Feuerung .....	12
3.3.1	Variante 1: am bestehenden Standort .....	12
3.3.2	Variante 2: im Seitenanbau von Quellgasse 21 .....	13
3.3.3	Variante 3: im nordöstlichen hinteren Teil des Gebäudes .....	13
3.3.4	Alternative für Pelletsilo .....	13
3.3.5	Kostenschätzung .....	14
3.3.6	Fazit .....	14
3.3.7	Weitere nötige Abklärungen .....	14
<b>4</b>	<b>Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlbedarf .....</b>	<b>15</b>
4.1	Erfüllung Vorgaben von Minergie .....	15
4.1.1	Fazit aus Sicht Minergie .....	16
4.2	Erfüllung der Vorgaben des AGG .....	16
4.3	Erfüllung Vorgaben nach SIA-Normen .....	17
4.4	Beurteilung des Kühlbedarfes aufgrund von Erfahrungen .....	18
4.5	Fazit .....	18
4.6	Kühlbedarf zur Abschätzung Machbarkeit Minergie .....	19
<b>5</b>	<b>Machbarkeit Lüftung .....</b>	<b>21</b>
5.1	Berechnungen .....	21
5.2	Luftbedarf zur Auslegung der Lüftungsanlagen .....	22
5.3	Aufteilung auf Lüftungsanlagen .....	23
5.4	Kostenschätzung .....	25
5.5	Fazit .....	26
<b>6</b>	<b>Einbindung Photovoltaik .....</b>	<b>28</b>
6.1	Machbarkeit und Ertragsabschätzung PV .....	28
6.2	Sinnvolle PV Grösse für den Eigenverbrauch .....	31
6.3	Fazit .....	33
<b>7</b>	<b>Berechnungen Minergie-Kennzahl .....</b>	<b>34</b>
7.1	Heizwärmebedarf nach SIA 380/1 .....	34
7.1.1	Berechnungsprogramm und Grundlagen .....	34

7.1.2	Ausgangslage Ist-Zustand.....	34
7.1.3	Variantenstudium zur bauphysikalischen Machbarkeit Minergie Bauteiloptimierungen.....	34
7.2	Einhaltung Minergie-Kennzahl .....	36
7.3	Einhaltung Minergie-Kennzahl mit PV-Anlage .....	37
<b>8</b>	<b>Anhang 1: Planskizzen Heizung und Lüftung .....</b>	<b>39</b>
<b>9</b>	<b>Anhang 2: Hydrogeologisches Gutachten .....</b>	<b>40</b>
<b>10</b>	<b>Anhang 3: Berechnungen.....</b>	<b>41</b>

# 1 Management Summary

Die Amstein+Walthert Bern AG wurde vom AGG beauftragt die Machbarkeit einer Sanierung nach Minergie für die Gebäude Quellgasse 21 und 10/12 zu überprüfen. Basis dazu bilden die erste Analyse durch Amstein+Walthert von 2018, ein aktuell aufgenommener Plansatz der Gebäude und ein Raumprogramm zur zukünftigen Nutzung der Gebäude.

## 1.1 Resultate

### Erreichbarkeit Minergie

Aufgrund der heute verfügbaren Unterlagen ist die Erreichbarkeit Minergie wie untenstehend zu beurteilen. Aufgrund von Erkenntnissen in der nächsten Planungsphase muss dies neu bewertet werden.

Legende:

nicht machbar – ev. mit Beleuchtungsnachweis machbar – technisch machbar

Quellgasse 21					
Variante [-]	Minergie-Kennzahl: 68 kWh/m²/a				Q <sub>h,eff</sub> : eff. Heiz- wärmebedarf [kWh/m²a]
	Ohne Kühlung [-]		Mit Kühlung [-]		
		[kWh/m²a]		[kWh/m²a]	
1	1(Nein)	71.5	1(Nein)	73.6	48.5
2	Ja	67.6	1(Nein)	69.7	41.9
3	Ja	64.6	Ja	66.7	36.8
4	Ja	67.0	Ja	69.1	40.8

1 Minergie-Standard kann unter Umständen mit einem detaillierten Beleuchtungsnachweis gemäss SIA 387/4 erreicht werden.

**Tabelle 1: Erfüllung der Minergiekenzahl, Heizwärme und Heizleistungsbedarf für die Varianten 1 – 4, Quellgasse 21 mit und ohne Kühlung**

Quellgasse 10/12					
Variante	Minergie-Kennzahl: 68 kWh/m²/a				Q <sub>h,eff</sub> : eff. Heizwärmebedarf
	Ohne Kühlung		Mit Kühlung		
[-]	[-]	[kWh/m²a]	[-]	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]
1	Nein	114.8	Nein	117.8	123.2
2	Nein	103.9	Nein	106.9	104.7
3	1(Nein)	71.6	1(Nein)	74.7	49.8
4	Ja	61.1	Ja	64.1	31.9
5	Ja	60.9	Ja	63.9	31.6

1 Minergie-Standard kann unter Umständen mit einem detaillierten Beleuchtungsnachweis gemäss SIA 387/4 erreicht werden.

**Tabelle 2: Erfüllung der Minergiekenzahl, Heizwärme und Heizleistungsbedarf für die Varianten 1 – 5, Quellgasse 10/12 mit und ohne Kühlung**

Für die Erreichbarkeit Minergie sind folgende Aspekte entscheidend:

#### **Wärmeerzeugung**

- Ein beauftragtes hydrogeologisches Gutachten für den betrachteten Perimeter schätzt die Chancen auf einen nutzbaren Grundwasserleiter zu stossen auf unter 30% ein. Die nahe gelegene Römerquelle weist starke Schwankungen in der Schüttung auf und reagiert auf trockene Perioden sehr empfindlich, so dass an zu nehmen ist nicht den gesamten Wärmebedarf decken zu können.
- Die Variante Grundwasser/Quellwasser Wärmepumpe wird nicht weiterverfolgt.
- Die Abklärung zur Machbarkeit einer Pelletfeuerung am Standort der aktuellen Heizung sieht weiterhin erfolgsversprechend aus. Der Zustand und der tatsächliche Durchmesser der beiden Kaminzüge innerhalb des Gebäudes muss noch von einem Kaminbauer verifiziert werden.
- Als Pelletsilo könnte der still gelegte Tankraum im Gebäude Quellgasse 10/12 genutzt werden. Die Machbarkeit der Realisierung einer grabenlosen Zuleitung unter der Strasse zwischen den Gebäuden Quellgasse 21 und 10/12 ist noch zu verifizieren.
- Empfohlen wird die Variante Heizungszentrale an der Quellgasse 21 mit Pelletsilo im Gebäude 10/12 weiterzuverfolgen.

#### **Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlbedarf**

- Aktuell wird davon ausgegangen, dass der sommerliche Wärmeschutz nach Minergie ohne Kühlung der Zuluft erfüllbar ist.
- Je nach Anforderungen an die Raumkonditionen, kann eine Kühlung notwendig werden.

#### **Lüftung**

- Die Lüftungsanlagen an der Quellgasse 21 können so aufgeteilt werden, dass sie in die bestehenden Räume im UG sowie in der Lüftungszentrale im Dachgeschoss untergebracht werden können.
- An der Quellgasse 10/12 können die Lüftungsanlagen in zwei Zentralen im UG und einer Zentrale auf dem Verbindungsbau untergebracht werden.
- Der Flächenbedarf für Steigzonen und Lüftungszentralen ist im Anhang eingezeichnet.

#### **Photovoltaik**

- Eine PV-Anlage erhöht den Spielraum, die Anforderungen an Minergie zu erreichen.

#### **Gebäudehülle**

- Folgende U-Wert sind auf Basis der aktuellen Untersuchung einzuhalten, dabei sind die Anforderungen an die U-Werte der Bauteile für die Dächer, die Fenster Quellgasse 10/12 und die Innendämmung Quellgasse 10/12 gross und müssen konstruktiv und bauphysikalisch noch überprüft werden. Dies sollte in der Regel machbar sein:

U-Wert	Quellgasse 21	Quellgasse 10/12
Fenster $U_w$	$\leq 0.95 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\leq 0.8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Oblichter $U_w$	$\leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Dach $U_{DA}$	$\leq 0.10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\leq 0.10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Fussboden Anbau $U_{FB}$	-	$\leq 0.25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Denkmalgeschützte Aussenwände	-	$\leq 0.4 \text{ W/(m}^2\text{K)}^*$

\* Bsp. erreichbar mit 8cm Foamglas  $\lambda = 0.036 \text{ W/(mK)}$  als Innendämmung

**Tabelle 3 Benötigte U-Werte für die Erreichbarkeit Minergie**

- Fenster Quellgasse 21 entspricht Minergie Modul, Fenster und Dach Quellgasse 10/12 entspricht Minergie-P Modul.

## 1.2 Empfehlungen für das weitere Vorgehen

### Heizung

- Die Masse und der Zustand der beiden bestehenden Kaminzüge im Gebäude Quellgasse 21 sind durch einen Kaminbauer abklären.
- Die Machbarkeit eines grabenlosen Leitungsbaus zwischen den beiden Gebäuden Quellgasse 21 und Quellgasse 10/12 ist durch einen Tiefbauingenieur zu überprüfen.

### Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlbedarf

- Abklären wie der sommerliche Komfort nach Minergie gewährleistet werden soll (Nachtauskühlung, Sonnenschutzes, interne Speichermasse).
- Festlegen, welche Raumkonditionen, bei welcher Nutzung eingehalten werden müssen.
- Abklären, ob 100 Übertemperaturstunden akzeptabel sind.
- Amstein+Walthert empfiehlt eine Simulation, zur Abklärung des Kühlbedarfs, falls das AGG höhere Anforderungen an die Raumkonditionen stellt, als Minergie verlangt.
- Sobald Kühlbedarf bekannt ist, Beauftragung weiterer hydrogeologischer Abklärungen der Römerquelle zur Nutzung als Kältequelle.

### Lüftungsanlagen

- Sobald das Raumbuch und die Belegung der Räume vorliegen, können die Luftmengen definiert werden. Die Zuordnung der Räume zu den Lüftungsanlagen und Steigzonen ist Grundlage für das Lüftungskonzept.
- Restaurant und Küche: Der Standort der Lüftungszentrale und der Bedarf bzgl. Raumhöhe und -fläche für ist neu zu prüfen sobald der Standort und die Nutzung von Mensa und Küche definiert worden ist.
- Quellgasse 10/12: Die Statik des Daches des Verbindungsbaus muss überprüft werden, ob dieses als Aufstellort für eine Lüftungsanlage in Frage kommen kann.
- Quellgasse 21: Es ist zu prüfen, ob die Türe zum Lüftungsraum im Dachgeschoss baulich versetzt werden kann.

**Gebäudehüllensanierung**

- Die konstruktive und bauphysikalische Machbarkeit der Mindestanforderungen an die U-Werte (siehe oben) ist zu prüfen.
- Die statische Tragfähigkeit des Daches für die Installation einer PV-Anlage ist abzuklären.



## 2 Grundlagen

### 2.1 Einleitung

Das AGG möchte die Gebäude an der Quellgasse 10/12 und 21 umnutzen. Aufgrund Vorgaben des AGG und Analysen von Universal AG soll das Gebäude eine Gesamtanierung nach Minergie-Eco erfahren.

Amstein + Walthert hat im Auftrag der Universal AG eine erste Analyse des Gebäudes Quellgasse 21 gemacht und die Resultate im Bericht «Machbarkeit Minergie-Eco. Quellgasse 21, Biel» vom 20. Dezember 2018 festgehalten.

Nun stehen aktuelle Pläne der Gebäude Quellgasse 10, 12 und 21 und ein Raumprogramm zur Umnutzung als Gymnasium Verfügung. Auf dieser Basis wurde die Machbarkeit Minergie neu gerechnet, um den Platzbedarf der technischen Anlagen abschätzen und eine geeignete Wärmequelle empfehlen zu können.

### 2.2 Durchgeführte Untersuchung

Für die Quellgasse 10/12 und 21 sollen folgende Themen bearbeitet werden:

- Berechnung nach SIA 380/1 mit aktualisierten Plangrundlagen
- Einholen geologisches Gutachten, ob und in wie weit Grund- oder Quellwasser für Wärme-/Kälteerzeugung genutzt werden kann
- Variantenstudie Wärmeerzeugung Holzpelletfeuerung (2 mögliche Standorte), Grundwasser Wärmepumpe
  - Technische Machbarkeit vertiefen mit Grobkostenschätzung
  - Vor- und Nachteile von Standorten und Energieträgerwahl
- Vertiefte Betrachtung Lüftungsanlagen
  - Bedarfsberechnung
  - Aufteilung in Lüftungsanlagen
  - Platzbedarf für die Lüftungszentralen
  - Platzbedarf Steigzonen
  - Hinweise zu anderen möglichen räumlichen Anordnungen
  - Grobkostenschätzung
- Beurteilung Machbarkeit Minergie
  - Varianten von Gebäudehüllensanierung
- Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes
- Abschätzen Kühlbedarf, falls eine Kühlung gewünscht wird
- Ertragsabschätzung PV-Anlage
- Empfehlungen für das weitere Vorgehen
- Bericht
- Der Teil Eco wurde nicht betrachtet, da dies in der Phase Vorstudie für die Machbarkeit nicht relevant ist.

### 2.3 Grundlagen

- «Machbarkeit Minergie-Eco. Quellgasse 21, Biel» vom 20. Dezember 2018
- Hydrogeologisches Gutachten
- Minergie Nachweisformular, Formular EN 101b, v2.2, 2019
- SIA 2024 – 2015

- SIA 382/1 – 2014
- SIA 380/1 – 2016

## 2.4 Nutzung des Gebäudes

Die zukünftige Nutzung des Gebäudes wird in etwa wie untenstehend dargestellt erfolgen. Die Zuteilung der Nutzung zu den Räumen ist noch nicht definitiv erfolgt und kann sich noch ändern. Die Resultate der Machbarkeitsstudie werden in die Diskussion der weiteren Nutzung einfließen.

Für die naturwissenschaftlichen Räume wurde die Raumnutzung 4.5 Schulfachraum gemäss SIA 2024 als Berechnungsgrundlage verwendet.

## Quellgasse 21



Abbildung 1 Raumprogramm Quellgasse 21

## Quellgasse 10/12



Abbildung 2 Raumprogramm Quellgasse 10/12

## **3 Machbarkeit Wärmeerzeugung**

### **3.1 Heizleistung**

Der bestehende Gaskessel weist eine Heizleistung von 400 kW auf und gemäss persönlicher Auskunft des Abwirts war diese Leistung immer ausreichend. Das Warmwasser wird aktuell über einen zusätzlichen Gasboiler bereitgestellt.

Die zu installierende Leistung des neuen Wärmeerzeugers ist abhängig von der Güte der Wärmedämmung, welche bei der Sanierung der Gebäude verwendet wird und den Luftvolumenströmen, die je nach Nutzung Verwendung finden wird.

Aus den Berechnungen des Heizleistungsbedarfs aus den Minergie-Varianten (Vergleich Kapitel 6), dem bestehenden Wärmeerzeuger und dem Gasverbrauch wird im Folgenden von einer benötigten thermischen Leistung von  $400\text{kW}_{\text{th}}$  ausgegangen.

### **3.2 Grundwasserwärmepumpe**

#### **3.2.1 Hydrogeologisches Gutachten**

Gemäss kantonaler Grundwasserkarte befinden sich die Parzellen im Randbereich eines Grundwasserleiters. Zur weiteren Abklärung der Möglichkeit der Grundwassernutzung wurde ein hydrogeologisches Gutachten in Auftrag geben. Die detaillierten Ergebnisse können dem Anhang entnommen werden.

Der Grundwasserleiter im Projektgebiet besteht aus Karstgestein und Schottern der Schüss mit vermuteter geringer Mächtigkeit. Der südliche Bereich der Parzelle von Gebäude 10/12 befindet sich vermutlich bereits im Randbereich des Bieler Grundwasserleiters mit einer Mächtigkeit  $< 5$  m. Im Umfeld muss mit chemischen Belastungen des Grundwassers gerechnet werden.

Die sich auf der Nachbarparzelle befindliche Römerquelle wird von Karstwassern des Juraufusses gespiesen. Die Schüttmenge dürfte je nach Witterungsverhältnissen sehr unterschiedlich ausfallen. Eine Bewilligung zur Nutzung wird aktuell vom Geologen kritisch beurteilt.

Bei einer Heizleistung von  $400\text{kW}_{\text{th}}$  wird eine Wassermenge von ca.  $60\text{ m}^3/\text{h}$  benötigt.

#### **3.2.2 Fazit**

Um verlässlichere Aussagen zu machen, müsste eine Probebohrung mit Grundwasserpumpversuch gemacht werden. Das hydrogeologische Gutachten geht von einer Erfolgsaussicht von unter 30% aus, auf genügend grosse Mächtigkeit des Grundwasserleiters zu stossen.

Auch die Erfolgsaussichten, die Römerquelle als Wärmedium zu nutzen, wird dort als wenig erfolgsversprechend dargestellt, da die Schüttungsmenge erheblichen jahres- und witterungsabhängigen Schwankungen unterworfen ist.

In Absprache mit dem AGG wird diese Variante daher nicht weiterverfolgt.

### **3.3 Holzpellet-Feuerung**

#### **3.3.1 Variante 1: am bestehenden Standort**

Der Bau am Ort der bestehenden Heizzentrale hat den Vorteil, dass die Heizung direkt an die bestehende Heizungsverteilung angeschlossen werden kann. Vom Platzbedarf sollte die bestehende Aussparung ausreichen. Einzig die Zwischendecke müsste entfernt werden, um eine ausreichende Höhe zu erhalten.

Die genaue Dimensionierung kann erst nach Definition der zu installierenden Heizleistung vorgenommen werden.

Zum jetzigen Zeitpunkt wird ein Zweikesselsystem vorgeschlagen. Damit kann im Jahresverlauf eine sauberere Verbrennung sichergestellt werden als mit einer Einkesselanlage. Ausserdem kann ein kleinerer dimensionierter Kessel im Sommer das Warmwasser bereitstellen

An dem bestehenden Ort sind zwei Kaminzüge eingebaut. Aufgrund der Dimension der vorhandenen Kaminzüge, die im Heizungsraum in der Wand verschwinden ist davon auszugehen, dass die Kamindimensionen für die Pelletkessel ausreichend sein sollten. Der Zustand und die Dimensionen der beiden Kamine müssen im nächsten Schritt durch einen Kaminbauer jedoch aufgenommen und mir einer Machbarkeit bestätigt werden. Amstein +Waltherth gibt dazu gerne im Vorfeld ein Pflichtenheft für die abzuklärenden Punkte ab.

Das Pelletsilo könnte im Raum 1007 Werkstatt zu stehen kommen. Die Anlieferung kann über den östlichen Parkplatz erfolgen. Einzig ein Durchbruch in den Heizungsraum für den Pellettransport zum Kessel und ein Einfüllstutzen müsste realisiert werden. Die Brandschutzbestimmungen sind diesbezüglich noch abzuklären.

### **3.3.2 Variante 2: im Seitenanbau von Quellgasse 21**

Die Installation der Kessel und des Silos sind an diesem Standort problemlos möglich. Auch die Anlieferung lässt sich über den östlichen Parkplatz bewerkstelligen. Es braucht baulich eine Durchdringung zum Heizungsraum, um den Kessel an die bestehende Wärmeverteilung anzuschliessen.

Problematisch wird die Installation des Kamins. Die Abgase müssen bis über die Dachhöhe abgeführt werden. Das bedeutet einen Kamin vor der Ostfassade des Gebäudes Quellgasse 21. Dies ist aus Denkmalschutzgründen kaum realisierbar. Somit müssten die Abgase in die bestehenden Kaminzüge geleitet werden. Dafür ist aber die Distanz zu lang.

### **3.3.3 Variante 3: im nordöstlichen hinteren Teil des Gebäudes**

Die Variante 3 wurde in Absprache mit dem AGG nicht weiterverfolgt.

### **3.3.4 Alternative für Pelletsilo**

Bei der Begehung wurde festgestellt, dass im UG des Gebäudes Quellgasse 10/12 ein stillgelegter Tankraum mit 3 Öl-Tanks besteht. Dieser würde sich ideal zu Lagerung der Pellets eignen und ein oberirdischer Zugang zur Anlieferung besteht auch schon. Zur Nutzung müsste der Raum zur Pelletlagerung umgebaut werden. Weiter braucht es eine unterirdische Zuleitung zum Heizungsraum an der Quellgasse 21. Es existieren bereits diverse Verbindungen zwischen den zwei Gebäuden (Kabelkanäle, Nahwärmeleitung). Eventuell lässt sich einer der bestehenden Kanäle nutzen.

### 3.3.5 Kostenschätzung

Im Folgenden ist eine Grobkostenschätzung der Varianten 1 und der Alternativen Variante mit Kessel am bestehenden Heizungsstandort und Silo am Standort des ehemaligen Heizöltanks im Gebäude Quellgasse 10/12 dargestellt.

Vergleich Investitionskosten (GKS +/- 25%)		Variante 1 am best. Standort	Alternative
		[CHF]	[CHF]
<b>Investitionskosten Wärmeerzeugung</b>			
1	Pelletheizung	100'000.00	100'000.00
2	Pelletaustragung	30'000.00	45'000.00
3	Entaschung	14'000.00	14'000.00
4	Sanierung Abgasanlagen*	20'000.00	20'000.00
5	Elektrostaubabscheider	80'000.00	80'000.00
6	Hydraulische Einbindung + Expansion	20'000.00	20'000.00
7	Speicher	15'000.00	15'000.00
8	Regulierung Einbindung Schaltschrank	18'000.00	18'000.00
9	Bauliche Massnahmen Lagerraum	25'000.00	25'000.00
10	Demontage und Entsorgung Heizöltanks		15'000.00
11	gabenloser Leitungsbau zwischen den beiden Gebäuden**	-	17'000.00
12	Honorare (15%)	48'300.00	55'350.00
13	<b>Total</b>	<b>370'300.00</b>	<b>424'350.00</b>

\* Machbarkeit und Kosten durch Kaminbauer verifizieren lassen  
 \*\* Machbarkeit und Kosten durch Tiefbau-Ing. verifizieren lassen

**Tabelle 4: Kostenschätzung Variantenvergleich Heizung Quellgasse 21/10/12**

### 3.3.6 Fazit

Die Mehrkosten der Alternativvariante (Silo am Standort des ehemaligen Heizöltanks) gegenüber Variante 1 beträgt ca. CHF 50'000.- dafür lässt sich ein ungenutzter Raum erschliessen und den attraktiven Raum 1007 Schulzwecken zuführen.

### 3.3.7 Weitere nötige Abklärungen

- Die beiden bestehenden Kaminzüge an der Quellgasse 21 sind durch einen Kaminbauer zu überprüfen und die Machbarkeit und Kosten für eine Pelletheizung zu verifizieren.
- Die Machbarkeit und Kosten eines grabenlosen Leitungsbaus zwischen den beiden Gebäuden Quellgasse 10/12 und Quellgasse 21 ist durch einen Tiefbauingenieur verifizieren zu lassen.

## 4 Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlbedarf

Es gibt verschiedene Ansätze zur Beurteilung des Kühlbedarfes in der jetzigen Phase (Vorstudie). Aufgrund folgender vier Gesichtspunkte kann eine Abschätzung gemacht werden:

1. Erfüllung Vorgaben von Minergie
2. Erfüllung der Vorgaben des AGG
3. Erfüllung Vorgaben nach SIA
4. Beurteilung des Kühlbedarfes aufgrund von Erfahrungen

### 4.1 Erfüllung Vorgaben von Minergie

Dem sommerlichen Wärmeschutz wird von Minergie eine wichtige Stellung eingeräumt. Gemäss Anwendungshilfe Minergie ist dieser Punkt bis und mit Vorprojekt nicht zu betrachten. Im Minergie-Standard muss der Bedarf für eine Kühlung nicht nachgewiesen werden, sondern dass die baulichen Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz und zusätzlich ein guter sommerlicher Komfort gewährleistet ist. Mit oder ohne Kühlung gilt:

- Die Minergiekenzahl ist zu erreichen
- Eine Übertemperatur ( $>26.5^{\circ}\text{C}$ ) darf in den Räumen ohne Kühlung in weniger als 100 h/a auftreten

Sechs Klassenräume (s. Anhang) wurden genauer betrachtet, um die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäss den Vorgaben von Minergie zu prüfen

Quellgasse 21

- zwei Klassenräume im 3. OG
- ein Klassenraum im 4. OG

Quellgasse 10+12

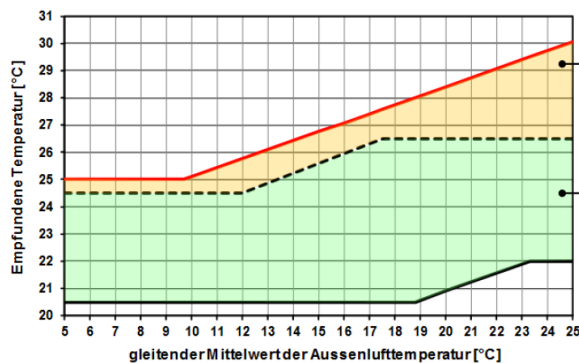
- drei Klassenräume im 2. OG

Mit folgenden Parametern wurde gerechnet

- Nachtauskühlung im Sommer mit der Lüftungsanlage mit Sommerbypass
- Aussenliegende, automatisch betriebene, windfeste Lamellenstoren in Qualität eines Minergie-Modules
- Energiedurchlassgrad (g-Wert) von Fenster mit Sonnenschutz von 0.08

Die Berechnungen im Anhang zeigen, dass damit die Übertemperatur ( $>26.5^{\circ}\text{C}$ ) in den kritischsten Räumen in weniger als 100 h Stunden pro Jahr auftritt. Damit ist aus Sicht Minergie **der sommerliche Wärmeschutz gewährleistet**.





**Fig.3 SIA 180**

Temperaturfeld für bauliche Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz und den nach Norm geforderten Komfort bei beheizten und natürlich belüfteten Räumen

**Fig.4 SIA 180**

Temperaturfeld für den Komfort bei beheizten, mechanisch belüfteten<sup>\*)</sup> und gekühlten Räumen

<sup>\*)</sup> Aus Sicht Minergie ist die Einhaltung von Fig. 4 bei ausschliesslich mechanisch belüfteten Räumen nicht notwendig.

**Abbildung 3 Verständigung zu den Komfortanforderungen nach Minergie**

#### 4.1.1 Fazit aus Sicht Minergie

Minergie arbeitet mit Planwerten. Um diese Planwerte zu erreichen, ist **keine Kühlung des Gebäudes** notwendig.

Um den sommerlichen Wärmeschutz gemäss Minergie einzuhalten, ist in den weiteren Planungsschritten folgendes zu berücksichtigen:

- Ein wirksamer **Sonnenschutz** sollte aussenliegend und windfest sein. Der Sonnenschutz muss in gesenkter Stellung Windkräfte bis 60 km/h aushalten. Die Steuerung hat motorisch betrieben automatisch zu erfolgen.
- Eine **Nachtauskühlung** über Lüftungsanlage oder Fenster ist zwingend vorzusehen.
  - Bei einer Nachtauskühlung mit Lüftungsanlage ist ein Sommerbypass vorzusehen. In den kritischen Räumen muss ein Luftwechsel  $> 8.3\text{m}^3/\text{hm}^2$  eingehalten werden.
  - Bei einseitiger Lüftung über Fenster sind offene Fensterflächen im Ausmass von 2% bis 3%, bei Querlüftung von 1% bis 2% der Bodenfläche notwendig.
- Aktivierung der **Speichermasse bei Nachtauskühlung**:
  - Die Speichermasse der Innenkonstruktion soll wo immer möglich zur Aufnahme der internen Lasten genutzt werden.
  - Falls bei einer Sanierung der Bodenbelag erneuert wird, ist ein dicker Zementunterlagsboden von Vorteil
  - Auf Teppiche ist zu verzichten, damit der Boden als interne Speichermasse genutzt werden kann.
  - Hohldecken und Doppelböden verringern die Speicherfähigkeit für interne Wärmelasten.

## 4.2 Erfüllung der Vorgaben des AGG

Die Dokumentation für die Projektierung im AGG für den sommerlichen Wärmeschutz schreibt vor:

- In allen Gebäuden muss der sommerliche Wärmeschutz und das Raumklima besonders beachtet werden. Die Anforderungen an das Raumklima müssen primär durch bauliche Lösungen sichergestellt werden. Gebäudetechnische Anlagen werden lediglich als ergänzende Elemente eingebaut.
- Die Raumklimaanforderungen im Sommer, gemäss Figur 3 der SIA 180 müssen bei normalen Nutzungen (Einzel-, Gruppenbüro, Schulzimmer,



Wohnraum, Bettzimmer etc.), d.h. bis zu einem internen Wärmeeintrag von 200 Wh/m<sup>2</sup> über 24 Std., ohne aktive Kühlung gewährleistet sein.

Figur 3 Zulässiger Bereich der empfundenen Temperatur in Räumen mit natürlicher Lüftung, während diese weder beheizt noch gekühlt sind, je nach dem gleitenden Mittelwert der Aussentemperatur

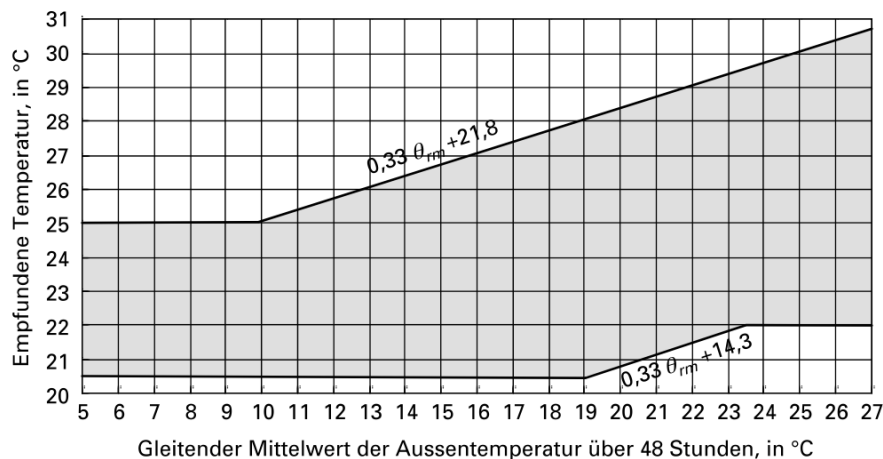


Abbildung 4: SIA 180 Figur 3 Temperaturband der Raumtemperatur für Räume die weder beheizt noch gekühlt werden

Gemäss SIA 2024 ist der interne Wärmeeintrag in 24 Stunden in den Nutzungen Schulzimmer, Vorstellungsraum, Mehrzweckhalle, Küche/Teeküche und Produktion grösser 200 Wh/m<sup>2</sup>.

Raumkühlung	Externe Wärmeeintragsleistung	Solar, Transmission, Lüftung	$\Phi_e$	W/m <sup>2</sup>	26.9	19.0	51.0
	Interne Wärmeeintragsleistung	Personen, Geräte, Beleuchtung	$\Phi_i$	W/m <sup>2</sup>	41.3	35.6	43.3
	Interne Wärmeeinträge pro Tag	Personen, Geräte, Beleuchtung	$Q_i$	Wh/m <sup>2</sup>	245	214	262
	Notwendigkeit einer Kühlung	mit Fensterlüftung Tag und Nacht			notwendig	notwendig	-
		ohne Fensterlüftung bei Belegung			notwendig	notwendig	-
		ohne Fensterlüftung			notwendig	notwendig	-
	Klimakälteleistungsbedarf	ohne Fensterlüftung	$\Phi_c$	W/m <sup>2</sup>	36.0	31.0	46.0
	Jährliche Volllaststunden der Raumkühlung	ohne Fensterlüftung	$t_c$	h	470	540	120
	Jährlicher Klimakältebedarf	ohne Fensterlüftung	$Q_c$	kWh/m <sup>2</sup>	16.9	16.9	5.3

Abbildung 5: SIA 2024 Ausschnitt Raumkühlung am Bsp. Schulzimmer

Ob das Temperaturfeld gemäss Abbildung 4: SIA 180 Figur 3 Temperaturband der Raumtemperatur für Räume die weder beheizt noch gekühlt werden eingehalten werden kann, kann im jetzigen Projektstadium nicht abgeschätzt werden. Dazu braucht es eine Simulation. Damit kann man auch einen allfälligen Klimakältebedarf berechnen.

### 4.3 Erfüllung Vorgaben nach SIA-Normen

Die SIA 180:2014 und 382/1:2014 stellt an die Raumtemperatur die Anforderungen gemäss Abbildung 6. Obwohl nur die Nutzungen Wohnen und Büroräume angesprochen werden, wird in der Branche die Figur auch für Schul- und andere Räume angewendet. Die Anforderungen sind strenger als bei Minergie und AGG.

Figur 4 Zulässiger Bereich der empfundenen Temperatur in Wohn- und Büroräumen, während diese beheizt, gekühlt oder mechanisch belüftet sind, je nach gleitendem Mittelwert der Aussentemperatur

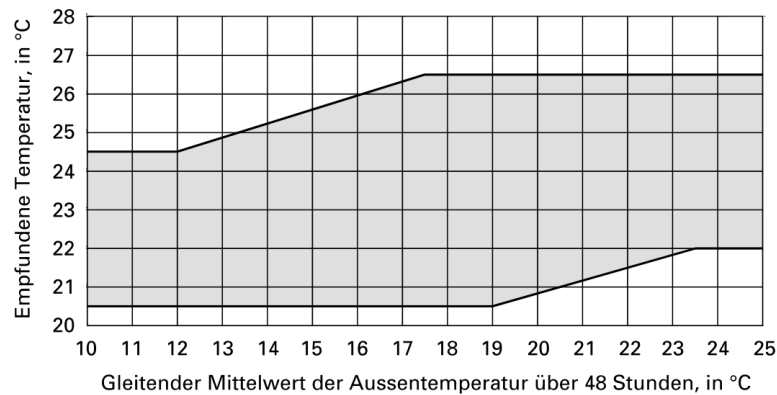


Abbildung 6: SIA 180 Figur 4 Temperaturband der Raumtemperatur für beheizte, gekühlte oder mechanisch belüftete Räume

Ob diese Vorgaben erfüllt werden können, kann erst beurteilt werden, wenn die Nutzungen den Räumen definitiv zugeordnet sind und eine Simulation durchgeführt wurde.

#### 4.4 Beurteilung des Kühlbedarfes aufgrund von Erfahrungen

Die Erfahrung zeigt, dass längere warme Perioden Tag und Nacht im Sommer zunehmen. In diesen Zeiten wärmen sich Gebäude auf. Durch die warmen Temperaturen in der Nacht ist die Möglichkeit zur Nachtauskühlung beschränkt.

Erfahrungen in anderen Unterrichtsgebäuden zeigen, dass die Akzeptanz von hohen Raumtemperaturen über mehrere Tage, bei den Nutzern abnimmt und vermehrt zu Reklamationen führen.

Amstein+Walthert empfiehlt dem AGG, zu diskutieren, welche Raumkonditionen einzuhalten sind. Sind die Raumkonditionen bekannt, kann mit einer Simulation der Kältebedarf bestimmt werden.

#### 4.5 Fazit

Perspektive	Beurteilung Kühlbedarf	Nächster Schritt
Minergie	Keine Kühlung des Gebäudes notwendig	Im Vorprojekt vertieft zu beurteilen
Vorgaben AGG	Für wichtige Hauptnutzungen ist eine Kühlung denkbar, bauliche Lösungen stehen im Vordergrund.	Simulation sobald Nutzung auf Ebene Raum definiert ist
Normen	SIA 2024 gibt Kühlung vor bei mechanisch belüfteten Schulräumen	Simulation sobald Nutzung auf Ebene Raum definiert ist
Erfahrung	Akzeptanz hoher Raumtemperaturen über längere Zeit nicht immer gegeben.	Raumkonditionen für die Zukunft diskutieren und festlegen, Simulation durchführen

**Tabelle 5: Zusammenstellung zu Kühlbedarf aus verschiedenen Perspektiven**

Folgendes Fazit aus Sicht des Kühlbedarfes kann gezogen werden

- Aus Sicht der Vorgaben des AGG ist eine Lösung ohne aktive Kühlung anzustreben.
- Um die Vorgaben von Minergie zu erreichen, ist aus Sicht des heutigen Projektstandes keine aktive Kühlung des Gebäudes erforderlich.
- Wir empfehlen der Bauherrschaft zur Vorbereitung des Vorprojektes folgende Klärung
  - Raumnutzung auf Raumebene festlegen
  - Welche Raumkonditionen sollen bei welcher Nutzung eingehalten werden?
  - Ist es für die vorgesehene Nutzung sinnvoll, auf die Definition des sommerlichen Wärmeschutzes von Minergie abzustützen? Kann mit 100 h Raumtemperaturen von über 26.5°C weitergeplant werden?
  - Sind die Raumkonditionen in der schulfreien Zeit (z.B. August) anders zu beurteilen?
  - Gibt es Gründe, die gegen ein Nachtauskühlung mit einer Lüftungsanlage oder über die Fenster sprechen?

Aufgrund dieser Abklärungen kann neu beurteilt werden, ob das Gebäude aktiv gekühlt werden muss.

Wird aus obigen Abklärungen der Schluss gezogen, dass aktiver Kühlbedarf besteht, empfehlen wir folgende zwei Schritte

- Simulation, um den Kühlbedarf abzuklären und den allfälligen Klimakältebedarf beurteilen zu können.
- Weitere Abklärungen zu Schüttung und Temperaturen der Römerquelle sowie zur Bewilligungsfähigkeit der Nutzung (Offerte von Geotest liegt vor).
- Neubeurteilung Erreichbarkeit Minergie mit aktiver Kühlung → Quelle ausnützen

## **4.6 Kühlbedarf zur Abschätzung Machbarkeit Minergie**

Im Kapitel Machbarkeit Minergie wird mit zwei Varianten weitergerechnet:

1. Ohne aktive Kühlung
2. Mit Klimakältebedarf

Für die Abschätzung des Strombedarfes des Klimakältebedarfes (Variante 2) wurde basierend auf dem vom AGG zugestellten Raumprogramm den Räumen eine SIA-Nutzung zugeordnet. Für die Räume, welche eine interne Wärmelast gemäss SIA 2024 über 200 Wh/24h aufweisen (Vorgabe AGG) wurden der Klimakältebedarf nach SIA 2024 berechnet

				Quellgasse 21		Nutzung gemäss SIA 2024	Klimakältebedarf [kWh]	Kühlung erlaubt nach AGG	[kWh]
SIA	Cluster			Anz. Unt.-R.	Total m <sup>2</sup>				
HNF	5 A	A1a	Unterrichtsräume	14	1'037	Schulzimmer	17'525	x	17'525
HNF	5 A	A1b	Unterricht Informatik	2	154	Schulzimmer	2'603	x	2'603
HNF	2 A	A2	Vorbereiten neutral		225	Lehrerzimmer	2'228		-
HNF	5 B	B1	Unterricht Naturwissenschaften	4	312	Schulzimmer	5'273	x	5'273
HNF	5 B	B2	Praktikumsräume Naturwissenschaften	3	159	Schulfachraum	1'685		-
HNF	2 B	B3	Vorbereiten Naturwissenschaften		64	Lehrerzimmer	634		-
HNF	4 B	B4	Sammlung Naturwissenschaften		253	Bibliothek	2'100		-
HNF	4 B	B5	Lager Naturwissenschaften UG		110	Nebenraum	0		-
HNF	5 D	D1	Unterricht Musik	6	451	Schulzimmer	7'622	x	7'622
HNF	5 D	D2a	Musik Unterricht Gruppen- / Übungsräume		186	Vorstellungsraum	2'678	x	2'678
HNF	5 D	D2b	Musik Unterricht Gruppen- / Übungsräume		94	Vorstellungsraum	1'354	x	1'354
HNF	5 D	D3b	Bandraum UG		79	Vorstellungsraum	1'138	x	1'138
HNF	4 D	D3c	Instrumentenlager		104	Bibliothek	863		-
HNF	2 D	D4	Vorbereiten Musik		140	Lehrerzimmer	1'386		-
HNF	5 F	F1	Aula		216	Mehrzweckhalle	5'033	x	5'033
HNF	5 H	H1	Mediathek		293	Bibliothek	2'432		-
HNF	1 H	H2a	Bistro Essraum / Aufenthalt		595	Selbstbedienungsrestaurant	5'058		-
HNF	3 H	H2b	Bistro Aufwärmküche		83	Küche, Teeküche	0	x	-
HNF	5 H	H3a	Klassenaufenthalt / Gruppenarbeiten		784	Schulzimmer	13'250	x	13'250
HNF	5 H	H3b	Garderobenkästen Schüler		247	Nebenraum	0		-
HNF	2 I	I1	Schulleitungsbüros		298	Einzel-, Gruppenbüro	3'963		-
HNF	1 J	J1	Lehrerzimmer		244	Lehrerzimmer	2'416		-
HNF	2 K	K1	Hausdienst Loge/Büro		502	Einzel-, Gruppenbüro	6'677		-
HNF	7 L	L1	WC-Anlagen		106	WC	0		-
			<b>Total</b>		6'736		<b>85'915</b>		<b>56'475</b>

**Tabelle 6: Abgeschätzter Klimakältebedarf Quellgasse 21**

				Quellgasse 10/12		Nutzung gemäss SIA 2024	Klimakältebedarf [kWh]	Kühlung erlaubt nach AGG	[kWh]
SIA	Cluster			Anz. Unt.-R.	Total m <sup>2</sup>				
HNF	5 A	A1a	Unterrichtsräume	12	772	Schulzimmer	13'047	x	13'047
HNF	2 A	A2	Vorbereiten neutral		47	Lehrerzimmer	465		-
HNF	5 C	C1	Unterricht BG	6	656	Schulzimmer	11'086	x	11'086
HNF	4 C	C2	Materialraum		222	Nebenraum	0		-
HNF	2 C	C3	Vorbereiten BG		84	Lehrerzimmer	832		-
HNF	5 C	C4	Werkstatt Gips/Ton/Sagex		133	Produktion (feine Arbeit)	1'170	x	1'170
HNF	5 C	C5a	Werkstatt Holz, Metall, Kunststoff		151	Produktion (feine Arbeit)	1'329	x	1'329
HNF	5 C	C5b	Maschinenraum		65	Produktion (grobe Arbeit)	221	x	221
HNF	4 C	C6	Material textiles Gestalten		36	Nebenraum	0		-
HNF	4 C	C7	Lager UG		235	Nebenraum	0		-
HNF	5 H	H3a	Klassenaufenthalt / Gruppenarbeiten		183	Schulzimmer	3'093	x	3'093
HNF	2 K	K1	Hausdienst Loge/Büro		67	Einzel-, Gruppenbüro	891		-
HNF	7 L	L1	WC-Anlagen		84	WC	0		-
			<b>Total</b>		2'735		<b>32'134</b>		<b>29'946</b>

**Tabelle 7: Abgeschätzter Klimakältebedarf Quellgasse 10+12**

Um den Strombedarf der Klimakälte für Minergie abzuschätzen wurde ein Kompressor Kältemaschine mit einem EER von 4 (Minimalvorgabe gemäss Energiegesetz) angenommen. Für den Strombedarf der Kältebereitstellung wurde eine Pumpe von 200 Watt (Quellgasse 21) bzw. 100 Watt (Quellgasse 10/12) und eine Laufzeit pro Jahr von 1000 Stunden angenommen. Untenstehende Zahlen fliessen in die folgenden Kapitel ein.

Gebäude	Klimakältebedarf [kWh/a]	Strombedarf Klimakälte [kWh/a]	Strombedarf Kälteförderung [kWh/a]
Quellgasse 21	56'475	11'295	200
Quellgasse 10/12	29'946	5'989	100

**Tabelle 8: Strombedarf für allfällige Klimakälte**

## 5 Machbarkeit Lüftung

### 5.1 Berechnungen

Für die energetischen Berechnungen wurden basierend auf dem vom AGG zugestellten Raumprogramm den Räumen eine SIA-Nutzung nach SIA 2024 analog Kapitel 4 zugeordnet und der entsprechende Luftvolumenstrombedarf festgelegt:

					Quellgasse 21		Nutzung gemäss SIA 2024	Volumenstrom
SIA	Cluster				Anz. Unt.-R.	Total m2		[m3/h]
HNF	5	A	A1a	Unterrichtsräume	14	1'037	Schulzimmer	8'607
HNF	5	A	A1b	Unterricht Informatik	2	154	Schulzimmer	1'278
HNF	2	A	A2	Vorbereiten neutral		225	Lehrerzimmer	2'700
HNF	5	B	B1	Unterricht Naturwissenschaften	4	312	Schulzimmer	2'590
HNF	5	B	B2	Praktikumsräume Naturwissenschaften	3	159	Schulfachraum	954
HNF	2	B	B3	Vorbereiten Naturwissenschaften		64	Lehrerzimmer	768
HNF	4	B	B4	Sammlung Naturwissenschaften		253	Bibliothek	1'822
HNF	4	B	B5	Lager Naturwissenschaften UG		110	Nebenraum	55
HNF	5	D	D1	Unterricht Musik	6	451	Schulzimmer	3'743
HNF	5	D	D2a	Musik Unterricht Gruppen- / Übungsräume		186	Vorstellungsraum	2'232
HNF	5	D	D2b	Musik Unterricht Gruppen- / Übungsräume		94	Vorstellungsraum	1'128
HNF	5	D	D3b	Bandraum UG		79	Vorstellungsraum	948
HNF	4	D	D3c	Instrumentenlager		104	Bibliothek	749
HNF	2	D	D4	Vorbereiten Musik		140	Lehrerzimmer	1'680
HNF	5	F	F1	Aula		216	Mehrzweckhalle	2'592
HNF	5	H	H1	Mediathek		293	Bibliothek	2'110
HNF	1	H	H2a	Bistro Essraum / Aufenthalt		595	Selbstbedienungsrestaurant	10'710
HNF	3	H	H2b	Bistro Aufwärmküche		83	Küche, Teeküche	1'660
HNF	5	H	H3a	Klassenaufenthalt / Gruppenarbeiten		784	Schulzimmer	6'507
HNF	5	H	H3b	Garderobenkästchen Schüler		247	Nebenraum	124
HNF	2	I	I1	Schulleitungsbüros		298	Einzel-, Gruppenbüro	775
HNF	1	J	J1	Lehrerzimmer		244	Lehrerzimmer	2'928
HNF	2	K	K1	Hausdienst Loge/Büro		502	Einzel-, Gruppenbüro	1'305
NNF	7	L	L1	WC-Anlagen		106	WC	848
				Total		6'736		58'812

Tabelle 9: Bedarf Luftvolumenstrom, Quellgasse 21, gemäss SIA 2024

					Quellgasse 10/12		Nutzung gemäss SIA 2024	Volumenstrom
SIA	Cluster				Anz. Unt.-R.	Total m <sup>2</sup>		
HNF	5	A	A1a	Unterrichtsräume	12	772	Schulzimmer	6'408
HNF	2	A	A2	Vorbereiten neutral		47	Lehrerzimmer	564
HNF	5	C	C1	Unterricht BG	6	656	Schulzimmer	5'445
HNF	4	C	C2	Materialraum		222	Nebenraum	111
HNF	2	C	C3	Vorbereiten BG		84	Lehrerzimmer	1'008
HNF	5	C	C4	Werkstatt Gips/Ton/Sagex		133	Produktion (feine Arbeit)	1'330
HNF	5	C	C5a	Werkstatt Holz, Metall, Kunststoff		151	Produktion (feine Arbeit)	1'510
HNF	5	C	C5b	Maschinenraum		65	Produktion (grobe Arbeit)	650
HNF	4	C	C6	Material textiles Gestalten		36	Nebenraum	18
HNF	4	C	C7	Lager UG		235	Nebenraum	118
HNF	5	H	H3a	Klassenaufenthalt / Gruppenarbeiten		183	Schulzimmer	1'519
HNF	2	K	K1	Hausdienst Loge/Büro		67	Einzel-, Gruppenbüro	174
NNF	7	L	L1	WC-Anlagen		84	WC	672
Total						2'735		19'526

Tabelle 10: Bedarf Luftvolumenstrom, Quellgasse 10/12, gemäss SIA 2024

Gemäss Angaben des AGG werden in den beiden Gebäuden bis zu 850 Personen ein- und ausgehen. Die Personenzahl wurde gemäss der Schulzimmerfläche auf die beiden Gebäude verteilt. Das AGG geht von einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 75% aus, d.h. zu Spitzenzeiten sind 75% der Personen im Gebäude anwesend (maximale Belegung).

Wird pro Person ein Volumenstrom von 36 m<sup>3</sup>/h vorgesehen, ergibt sich der Gesamtbedarf für den hygienischen Luftwechsel bei maximaler Belegung.

	Fläche Schulzimmer [m <sup>2</sup> ]	Personenzahl	Maximale Belegung (Gleichzeitigkeit berücksichtigt)	Bedarf gemäss maximaler Belegung (hygienischer Luftwechsel) [m <sup>3</sup> /h]
Quellgasse 21	2'897	546	410	15'000
Quellgasse 10/12	1'611	304	230	8'300

**Tabelle 11: Maximale Belegung Quellgasse 21 und 10/12**

## 5.2 Luftbedarf zur Auslegung der Lüftungsanlagen

	Bedarf gemäss SIA 2024 [m <sup>3</sup> /h]	Bedarf gemäss maximaler Belegung (hygienischer Luftwechsel) [m <sup>3</sup> /h]	Bedarf Gesamtluftmenge für Auslegung in folgenden Kapiteln [m <sup>3</sup> /h]
Quellgasse 21	58'812*	15'000	43'000
Quellgasse 10/12	19'526	8'300	16'000

**Tabelle 12: Bedarf Gesamtvolumenstrom – Gegenüberstellung (\*davon rund 12'000 m<sup>3</sup>/h für Restaurant)**

Tabelle 12 zeigt eine grosse Differenz zwischen der Auslegung nach SIA 2024 und dem Bedarf bei maximaler Belegung.

Die massgebende Gesamtluftmenge (Spalte rechts) hängt unter anderem vom Lüftungskonzept ab. Dieses wird in den kommenden Planungsphase weiter verfeinert und an die genaueren Angaben zu Raumnutzung und Raumkondition angepasst. Je mehr Räume dieselben Raumkonditionen, ähnliche Betriebszeiten und über eine Steigzone versorgt werden können, desto mehr Räume können von einer einzigen Lüftungsanlage versorgt werden. Dadurch sinkt die für die Gesamtauslegung notwendige Luftmenge.

Heute kann die definitive Luftmenge nicht festgelegt werden. Sie wird irgendwo zwischen den beiden obigen Angaben liegen.

In den folgenden Kapiteln wird mit folgender Annahme der Luftmenge für die Auslegung weitergerechnet:

- Bistro Essraum (Selbstbedienungsrestaurant) – gemäss SIA 2024
- Bistro Aufwärmküche (Küche, Teeküche) – gemäss SIA 2024
- Schulleitungsbüro (Einzelbüro) – gemäss SIA 2024
- Alle Schulräume mit 20 Personen belegt
- Alle anderen Räume werden mit 30% der Luftmenge nach SIA 2024 für den hygienischen Luftwechsel eingesetzt

Damit sollten möglichst viele verschiedene Lüftungskonzepte möglich sein.

SIA	Cluster			Quellgasse 21		Nutzung gemäss SIA 2024	Volumenstrom SIA 2024 [m³/h]	Personen	% Volumenstrom	
				Anz. Unt.-R.	Total m²				neu	[m³/h]
HNF	5	A	A.1a	14	1'037	Schulzimmer	8'607	20		10'080
HNF	5	A	A.1b	2	154	Schulzimmer	1'278	20		1'440
HNF	2	A	A.2	225		Lehrerzimmer	2'700		30	810
HNF	5	B	B.1	4	312	Schulzimmer	2'590	20		2'880
HNF	5	B	B.2	3	159	Schulfachraum	954	20		2'160
HNF	2	B	B.3	64		Lehrerzimmer	768		30	230
HNF	4	B	B.4	253		Bibliothek	1'822		30	546
HNF	4	B	B.5	110		Nebenraum	55		30	17
HNF	5	D	D.1	6	451	Schulzimmer	3'743	20		4'320
HNF	5	D	D.2a	186		Vorstellungsraum	2'232		30	670
HNF	5	D	D.2b	94		Vorstellungsraum	1'128		30	338
HNF	5	D	D.3b	79		Vorstellungsraum	948		30	284
HNF	4	D	D.3c	104		Bibliothek	749		30	225
HNF	2	D	D.4	140		Lehrerzimmer	1'680		30	504
HNF	5	F	F.1	216		Mehrzweckhalle	2'592		30	778
HNF	5	H	H.1	293		Bibliothek	2'110		30	633
HNF	1	H	H.2a	595		Selbstbedienungsrestaurant	10'710		100	10'710
HNF	3	H	H.2b	83		Küche, Teeküche	1'660		100	1'660
HNF	5	H	H.3a	784		Schulzimmer	6'507		30	1'952
HNF	5	H	H.3b	247		Nebenraum	124		100	124
HNF	2	I	I.1	298		Einzel-, Gruppenbüro	775		100	775
HNF	1	J	J.1	244		Lehrerzimmer	2'928		30	878
HNF	2	K	K.1	502		Einzel-, Gruppenbüro	1'305		30	392
HNF	7	L	L.1	106		WC	848		100	848
			<b>Total</b>		6'736		<b>58'812</b>			<b>43'253</b>

**Tabelle 13: Luftvolumenstrom für weitere Berechnung, Quellgasse 21**

SIA	Cluster			Quellgasse 10/12		Nutzung gemäss SIA 2024	Volumenstrom SIA 2024 [m³/h]	Personen	% Volumenstrom neu	
				Anz. Unt.-R.	Total m²				neu	[m³/h]
HNF	5	A	A.1a	12	772	Schulzimmer	6'408	20		8'640
HNF	2	A	A.2	47		Lehrerzimmer	564		30	169
HNF	5	C	C.1	6	666	Schulzimmer	5'445	20		4'320
HNF	4	C	C.2	222		Nebenraum	111		30	33
HNF	2	C	C.3	84		Lehrerzimmer	1'008		30	302
HNF	5	C	C.4	133		Produktion (feine Arbeit)	1'330		30	399
HNF	5	C	C.5a	151		Produktion (feine Arbeit)	1'510		30	453
HNF	5	C	C.5b	65		Produktion (grobe Arbeit)	650		30	195
HNF	4	C	C.6	36		Nebenraum	18		30	5
HNF	4	C	C.7	235		Nebenraum	118		30	35
HNF	5	H	H.3a	183		Schulzimmer	1'519		30	456
HNF	2	K	K.1	67		Einzel-, Gruppenbüro	174		100	174
HNF	7	L	L.1	84		WC	672		100	672
			<b>Total</b>		2'735		19'526			15'854

**Tabelle 14: Luftvolumenstrom für weitere Berechnung Quellgasse 10/12**

## 5.3 Aufteilung auf Lüftungsanlagen

Aus folgenden Gründen schlagen wir eine Aufteilung des Bedarfes auf untenstehende Lüftungsanlagen vor:

- Bestehende Lüftungszentrale auf dem Dach
- geometrische Anordnung der Räume in den beiden Gebäuden
- unterschiedlichen Nutzungen wie WC, Restaurant
- Feuchterückgewinnung bei Schulräumen
- Raumhöhe in Lüftungszentrale

### Quellgasse 21

1. Lüftung der Schulräume für Ostteil des Gebäudes, Anlage im UG
2. Lüftung der Schulräume für Westteil des Gebäudes, Anlage im UG
3. Lüftungsanlage für zentralen Teil des Gebäudes. Dieser Bereich muss über das Dach erschlossen werden, da durch die Eingangshalle keine Steigzonen vom UG nach oben geführt werden können.

4. Lüftung WCs und Garderobe: separate Anlage empfohlen (Geruchsemissionen). Anlage auf dem Dach.
5. Lüftung für Restaurant: Platzierung in der Nähe der zukünftigen Küche empfohlen. Der Platzbedarf wurde bestimmt und im Anhang an einem möglichen Ort eingezeichnet. Aus Brandschutzgründen muss die Anlage eventuell aufgeteilt und in zwei unabhängige Brandschutzabschnitte aufgestellt werden. Dies kann aber erst nach Festlegung der definitiven Nutzung und Luftmenge beurteilt werden.

Damit möglichst wenig bauliche Massnahmen gemacht werden müssen, empfehlen wir im jetzigen Projektstadium mit zwei Lüftungszentralen im UG weiterzuarbeiten. So werden die Lüftungskanäle in diesem Stockwerk kleiner. Es ist alternativ auch möglich nur mit einer Zentrale zu arbeiten, dann müssen Kanäle eventuell unter dem Boden verlegt werden, da die Geschosshöhe im UG für die Verlegung der Hauptverteilungskanäle limitiert ist.

### Quellgasse 10/12

1. Lüftung der Schulräume für Ostteil des Gebäudes, Anlage im UG
2. Lüftung der Schulräume für Westteil des Gebäudes, Anlage im UG
3. Lüftung für den Mittelteil des Gebäudes auf dem Dach

Der Bedarf an Fläche und Höhe der Lüftungszentrale wurde aufgrund der Angaben der SIA 382/1 berechnet.

Lüftungsanlage	Volumenstrom	Fläche	Höhe
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
LA1 Ost	15'000	100	3.7
LA2 West	7'500	80	3.4
LA3 Dach	7'500	80	3.4
LA4 WC und Garderobe	1'000	40	2.5
LA5 Restaurant	12'000	100	3.7

**Tabelle 15: Lüftungsanlagen mit Luftvolumen und Platzbedarf: Quellgasse 21**

Lüftungsanlage	Volumenstrom	Fläche	Höhe
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
LA7 Schule Ost	5'500	80	3.2
LA8 Schule West	5'500	80	3.2
LA9 Schule Mitte	5'000	70	3

**Tabelle 16: Lüftungsanlagen mit Luftvolumen und Platzbedarf: Quellgasse 10/12**

Die Flächen und Höhen stehen im Gebäude an den geeigneten Standorten nicht überall zur Verfügung. Im Anhang 1 wurde der Platzbedarf wie folgt dargestellt

- Blaues Quadrat: Flächenbedarf für ganze Lüftungszentrale gemäss SIA 382/1 (wenn Raumhöhe zur Verfügung steht).
- Gelbes Quadrat: Grössenangaben eines passenden Lüftungsgerätes von Sevenair.
- Grünes Quadrat: sinnvolle Grösse der Lüftungszentrale aufgrund des möglichen Lüftungsgerätes von Sevenair.



Für die vertikale Verteilung der prognostizierten Luftmengen innerhalb der Gebäude braucht es Steigzonen. Die Steigzonen sind dabei als örtlicher Vorschlag in den Plänen im Anhang 1 ausgewiesen. Diese können sich im Verlauf des Vorprojektes noch ändern. Folgender Platzbedarf für die Steigzonen ist vorzusehen:

Lüftungsanlage	Fläche Steigzone
	[m <sup>2</sup> ]
LA1 Ost	2.4
LA2 West	1.4
LA3 Dach	1.4
LA4 WC/Garderobe	0.4
LA5 Restaurant	2.0

**Tabelle 17: Platzbedarf Steigzonen Quellgasse 21**

Lüftungsanlage	Fläche Steigzone
	[m <sup>2</sup> ]
LA7 Schule Ost	1.2
LA8 Schule West	1.2
LA9 Schule Mitte	1.0

**Tabelle 18: Platzbedarf Steigzonen Quellgasse 10/12**

Es empfiehlt sich im Verlauf des Projektes eine feingliederige Feinverteilung über mehrere Steigschächte zu suchen und in das Schulzimmerkonzept zu integrieren.

## 5.4 Kostenschätzung

Im Folgenden ist eine Grobkostenschätzung (+/- 30%) des vor gestellten Lüftungskonzepts dargestellt. Dieses beinhaltet Monoblöcke, Kanalnetz, Steigzonen, Armaturen, Regulierung, Isolation, Montage, Verkabelung, Anschluss an Heizungsverteilung, Gebäudeautomation, Kondensatabläufe, Planungshonorar.

### Quellgasse 21

Gewerk	Kosten [CHF]
Lüftung	997'000.-
Elektro	84'000.-
Heizung	30'000.-
GA	300'000.-
Sanitär	18'000.-
Planung	216'000.-
<b>Total</b>	<b>1'645'000.-</b>

**Tabelle 19: Kostenschätzung Quellgasse 21**

### Quellgasse 10 und 12

Gewerk	Kosten [CHF]
Lüftung	353'000.-
Elektro	42'000.-
Heizung	15'000.-
GA	150'000.-
Sanitär	9'000.-
Planung	86'000.-
<b>Total</b>	<b>655'000.-</b>

Tabelle 20: Kostenschätzung Quellgasse 10 und 12

## 5.5 Fazit

### Quellgasse 21

- Der Lüftungsbedarf für das Gebäude nach Minergie kann (mit Ausnahme des Restaurants) mit **drei Lüftungszentralen** abgedeckt werden: Lüftungszentrale Ost und West im UG und die bestehende Dachzentrale. Der Flächenbedarf ist im Anhang eingezeichnet

Nächste Schritte

- Es soll geprüft werden, ob die Tür zur Dachlüftungszentrale an der Quellgasse 21 versetzt werden kann (Vgl. Anhang 1).

- Zur Beurteilung des Platzbedarfes und der Platzierung der **Restaurant- und Küchenlüftung** ist es noch zu früh.

Nächste Schritte

- Definitive Platzierung von Restaurant und Küche im Gebäude
- Definitive Festlegung, in wie weit in der Küche gekocht oder aufgewärmt wird. Dies entscheidet darüber, ob es aus Brandschutzgründen zwei Lüftungsgeräte in zwei Brandschutzabschnitten braucht.
- Bestimmen der Luftmengen (im Vorprojekt)
- Bei geringen Luftmengen und Anforderungen an den Brandschutz kann das Lüftungsgerät eventuell in der Lüftungszentrale Ost untergebracht werden.

### Quellgasse 10/12

- Der Lüftungsbedarf für das Gebäude nach Minergie kann **drei Lüftungszentralen** abgedeckt werden: Lüftungszentrale Ost und West im UG und eine neue Dachzentrale auf dem Verbindungsbau.

Der Flächenbedarf ist im Anhang eingezeichnet.

Nächste Schritte:

- Die Statik des Daches des Verbindungsbaus Quellgasse 10/12 muss überprüft werden, ob dieses als Aufstellort für eine Lüftungsanlage in Frage kommen kann.

**Generell**

Sobald die Nutzung auf Raumebene und die Belegung der Räume feststeht, können die Luftmengen neu berechnet und kann ein Lüftungskonzept erstellt werden. Im Vorprojekt klären sich weitere Aspekte des Lüftungskonzeptes. Dann muss neu geprüft werden, ob und welche baulichen Massnahmen notwendig sind (Leitungsführung im UG, in Steigschächten, geschickte Nutzung von Schränken im Raumkonzept, Platzierung Aussenluftfassung und Fortluft, Raumhöhe der Zentralen)

## 6 Einbindung Photovoltaik

### 6.1 Machbarkeit und Ertragsabschätzung PV

Auf Wunsch des Auftraggebers wurde noch konzeptionell abgeklärt, ob mit der Installation von PV-Anlagen auf den beiden Gebäuden eine wesentliche einfachere Erreichung der Minergie-Kennzahl erreichbar ist, wie hoch der Ertrag und wie hoch die Kosten sind.

Statische Abklärungen über die Tragfähigkeit der Dachflächen wurden nicht gemacht und sollten bei Weiterverfolgung von PV in einem nächsten Schritt abgeklärt werden.

Für eine erste Potential-Abschätzung des PV-Ertrags auf den Dächern der beiden Gebäude wurde die Webseite [www.sonnendach.ch](http://www.sonnendach.ch) des Bundesamtes für Energie verwendet.

Legende Eignung:

**Gering** – **Mittel** – **Gut** – **Sehr gut**

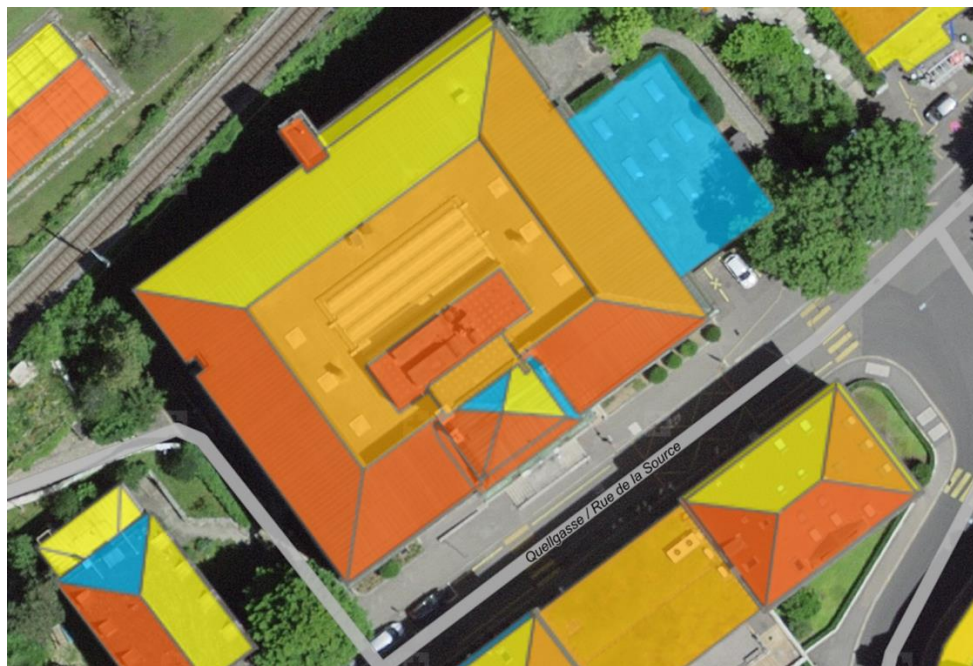
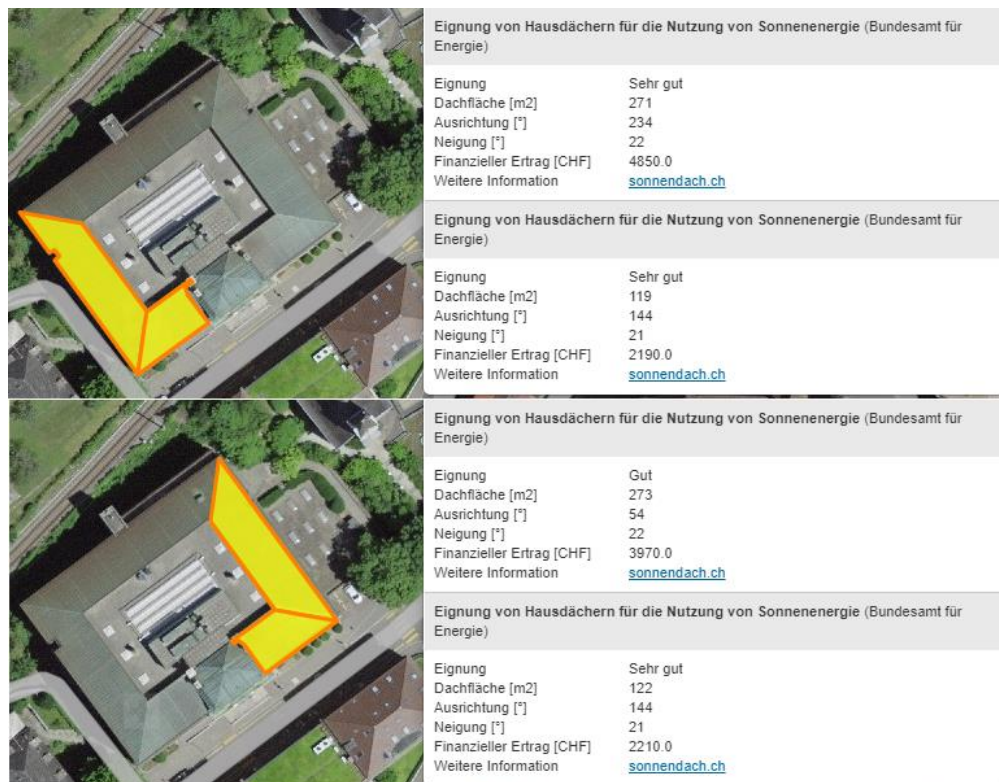


Abbildung 7: PV-Eignung Quellgasse 21

Gemäss der Potentialabschätzung eignen sich die südwestlichen und südöstlichen Dachflächen «sehr gut» und die nordöstliche Dachfläche «gut». Ebenso wäre die Flachdachfläche geeignet, aber durch die Verschattung der Module durch den Dachaufbau des Lüftungsraums, Kamine und Dachvorsprünge wäre eine Installation an diesen Plätzen zu wenig erfolgsversprechend.

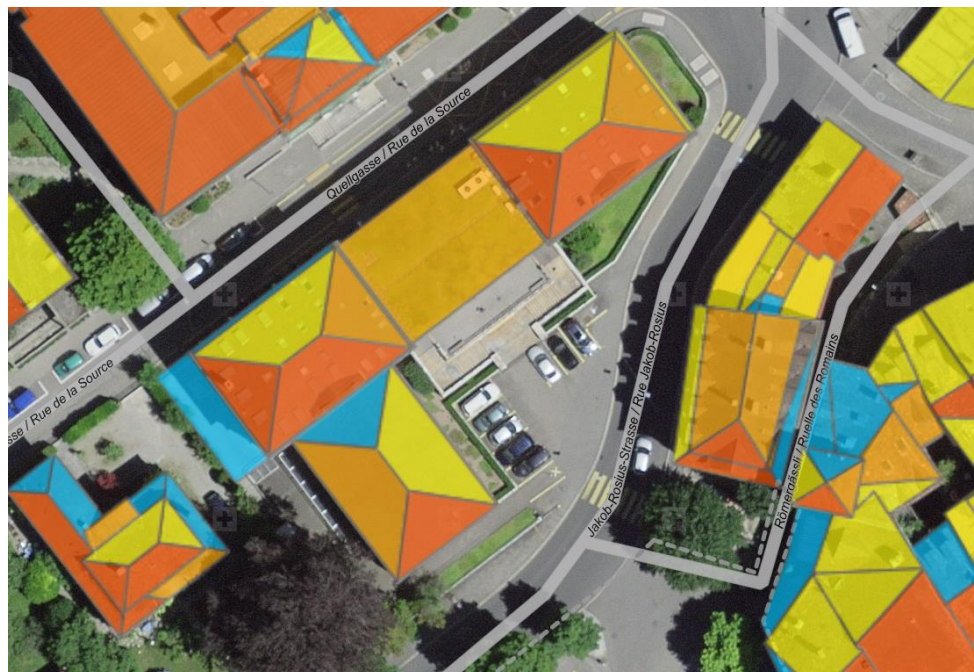
Deshalb wurden nur für die südwestlichen, südöstlichen und nordöstlichen Dachflächen der Ertrag abgeschätzt und in die Minergie-Berechnung übernommen.



**Abbildung 8: Ertragsabschätzung der ausgesuchten Dachflächen**

Legende Eignung:

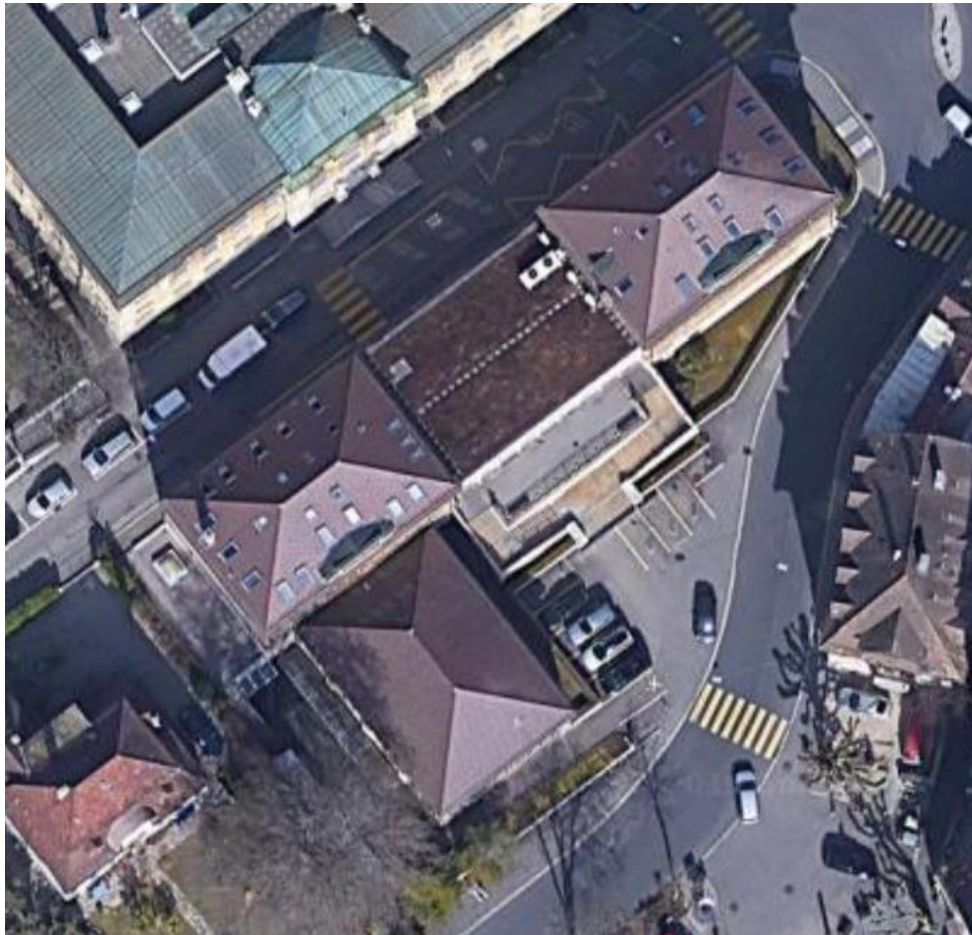
**Gering** – **Mittel** – **Gut** – **Sehr gut**



**Abbildung 9: PV-Eignung Quellgasse 10/12**



Gemäss der Potentialabschätzung eignen sich die südwestlichen und südöstlichen Dachflächen der beiden Längsbauten als «sehr gut», die nordöstliche Dachfläche als «gut». Ebenso wäre die Flachdachfläche des Zwischenbaus geeignet. Bei der Dachfläche des westlichen Vorbaus eignet sich die südöstliche Fläche «sehr gut» und die südwestliche Fläche als «gut».



**Abbildung 10: Luftbild Quellgasse 10/12**

Wie auf dem oberen Luftbild ersichtlich sind die geeigneten Dachflächen der beiden Längsbauten mit Dachfenstern übersäht, so dass dort keine Solarmodule montiert werden können. Auf dem Flachdach des Zwischenbaus lassen sich nur wenige Reihen an Solarmodule aufstellen die nicht verschattet werden. Auch der Ertrag der südwestlichen Dachfläche wird vermutlich überschätzt, da auf dem Luftbild ein deutlicher Schattenwurf des Baumes ersichtlich ist.

Es wird deshalb nur der Ertrag der südwestlichen und südöstlichen Dachfläche des Vorbaus gerechnet.

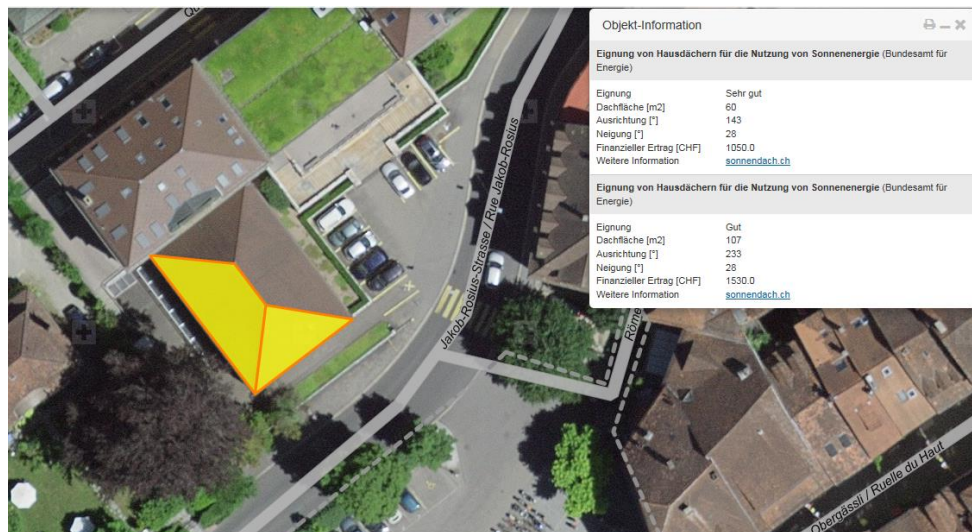


Abbildung 11: Ertragsabschätzung der ausgesuchten Dachflächen

	Quellgasse 21	Quellgasse 10/12
Jährlicher Ertrag PV-Anlage [kWh/a]	132'200	25'800
Installierte Leistung [kWp]	134	28
Kosten PV-Anlage [CHF]	440'000	98'000

Tabelle 21: Potentieller Ertrag und Kosten der vorgeschlagenen PV-Anlage

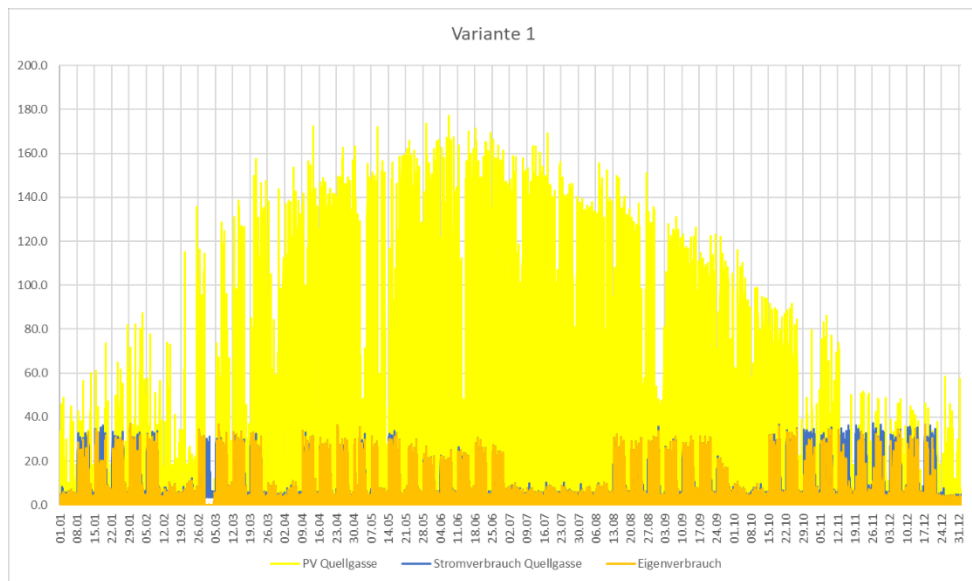
## 6.2 Sinnvolle PV Grösse für den Eigenverbrauch

Auf Wunsch des Auftraggebers wurden die Grösse der PV-Anlage im Hinblick auf den Eigenverbrauch untersucht. Dazu wurde ein exemplarischer Lastgang eines anderen Gymnasiums verwendet und auf die Fläche des Objektes umgerechnet (Jahresstromverbrauch 82'000 kWh/a). Bei der aktuellen Nutzung des Gebäudes als Berufsfachschule ist der Stromverbrauch bedeutend höher und der Lastgang nicht repräsentativ für die zukünftige Nutzung als Gymnasium.

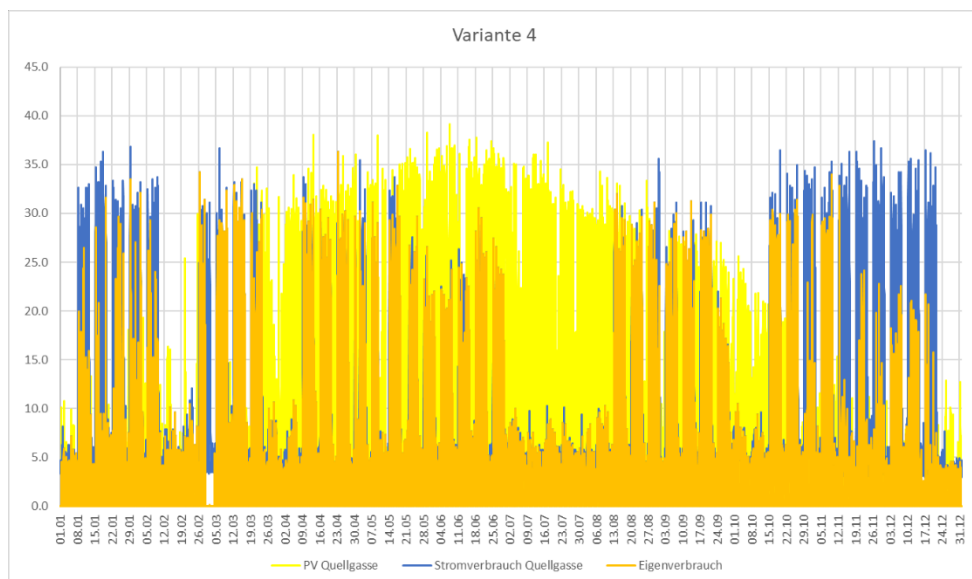
Für die Berechnungen wurden Ertrag und Investitionskosten aus dem Tool [www.sonnendach.ch](http://www.sonnendach.ch) ausgelesen und der Lastgang entsprechend simuliert. Für den Einspeisetarif wurde der aktuelle Wert von Energie Service Biel genommen: 12 Rp. / kWh. Für den Strombezug wurde der Pauschaltarif von Energie Service Biel genommen: 26.14 Rp. / kWh. Es wurde eine lineare Payback Methode gerechnet. Die Gebäude Quellgasse 21 und 10/12 haben einen Einspeisepunkt und werden damit als Einheit betrachtet.

Es wurden 5 Varianten untersucht:

1. Alle Dachflächen mit PV-Paneelen
2. Die Gut und Sehr Gut geeigneten Dachflächen mit PV-Paneelen (wie Berechnung in Kapitel 6.6)
3. Die Sehr Gut geeigneten Dachflächen mit PV-Paneelen
4. Die südwestlich Sehr Gut geeigneten Dachfläche Quellgasse 21 mit PV-Paneelen
5. Die südöstlich Sehr Gut geeigneten Dachfläche Quellgasse 10/12 mit PV-Paneelen

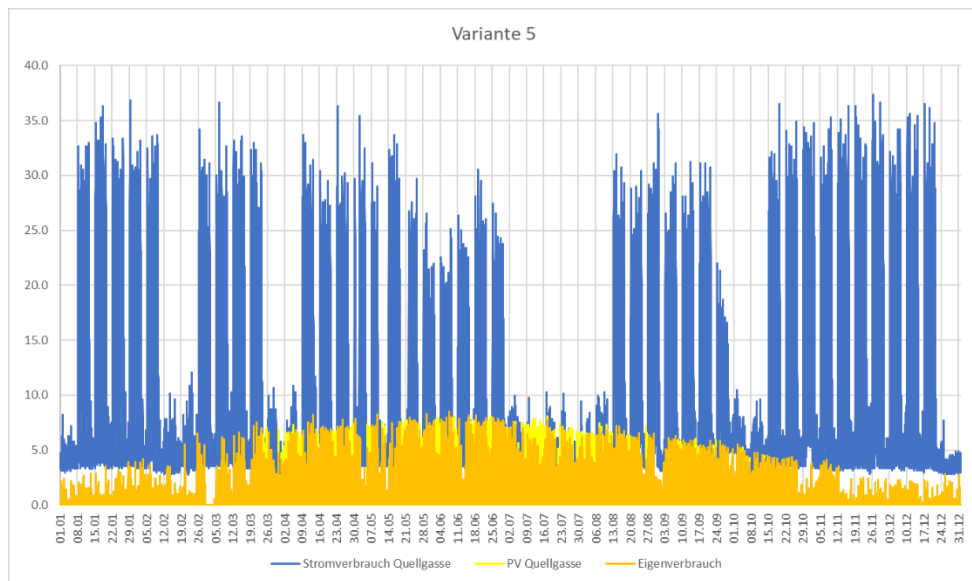


**Abbildung 12:** Darstellung PV-Produktion/Strombezug/Eigenverbrauch, wenn alle Dachflächen mit PV-Paneele bestückt werden



**Abbildung 13:** Darstellung PV-Produktion/Strombezug/Eigenverbrauch, wenn die süd-westliche Dachfläche von Quellgasse 21 mit PV-Paneele bestückt werden





**Abbildung 14:** Darstellung PV-Produktion/Strombezug/Eigenverbrauch, wenn die süd-östliche Dachfläche von Quellgasse 10/12 mit PV-Paneelen bestückt werden

Variante	Produktion	Eigenverbrauch [%]		Einspeisung	Investition	Paybackzeit
	[kWh/a]	Von Netzbezug	Von PV-Prod.	[kWh/a]	[CHF]	[a]
Variante 1	220'000	53	20	176'000	275'000	8.5
Variante 2	158'000	50	26	117'000	193'000	7.8
Variante 3	103'000	45	36	66'000	120'000	6.8
Variante 4	48'500	34	58	21'000	47'000	4.8
Variante 5	10'500	12	94	661	17'000	6.5

**Tabelle 22:** Gegenüberstellung der 5 Varianten

### 6.3 Fazit

Je grösser die PV-Anlage ist, desto grösser der Eigenverbrauch und desto grösser ist der zurück gespiesene Strom. Je kleiner die Anlage, desto mehr kann selber direkt bezogen werden und die Payback Zeit wird geringer. Erst ab einer sehr kleinen Anlage wird die Paybackzeit wieder grösser. Sinnvoll sind bei den aktuellen Einspeise- und Bezugspreisen alle Anlagengrössen. Die Anlage mit nur der Belegung der südwestlichen Dachfläche von Gebäude Quellgasse 21 hat die kürzeste Payback Zeit. Diese Berechnung ist nur eine ganz grobe Abschätzung, eine Verifizierung im Projektverlauf mit der definitiven Nutzung ist zu empfehlen.

## 7 Berechnungen Minergie-Kennzahl

### 7.1 Heizwärmebedarf nach SIA 380/1

#### 7.1.1 Berechnungsprogramm und Grundlagen

Die Variantenstudie für die Berechnung des Heizwärmebedarfes nach SIA 380/1 erfolgte mit dem lizenzierten Programm Lesosai Version 2018.0 (build 1214).

Als Gebäudekategorie wurde die Kategorie IV «Schule» gewählt. Die thermisch wirksame Aussenluft rate und der Strombedarf für die Lüftung wurden, auf den in Kapitel 5 abgeschätzten Luftvolumina berechnet:

	Quellgasse 21	Quellgasse 10/12
Thermisch wirksame Aussenluft rate [m <sup>3</sup> /h]	2'511	923
Strombedarf Lüftung [kWh/a]	35'689	11'982

**Tabelle 23: Werte für die Berechnung des Systemnachweises Minergie**

Diese Werte können je nach definitiver Raumbel egung (Raumbuch) und darauf ausgelegten Luftwechsel noch abweichen und die Minergie-Kennzahl positiv oder negativ beeinflussen.

#### 7.1.2 Ausgangslage Ist-Zustand

Für die Berechnung des Ist-Zustands wurden durch das Architekturbüro wahlirüefli Architekten und Raumplaner AG neue Planunterlagen erstellt. Mit Hilfe dieser konnten die Flächen gegenüber dem Bericht «Machbarkeit Minergie-Eco. Quellgasse 21, Biel» vom 20. Dezember 2018 genauer ausgezogen werden. Insbesondere im Hinblick auf die Fensterflächen konnte das Gebäudemodell verbessert werden.

Angaben zu den bauphysikalischen Eigenschaften aller opaken Bauteile sind nicht vorhanden. Die U-Werte der Bauteile für den Altbau wurden gemäss den Wandstärken resp. Stärke der Bodenplatte ermittelt.

Für den Anbau und für die Dachflächen wurden die Mindest-U-Werte angesetzt, welche zum damaligen Zeitpunkt gemäss SIA einzuhalten waren.

Bei den Fenstern mussten ebenfalls Annahmen getroffen werden. Hierzu wurden von der Architektur die Zeiträume der Fenstersanierungen vorgegeben. Basierend auf den Sanierungszeiträumen wurden für den damaligen Zeitpunkt die typischen Fensterwerte angenommen (U<sub>w</sub>-Wert und g-Wert).

#### 7.1.3 Variantenstudium zur bauphysikalischen Machbarkeit Minergie Bauteiloptimierungen

Bei den möglichen Bauteiloptimierungen wurden die Vorgaben seitens Denkmalschutz berücksichtigt und auch die aus Sicht der Architektur änderbaren Bauteile (Angaben Universal AG).

In den nachfolgenden Tabellen sind die jeweiligen U-Werte der Varianten aufgeführt. Eine technische Umsetzbarkeit dieser U-Werte muss im Verlauf des Projektes noch geprüft werden. Im ungünstigen Fall, dass die Werte nicht erreicht werden kann, muss die Machbarkeit noch einmal neu überprüft werden.

Variante [-]	Quellgasse 21
<b>Variante 1</b>	Austausch der Fenster: $U_w \leq 0.95 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 0.7 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Austausch der Oblichter: $U_w \leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.4 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$
<b>Variante 2</b>	Austausch der Fenster: $U_w \leq 0.95 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 0.7 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Austausch der Oblichter: $U_w \leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.4 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Sanierung aller Dachfläche mit $U_{DA} \leq 0.10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
<b>Variante 3</b>	Austausch der Fenster: $U_w \leq 0.95 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 0.7 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Austausch der Oblichter: $U_w \leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.4 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Sanierung aller Dachfläche mit $U_{DA} \leq 0.10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Sanierung Aussenwände gegen Aussenluft (ohne Anforderung an den Denkmalschutz) $U_{AW} = 0.15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
<b>Variante 4</b>	Austausch der Fenster: $U_w \leq 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.4 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 0.7 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Austausch der Oblichter: $U_w \leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.5 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Sanierung aller Dachflächen mit $U_{DA} \leq 0.25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Sanierung der Aussenwände gegen Aussenluft (ohne Anforderung an den Denkmalschutz) mit $U_{AW} \leq 0.25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

**Tabelle 24: U-Werte der Bauteile für die Varianten 1 – 4 Quellgasse 21**

Variante [-]	Quellgasse 10/12
<b>Variante 1</b>	Austausch der Fenster: $U_w \leq 0.90 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 0.7 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Austausch der Oblichter: $U_w \leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.4 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$
<b>Variante 2</b>	Austausch der Fenster: $U_w \leq 0.90 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 0.7 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Austausch der Oblichter: $U_w \leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.4 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Sanierung aller Dachfläche mit $U_{DA} \leq 0.10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
<b>Variante 3</b>	Austausch der Fenster: $U_w \leq 0.95 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 0.7 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Austausch der Oblichter: $U_w \leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.4 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Sanierung aller Dachfläche mit $U_{DA} \leq 0.10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Sanierung aller Aussenwände gegen Aussenluft mit 8cm Foamglas als Innendämmung $\lambda = 0.036 \text{ W/(mK)}$
<b>Variante 4</b>	Austausch der Fenster: $U_w 0.8 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 0.5 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.55$ Austausch der Oblichter: $U_w \leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.4 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Sanierung aller Dachflächen mit $U_{DA} \leq 0.10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Sanierung Fussboden gegen Aussenluft (Anbau) mit $U_{FB} \leq 0.25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Sanierung der Aussenwände gegen Aussenluft mit 8cm Foamglas als Innendämmung $\lambda = 0.036 \text{ W/(mK)}$ Sanierung der Aussenwände gegen Erdreich mit 8cm Foamglas als Innendämmung $\lambda = 0.036 \text{ W/(mK)}$
<b>Variante 5</b>	Austausch der Fenster: $U_w = 0.70 \leq 0.9 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 0.5 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.55$ Austausch der Oblichter: $U_w \leq 1.20 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_f = 1.4 \text{ W/(m}^2\text{K)} / U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)} / g = 0.50$ Sanierung aller Schrägdach mit $U_{DA} \leq 0.10 \text{ W/(m}^2\text{K)} / \text{Flachdächer mit } U_{DA} = 0.15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Sanierung Fussboden gegen Aussenluft (Anbau) mit $U_{FB} \leq 0.25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Sanierung der Aussenwände gegen Aussenluft mit 8cm Foamglas als Innendämmung $\lambda = 0.036 \text{ W/(mK)}$ Sanierung der Aussenwände gegen Erdreich mit 8cm Foamglas als Innendämmung $\lambda = 0.036 \text{ W/(mK)}$

**Tabelle 25: U-Werte der Bauteile für die Varianten 1 – 5 Quellgasse 10/12**

## 7.2 Einhaltung Minergie-Kennzahl

Für die Erreichbarkeit von Minergie ist die dieser Phase (Vorstudie) die Minergie-Kennzahl entscheidend.

Der Grenzwert der Minergie-Kennzahl für die Gebäude Quellgasse 21 und Quellgasse 10/12 beträgt jeweils 68 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Als Wärmeerzeugung wird Holzpellets verwendet.

Die Varianten aus Kapitel 7.1.3 werden aufgeführt und verglichen:

- Ohne aktive Kühlung
- Einbezug Klimakältebedarf

Legende:

nicht machbar – ev. mit Beleuchtungsnachweis machbar – technisch machbar

Quellgasse 21					
Variante [-]	Minergie-Kennzahl: 68 kWh/m²/a				Q <sub>h,eff</sub> : eff. Heiz- wärmebedarf [kWh/m²a]
	Ohne Kühlung		Mit Kühlung		
	[-]	[kWh/m²a]	[-]	[kWh/m²a]	
1	1(Nein)	71.5	1(Nein)	73.6	48.5
2	Ja	67.6	1(Nein)	69.7	41.9
3	Ja	64.6	Ja	66.7	36.8
4	Ja	67.0	1(Nein)	69.1	40.8

1 Minergie-Standard kann unter Umständen mit einem detaillierten Beleuchtungsnachweis gemäss SIA 387/4 erreicht werden.

**Tabelle 26: Erfüllung der Minergiekenzahl, Heizwärme und Heizleistungsbedarf für die Varianten 1 – 4, Quellgasse 21 mit und ohne Kühlung**

Quellgasse 10/12					
Variante	Minergie-Kennzahl: 68 kWh/m²/a				Q <sub>h,eff</sub> : eff. Heizwärmebedarf
	Ohne Kühlung		Mit Kühlung		
[-]	[-]	[kWh/m²a]	[-]	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]
1	Nein	114.8	Nein	117.8	123.2
2	Nein	103.9	Nein	106.9	104.7
3	1(Nein)	71.6	1(Nein)	74.7	49.8
4	Ja	61.1	Ja	64.1	31.9
5	Ja	60.9	Ja	63.9	31.6

1 Minergie-Standard kann unter Umständen mit einem detaillierten Beleuchtungsnachweis gemäss SIA 387/4 erreicht werden.

**Tabelle 27: Erfüllung der Minergiekenzahl, Heizwärme und Heizleistungsbedarf für die Varianten 1 – 5, Quellgasse 10/12 mit und ohne Kühlung**

Die Machbarkeit Minergie für das **Gebäude Quellgasse 21** ist mit allen vier Varianten denkbar. Für die Variante 1 und für die Variante 2 mit Kühlung müsste ein detaillierter Beleuchtungsnachweis nach SIA 387/4 erstellt werden.

Die Machbarkeit Minergie für das **Gebäude Quellgasse 10/12** ist mit den Varianten 3 bis 5 denkbar. Für die Variante 3 müsste ein detaillierter Beleuchtungsnachweis nach SIA 387/4 erstellt werden.

### 7.3 Einhaltung Minergie-Kennzahl mit PV-Anlage

In diesem Kapitel wird geprüft, ob Minergie besser erreichbar wird, wenn zusätzlich auf dem Dach eine PV-Anlage realisiert wird.

Für die Berechnung der Minergie Kennzahl mit PV-Anlage wurden die in Kapitel 6 vorgeschlagenen Leistungen eingesetzt:

	Quellgasse 21	Quellgasse 10/12
Installierte Leistung [kWp]	134	28

Tabelle 28: Leistung PV-Anlage für Überprüfung Minergie Kennzahl

Quellgasse 21				
Variante [-]	Minergie-Kennzahl: 68 kWh/m²/a			
	Ohne Kühlung		Mit Kühlung	
	[-]	[kWh/m²a]	[-]	[kWh/m²a]
1	Ja	61.2	Ja	63.4
2	Ja	57.4	Ja	59.5
3	Ja	54.4	Ja	56.5
4	Ja	56.7	Ja	58.8

Tabelle 29: Erfüllung der Minergiekenzahl, Heizwärme und Heizleistungsbedarf mit PV-Anlage für die Varianten 1 – 4, Quellgasse 21 mit und ohne Kühlung

Quellgasse 10/12				
Variante [-]	Minergie-Kennzahl: 68 kWh/m²/a			
	Ohne Kühlung		Mit Kühlung	
	[-]	[kWh/m²a]	[-]	[kWh/m²a]
1	Nein	109.0	Nein	112.0
2	Nein	98.1	Nein	101.1
3	Ja	65.8	1(Nein)	70.1
4	Ja	55.3	Ja	58.3
5	Ja	55.1	Ja	58.1

1 Minergie-Standard kann unter Umständen mit einem detaillierten Beleuchtungsnachweis gemäss SIA 387/4 erreicht werden.

Tabelle 30: Erfüllung der Minergiekenzahl, Heizwärme und Heizleistungsbedarf mit PV-Anlage für die Varianten 1 – 5, Quellgasse 10/12 mit und ohne Kühlung

#### Fazit

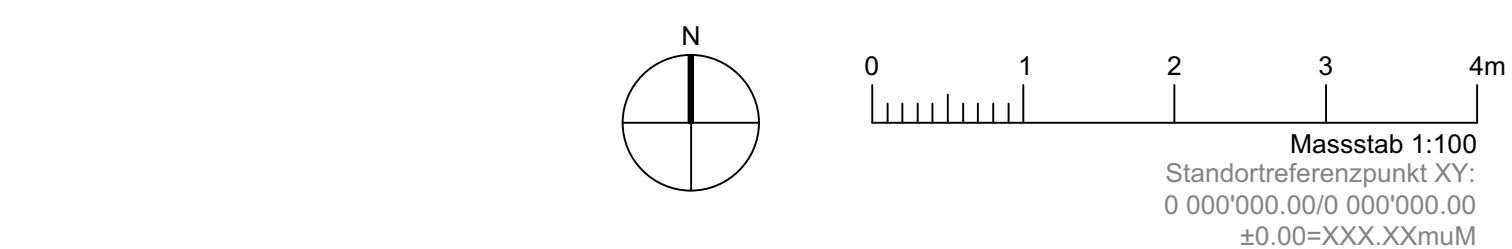
- Die PV-Anlagen verbessert die Minergie-Kennzahl bei beiden Gebäuden.
- Mit PV-Anlage ist beim Gebäude **Quellgasse 21** auch Variante 1 ohne Beleuchtungsnachweis realisierbar, um Minergie zu erreichen.
- Für die **Quellgasse 10/12** ist trotz PV-Anlage nur mit einer Sanierung nach Variante 3 bis 5 Minergie erreichbar (für Variante 3 mit Kühlung ist ein Beleuchtungsnachweis erforderlich).

Grund dafür ist die Zusatzanforderung ZA 2 «Anforderungen an den gewichteten Endenergiebedarf für Heizung, Lüftung und Klimatisierung, ohne Anrechnung von PV-Anlagen», die 2017 durch Minergie eingeführt

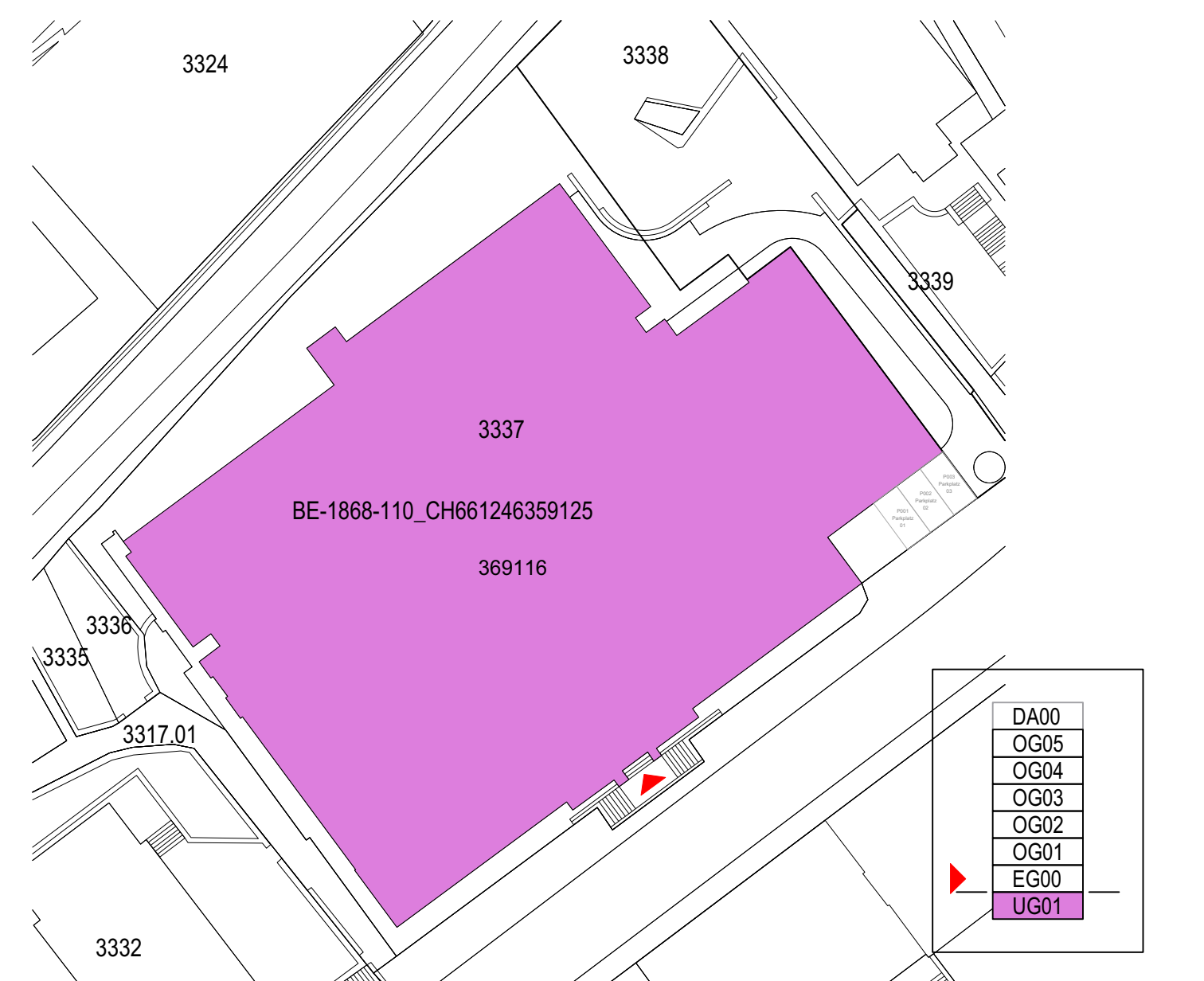
wurde, um zu verhindern, dass mit grossen PV-Anlagen die Potentiale des Wärmeschutzes ungenutzt gelassen wird.

## **8      Anhang 1: Planskizzen Heizung und Lüftung**

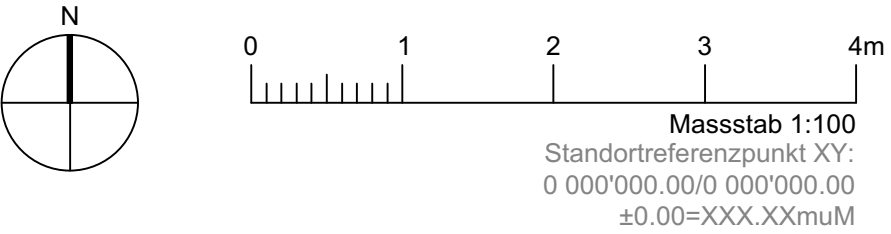
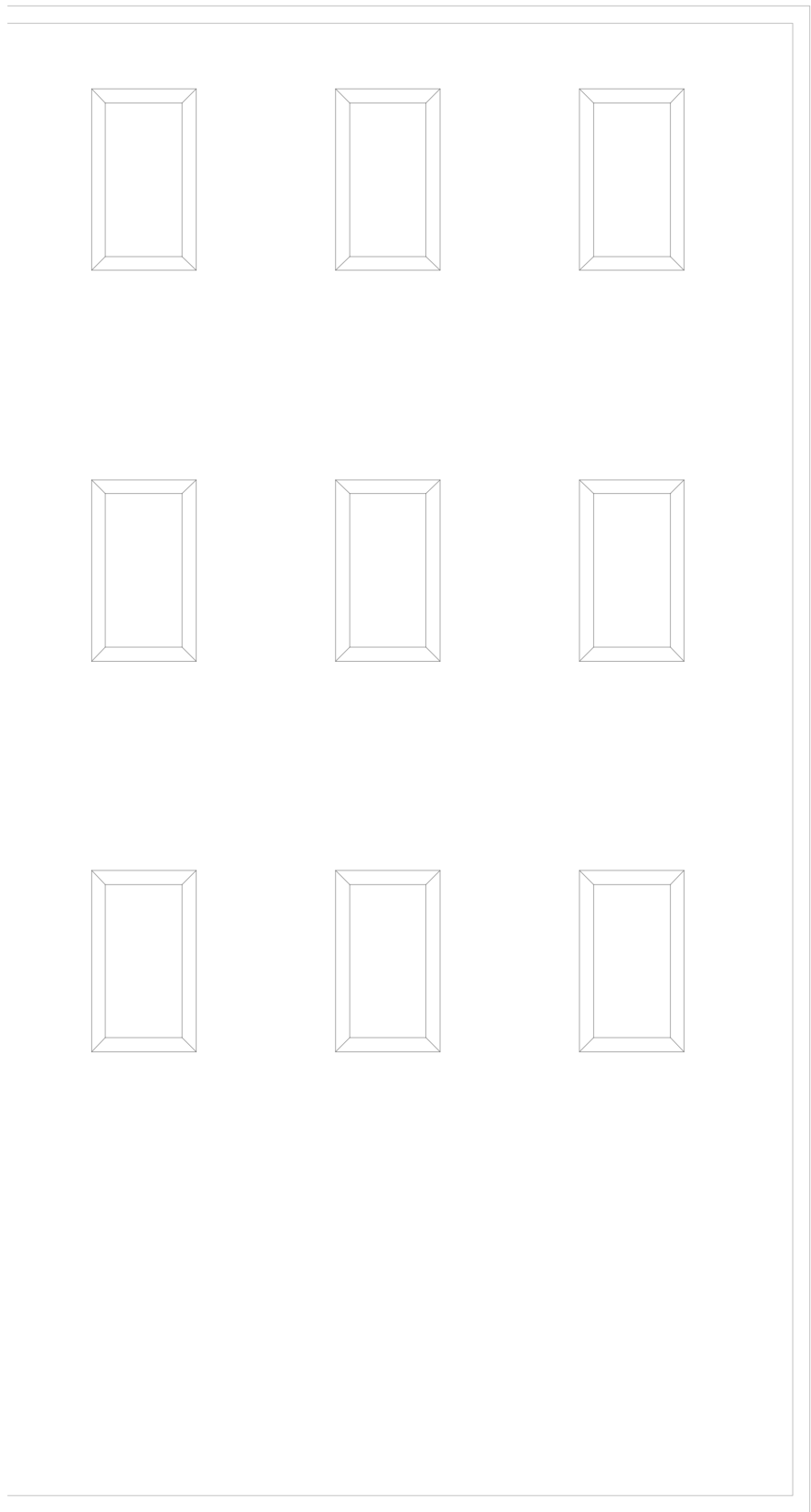
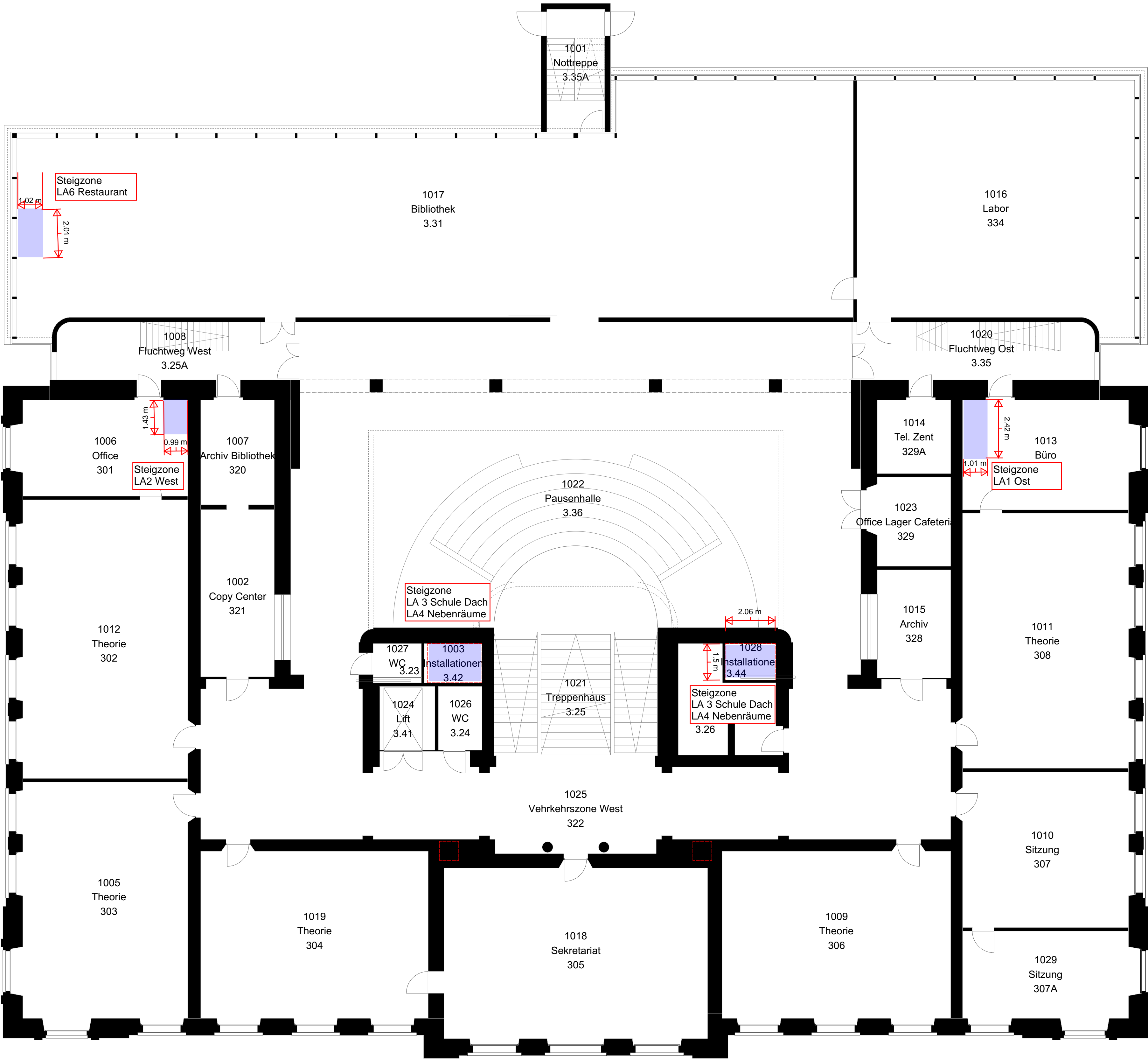
Flächenbedarf für Heizzentrale Pellet-Kessel, -Silo und Lüftungsanlagen aufgrund vorliegender Studie eingezeichnet in vorhandenen Plänen als Vorschläge. Für die Steigzonen sind ist der Flächenbedarf im Bericht massgebend.



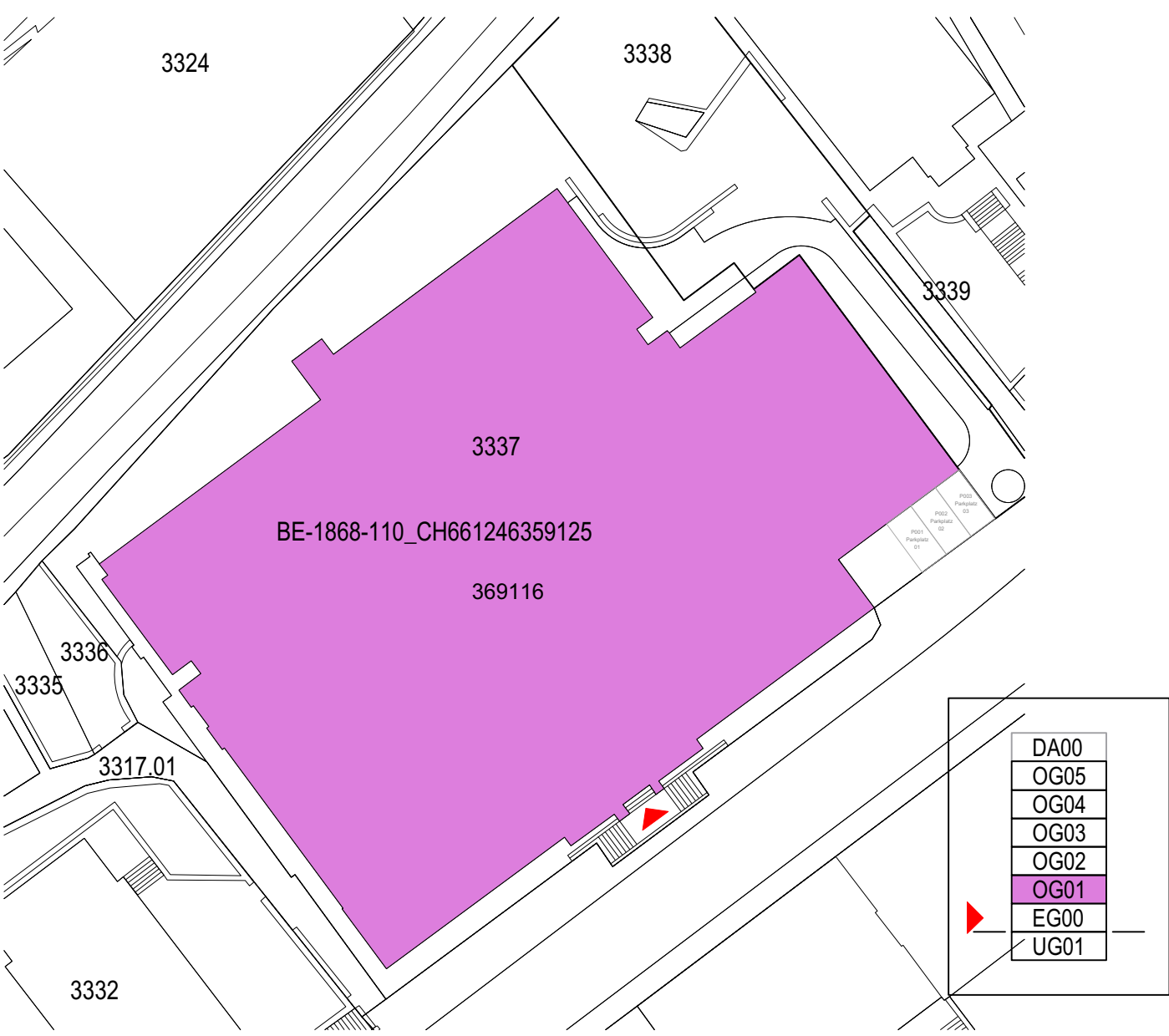
Planinhalt/Geschoss	
1. Untergeschoss	1:100

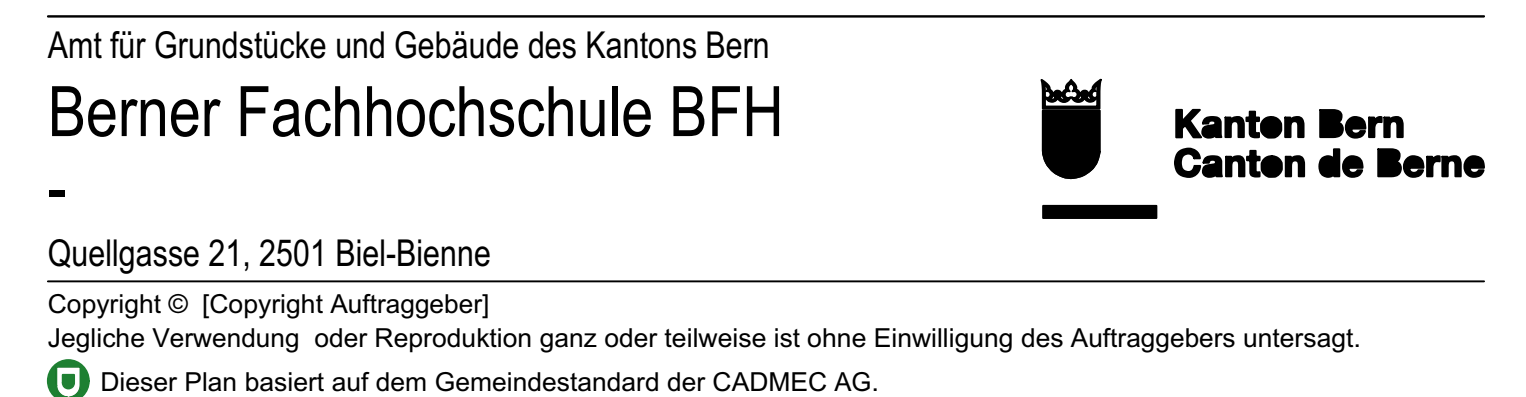
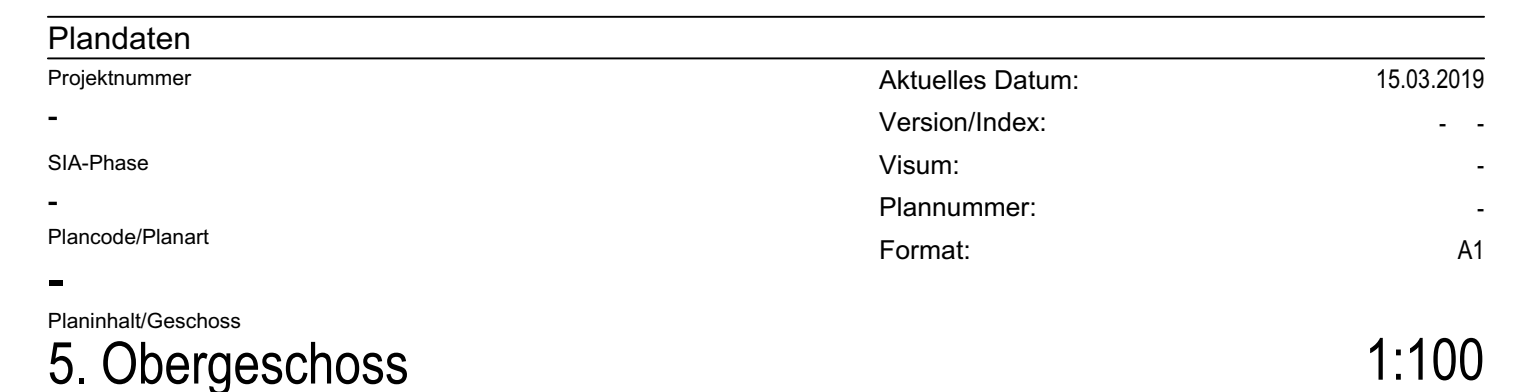


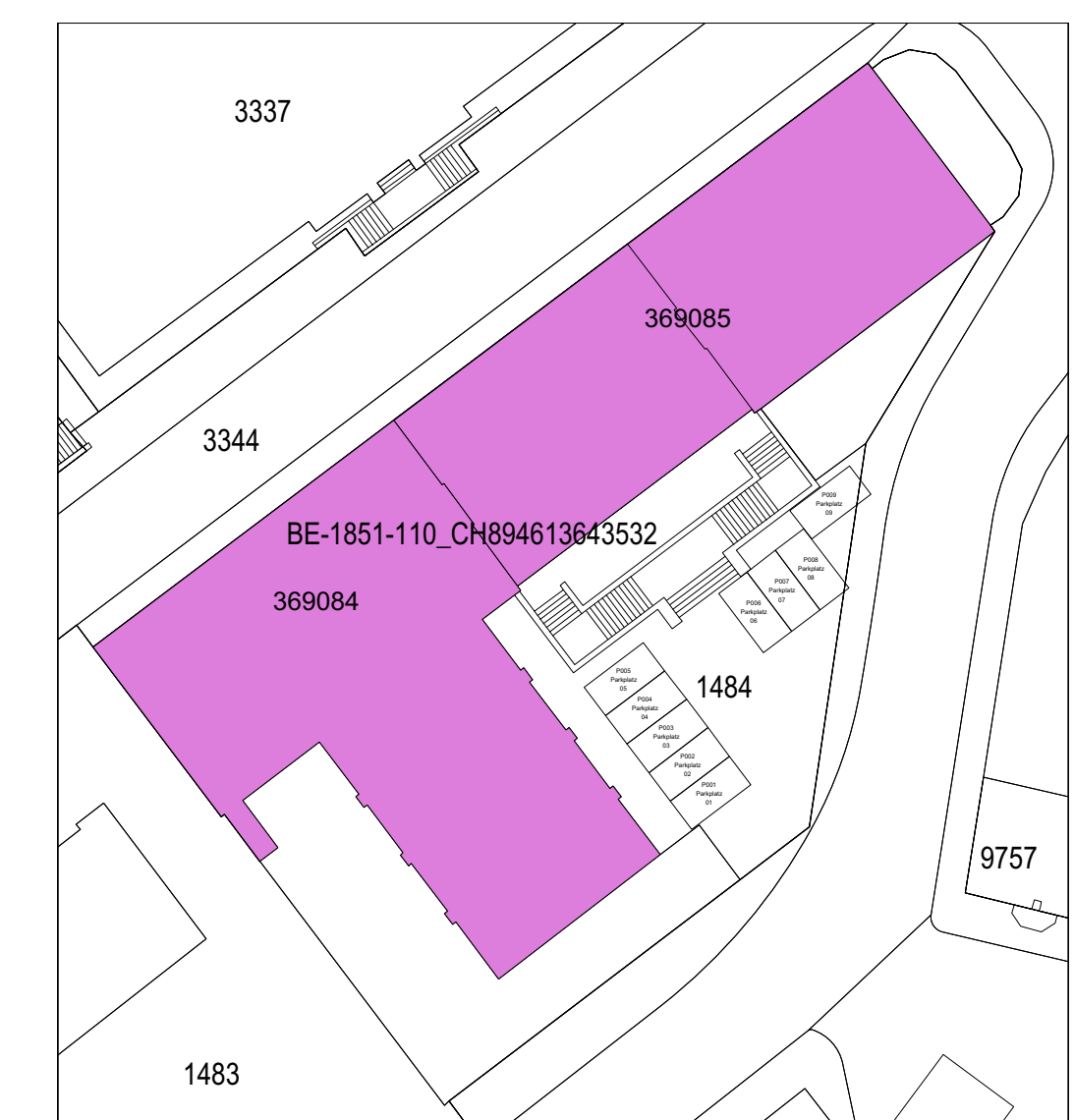
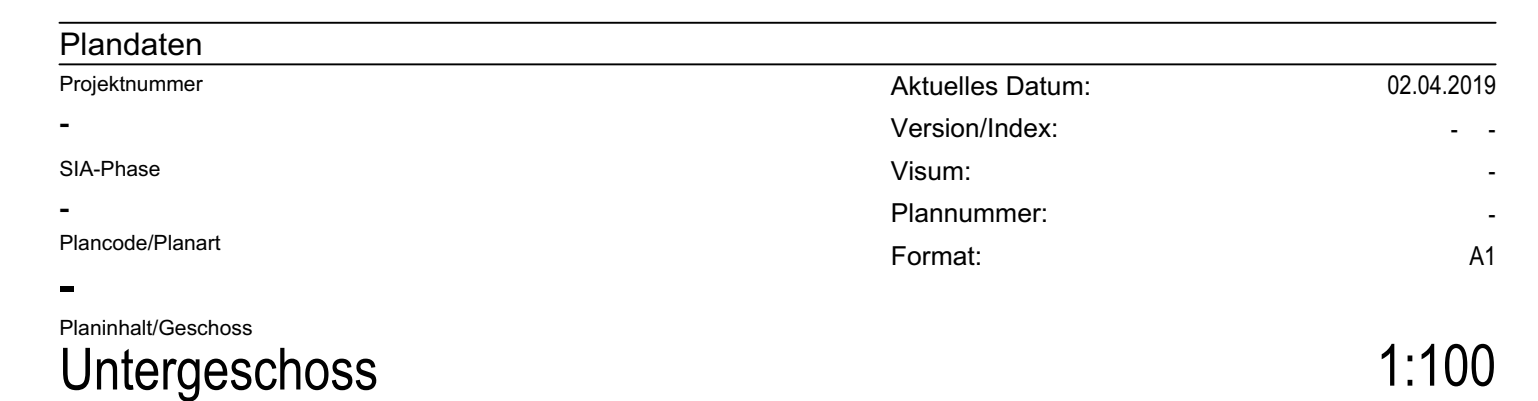


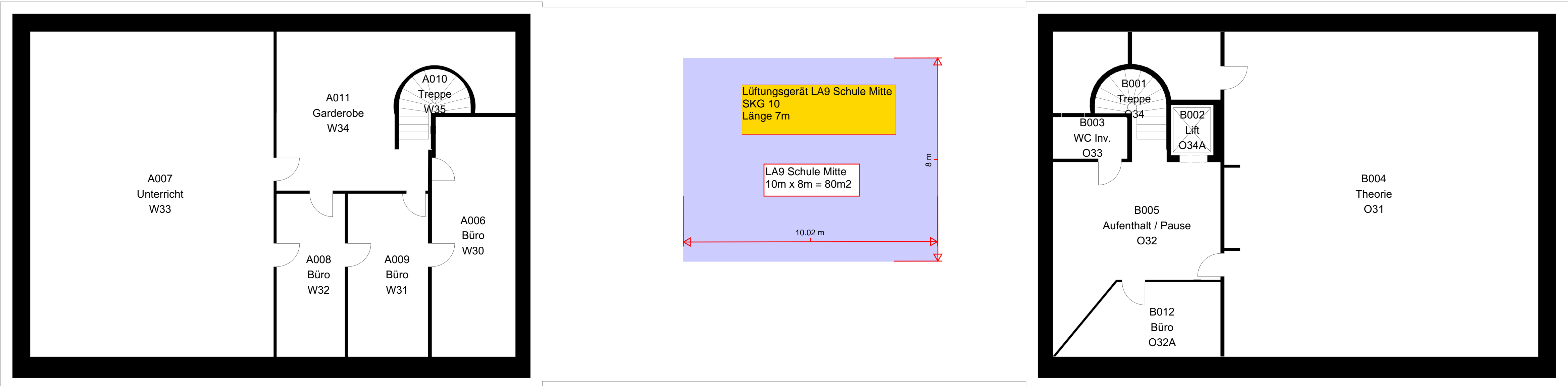


Plandaten		
Projektnummer	Aktuelles Datum:	15.03.2019
-	Version/Index:	- -
SIA-Phase	Visum:	-
-	Plannummer:	-
Plancode/Planart	Format:	A1
Planinhalt/Geschoss		
1. Obergeschoss		1:100



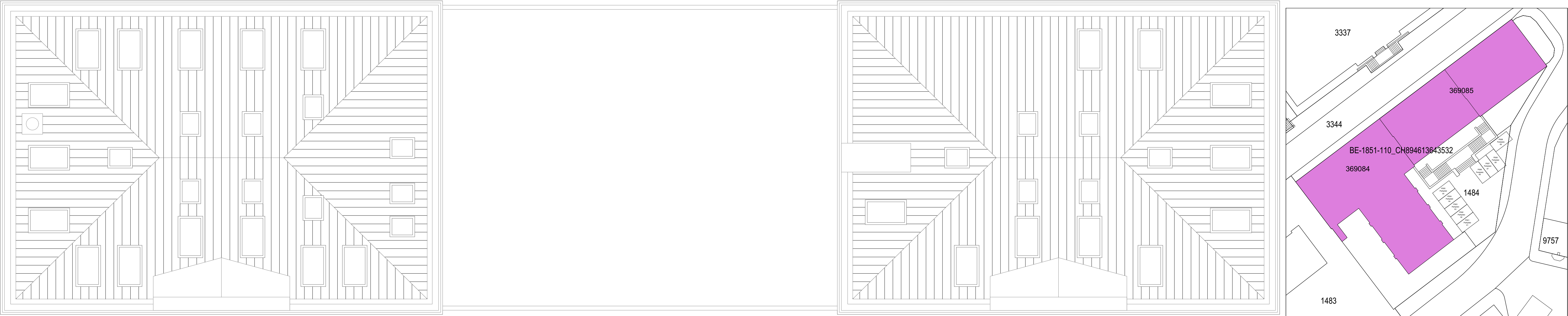






Dachgeschoss

Plandaten		
Projektnummer	Aktuelles Datum:	17.04.2019
-	Version/Index:	- -
SIA-Phase	Visum:	-
-	Plannummer:	-
Plancode/Planart	Format:	A1
Planinhalt/Geschoss		
Dachgeschoss+Dachaufsicht		1:100



Dachaufsicht



## **9      Anhang 2: Hydrogeologisches Gutachten**

---

**Bericht Nr. 1319020.1**

---

**Amstein + Walthert Bern AG, Bern**

**Biel, Quellgasse 21 und 10/12, Parz.  
3337 & 1484, BFH**

**Machbarkeitsstudie Grundwasser-Wärmenutzung**

Zollikofen, 30. April 2019

GEOTEST AG  
BERNSTRASSE 165  
CH-3052 ZOLLIKOFEN  
T +41 (0)31 910 01 01  
F +41 (0)31 910 01 00  
zollikofen@geotest.ch  
www.geotest.ch

Autor(en)	Bearbeitete Themen / Fachbereiche
Simon Hafner	Gesamter Bericht
Supervision	Visierte Inhalte
Michael Soom	Gesamter Bericht
Hinweise	

GEOTEST AG

  
Michael Soom  
Simon Hafner

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung .....	4
1.1	Projekt, Auftrag .....	4
1.2	Aufgabenstellung .....	5
1.3	Ausgeführte Arbeiten .....	5
1.4	Benutzte Unterlagen .....	5
2.	Ergebnisse .....	6
2.1	Geologische Verhältnisse, Schichtaufbau .....	6
2.2	Hydrogeologische Verhältnisse .....	7
2.2.1	Grundwasserqualität .....	8
2.2.2	Bestehende Nutzungen .....	9
2.2.3	Römerquelle .....	9
3.	Folgerungen und weiteres Vorgehen .....	10
4.	Weiteres Vorgehen .....	11
4.1	Wärmenutzung aus Lockergesteins-Grundwasser .....	11
4.2	Wärmenutzung Römerquelle .....	12



## 1. Einführung

Das Amt für Grundstücke und Gebäude (AAG) des Kantons Bern plant, die Heizung der Gebäude der Berner Fachhochschule BFH an der Quellgasse 21 und 10/12 in Biel (Parzellen Nrn. 3337 & 1484) zu ersetzen. Im Rahmen der Abklärungen soll die Möglichkeit einer Wärmenutzung aus dem Grundwasser geprüft werden. Für die angedachte Grundwasser-Wärmenutzung (GWWN) würde eine Grundwassermenge von 50 – 100 m<sup>3</sup>/h (entspricht 800 - 1700 l/min) benötigt (Angabe Herr C. Schickor, Amstein + Walthert Bern AG).

Die GEOTEST AG wurde von Herrn C. Schickor, Amstein + Walthert Bern AG, beauftragt, anhand von Archivdaten abzuklären, ob eine GWWN auf den Projektparzellen realisierbar ist. Der vorliegende Bericht beinhaltet die Ergebnisse der Auswertung bestehender Unterlagen im Umfeld der Projektparzellen.

### 1.1 Projekt, Auftrag

<b>Auftraggeber:</b>	Amstein + Walthert Bern AG, Hodlerstrasse 5, 3001 Bern; vertreten durch Herrn Carsten Schickor
<b>Offerte:</b>	Offerte OF1319020.1 vom 07.03.2019
<b>Auftragsbestätigung:</b>	Per E-Mail am 01.04.2019
<b>Objekt:</b>	Sanierung Heizung der Berner Fachhochschule BFH, Biel Parzellen 3337 & 1484, Quellgasse 21 & 10/12; 2502 Biel/Bienne
<b>Bauprojekt:</b>	Grundwasser zur Wärmenutzung
<b>Gewässerschutzbereich:</b>	Au [2]
<b>Zulässigkeit GW-Nutzung:</b>	Voranfrage beim AWA notwendig [2]
<b>Benötigte Grundwassermenge:</b>	50 – 100 m <sup>3</sup> /h (entspricht 800 - 1700 l/min; Angabe Herr Schickor, Amstein + Walthert Bern AG)
<b>Versickerungszone</b>	Kein Eintrag [2]
<b>Mittlere Koordinaten:</b>	2'588'300 / 1'221'260
<b>Terrainhöhe:</b>	441 – 458 m ü. M.

## 1.2 Aufgabenstellung

Mit den vorgeschlagenen Untersuchungen sollen im Hinblick auf eine allfällige Grundwassernutzung folgende Fragen beantwortet werden:

- Beurteilung der Möglichkeiten einer Grundwasser-Wärmenutzung
- Vorbeurteilung betreffend Schichtaufbau sowie Tiefe, Mächtigkeit, Fliessrichtung und Durchlässigkeit des Grundwasserleiters
- Ergiebigkeit des Grundwasservorkommens
- Konzept Grundwasser-Rückgabe
- Chemische Zusammensetzung vom Grundwasser
- Schwankung der Wassertemperaturen

## 1.3 Ausgeführte Arbeiten

- Archivrecherche (GEOTEST AG, Amt für Wasser und Abfall (AWA), Geoportal des Kantons Bern)
- Einholen von Informationen zur Römerquelle (Stadt Biel, AWA)
- Auswertung von in der Nähe vom Projektgebiet vorhandenen Unterlagen
- Beurteilung Machbarkeit Grundwasserwärmenutzung
- Berichterstattung

## 1.4 Benutzte Unterlagen

- [1] Geologischer Atlas der Schweiz: Blatt Nr. 109 Büren a. A. (LK 1126), 1:25'000, 2004.
- [2] Geoportal des Kantons Bern: Archäologisches Inventar, Felsreliefkarte, Geologische Grundlagendaten, Gewässerschutzkarte, Grundwasserkarte inkl. Daten Grundwassermessstationen E111 und E113, Grundwassernutzung, Kataster der belasteten Standorte, Naturgefahrenkarte und Versickerungskarte, [www.geo.apps.be.ch/de](http://www.geo.apps.be.ch/de), April 2019.
- [3] Diverse Bohrprofile aus Archiv der GEOTEST AG und dem Geoportal des Kantons Bern (Geologische Grundlagendaten).
- [4] GEOTEST AG: Bericht Nr. 09034.3, Biel, Parzellen Nrn. 3321, 3322 und 3324, ROLEX SA, Höhweg 74-82, (Standort-Nr. 03710017), Altlasten-Voruntersuchung (Technische Untersuchung), 07.09.2010.
- [5] Konzessionierte Grundwasserfassungen in Umgebung der Projektparzellen, zugestellt per E-Mail vom AWA, 25.04.2019.
- [6] Stellungnahme AWA zur Römerquelle in E-Mail vom 24.04.2019.
- [7] Kellerhals & Häfeli AG, Römerquelle, Biel, P/Q-Beziehung, Beilage 1, 28.02.2005.

- [8] <https://www.bgbiel-bienne.ch/assets/Uploads/Downloads/Merlinquelle.pdf>
- [9] Grundlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung des Kantons Bern, Hydrogeologie Seeland, Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA), 1976.
- [10] Wärmenutzung aus Boden und Untergrund: Vollzugshilfe für Behörden und Fachleute im Bereich Erdwärmenutzung, Bundesamt für Umwelt, 2009.
- [11] Richtlinie Wärmepumpenanlagen, AWA, 2014.
- [12] Grundwasserwärmenutzung. SIA 384/7, 2015.

## 2. Ergebnisse

### 2.1 Geologische Verhältnisse, Schichtaufbau

Die Projektparzellen liegen im Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub>, Erdwärmesonden sind verboten [2]. In der näheren Umgebung wurden noch keine Grundwasser-Wärmenutzungen (GWWN) realisiert.

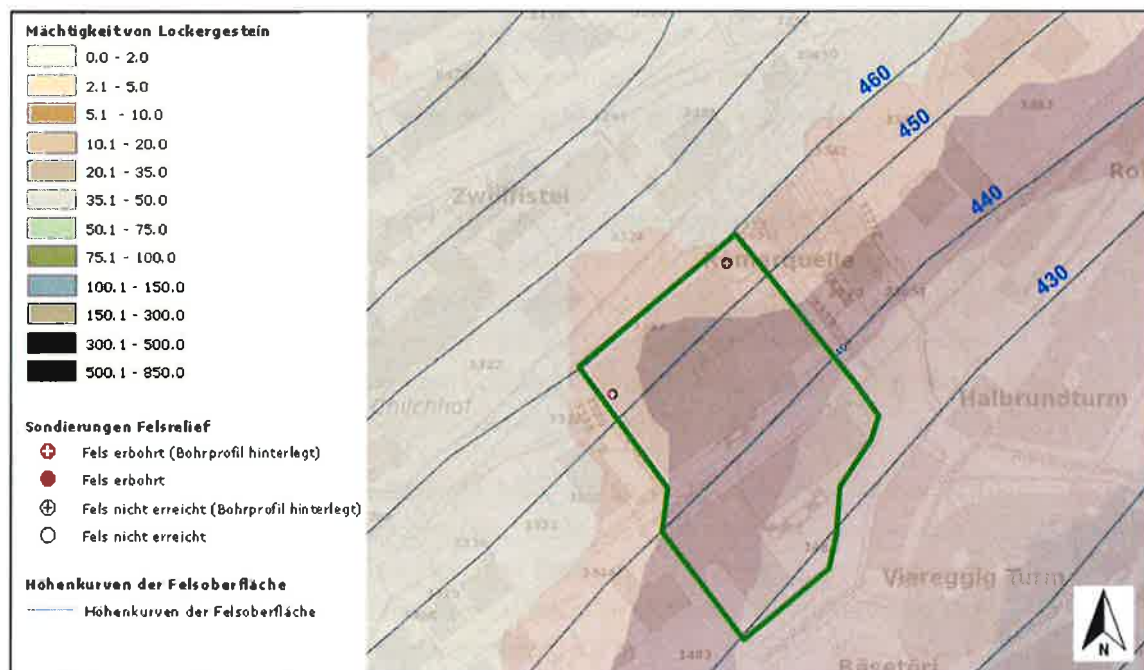


Abbildung 1: Ausschnitt aus der Felsreliefkarte [2] im Bereich der Untersuchungsparzelle (grüne Markierung) inklusive Legende. Nicht massstäblich.

Die Projektparzellen liegen am Jurasüdfuss in Hanglage. Die Felsoberfläche, bestehend aus Malmkalken der Twannbach-Formation [1], fällt im Bereich der Pro-

jektparzellen steil nach Südosten ab [2]. Der ungefähre Verlauf der Felsoberfläche kann der Felsreliefkarte in Abbildung 1 entnommen werden. Die Terrainoberfläche ist ebenfalls in südöstlicher Richtung geneigt, allerdings weniger steil. Daher nimmt die Lockergesteinsbedeckung im Projektgebiet von Nordwesten (Fels terrainnah) nach Südosten (Felstiefe ca. 15 m) deutlich zu. Dieser Sachverhalt wird durch die Befunde in den beiden Kernbohrungen RB1 + 2 (WAWIS-Nr. 585.221/046 + /047) bestätigt, bei welchen der Malmkalk bereits in Tiefen von 0.5 m und 2.1 m erreicht worden ist.

Die Lockergesteinsbedeckung bestehen gemäss [1] und [3] bergseitig aus kiesig-sandigem Gehängeschutt und Kalktuff (Kalksinter), welcher durch Quellwasseraustritte am Jurahangfuss entstanden ist. Die Durchlässigkeit dieser Lockergesteine ist gemäss [9] gering. Talseitig treten unter diesen Schichten vermutlich Flussablagerungen (Schotter) der Schüss und/oder Verlandungssedimente auf.

## 2.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Malmkalke stellen einen **Karst-Grundwasserleiter** dar (Gewässerschutzbereich Au). Das Wasser zirkuliert entlang von Schichtfugen, Spalten und Hohlräumen. Auf der benachbarten Parzelle Nr. 3340 befindet sich die Römerquelle, welche durch austretendes Karstwasser gespeist wird. Weitere Angaben zu dieser Quelle finden sich im Kapitel 2.2.3.

Gemäss [2] befinden sich die Projektparzellen im Übergangsbereich zum **Lockergesteins-Grundwasserleiter** in den Schüss-Schottern. Der regionale Grundwasserspiegel liegt in der Nähe der Projektparzellen auf ca. 432 m ü. M. Gemäss Felsreliefkarte (vgl. Abbildung 1) taucht die Felsoberfläche gegen den südöstlichen Bereich der Parzelle 1484 steil unter die Lockergesteine ab, wodurch in diesem Bereich mit der grössten Schottermächtigkeit zu rechnen ist.

Der **südöstliche Bereich von Parzelle 1484** könnte sich bereits im **Randbereich des Bieler Grundwasserleiters** befinden. Sollte die Felsoberfläche wie gemäss [2] auf ca. 428 m ü. M. liegen, sind ab einer Tiefe von ca. 10 m u. T. grundwasserführende Lockergesteinsschichten zu erwarten. **Die Mächtigkeit von allfällig vorhandenem Grundwasser beträgt vermutlich <5 m.**

Das Grundwasser fliesst in den Schüss-Schottern nach Südwesten. Die Durchlässigkeit im Randbereich des Grundwasserleiters wird gemäss [9] als *mittel* eingestuft ( $k_f = 2 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-3}$  m/s).

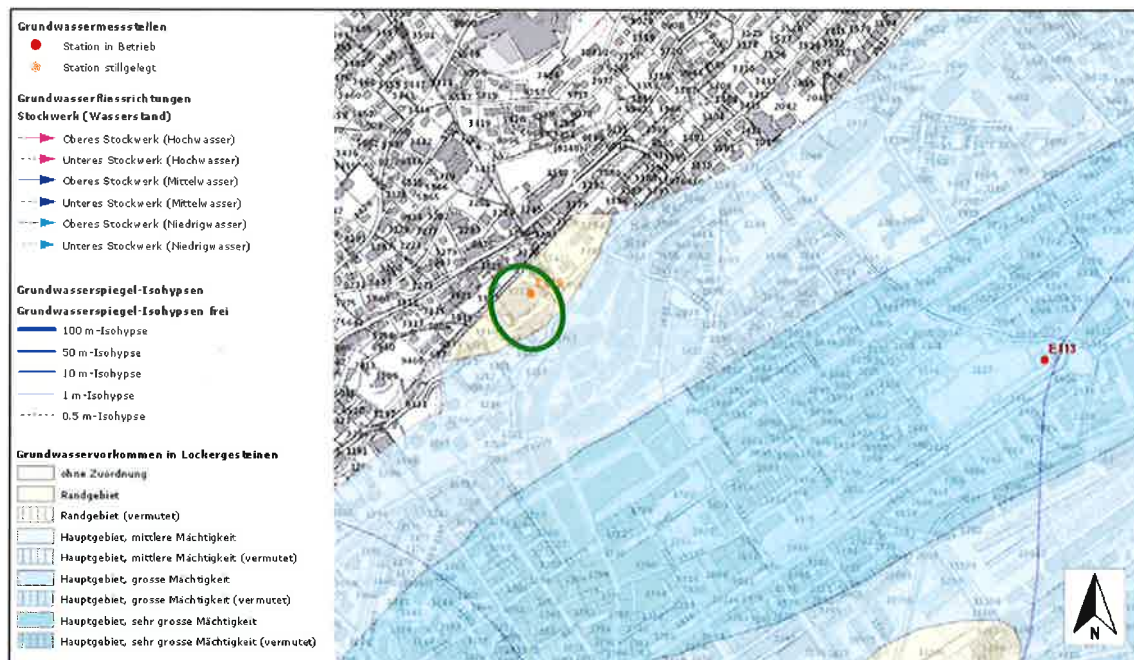


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Grundwasserkarte [2] im Bereich der Untersuchungsparzelle (grüne Ellipse) inklusive Legende. Nicht massstäblich.

## 2.2.1 Grundwasserqualität

Die Wasserbeschaffenheit des **Karst-Grundwassers** ist voraussichtlich – mit Ausnahme der variierenden Wassertemperaturen und kurzfristig auftretenden Trübungen – für eine Wärmenutzung voraussichtlich geeignet. Allfällig vorhandene, chemische Analysen müssten in dieser Hinsicht genauer geprüft werden.

Im näheren Umkreis des Projektgebiets liegen uns keine physikalisch-chemischen Daten über die Beschaffenheit des **Lockergesteins-Grundwasser** vor. Ungefähr 800 m östlich des Projektgebiets befindet sich im Bieler Grundwasserleiter die kantonale Grundwassermessstelle E113 (Biel, Stadtpark). Gemäss dieser Messstation schwankt die Grundwassertemperatur ziemlich stark zwischen 6 – 15 °C.

Auf der Grundwassernutzungskarte ist das Gebiet so kartiert, dass beim AWA eine Voranfrage nötig ist. Gemäss Auskunft von Herrn Rolli (AWA) vom 24.04.2019 weist der Bieler Lockergesteins-Grundwasserleiter wegen vielen belasteten Standorten teilweise erhöhte Schadstoffkonzentrationen auf. Sollte Grundwasser aus dem Bieler Grundwasserleiter erschlossen werden, ist anlässlich des Pumpversuchs eine Wasserprobe zu entnehmen und auf die potenziellen Schadstoffe zu analysieren.



## 2.2.2 Bestehende Nutzungen

In einem Umkreis von 200 m zu den Projektparzellen befinden sich keine konzessionierten Grundwassernutzungen (vgl. Abbildung 3). Die nächstgelegenen Nutzungen werden ausserdem für Kühlzwecke betrieben und sind somit für eine potentielle thermische Beeinflussung unproblematisch. Die nächstgelegene Nutzung zu Heizzwecken befindet sich mehr als 400 m entfernt.

Eine **gegenseitige Beeinflussung** von/durch andere konzessionierte Wärmenutzungen ist somit eher **nicht zu erwarten**.

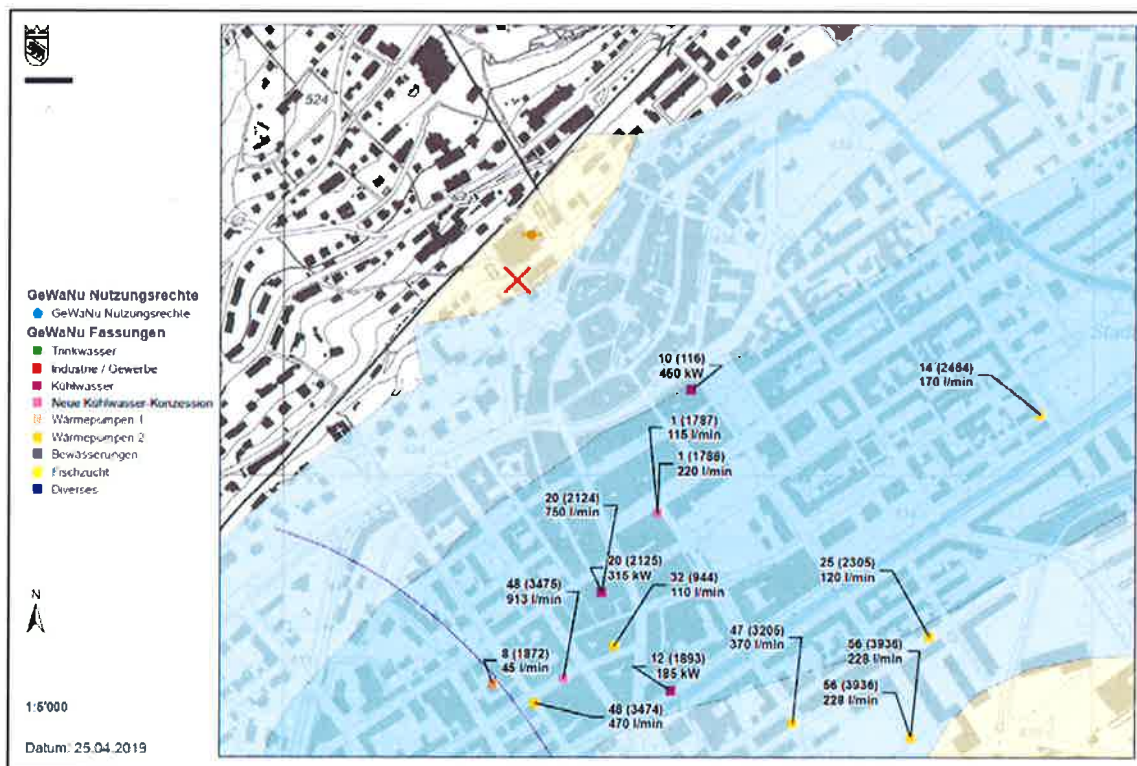


Abbildung 3: Bestehende Grundwassernutzungen [5] in einem Umkreis von rund 500 m vom Projektgebiet (rotes Kreuz). Nicht massstäblich.

## 2.2.3 Römerquelle

Auf der benachbarten Parzelle Nr. 3340 befindet sich die *Römerquelle*. Die Quelle, welche durch Karstwasser gespeist wird, wurde früher für die Trinkwasserversorgung der Stadt Biel verwendet [8]. Die Quelle befindet sich immer noch im Besitz der Stadt Biel. Gemäss telefonischer Auskunft von Herrn Peter Kradolfer (Stadt

Biel) wird ein kleinerer Teil der Schüttungsmenge von verschiedenen privaten Nutzern verwendet. **Der grössere Teil fliesst ungenutzt ab.**

Die uns vorliegenden Angaben zur Schüttungsmenge sind sehr unterschiedlich. Gemäss [8] variiert die **Schüttung zwischen 500 und 6'000 l/min**. Es wurden allerdings auch schon Schüttungsmengen bis zu 30'000 l/min gemessen [7]. Auf jeden Fall ist mit starken (jahreszeitlichen und witterungsabhängigen) Schwankungen der Schüttungsmenge zu rechnen. Der Wasserpegel der Römerquelle wird als kantonale Messstelle kontinuierlich aufgezeichnet und kann beim Kanton erfragt werden. Auf Basis der berechneten Pegel/Schüttungsmenge-Beziehung (P/Q-Beziehung, vgl. [7]) kann daraus die Schüttungsmenge bestimmt werden.

Es liegen uns **keine Temperaturmessungen** zur Römerquelle vor. Auch bei der Temperatur erwarten wir grösseren Schwankungen als bei durchschnittlichen Lockergesteinsaquiferen.

### 3. Folgerungen und weiteres Vorgehen

Die Projektparzellen befinden sich am Fuss des gegen Südwesten abfallenden Jura-gebirges und im Nahbereich der Römerquelle. Im Malmkalk zirkuliert in grösseren Mengen Karstwasser, das unterirdisch ins Lockergestein fliesst und als Überlauf in der Römerquelle zu Tage tritt.

Eine Nutzung des im Malm zirkulierenden **Karst-Grundwassers** erachten wir als wenig erfolgversprechend, weil die unterirdischen Fliesswege nicht bekannt sind und das Risiko besteht, dass mittels einer Probebohrung keine ausreichend wasserführenden Zonen erschlossen werden können. Zudem besteht die Gefahr, dass durch die Grundwasserförderung der Karstwasserspiegel lokal abgesenkt wird, was zu einem Schüttungsrückgang in der Römerquelle führen könnte.

Die südöstliche Parzellengrenze befindet sich allenfalls in der Randzone des im Allgemeinen ergiebigen **Lockergesteins-Grundwasserleiters** der Schüss-Schotter. Aus dem grossräumigen Schichtaufbau und den vorhandenen Grundwasserdaten muss allerdings entnommen werden, dass der Grundwasserspiegel in Tiefen von 10 m unter Terrain liegt. Die Mächtigkeit der grundwassergesättigten Schotter beträgt möglicherweise weniger als 5 m, wodurch in einer Brunnenbohrung wahrscheinlich nur ein Teil der insgesamt benötigten Grundwassermenge gefördert werden könnte.

Falls eine Nutzung von Lockergesteins-Grundwasser weiter verfolgt wird, ist neben der Ausführung einer Brunnenbohrung mit Pumpversuchen ebenfalls eine Prüfung der chemischen Eigenschaften des Grundwassers inklusive Bestimmung des Gehaltes an flüchtigen organischen Verbindungen notwendig.

Eine alternative Nutzung besteht im **Wärmeentzug des Wassers aus der Römerquelle**. Es wäre denkbar, dass dieses Wasser nach dem Wärmeentzug weiterhin wie bisher durch Private genutzt werden kann. Offenbar bestehen unterschiedliche Angaben zur Schüttung der Quelle, welche auf Trockenphasen empfindlich reagiert. Zudem bestehen Unsicherheiten betreffend der Wassertemperaturen. Es ist denkbar, dass in extremen Trockenphasen nicht die gesamte Wärmeenergie mit der Quelle abgedeckt werden kann.

#### 4. Weiteres Vorgehen

Anhand der vorliegenden Abklärungen werden verschiedene Varianten zur Wärmegewinnung vorgeschlagen.

##### 4.1 Wärmenutzung aus Lockergesteins-Grundwasser

Falls diese Variante weiter verfolgt wird, erachten wir die folgenden Abklärungen als zweckmässig:

- Bohrbewilligung, Probebohrung an der SE-Ecke der Parzelle, Bohrtiefe ca. 15-20 m bzw. bis auf Felsoberfläche
- Beim Auftreten von mindestens 5 m grundwassergesättigtem Kies Einbau Filterrohr Durchmesser 6"; sonst Verfüllung der Bohrung und Abbruch der Arbeiten
- Kurzpumpversuch mit Prüfung der Grundwasserqualität (technische Wasserqualität, PUT)
- Ggf. Dauerpumpversuch
- Überwachung Römerquelle
- Auswertung, Konzept Grundwasser-Rückgabe
- Ggf. Planung grosskalibriger Fassungsbrunnen

Wir schätzen die Erfolgsaussichten zur Erschliessung von Grundwasser in der gewünschten Menge bei diesem Vorgehen auf weniger als 30 %. Es ist aber immerhin denkbar, dass ein Teil der benötigten Grundwassermenge erschlossen werden kann.



#### **4.2 Wärmenutzung Römerquelle**

Falls diese Variante weiter verfolgt wird, erachten wir die folgenden Abklärungen als zweckmässig:

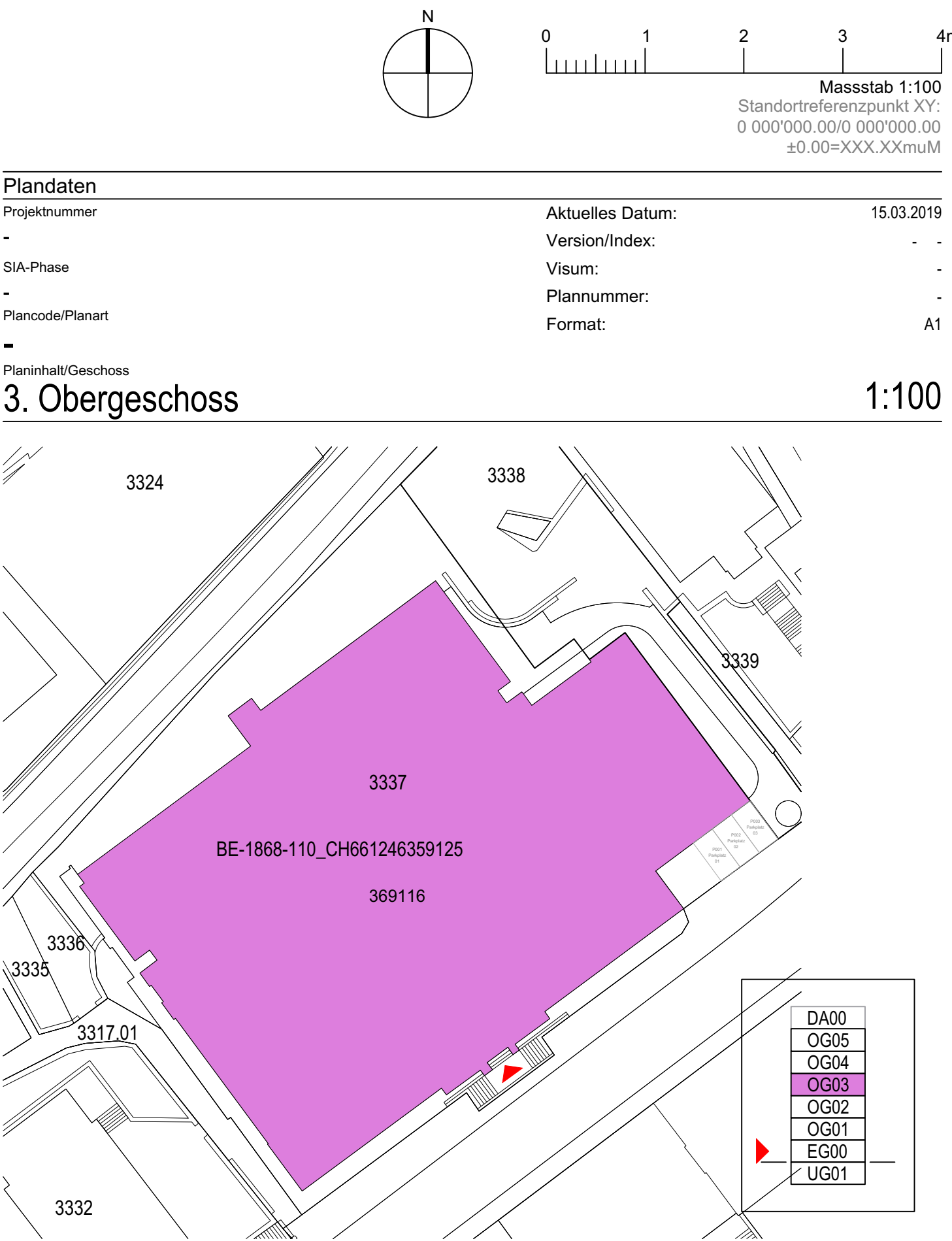
- Begehung, Aufnahme Quelle, Besprechung mit Behörden der Stadt Biel betreffend bisherigen Nutzung und allfälliger künftiger Wärmenutzung
- Ergänzende Datenbeschaffung (Schüttung, Temperatur, Wasserqualität)
- Ggf. weiterführende Messungen, Wasseranalysen, etc.
- Konzept Grundwasserentnahme und -rückgabe in enger Zusammenarbeit mit Energieplaner

## 10      **Anhang 3: Berechnungen**

- Planskizzen kritische Räume für den sommerlichen Wärmeschutz nach Minergie
- Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz
- Bedarfsberechnung Lüftung
- SIA 380/1 Quellgasse 21-Variante 2; Quellgasse 10/12-Variante 4
- Minergie Nachweis Quellgasse 21-Variante 2; Quellgasse 10/12-Variante 4

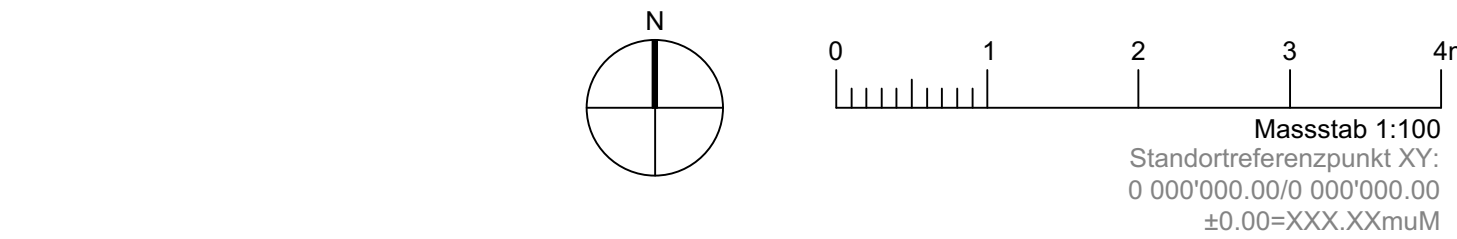


Auswahl von 2 Klassenräumen im 3. OG zur Betrachtung der Anforderung Wärmeschutz an den im Sommer gemäss SIA 180:2014

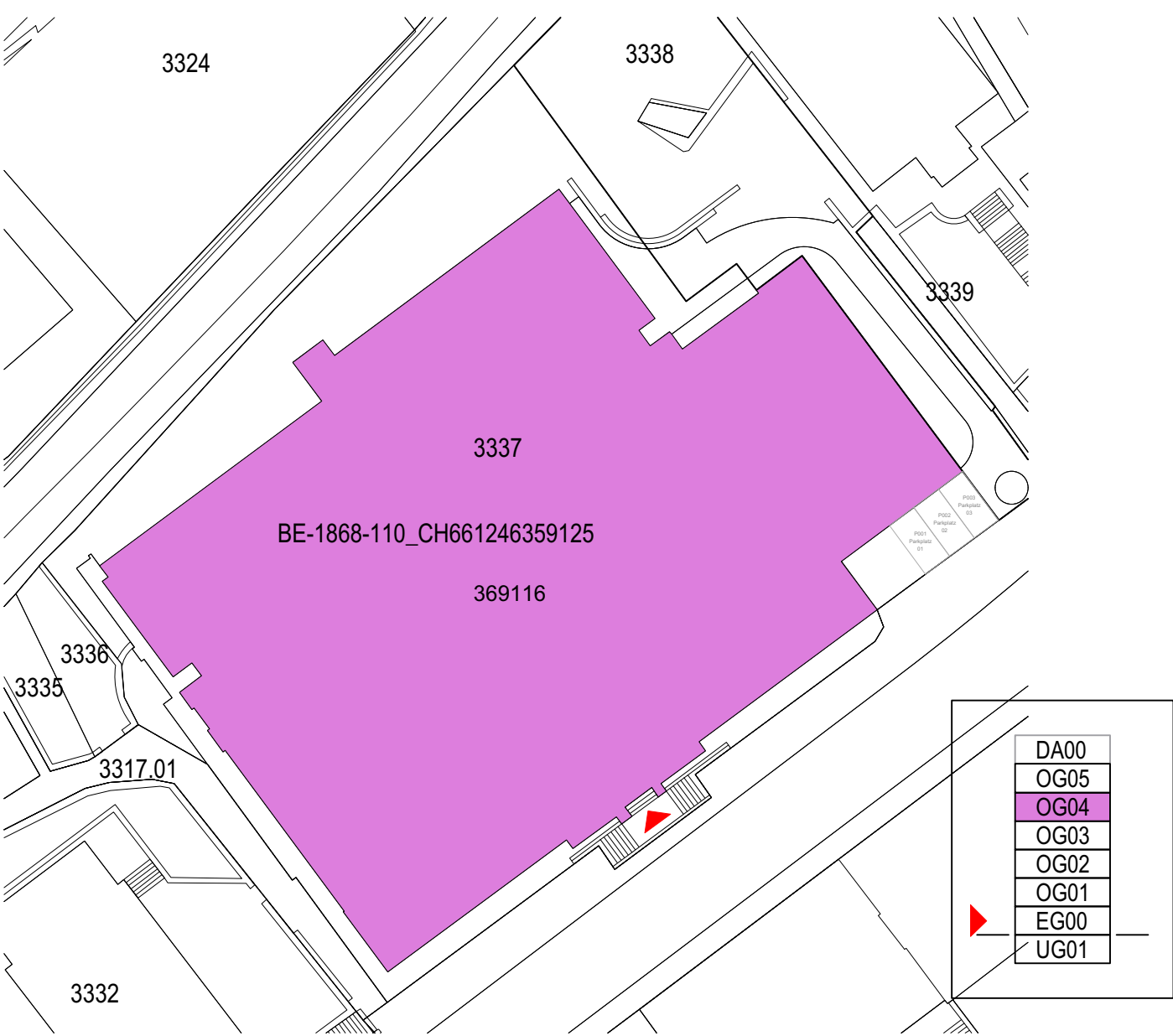


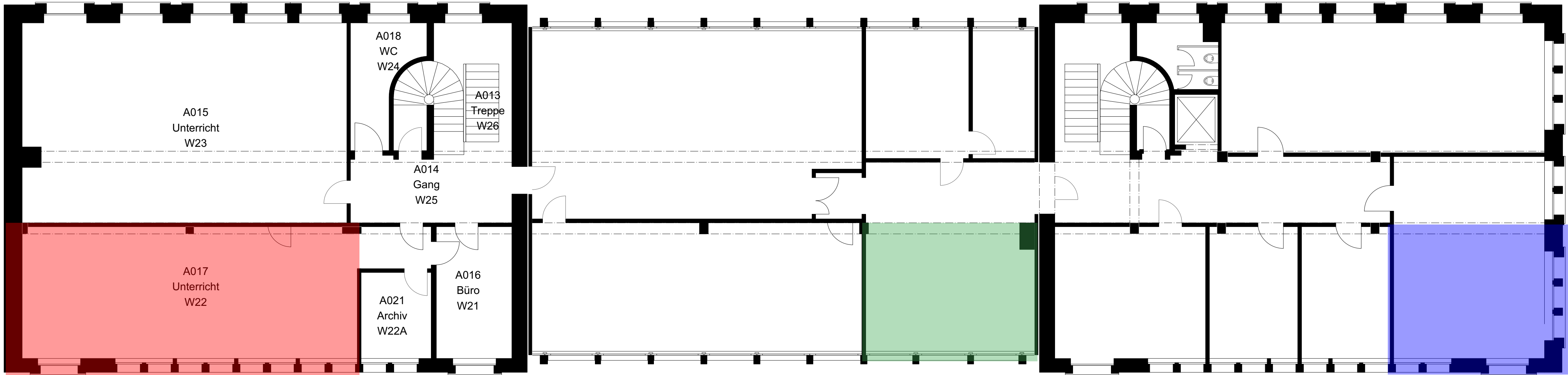


Auswahl von einem Klassenraum im 4. OG zur Betrachtung der Anforderung Wärmeschutz an den im Sommer gemäss SIA 180:2014



Plandaten		
Projektnummer	Aktuelles Datum:	15.03.2019
-	Version/Index:	-
SIA-Phase	Visum:	-
-	Plannummer:	-
Plancode/Planart	Format:	A1
-		
Planinhalt/Geschoss		
4. Obergeschoss		1:100

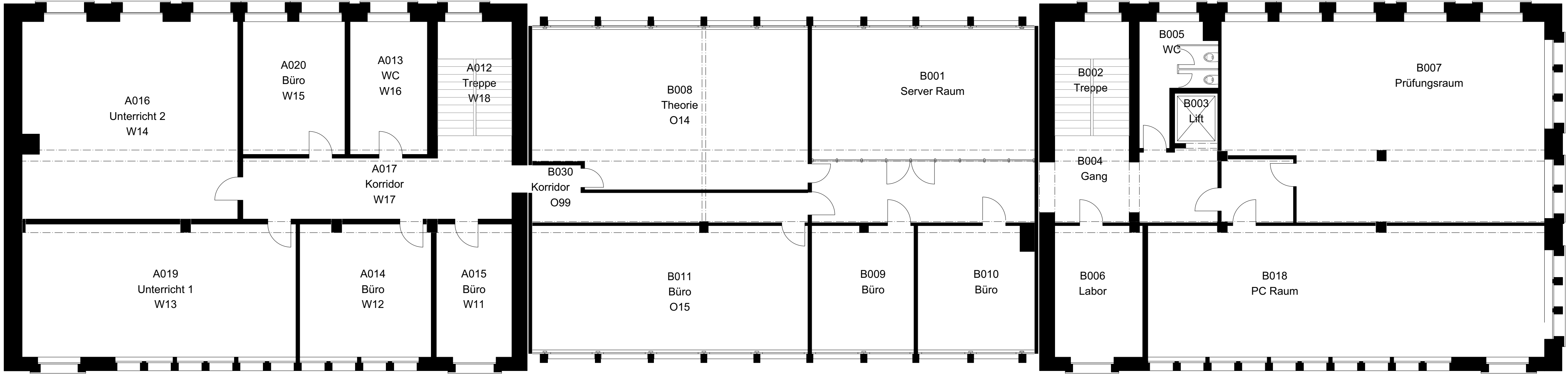




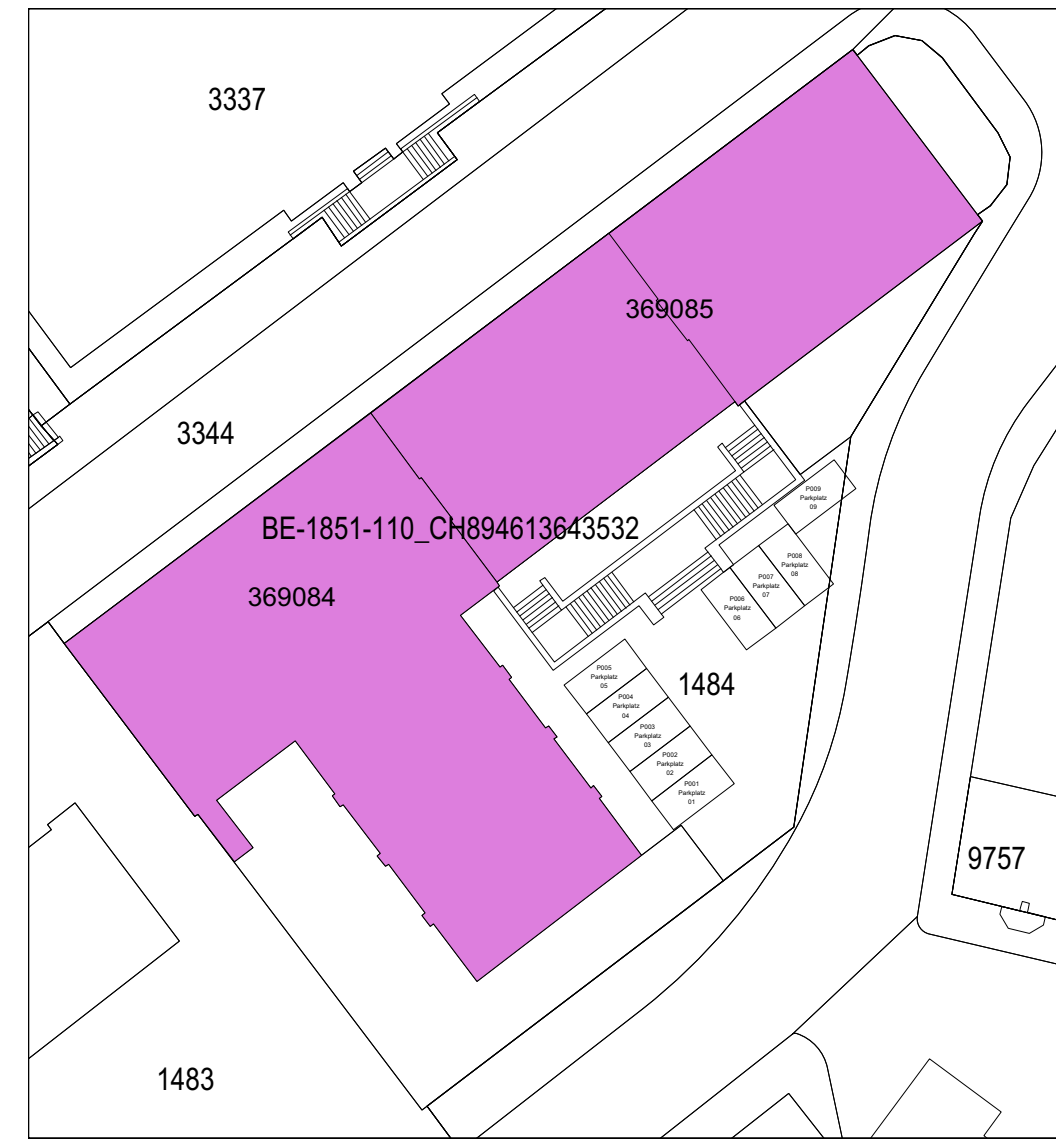
2. Obergeschoss

Auswahl von 3 Klassenräumen im 2. OG zur Betrachtung der Anforderung Wärmeschutz an den im Sommer gemäss SIA 180:2014

Plandaten		
Projektnummer	Aktuelles Datum:	02.04.2019
-	Version/Index:	-
SIA-Phase	Visum:	-
-	Plannummer:	-
Plancode/Planart	Format:	A1
Planinhalt/Geschoss		
1.+2.Obergeschoss		1:100



1. Obergeschoss





P7	Projektname:	Machbarkeit Minergie Quellgasse 21	Parz.-Nr.:	3337	MOP - Nr.:	
P8	Gebäudeadresse:	Quellgasse 21, 2502 Biel				

P11	<b>Gebäudedaten</b>	Klimastation:	Bern Liebefeld
P12		Lage des Projektes:	Grossflächige Stadtgebiete
P13		Lage in Föhngebiet:	Nein

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist eine Selbstdeklaration des Antragstellers. Die Zertifizierungsstelle kann im Rahmen der Zertifizierung oder bei Stichproben detaillierte Unterlagen verlangen.

Raumspezifische Eingaben erfolgen auf den Raumeingabeformularen

A\_NGF Nettogeschossfläche des relevanten Raumes oder Teile davon; maximal zulässige Raumtiefe 2.5 mal die lichte Raumhöhe

C\_R / A\_NGF Auf die Nettogeschossfläche des zu betrachtenden Raumes bezogene, wirksame Wärmespeicherkapazität

A\_G / A\_NGF Auf die Nettogeschossfläche des zu betrachtenden Raumes bezogene Glasflächenanteil = Glasflächenzahl z\_g

### Zusammenfassung der nachgewiesenen Räume

P39 P40	<b>Raum 1</b>		<b>A_NGF</b>	<b>C_R / A_NGF</b>	<b>A_G / A_NGF</b>
		1008/503	76.44	61	0.21
			<b>SE</b>	<b>SW</b>	<b>S</b>
		Glasflächenanteil an Gesamtglasfläche	40%	60%	0%
		Nutzung	Schulzimmer (SIA 2024:2015)		
		Sommerstrategie	mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass		
		Bauliche Grundanforderungen eingehalten	Ja		
		Anforderungen an den sommerlichen Komfort eingehalten	gut eingehalten		
	<b>Raum 2</b>		<b>A_NGF</b>	<b>C_R / A_NGF</b>	<b>A_G / A_NGF</b>
		1020/509	74.55	40	0.21
P54 P55			<b>NE</b>	<b>SE</b>	<b>S</b>
		Glasflächenanteil an Gesamtglasfläche	40%	60%	0%
		Nutzung	Schulzimmer (SIA 2024:2015)		
		Sommerstrategie	mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass		
		Bauliche Grundanforderungen eingehalten	Ja		
		Anforderungen an den sommerlichen Komfort eingehalten	eingehalten		
	<b>Raum 3</b>		<b>A_NGF</b>	<b>C_R / A_NGF</b>	<b>A_G / A_NGF</b>
		1007/604	73.25	36	0.14
			<b>SE</b>	<b>SW</b>	<b>S</b>
		Glasflächenanteil an Gesamtglasfläche	55%	45%	0%
P69 P70		Nutzung	Schulzimmer (SIA 2024:2015)		
		Sommerstrategie	mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass		
		Bauliche Grundanforderungen eingehalten	Ja		
		Anforderungen an den sommerlichen Komfort eingehalten	eingehalten		

Bemerkungen des Antragstellers / Projektbeteiligten

Machbarkeit Minergie Quellgasse 21  
Quellgasse 21, 2502 Biel

Klimastation: Bern Liebefeld  
Lage: Grossflächige Stadtgebiete

X11 Eingabe Raum oder Raumbezeichnung: **1008/503** relevante NGF Raum in m2: **76.44**

## Eingaben zur Wärmespeicherfähigkeit der betrachteten Raumfläche und daran angrenzende Bauteile

Option 1) Eingabe der Wärmespeicherfähigkeit aus einer externen Berechnung (z.B. Tool Wärmespeicherfähigkeit [www.energytools.ch](http://www.energytools.ch))

X16 C\_R / A\_NGF in Wh/m2K

Option 2) Bauteilauswahl, hierfür bitte Inhalt aus Feld X16 löschen

		Fläche in m2	Fläche in m2
X18 Auswahl Boden	Platten/Keramik auf Unterlagsboden	76.4	
X19 Auswahl Decke	Massivdecke 24cm	76.4	
X20 Auswahl Innenwand	GK-Leichtbauwand 2-fach beplankt	51.8	Mauerwerk 15cm verputzt 10.0
X21 Auswahl Aussenwand opak	Mauerwerk 20cm verputzt	42.7	
X23 wirksame, auf die Nettogeschossfläche des Raumes bezogene Wärmespeicherkapazität:	C_R / A_NGF in Wh/m2K	<b>61</b>	

## Eingabe Fenster und bauliche Verschattung

Eingabe bis zu 3 unterschiedlicher Fenstertypen oder ersatzweise bis zu 2 geneigte Dachflächen. Bauliche Verschattung nach EN 13790 nur für Fassaden

	Fenstertyp 1 bez.:	Fenster SE	Fenstertyp 2 bez.:	Fenster SW	Fenstertyp 3 bez.:	
X29 Ausrichtung	°	SE	SW	S	0	
X30 Neigung / Neigungswinkel			0		0	
X31 Fensteranzahl	Anz.	2	3	Glasfläche	0	Glasfläche
X32 Fensterbreite	m	1.60	1.60		0.00	
X33 Fensterlänge/-höhe	m	2.80	2.80	9.41 m2	0.00	0.00 m2
X34 Rahmenanteil		0.30	0.30		0.00	
X36 Glasflächenzahl A_G / A_NGF						<b>0.21</b>
X38 Abstand Überhang ab Fenstermitte	m	2.20	2.20	24°	0.00	
X39 Länge Überhang	m	1.00	1.00	24°	0.00	0°
X40 Abst.Seitenblende rechts ab F.Mitte	m	13.00	0.00	0°	0.00	0°
X41 Länge Seitenblende rechts	m	1.00	0.00	0°	0.00	0°
X42 Abst.Seitenblende links ab F.Mitte	m	0.00	0.00	0°	0.00	0°
X43 Länge Seitenblende links	m	0.00	0.00	0°	0.00	0°
X44 Horizontwinkel	°	20°	20°		0°	
X45 Reflexion v. Fassade gegenüber		Nein	Nein		Nein	
X47 g-Wert Verglasung		0.55	0.55		0.00	

X51 erlaubter g-total (Verglasung + Sonnenschutz) gemittelt über alle eingeben Fenster **0.29**

## Eingabe g-total effektiv

X56 Übernahme aus X51 oder eigener Wert Fenstertyp 1 **0.08** Fenstertyp 2 **0.08** Fenstertyp 3

## Windfestigkeit der Sonnenschutzeinrichtung

X60 Einbauhöhe (min. 2.5 m): m **3** Wird ein Minergie Modul Sonnenschutz verwendet? **Ja**

X62 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. III-XI: **3**

X64 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. I & II: **3**

X66 Mindestens die empfohlene Windwiderstandsklasse wird umgesetzt. **Ja**

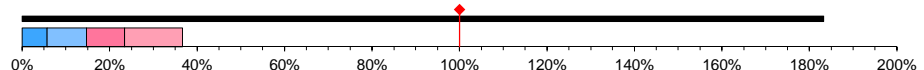
X67 Ein externer Nachweis mit niedrigerer Windwiderstandsklasse und/oder Sonnenschutzautomatisierung wird geführt. **Ja**

X68 Deklaration des geplanten Sonnenschutzes **Lamellenstoren**

## Bauliche Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

Der maximal zulässige externe Wärmeeintrag liegt bei 100 %

Blau: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung < 200 W/m2  
Rot: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung > 200 W/m2  
Schwarz: Pufferbeitrag der Wärmespeicherkapazität: > 100% = Reserve, < 100% = Defizit



Wärmegewinnbeiträge über Fenster  
Qs < 200 W/m2  
Qs > 200 W/m2 (Sonnenschutz aktiv)

Fenstertyp 1 bez.:   
Fenstertyp 2 bez.:

X90 gemäss Deklaration sind die baulichen Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz eingehalten: **Ja**

## Abfrage zum sommerlichen Komfort

X94 Auswahl Nutzungskategorie: **Schulzimmer (SIA 2024:2015)** oder Eingabe int. Last in Wh/m2d:

X96 Auswahl Sommerstrategie: **mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass** 8.3 m3/hm2 oder [m3/hm2]

X98 Die Anforderungen an den sommerlichen Komfort nach Minergie sind mit ca. ≤ 70 h Übertemperaturstunden **gut eingehalten**

X102 Automatisierung des Sonnenschutzes gemäss SIA 382/1, Abschn. 2.1 & 4.5.3.1 **erforderlich**



Machbarkeit Minergie Quellgasse 21  
Quellgasse 21, 2502 Biel

Klimastation: Bern Liebefeld  
Lage: Grossflächige Stadtgebiete

X11 Eingabe Raum oder Raumbezeichnung: **1020/509** relevante NGF Raum in m<sup>2</sup>: **74.55**

## Eingaben zur Wärmespeicherfähigkeit der betrachteten Raumfläche und daran angrenzende Bauteile

Option 1) Eingabe der Wärmespeicherfähigkeit aus einer externen Berechnung (z.B. Tool Wärmespeicherfähigkeit [www.energytools.ch](http://www.energytools.ch))

X16 C<sub>R</sub> / A<sub>NGF</sub> in Wh/m<sup>2</sup>K

Option 2) Bauteilauswahl, hierfür bitte Inhalt aus Feld X16 löschen

		Fläche in m <sup>2</sup>	Fläche in m <sup>2</sup>
X18 Auswahl Boden	Platten/Keramik auf Unterlagsboden	74.6	
X19 Auswahl Decke	Akustikmassnahmen auf Massivdecke	74.6	
X20 Auswahl Innenwand	GK-Leichtbauwand 2-fach beplankt	51.8	Beton 20cm verputzt 13.0
X21 Auswahl Aussenwand opak	Mauerwerk 20cm verputzt	42.7	
X23 wirksame, auf die Nettogeschossfläche des Raumes bezogene Wärmespeicherkapazität:	C <sub>R</sub> / A <sub>NGF</sub> in Wh/m <sup>2</sup> K	40	

## Eingabe Fenster und bauliche Verschattung

Eingabe bis zu 3 unterschiedlicher Fenstertypen oder ersatzweise bis zu 2 geneigte Dachflächen. Bauliche Verschattung nach EN 13790 nur für Fassaden

	Fenstertyp 1 bez.:	Fenster NE	Fenstertyp 2 bez.:	Fenster SE	Fenstertyp 3 bez.:	
X29 Ausrichtung	°	NE	SE	S		
X30 Neigung / Neigungswinkel						
X31 Fensteranzahl	Anz.	2	3			Glasfläche
X32 Fensterbreite	m	1.60	1.60		0.00	
X33 Fensterlänge/-höhe	m	2.80	2.80		0.00	0.00 m <sup>2</sup>
X34 Rahmenanteil		0.30	0.30		0.00	
X36 Glasflächenzahl A <sub>G</sub> / A <sub>NGF</sub>						0.21
X38 Abstand Überhang ab Fenstermitte	m	2.20	2.20		0.00	
X39 Länge Überhang	m	1.00	1.00		0.10	0°
X40 Abst.Seitenblende rechts ab F.Mitte	m	0.00	0.00		0.00	0°
X41 Länge Seitenblende rechts	m	0.00	0.00		0.10	0°
X42 Abst.Seitenblende links ab F.Mitte	m	0.00	12.00		0.00	0°
X43 Länge Seitenblende links	m	0.00	1.00		0.10	
X44 Horizontwinkel	°	20°	20°		10°	
X45 Reflexion v. Fassade gegenüber		Nein	Nein		Nein	
X47 g-Wert Verglasung		0.55	0.55		0.00	

X51 erlaubter g-total (Verglasung + Sonnenschutz) gemittelt über alle eingeben Fenster **0.25**

## Eingabe g-total effektiv

	Fenstertyp 1	Fenstertyp 2	Fenstertyp 3
X56 Übernahme aus X51 oder eigener Wert	0.08	0.08	0.00

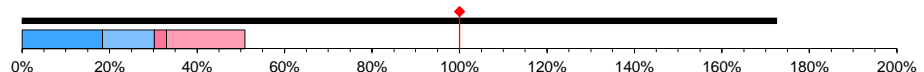
## Windfestigkeit der Sonnenschutzeinrichtung

X60 Einbauhöhe (min. 2.5 m):	m	3	Wird ein Minergie Modul Sonnenschutz verwendet?	Ja
X62 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. III-XI:				3
X64 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. I & II:				3
X66 Mindestens die empfohlene Windwiderstandsklasse wird umgesetzt.				
X67 Ein externer Nachweis mit niedrigerer Windwiderstandsklasse und/oder Sonnenschutzautomatisierung wird geführt.				
X69 Deklaration des geplanten Sonnenschutzes				Lamellenstoren

## Bauliche Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

Der maximal zulässige externe Wärmeeintrag liegt bei 100 %

Blau: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung < 200 W/m<sup>2</sup>  
Rot: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung > 200 W/m<sup>2</sup>  
Schwarz: Pufferbeitrag der Wärmespeicherkapazität: > 100% = Reserve, < 100% = Defizit



Wärmegewinnbeiträge über Fenster  
Q<sub>s</sub> < 200 W/m<sup>2</sup>  
Q<sub>s</sub> > 200 W/m<sup>2</sup> (Sonnenschutz aktiv)



X90 gemäss Deklaration sind die baulichen Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz eingehalten: **Ja**

## Abfrage zum sommerlichen Komfort

X94 Auswahl Nutzungskategorie:	Schulzimmer (SIA 2024:2015)	oder Eingabe int. Last in Wh/m <sup>2</sup> d:	
X96 Auswahl Sommerstrategie	mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass	8.3 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	oder [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] <b></b>
X98 Die Anforderungen an den sommerlichen Komfort nach Minergie sind	mit ca. ≤ 100 h Übertemperaturstunden	<b>eingehalten</b>	

X102 Automatisierung des Sonnenschutzes gemäss SIA 382/1, Abschn. 2.1 & 4.5.3.1 **erforderlich**

Machbarkeit Minergie Quellgasse 21  
Quellgasse 21, 2502 Biel

Klimastation: Bern Liebefeld  
Lage: Grossflächige Stadtgebiete

X11 Eingabe Raum oder Raumbezeichnung: **1007/604** relevante NGF Raum in m<sup>2</sup>: **73.25**

## Eingaben zur Wärmespeicherfähigkeit der betrachteten Raumfläche und daran angrenzende Bauteile

Option 1) Eingabe der Wärmespeicherfähigkeit aus einer externen Berechnung (z.B. Tool Wärmespeicherfähigkeit [www.energytools.ch](http://www.energytools.ch))

X16 C<sub>R</sub> / A<sub>NGF</sub> in Wh/m<sup>2</sup>K

Option 2) Bauteilauswahl, hierfür bitte Inhalt aus Feld X16 löschen

		Fläche in m <sup>2</sup>	Fläche in m <sup>2</sup>
X18 Auswahl Boden	Platten/Keramik auf Unterlagsboden	73.3	
X19 Auswahl Decke	Vollholzdecke 15cm	73.3	
X20 Auswahl Innenwand	GK-Leichtbauwand 2-fach beplankt	44.7	
X21 Auswahl Aussenwand opak	Holzständerwand	26.7	
X23 wirksame, auf die Nettogeschossfläche des Raumes bezogene Wärmespeicherkapazität:	C <sub>R</sub> / A <sub>NGF</sub> in Wh/m <sup>2</sup> K	<b>36</b>	

## Eingabe Fenster und bauliche Verschattung

Eingabe bis zu 3 unterschiedlicher Fenstertypen oder ersatzweise bis zu 2 geneigte Dachflächen. Bauliche Verschattung nach EN 13790 nur für Fassaden

	Fenstertyp 1 bez.:	Fenster SE	Fenstertyp 2 bez.:	Fenster SW	Fenstertyp 3 bez.:	
X29 Ausrichtung	°	SE	SW	S		
X30 Neigung / Neigungswinkel						
X31 Fensteranzahl	Anz.	<b>6</b>	Glasfläche	<b>5</b>	Glasfläche	
X32 Fensterbreite	m	<b>1.50</b>		<b>1.50</b>	<b>0.00</b>	
X33 Fensterlänge/-höhe	m	<b>0.90</b>		<b>0.90</b>	<b>0.00</b>	
X34 Rahmenanteil		<b>0.30</b>		<b>0.30</b>	<b>0.00</b>	
X36 Glasflächenzahl A <sub>G</sub> / A <sub>NGF</sub>						<b>0.14</b>
X38 Abstand Überhang ab Fenstermitte	m	<b>0.70</b>	<b>0.70</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
X39 Länge Überhang	m	<b>0.70</b>	<b>0.70</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
X40 Abst.Seitenblende rechts ab F.Mitte	m	<b>12.35</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
X41 Länge Seitenblende rechts	m	<b>1.25</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
X42 Abst.Seitenblende links ab F.Mitte	m	<b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
X43 Länge Seitenblende links	m	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
X44 Horizontwinkel	°	<b>20°</b>	<b>20°</b>	<b>10°</b>		
X45 Reflexion v. Fassade gegenüber		<b>Nein</b>	<b>Nein</b>	<b>Nein</b>		
X47 g-Wert Verglasung		<b>0.55</b>	<b>0.55</b>	<b>0.00</b>		

X51 erlaubter g-total (Verglasung + Sonnenschutz) gemittelt über alle eingeben Fenster **0.42**

## Eingabe g-total effektiv

	Fenstertyp 1	Fenstertyp 2	Fenstertyp 3
X56 Übernahme aus X51 oder eigener Wert	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	

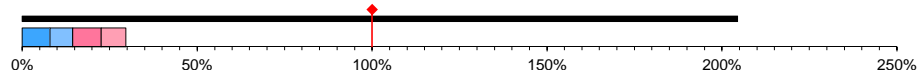
## Windfestigkeit der Sonnenschutzeinrichtung

X60 Einbauhöhe (min. 2.5 m):	m	<b>2.5</b>	Wird ein Minergie Modul Sonnenschutz verwendet?	<b>Ja</b>
X62 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. III-XI:				<b>3</b>
X64 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. I & II:				<b>3</b>
X66 Mindestens die empfohlene Windwiderstandsklasse wird umgesetzt.				
X67 Ein externer Nachweis mit niedrigerer Windwiderstandsklasse und/oder Sonnenschutzautomatisierung wird geführt.				
X69 Deklaration des geplanten Sonnenschutzes				<b>Lamellenstoren</b>

## Bauliche Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

Der maximal zulässige externe Wärmeeintrag liegt bei 100 %

Blau: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung < 200 W/m<sup>2</sup>  
Rot: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung > 200 W/m<sup>2</sup>  
Schwarz: Pufferbeitrag der Wärmespeicherkapazität: > 100% = Reserve, < 100% = Defizit



Wärmegewinnbeiträge über Fenster  
Q<sub>s</sub> < 200 W/m<sup>2</sup>  
Q<sub>s</sub> > 200 W/m<sup>2</sup> (Sonnenschutz aktiv)



X90 gemäss Deklaration sind die baulichen Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz eingehalten: **Ja**

## Abfrage zum sommerlichen Komfort

X94 Auswahl Nutzungskategorie:	<b>Schulzimmer (SIA 2024:2015)</b>	oder Eingabe int. Last in Wh/m <sup>2</sup> d:	
X96 Auswahl Sommerstrategie	<b>mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass</b>	8.3 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	oder [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]
X98 Die Anforderungen an den sommerlichen Komfort nach Minergie sind	mit ca. ≤ 100 h Übertemperaturstunden		<b>eingehalten</b>

X102 Automatisierung des Sonnenschutzes gemäss SIA 382/1, Abschn. 2.1 & 4.5.3.1 **erforderlich**

P7	Projektname:	Machbarkeit Minergie Quellgasse 10, 12	Parz.-Nr.:	1484	MOP - Nr.:	
P8	Gebäudeadresse:	Quellgasse 10, 12, 2502 Biel				

P11	<b>Gebäudedaten</b>	Klimastation:	Bern Liebefeld
P12		Lage des Projektes:	Grossflächige Stadtgebiete
P13		Lage in Föhngebiet:	Nein

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist eine Selbstdeklaration des Antragstellers. Die Zertifizierungsstelle kann im Rahmen der Zertifizierung oder bei Stichproben detaillierte Unterlagen verlangen.

Raumspezifische Eingaben erfolgen auf den Raumeingabeformularen

A\_NGF Nettogeschossfläche des relevanten Raumes oder Teile davon; maximal zulässige Raumtiefe 2.5 mal die lichte Raumhöhe

C\_R / A\_NGF Auf die Nettogeschossfläche des zu betrachtenden Raumes bezogene, wirksame Wärmespeicherkapazität

A\_G / A\_NGF Auf die Nettogeschossfläche des zu betrachtenden Raumes bezogene Glasflächenanteil = Glasflächenzahl z\_g

### Zusammenfassung der nachgewiesenen Räume

P39 P40	<b>Raum 1</b>		<b>A_NGF</b>	<b>C_R / A_NGF</b>	<b>A_G / A_NGF</b>
	A017/W22		72.56	56	0.19
			<b>SE</b>	<b>SE</b>	<b>S</b>
	Glasflächenanteil an Gesamtglasfläche		16%	84%	0%
	Nutzung	Schulzimmer (SIA 2024:2015)			
	Sommerstrategie	mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass			
	Bauliche Grundanforderungen eingehalten		Ja		
	Anforderungen an den sommerlichen Komfort eingehalten		eingehalten		
	<b>Raum 2</b>		<b>A_NGF</b>	<b>C_R / A_NGF</b>	<b>A_G / A_NGF</b>
	Mitte		33	33	0.19
P54 P55			<b>SE</b>	<b>SE</b>	<b>S</b>
	Glasflächenanteil an Gesamtglasfläche		100%	0%	0%
	Nutzung	Schulzimmer (SIA 2024:2015)			
	Sommerstrategie	mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass			
	Bauliche Grundanforderungen eingehalten		Ja		
	Anforderungen an den sommerlichen Komfort eingehalten		eingehalten		
	<b>Raum 3</b>		<b>A_NGF</b>	<b>C_R / A_NGF</b>	<b>A_G / A_NGF</b>
	Rechts		30.68	63	0.31
			<b>NE</b>	<b>SE</b>	<b>SE</b>
	Glasflächenanteil an Gesamtglasfläche		46%	24%	31%
P69 P70	Nutzung	Schulzimmer (SIA 2024:2015)			
	Sommerstrategie	mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass			
	Bauliche Grundanforderungen eingehalten		Ja		
	Anforderungen an den sommerlichen Komfort eingehalten		eingehalten		

Bemerkungen des Antragstellers / Projektbeteiligten

Machbarkeit Minergie Quellgasse 10, 12  
Quellgasse 10, 12, 2502 Biel

Klimastation: Bern Liebefeld  
Lage: Grossflächige Stadtgebiete

X11 Eingabe Raum oder Raumbezeichnung: **A017/W22** relevante NGF Raum in m<sup>2</sup>: **72.56**

## Eingaben zur Wärmespeicherfähigkeit der betrachteten Raumfläche und daran angrenzende Bauteile

Option 1) Eingabe der Wärmespeicherfähigkeit aus einer externen Berechnung (z.B. Tool Wärmespeicherfähigkeit [www.energytools.ch](http://www.energytools.ch))

X16 C<sub>R</sub> / A<sub>NGF</sub> in Wh/m<sup>2</sup>K

Option 2) Bauteilauswahl, hierfür bitte Inhalt aus Feld X16 löschen

		Fläche in m <sup>2</sup>	Fläche in m <sup>2</sup>
X18 Auswahl Boden	Platten/Keramik auf Unterlagsboden	72.6	
X19 Auswahl Decke	Massivdecke 24cm	72.6	
X20 Auswahl Innenwand	GK-Leichtbauwand 2-fach beplankt	75.0	
X21 Auswahl Aussenwand opak	Innendämmung u. Vorsatzschale	20.7	
X23 wirksame, auf die Nettogeschossfläche des Raumes bezogene Wärmespeicherkapazität:	C <sub>R</sub> / A <sub>NGF</sub> in Wh/m <sup>2</sup> K	<b>56</b>	

## Eingabe Fenster und bauliche Verschattung

Eingabe bis zu 3 unterschiedlicher Fenstertypen oder ersatzweise bis zu 2 geneigte Dachflächen. Bauliche Verschattung nach EN 13790 nur für Fassaden

	Fenstertyp 1 bez.: <b>Fenster SE1</b>	Fenstertyp 2 bez.: <b>Fenster SE2</b>	Fenstertyp 3 bez.: <b></b>
X29 Ausrichtung	<b>SE</b>	<b>SE</b>	<b>S</b>
X30 Neigung / Neigungswinkel	<b>0°</b>	<b>0°</b>	<b>0°</b>
X31 Fensteranzahl	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
X32 Fensterbreite	<b>1.70</b>	<b>1.10</b>	<b>0.00</b>
X33 Fensterlänge/-höhe	<b>1.90</b>	<b>1.90</b>	<b>0.00</b>
X34 Rahmenanteil	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>	<b>0.00</b>
X36 Glasflächenzahl A <sub>G</sub> / A <sub>NGF</sub>			<b>0.19</b>
X38 Abstand Überhang ab Fenstermitte	<b>1.90</b>	<b>1.90</b>	<b>0.00</b>
X39 Länge Überhang	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>	<b>0.00</b>
X40 Abst.Seitenblende rechts ab F.Mitte	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
X41 Länge Seitenblende rechts	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
X42 Abst.Seitenblende links ab F.Mitte	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
X43 Länge Seitenblende links	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
X44 Horizontwinkel	<b>20°</b>	<b>20°</b>	<b>0°</b>
X45 Reflexion v. Fassade gegenüber	<b>Nein</b>	<b>Nein</b>	<b>Nein</b>
X47 g-Wert Verglasung	<b>0.55</b>	<b>0.55</b>	<b>0.00</b>

X51 erlaubter g-total (Verglasung + Sonnenschutz) gemittelt über alle eingegebenen Fenster **0.28**

## Eingabe g-total effektiv

	Fenstertyp 1	Fenstertyp 2	Fenstertyp 3
X56 Übernahme aus X51 oder eigener Wert	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	<b></b>

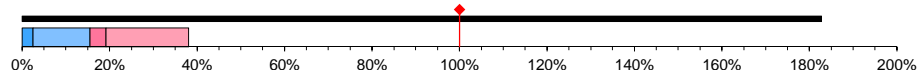
## Windfestigkeit der Sonnenschutzeinrichtung

X60 Einbauhöhe (min. 2.5 m):	<b>3</b>	Wird ein Minergie Modul Sonnenschutz verwendet?	<b>Ja</b>
X62 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. III-XI:			<b>3</b>
X64 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. I & II:			<b>3</b>
X66 Mindestens die empfohlene Windwiderstandsklasse wird umgesetzt.			<b>Ja</b>
X67 Ein externer Nachweis mit niedrigerer Windwiderstandsklasse und/oder Sonnenschutzautomatisierung wird geführt.			<b>Ja</b>
X69 Deklaration des geplanten Sonnenschutzes	<b>Lamellenstoren</b>		

## Bauliche Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

Der maximal zulässige externe Wärmeeintrag liegt bei 100 %

Blau: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung < 200 W/m<sup>2</sup>  
Rot: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung > 200 W/m<sup>2</sup>  
Schwarz: Pufferbeitrag der Wärmespeicherkapazität: > 100% = Reserve, < 100% = Defizit



Wärmegewinnbeiträge über Fenster  
Q<sub>s</sub> < 200 W/m<sup>2</sup>  
Q<sub>s</sub> > 200 W/m<sup>2</sup> (Sonnenschutz aktiv)

X90 gemäss Deklaration sind die baulichen Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz eingehalten: **Ja**

## Abfrage zum sommerlichen Komfort

X94 Auswahl Nutzungskategorie:	<b>Schulzimmer (SIA 2024:2015)</b>	oder Eingabe int. Last in Wh/m <sup>2</sup> d:	<b></b>
X96 Auswahl Sommerstrategie	<b>mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass</b>	8.3 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	oder [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]: <b></b>
X98 Die Anforderungen an den sommerlichen Komfort nach Minergie sind	mit ca. ≤ 100 h Übertemperaturstunden	<b>eingehalten</b>	

X102 Automatisierung des Sonnenschutzes gemäss SIA 382/1, Abschn. 2.1 & 4.5.3.1 **erforderlich**

Machbarkeit Minergie Quellgasse 10, 12  
Quellgasse 10, 12, 2502 Biel

Klimastation: Bern Liebefeld  
Lage: Grossflächige Stadtgebiete

X11 Eingabe Raum oder Raumbezeichnung: **Mitte** relevante NGF Raum in m<sup>2</sup>: **33.00**

## Eingaben zur Wärmespeicherfähigkeit der betrachteten Raumfläche und daran angrenzende Bauteile

Option 1) Eingabe der Wärmespeicherfähigkeit aus einer externen Berechnung (z.B. Tool Wärmespeicherfähigkeit [www.energytools.ch](http://www.energytools.ch))

X16 C<sub>R</sub> / A<sub>NGF</sub> in Wh/m<sup>2</sup>K

Option 2) Bauteilauswahl, hierfür bitte Inhalt aus Feld X16 löschen

		Fläche in m <sup>2</sup>	Fläche in m <sup>2</sup>
X18 Auswahl Boden	Platten/Keramik auf Unterlagsboden	33.0	
X19 Auswahl Decke	Akustikmassnahmen auf Massivdecke	33.0	
X20 Auswahl Innenwand	GK-Leichtbauwand 2-fach beplankt	31.0	
X21 Auswahl Aussenwand opak	Holzständerwand	11.3	
X23 wirksame, auf die Nettogeschossfläche des Raumes bezogene Wärmespeicherkapazität:	C <sub>R</sub> / A <sub>NGF</sub> in Wh/m <sup>2</sup> K	<b>33</b>	

## Eingabe Fenster und bauliche Verschattung

Eingabe bis zu 3 unterschiedlicher Fenstertypen oder ersatzweise bis zu 2 geneigte Dachflächen. Bauliche Verschattung nach EN 13790 nur für Fassaden

	Fenstertyp 1 bez.:	Fenstertyp 2 bez.:	Fenstertyp 3 bez.:
X29 Ausrichtung	<b>Fenster SE</b>	<b>SE</b>	<b>S</b>
X30 Neigung / Neigungswinkel	<b>SE</b>	<b>SE</b>	<b>S</b>
X31 Fensteranzahl	Anz. <b>3</b>	Glasfläche	Glasfläche
X32 Fensterbreite	m <b>1.80</b>		0.00
X33 Fensterlänge/-höhe	m <b>1.70</b>	0.00 m <sup>2</sup>	0.00
X34 Rahmenanteil	<b>0.30</b>		0.00
X36 Glasflächenzahl A <sub>G</sub> / A <sub>NGF</sub>			<b>0.19</b>
X38 Abstand Überhang ab Fenstermitte	m <b>0.00</b>	0.00	0.00
X39 Länge Überhang	m <b>0.00</b>	0°	0.10
X40 Abst.Seitenblende rechts ab F.Mitte	m <b>3.45</b>	0.00	0.00
X41 Länge Seitenblende rechts	m <b>0.60</b>	0°	0.10
X42 Abst.Seitenblende links ab F.Mitte	m <b>16.80</b>	0.00	0.00
X43 Länge Seitenblende links	m <b>0.60</b>	0°	0.10
X44 Horizontwinkel	° <b>20°</b>	20°	10°
X45 Reflexion v. Fassade gegenüber	<b>Nein</b>	Nein	Nein
X47 g-Wert Verglasung	<b>0.55</b>	0.55	0.00

X51 erlaubter g-total (Verglasung + Sonnenschutz) gemittelt über alle eingeben Fenster **0.15**

## Eingabe g-total effektiv

	Fenstertyp 1	Fenstertyp 2	Fenstertyp 3
X56 Übernahme aus X51 oder eigener Wert	<b>0.08</b>	0.08	0.00

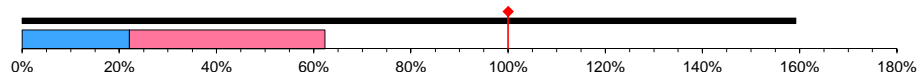
## Windfestigkeit der Sonnenschutzeinrichtung

X60 Einbauhöhe (min. 2.5 m):	m <b>3</b>	Wird ein Minergie Modul Sonnenschutz verwendet?	<b>Ja</b>
X62 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. III-XI:			<b>3</b>
X64 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. I & II:			<b>3</b>
X66 Mindestens die empfohlene Windwiderstandsklasse wird umgesetzt.			
X67 Ein externer Nachweis mit niedrigerer Windwiderstandsklasse und/oder Sonnenschutzautomatisierung wird geführt.			
X69 Deklaration des geplanten Sonnenschutzes			<b>Lamellenstoren</b>

## Bauliche Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

Der maximal zulässige externe Wärmeeintrag liegt bei 100 %

Blau: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung < 200 W/m<sup>2</sup>  
Rot: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung > 200 W/m<sup>2</sup>  
Schwarz: Pufferbeitrag der Wärmespeicherkapazität: > 100% = Reserve, < 100% = Defizit



Wärmegewinnbeiträge über Fenster  
Q<sub>s</sub> < 200 W/m<sup>2</sup>  
Q<sub>s</sub> > 200 W/m<sup>2</sup> (Sonnenschutz aktiv)

X90 gemäss Deklaration sind die baulichen Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz eingehalten: **Ja**

## Abfrage zum sommerlichen Komfort

X94 Auswahl Nutzungskategorie:	<b>Schulzimmer (SIA 2024:2015)</b>	oder Eingabe int. Last in Wh/m <sup>2</sup> d:	
X96 Auswahl Sommerstrategie	<b>mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass</b>	8.3 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	oder [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] <b></b>
X98 Die Anforderungen an den sommerlichen Komfort nach Minergie sind	mit ca. ≤ 100 h Übertemperaturstunden	<b>eingehalten</b>	

X102 Automatisierung des Sonnenschutzes gemäss SIA 382/1, Abschn. 2.1 & 4.5.3.1 **erforderlich**

Machbarkeit Minergie Quellgasse 10, 12  
Quellgasse 10, 12, 2502 Biel

Klimastation: Bern Liebefeld  
Lage: Grossflächige Stadtgebiete

X11 Eingabe Raum oder Raumbezeichnung: **Rechts** relevante NGF Raum in m<sup>2</sup>: **30.68**

## Eingaben zur Wärmespeicherfähigkeit der betrachteten Raumfläche und daran angrenzende Bauteile

Option 1) Eingabe der Wärmespeicherfähigkeit aus einer externen Berechnung (z.B. Tool Wärmespeicherfähigkeit www.energytools.ch)

X16 C\_R / A\_NGF in Wh/m<sup>2</sup>K

Option 2) Bauteilauswahl, hierfür bitte Inhalt aus Feld X16 löschen

		Fläche in m <sup>2</sup>	Fläche in m <sup>2</sup>
X18 Auswahl Boden	Platten/Keramik auf Unterlagsboden	30.7	
X19 Auswahl Decke	Massivdecke 24cm	30.7	
X20 Auswahl Innenwand	GK-Leichtbauwand 3-fach beplankt	35.0	
X21 Auswahl Aussenwand opak	Innendämmung u. Vorsatzschale	21.4	
X23 wirksame, auf die Nettogeschossfläche des Raumes bezogene Wärmespeicherkapazität:	C_R / A_NGF in Wh/m <sup>2</sup> K	<b>63</b>	

## Eingabe Fenster und bauliche Verschattung

Eingabe bis zu 3 unterschiedlicher Fenstertypen oder ersatzweise bis zu 2 geneigte Dachflächen. Bauliche Verschattung nach EN 13790 nur für Fassaden

	Fenstertyp 1 bez.: <b>Fenster NE</b>	Fenstertyp 2 bez.: <b>Fenster SE1</b>	Fenstertyp 3 bez.: <b>Fenster SE2</b>
X29 Ausrichtung	<b>NE</b>	<b>SE</b>	<b>SE</b>
X30 Neigung / Neigungswinkel	°		
X31 Fensteranzahl	Anz. <b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
X32 Fensterbreite	m <b>1.10</b>	Glasfläche <b>1.70</b>	Glasfläche <b>1.10</b>
X33 Fensterlänge/-höhe	m <b>1.90</b>	<b>1.90</b>	<b>1.90</b>
X34 Rahmenanteil	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>
X36 Glasflächenzahl A_G / A_NGF			<b>0.31</b>
X38 Abstand Überhang ab Fenstermitte	m <b>1.90</b>	<b>1.90</b>	<b>1.90</b>
X39 Länge Überhang	m <b>0.80</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>
X40 Abst.Seitenblende rechts ab F.Mitte	m <b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
X41 Länge Seitenblende rechts	m <b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
X42 Abst.Seitenblende links ab F.Mitte	m <b>0.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.00</b>
X43 Länge Seitenblende links	m <b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
X44 Horizontwinkel	° <b>20°</b>	<b>20°</b>	<b>20°</b>
X45 Reflexion v. Fassade gegenüber	<b>Nein</b>	<b>Nein</b>	<b>Nein</b>
X47 g-Wert Verglasung	<b>0.55</b>	<b>0.55</b>	<b>0.55</b>

X51 erlaubter g-total (Verglasung + Sonnenschutz) gemittelt über alle eingegebenen Fenster **0.23**

## Eingabe g-total effektiv

X56 Übernahme aus X51 oder eigener Wert Fenstertyp 1 **0.08** Fenstertyp 2 **0.08** Fenstertyp 3 **0.08**

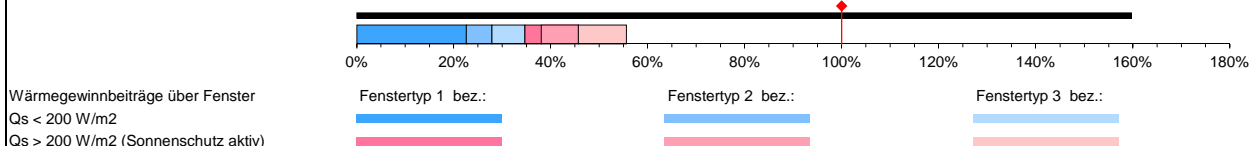
## Windfestigkeit der Sonnenschutzeinrichtung

X60 Einbauhöhe (min. 2.5 m):	m <b>2.5</b>	Wird ein Minergie Modul Sonnenschutz verwendet?	<b>Ja</b>
X62 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. III-XI:			<b>3</b>
X64 mindestens empfohlene Windwiderstandsklasse für Kat. I & II:			<b>3</b>
X66 Mindestens die empfohlene Windwiderstandsklasse wird umgesetzt.			
X67 Ein externer Nachweis mit niedrigerer Windwiderstandsklasse und/oder Sonnenschutzautomatisierung wird geführt.			
X69 Deklaration des geplanten Sonnenschutzes			<b>Lamellenstoren</b>

## Bauliche Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

Der maximal zulässige externe Wärmeeintrag liegt bei 100 %

Blau: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung < 200 W/m<sup>2</sup>  
Rot: Wärmegewinnbeitrag bei Einstrahlung > 200 W/m<sup>2</sup>  
Schwarz: Pufferbeitrag der Wärmespeicherkapazität: > 100% = Reserve, < 100% = Defizit



X90 gemäss Deklaration sind die baulichen Grundanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz eingehalten: **Ja**

## Abfrage zum sommerlichen Komfort

X94 Auswahl Nutzungskategorie: **Schulzimmer (SIA 2024:2015)** oder Eingabe int. Last in Wh/m<sup>2</sup>:

X96 Auswahl Sommerstrategie: **mech.Lüftung (inkl. Nacht) mit Sommer Bypass** 8.3 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> oder [m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>] **6.5**

X98 Die Anforderungen an den sommerlichen Komfort nach Minergie sind mit ca. ≤ 100 h Übertemperaturstunden **eingehalten**

X102 Automatisierung des Sonnenschutzes gemäss SIA 382/1, Abschn. 2.1 & 4.5.3.1 **erforderlich**

**Projektdaten:** Quellgasse 21, Biel

[illegible]



**Projektdaten:** Quellgasse 10/12, Biel

Überträge in Formular EN 101b oder MINERGIE®-Nachweis		
<b>Thermisch wirksame Aussenluft rate</b>	Zu übertragen in das Minergie-Nachweisformular, Feld E40	923 m <sup>3</sup> /h (Jahresmittelwert, ohne Infiltration)
<b>Strombedarf Lüftung</b>	Zu übertragen in das Minergie-Nachweisformular, Feld E41	11'862 kWh/a (Ventilatoren + KVS-Pumpen)

[illegible]

Projekt: *Berner Fachhochschule BFH - Variante 2* Akten-Nr.: 21  
 Projektadresse: Quellgasse EGID:  
 Stadt: Biel PLZ: 2501

**Bauherrschaft:** Amt für Grundstücke und Gebäude AGG  
**ggfs. BauherrenvertreterIn:** Cornelia Niederhauser  
**Adresse:** Reiterstrasse 11, 3011 Bern  
**Tel.:** **Fax:** **Email:** cornelia.niederhauser@bve.be.ch  
**VerfasserIn Wärmedämmprojekt:** Wahlruefli Architekten und Raumplaner AG  
**SachbearbeiterIn:** Sabrina Bratschi  
**Adresse:** Dammweg 3, 2502 Biel-Bienne  
**Tel.:** 032 323 60 47 **Fax:** 032 323 60 31 **Email:** bratschi@wahlruefli.ch  
**VerfasserIn des Nachweises:** Amstein + Walthert AG  
**SachbearbeiterIn:** Heiko Muschiolik  
**Adresse:** Andreasstrasse 5, 8050 Zürich  
**Tel.:** 044 305 92 61 **Fax:** **Email:** heiko.muschiolik@amstein-walthert

Art des Bauvorhabens: Neubau ☐ Umbau ☒ Anbau ☐ Umnutzung ☐

## Systemnachweis nach MuKE n 2014

Anforderungen gemäss: SIA 380/1 (2009) Umbau

Kanton: Bern

Klimastation: Bern Liebefeld

Ref: SIA 2028

Energiebezugsfläche (EBF) A<sub>e</sub>: 10'884.5 m<sup>2</sup>

Gebäudehüllzahl A<sub>th</sub>/A<sub>e</sub>: 0.68

Verschattungsfaktor der Fassade mit der grössten verglasten Fläche:

F<sub>s</sub>: 0.53

Summe der Länge aller Wärmebrücken:

l: 1'435 m

Regelungszuschlag  $\Delta\Theta_{i,g}$ : 0 °C

System: Einzelraumregelung

Thermisch wirksamer Aussenluftvolumenstrom (V<sub>th</sub>/A<sub>e</sub>):

0.38 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h

**Grenzwert Heizwärmebedarf:** Q<sub>h,li</sub>: 43.1 [kWh/m<sup>2</sup>]

**Heizwärmebedarf:** Q<sub>h</sub>: 65.4 [kWh/m<sup>2</sup>]

### Anforderungen:

**Effektiver Heizwärmebedarf (berechnet mit V<sub>th</sub>/A<sub>e</sub>):** Q<sub>h,eff</sub>: 56.4 [kWh/m<sup>2</sup>]

**Effektiver Heizwärmebedarf, korr.** Q<sub>h,eff,corr</sub>: 41.9 [kWh/m<sup>2</sup>]

Wärmebedarf für Warmwasser

Q<sub>ww</sub>: 6.9 [kWh/m<sup>2</sup>]

VerfasserIn des Projekts: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

VerfasserIn Nachweis: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

**0. Wärmebilanz ( $Q_{h,eff}$ )**

Thermische Zone	$Q_T$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_V$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_i$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_s$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$\eta_g$	$Q_{h,eff}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_{h,eff,corr}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )]	$\Phi^1$ [W/m <sup>2</sup> ]	
_Beheizte Zone	75	11.4	20.2	21.2	0.73	56.4	41.91	0.4	24.6	43.1
Total	75	11.4	20.2	21.2	---	56.4	41.9		24.6	

**0.1 Heizkesselleistung nach SIA384/3**

Thermische Zone	Gebäudekategorie	T <sub>int</sub> [°C]	T <sub>ext</sub> [°C]	T <sub>avg</sub> [°C]	Stunden [h]	$\Phi^1$ [W/m <sup>2</sup> ]	P <sub>h,li</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
_Beheizte Zone	Schule	20.0	-7.4	7.9	7987.0	24.6	19.6
						24.6	

1: nach SIA384/3

**0.2 Monatliche Wärmebilanz ( $Q_{h,eff}$ )****0.2.1 \_Beheizte Zone**

Monatliche Bilanz $Q_{h,eff}$							
Monat	$Q_T$	$Q_V$	Wärmegewinne			$\eta_g$	$Q_{h,eff}$
	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_i$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_s$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	Total [kWh/m <sup>2</sup> ]		[kWh/m <sup>2</sup> ]
Januar	11.8	1.8	1.7	0.8	2.5	1	11.2
Februar	9.9	1.5	1.6	1.1	2.6	1	8.8
März	8.6	1.3	1.7	1.8	3.5	1	6.5
April	6.8	1	1.7	2.1	3.8	0.9	4.3
Mai	4	0.6	1.7	2.6	4.3	0.8	1.3
Juni	2.2	0.3	1.7	2.8	4.5	0.5	0.2
Juli	0.9	0.1	1.7	3	4.7	0.2	0.0
August	0.9	0.1	1.7	2.7	4.4	0.2	0.0
September	3.5	0.5	1.7	1.9	3.6	0.8	1.2
Oktober	6.1	0.9	1.7	1.3	3	1	4.2
November	9.2	1.4	1.7	0.7	2.4	1	8.2
Dezember	11.1	1.7	1.7	0.6	2.3	1	10.5

**1.a Energiebezugsfläche, Nettovolumen und Grenzwert/Zielwert**

Thermische Zone	Gebäudekategorie	A <sub>E</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>th</sub> /A <sub>E</sub>	Vol. net [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>h,li</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Typ*
_Beheizte Zone	Schule	10'884.5	0.678	35'150.4	43.1	A2
	<b>Total</b>	<b>10'884.5</b>	<b>0.678</b>	<b>35'150.4</b>	<b>43.1</b>	

Temperaturkorrektur:

-4.9 %

A1: Neues Gebäude

A2: Umbau

A3: Anbau

A4: Umnutzung

**1.b Zonen, Geschosshöhe und Flächen**1.b.1 Beheizte Zone

	Höhe [m]	A <sub>E</sub> [m <sup>2</sup> ]	Vol. Brutto [m <sup>3</sup> ]
UG	3.26	1'719.7	5'606.2
EG	4.12	1'787.1	7'362.9
1.OG	4.25	1'795.1	7'629.2
2.OG	4.25	1'627.6	6'917.3
3.OG	5.2	1'743.9	9'068.3
4.OG	3.4	1'666	5'664.4
5.OG	3.1	545.1	1'689.8
Total	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>10'884.5</b>	<b>43'938</b>

**2. Gebäudehüllfläche**2.1 Beheizte Zone

	Aussen	Unbeheizt		Erdreich		Beheizt	Gesamtfläche	
Flächen in m <sup>2</sup>		ohne Reduktionsfaktor	mit Reduktionsfaktor	ohne Reduktionsfaktor	mit Reduktionsfaktor		ohne Reduktionsfaktor	mit Reduktionsfaktor
Dach, Decke	2'143.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2'143.4	2'143.4
Fassade	4'532.4	0.0	0.0	487.8	228.9	0.0	5'020.2	4'761.3
Boden	0.0	0.0	0.0	2'149.9	472.9	0.0	2'149.9	472.9
<b>Total</b>	<b>6'675.8</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>2'637.7</b>	<b>701.8</b>	<b>0.0</b>	<b>9'313.4</b>	<b>7'377.6</b>

Gebäudehüllzahl A<sub>th</sub>/A<sub>E</sub> =

0.678

**3. Verteilung der Hüllfläche und Verschattungsfaktor**3.1 Beheizte Zone

### 3. Verteilung der Hüllfläche und Verschattungsfaktor

Flächen der Elemente in m²	Dach, Decke	Fassaden								Boden	Total
		Nord	NO	Ost	SO	Süd	SW	West	NW		
Opake Baut.	1'896.1	0.0	860.8	0.0	1'041.2	0.0	860.1	0.0	1'088.4	2'149.9	7'896.4
Fenster / Türen	247.3	0.0	266.6	0.0	330.8	0.0	267.3	0.0	305.0	0.0	1'417.0
Total	2'143.4	0.0	1'127.4	0.0	1'372.0	0.0	1'127.4	0.0	1'393.4	2'149.9	9'313.4
Anteil Fenster & Türen an Gebäudehüllfläche	0.12	0.00	0.24	0.00	0.24	0.00	0.24	0.00	0.22	0.00	0.15
Verschattungsfaktor FS (flächengewichteter Mittelwert)											
F <sub>s1</sub> (Horizont)	0.85	0.00	0.79	0.00	0.61	0.00	0.60	0.00	0.55	----	---
F <sub>s2</sub> (Überhang)	1.00	0.00	0.93	0.00	0.93	0.00	0.92	0.00	0.92	----	---
F <sub>s3</sub> (Seitenblende)	1.00	0.00	0.97	0.00	0.93	0.00	0.94	0.00	0.98	----	---
F <sub>s</sub> (F <sub>s1</sub> · F <sub>s2</sub> · F <sub>s3</sub> )	0.85	1.00	0.71	1.00	0.53	1.00	0.52	1.00	0.50	----	---

Flächenanteil Fenster und Türen an Ae:

13.02 %

### 4. Bauteile

#### 4.1 Flächige Bauteile

n°	Bezeichnung	Code	Z. Elem.	Däm. [cm]	Neig. [°]	orient. [°]	U [W/m²K]	b [-]	A [m²]	Nb.U.b.A [W/K]	Verl. [kWh/m²]
1	_Beheizte Zone										0.0
2	DA01_Hauptdach (DA01)	A1	1	0	0		0.10	1.00	1'101.8	110.2	1.0
3	DA02_Flachdach (DA02)	A1	1	0	0		0.10	1.00	320.3	32	0.3
4	AF21_Oblicht_Altbau_klein (AF21)	D1	6		0		1.19	1.00	2.2	15.9	0.1
5	AF22_Oblicht_Altbau_gross (AF22)	D1	1		0		1.19	1.00	198.6	236.3	2.1
6	DA03_Flachdach_Anbau (DA03)	A1	1	0	0		0.10	1.00	76.7	7.7	0.1
7	DA04_Schrägdach_Hauptfassade (DA04)	A1	1	0	0		0.10	1.00	180.8	18.1	0.2
8	DA05_Flachdach_Garage (DA05)	A1	1	0	0		0.10	1.00	216.5	21.7	0.2
9	AF23_Oblicht_Garage (AF23)	D1	9		0		1.19	1.00	3.9	42	0.4
10	AW01_Sandsteinfassade (AW01)	B1	1	0.00	90	SO	1.93	1.00	777.0	1'500.4	13.1
11	AF01_Altbau (AF01)	D1	8		90	SO	0.95	1.00	1.8	13.6	0.1
12	AF02_Altbau (AF02)	D1	8		90	SO	0.95	1.00	4.3	32.8	0.3
13	AF03_Altbau (AF03)	D1	8		90	SO	0.95	1.00	4.7	35.7	0.3
14	AF04_Altbau (AF04)	D1	16		90	SO	0.95	1.00	4.3	64.6	0.6
15	AF05_Altbau (AF05)	D1	4		90	SO	0.95	1.00	4.5	17.1	0.1
16	AF06_Altbau (AF06)	D1	2		90	SO	0.95	1.00	4.8	9.1	0.1
17	AF07_Altbau (AF07)	D1	2		90	SO	0.95	1.00	4.5	8.5	0.1
18	AF08_Altbau (AF08)	D1	2		90	SO	0.95	1.00	5.1	9.7	0.1
19	AF09_Altbau (AF09)	D1	2		90	SO	0.95	1.00	5.3	10.2	0.1

## 4. Bauteile

### 4.1 Flächige Bauteile

n°	Bezeichnung	Code	Z. Elem.	Däm. [cm]	Neig. [°]	orient. [°]	U [W/m²K]	b [-]	A [m²]	Nb.U.b.A [W/K]	Verl. [kWh/m²]
20	AF10_Altbau (AF10)	D1	2		90	SO	0.95	1.00	4.9	9.2	0.1
21	AF11_Altbau (AF11)	D1	2		90	SO	0.95	1.00	5.8	11	0.1
22	AF12_Altbau (AF12)	D1	1		90	SO	0.95	1.00	8.1	7.7	0.1
23	AF13_Altbau (AF13)	D1	1		90	SO	0.95	1.00	5.7	5.4	0.0
24	AF14_Altbau (AF14)	D1	1		90	SO	0.95	1.00	6.3	6	0.1
25	AF15_Altbau (AF15)	D1	6		90	SO	0.95	1.00	0.3	1.9	0.0
26	AT01_Hautpeingang (AT01)	E1	1	0	90	SO	3.50	1.00	11.8	41.3	0.4
27	AT02_Altbau_SO (AT02)	E1	2	0	90	SO	3.50	1.00	3.8	26.5	0.2
28	AW02_Aufstockung_DG (AW02)	B1	1	0	90	SO	0.60	1.00	91.2	54.7	0.5
29	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	18		90	SO	0.95	1.00	1.3	22.7	0.2
30	AW03_Aussenwand_Garage (AW03)	B1	1	0	90	SO	0.60	1.00	22.9	13.7	0.1
31	AT03_Garagentor_klein (AT03)	E1	1	0	90	SO	4.50	1.00	13.3	59.9	0.5
32	AT04_Garagentor_gross (AT04)	E1	1	0	90	SO	4.50	1.00	17.4	78.3	0.7
33	AW01_Sandsteinfassade (AW01)	B1	1	0.00	90	NO	1.93	1.00	366.3	707.4	6.2
34	AF02_Altbau (AF02)	D1	7		90	NO	0.95	1.00	4.3	28.7	0.3
35	AF03_Altbau (AF03)	D1	6		90	NO	0.95	1.00	4.7	26.8	0.2
36	AF04_Altbau (AF04)	D1	12		90	NO	0.95	1.00	4.3	48.4	0.4
37	AF05_Altbau (AF05)	D1	4		90	NO	0.95	1.00	4.5	17.1	0.1
38	AF06_Altbau (AF06)	D1	2		90	NO	0.95	1.00	4.8	9.1	0.1
39	AF07_Altbau (AF07)	D1	1		90	NO	0.95	1.00	4.5	4.3	0.0
40	AF18_Altbau	D1	1		90	NO	0.95	1.00	1.8	1.7	0.0
41	AW02_Aufstockung_DG (AW02)	B1	1	0	90	NO	0.60	1.00	54.5	32.7	0.3
42	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	15		90	NO	0.95	1.00	1.3	19	0.2
43	AW04_Anbau (AW04)	B1	1	0	90	NO	0.60	1.00	254.1	152.5	1.3
44	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	27		90	NO	0.95	1.00	1.3	34.1	0.3
45	AF17_Anbau (AF17)	D1	18		90	NO	0.95	1.00	0.8	13.7	0.1
46	AT05_Anbau_Tür (AT05)	E1	1	0	90	NO	3.50	1.00	1.8	6.3	0.1
47	AT06_Anbau_Tor	E1	1	0	90	NO	3.50	1.00	9.9	34.7	0.3
48	AW03_Aussenwand_Garage (AW03)	B1	1	0	90	NO	0.60	1.00	96.1	57.7	0.5
49	AW05_Anbau_Erdreich (AW05)	B2	1	0	90	NO	0.60	0.52	77.3	24	0.2
50	AW04_Anbau (AW04)	B1	1	0	90	NW	0.60	1.00	720.4	432.2	3.8
51	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	104		90	NW	0.95	1.00	1.3	131.4	1.1
52	AF20_Anbau (AF20)	D1	26		90	NW	0.95	1.00	2.6	65	0.6
53	AF17_Anbau (AF17)	D1	78		90	NW	0.95	1.00	0.8	59.3	0.5
54	AW01_Sandsteinfassade (AW01)	B1	1	0.00	90	NW	1.93	1.00	62.6	120.9	1.1
55	AW03_Aussenwand_Garage (AW03)	B1	1	0	90	NW	0.60	1.00	53.6	32.2	0.3
56	AW05_Anbau_Erdreich (AW05)	B2	1	0	90	NW	0.60	0.52	215.3	66.7	0.6
57	AW01_Sandsteinfassade (AW01)	B1	1	0.00	90	SW	1.93	1.00	362.4	699.7	6.1
58	AF02_Altbau (AF02)	D1	5		90	SW	0.95	1.00	4.3	20.5	0.2
59	AF03_Altbau (AF03)	D1	6		90	SW	0.95	1.00	4.7	26.8	0.2
60	AF04_Altbau (AF04)	D1	14		90	SW	0.95	1.00	4.3	56.5	0.5
61	AF05_Altbau (AF05)	D1	4		90	SW	0.95	1.00	4.5	17.1	0.1

## 4. Bauteile

### 4.1 Flächige Bauteile

n°	Bezeichnung	Code	Z. Elem.	Däm. [cm]	Neig. [°]	orient. [°]	U [W/m²K]	b [-]	A [m²]	Nb.U.b.A [W/K]	Verl. [kWh/m²]
62	AF06_Altbau (AF06)	D1	2		90	SW	0.95	1.00	4.8	9.1	0.1
63	AF07_Altbau (AF07)	D1	1		90	SW	0.95	1.00	4.5	4.3	0.0
64	AF18_Altbau	D1	2		90	SW	0.95	1.00	1.8	3.4	0.0
65	AF19_Altbau (AF19)	D1	2		90	SW	0.95	1.00	2.9	5.4	0.0
66	AT07_Altbau_Tür	E1	1	0	90	SW	3.50	1.00	1.8	6.3	0.1
67	AW02_Aufstockung_DG (AW02)	B1	1	0	90	SW	0.60	1.00	54.5	32.7	0.3
68	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	15		90	SW	0.95	1.00	1.3	19	0.2
69	AW04_Anbau (AW04)	B1	1	0	90	SW	0.60	1.00	235.5	141.3	1.2
70	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	20		90	SW	0.95	1.00	1.3	25.3	0.2
71	AF18_Altbau	D1	15		90	SW	0.95	1.00	1.8	25.7	0.2
72	AW05_Anbau_Erdreich (AW05)	B2	1	0	90	SW	0.60	0.52	100.1	31	0.3
73	AW06_Altbau_Erdreich (AW06)	B2	1	0.00	90	SW	2.09	0.27	95.1	54.4	0.5
74	AW02_Aufstockung_Innenhof (AW02)	B1	1	0	90	SO	0.60	1.00	76.6	45.9	0.4
75	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	1		90	SO	0.95	1.00	1.3	1.3	0.0
76	AW02_Aufstockung_Innenhof (AW02)	B1	1	0	90	NO	0.60	1.00	12.6	7.5	0.1
77	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	31		90	NO	0.95	1.00	1.3	39.2	0.3
78	AW02_Aufstockung_Innenhof (AW02)	B1	1	0	90	SW	0.60	1.00	12.6	7.5	0.1
79	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	31		90	SW	0.95	1.00	1.3	39.2	0.3
80	AW02_Aufstockung_Innenhof (AW02)	B1	1	0	90	NW	0.60	1.00	25.6	15.4	0.1
81	AF16_Aufstockung (AF16)	D1	27		90	NW	0.95	1.00	1.3	34.1	0.3
82	FB01_Altbau (FB01)	C2	1	0.00	0		4.15	0.17	1'311.0	924.5	8.1
83	FB02_Garage (FB02)	C1	1	0	0		0.60	0.41	251.8	61.9	0.5
84	FB03_Anbau (FB03)	C2	1	5.00	0		0.74	0.25	587.0	108.6	0.9
85	AW02_Aufstockung_DG (AW02)	B1	1	0	90	NW	0.60	1.00	10.9	6.5	0.1
86	AW04_Anbau (AW04)	B1	1	0	90	SO	0.60	1.00	73.5	44.1	0.4
Tot.:										7'164.0	62.5

b: Reduktionsfaktor (EN ISO 13790)

A: Fläche

g: Gesamtenergiedurchlassgrad für diffuse Strahlung

Däm: Dämmstärke

SP: gegen Glasvorbau oder Doppelwand

Kat: Katalog

### 4.1b Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Z. Elem.	A [m²]	Atot [m²]	Neig. [°]	orient. [°]	Rahme n [%]	Uw [W/m²K]	Ug [W/m²K]	Uf [W/m²K]
1	AF21_Oblicht_Altbau_klein (AF21)	6	2.23	13.38	0		10	1.19	1.1	1.4
2	AF22_Oblicht_Altbau_gross (AF22)	1	198.6	198.6	0		10	1.19	1.1	1.4
3	AF23_Oblicht_Garage (AF23)	9	3.92	35.28	0		10	1.19	1.1	1.4
4	AF05_Altbau (AF05)	4	4.51	18.04	90	NO	30	0.95	0.7	1
5	AF04_Altbau (AF04)	12	4.25	51	90	NO	30	0.95	0.7	1
6	AF07_Altbau (AF07)	1	4.48	4.48	90	NO	30	0.95	0.7	1
7	AF18_Altbau	1	1.8	1.8	90	NO	30	0.95	0.7	1
8	AF16_Aufstockung (AF16)	15	1.33	19.95	90	NO	30	0.95	0.7	1



4.1b Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Z. Elem.	A [m²]	Atot [m²]	Neig. [°]	orient. [°]	Rahme n [%]	Uw [W/m²K]	Ug [W/m²K]	Uf [W/m²K]
9	AF16_Aufstockung (AF16)	27	1.33	35.91	90	NO	30	0.95	0.7	1
10	AF17_Anbau (AF17)	18	0.8	14.4	90	NO	30	0.95	0.7	1
11	AF16_Aufstockung (AF16)	31	1.33	41.23	90	NO	30	0.95	0.7	1
12	AF03_Altbau (AF03)	6	4.7	28.2	90	NO	30	0.95	0.7	1
13	AF02_Altbau (AF02)	7	4.32	30.24	90	NO	30	0.95	0.7	1
14	AF06_Altbau (AF06)	2	4.81	9.62	90	NO	30	0.95	0.7	1
15	AF20_Anbau (AF20)	26	2.63	68.38	90	NW	30	0.95	0.7	1
16	AF17_Anbau (AF17)	78	0.8	62.4	90	NW	30	0.95	0.7	1
17	AF16_Aufstockung (AF16)	104	1.33	138.32	90	NW	30	0.95	0.7	1
18	AF16_Aufstockung (AF16)	27	1.33	35.91	90	NW	30	0.95	0.7	1
19	AF16_Aufstockung (AF16)	18	1.33	23.94	90	SO	30	0.95	0.7	1
20	AF14_Altbau (AF14)	1	6.3	6.3	90	SO	30	0.95	0.7	1
21	AF11_Altbau (AF11)	2	5.79	11.58	90	SO	30	0.95	0.7	1
22	AF02_Altbau (AF02)	8	4.32	34.56	90	SO	30	0.95	0.7	1
23	AF13_Altbau (AF13)	1	5.7	5.7	90	SO	30	0.95	0.7	1
24	AF16_Aufstockung (AF16)	1	1.33	1.33	90	SO	30	0.95	0.7	1
25	AF01_Altbau (AF01)	8	1.79	14.32	90	SO	30	0.95	0.7	1
26	AF15_Altbau (AF15)	6	0.34	2.04	90	SO	30	0.95	0.7	1
27	AF03_Altbau (AF03)	8	4.7	37.6	90	SO	30	0.95	0.7	1
28	AF12_Altbau (AF12)	1	8.1	8.1	90	SO	30	0.95	0.7	1
29	AF05_Altbau (AF05)	4	4.51	18.04	90	SO	30	0.95	0.7	1
30	AF04_Altbau (AF04)	16	4.25	68	90	SO	30	0.95	0.7	1
31	AF08_Altbau (AF08)	2	5.13	10.26	90	SO	30	0.95	0.7	1
32	AF09_Altbau (AF09)	2	5.35	10.7	90	SO	30	0.95	0.7	1
33	AF10_Altbau (AF10)	2	4.86	9.72	90	SO	30	0.95	0.7	1
34	AF06_Altbau (AF06)	2	4.81	9.62	90	SO	30	0.95	0.7	1
35	AF07_Altbau (AF07)	2	4.48	8.96	90	SO	30	0.95	0.7	1
36	AF16_Aufstockung (AF16)	15	1.33	19.95	90	SW	30	0.95	0.7	1
37	AF16_Aufstockung (AF16)	20	1.33	26.6	90	SW	30	0.95	0.7	1
38	AF18_Altbau	15	1.8	27	90	SW	30	0.95	0.7	1
39	AF19_Altbau (AF19)	2	2.85	5.7	90	SW	30	0.95	0.7	1
40	AF07_Altbau (AF07)	1	4.48	4.48	90	SW	30	0.95	0.7	1
41	AF06_Altbau (AF06)	2	4.81	9.62	90	SW	30	0.95	0.7	1
42	AF16_Aufstockung (AF16)	31	1.33	41.23	90	SW	30	0.95	0.7	1
43	AF18_Altbau	2	1.8	3.6	90	SW	30	0.95	0.7	1
44	AF03_Altbau (AF03)	6	4.7	28.2	90	SW	30	0.95	0.7	1
45	AF05_Altbau (AF05)	4	4.51	18.04	90	SW	30	0.95	0.7	1
46	AF04_Altbau (AF04)	14	4.25	59.5	90	SW	30	0.95	0.7	1
47	AF02_Altbau (AF02)	5	4.32	21.6	90	SW	30	0.95	0.7	1

n°	Bezeichnung	orient. [°]	g <sub>⊥</sub>	Fs [-]	Fs1 [-]	Fs2 [-]	Fs3 [-]	Gewinne [kWh/m²]	Verl. [kWh/m²]
1	AF21_Oblicht_Altbau_klein (AF21)		0.5	0.85	0.848	1	1	0.5	0.1

n°	Bezeichnung	orient. [°]	g <sub>⊥</sub>	F <sub>s</sub> [-]	F <sub>s1</sub> [-]	F <sub>s2</sub> [-]	F <sub>s3</sub> [-]	Gewinne [kWh/m²]	Verl. [kWh/m²]
2	AF22_Oblicht_Altbau_gross (AF22)		0.5	0.85	0.848	1	1	7.3	2.1
3	AF23_Oblicht_Garage (AF23)		1	0.85	0.848	1	1	2.6	0.4
4	AF05_Altbau (AF05)	NO	0.5	0.73	0.81	0.94	0.964	0.2	0.1
5	AF04_Altbau (AF04)	NO	0.5	0.73	0.81	0.94	0.962	0.5	0.4
6	AF07_Altbau (AF07)	NO	0.5	0.74	0.81	0.945	0.964	0.0	0.0
7	AF18_Altbau	NO	0.5	0.67	0.81	0.867	0.95	0.0	0.0
8	AF16_Aufstockung (AF16)	NO	0.5	0.73	0.81	0.925	0.979	0.2	0.2
9	AF16_Aufstockung (AF16)	NO	0.5	0.6	0.66	0.925	0.979	0.3	0.3
10	AF17_Anbau (AF17)	NO	0.5	0.65	0.78	0.846	0.98	0.1	0.1
11	AF16_Aufstockung (AF16)	NO	0.5	0.73	0.81	0.925	0.979	0.4	0.3
12	AF03_Altbau (AF03)	NO	0.5	0.74	0.81	0.946	0.962	0.3	0.2
13	AF02_Altbau (AF02)	NO	0.5	0.73	0.81	0.943	0.962	0.3	0.3
14	AF06_Altbau (AF06)	NO	0.5	0.74	0.81	0.947	0.963	0.1	0.1
15	AF20_Anbau (AF20)	NW	0.5	0.64	0.675	0.958	0.982	0.6	0.6
16	AF17_Anbau (AF17)	NW	0.5	0.56	0.675	0.846	0.98	0.5	0.5
17	AF16_Aufstockung (AF16)	NW	0.5	0.34	0.375	0.925	0.979	0.6	1.1
18	AF16_Aufstockung (AF16)	NW	0.5	0.73	0.81	0.925	0.979	0.4	0.3
19	AF16_Aufstockung (AF16)	SO	0.5	0.56	0.635	0.922	0.963	0.3	0.2
20	AF14_Altbau (AF14)	SO	0.5	0.6	0.635	0.967	0.97	0.1	0.1
21	AF11_Altbau (AF11)	SO	0.5	0.56	0.635	0.953	0.933	0.1	0.1
22	AF02_Altbau (AF02)	SO	0.5	0.48	0.547	0.939	0.933	0.4	0.3
23	AF13_Altbau (AF13)	SO	0.5	0.59	0.635	0.964	0.97	0.1	0.0
24	AF16_Aufstockung (AF16)	SO	0.5	0.56	0.635	0.922	0.963	0.0	0.0
25	AF01_Altbau (AF01)	SO	0.5	0.36	0.462	0.869	0.903	0.1	0.1
26	AF15_Altbau (AF15)	SO	0.5	0	0.635	0.007	0.009	0	0.0
27	AF03_Altbau (AF03)	SO	0.5	0.56	0.635	0.942	0.933	0.5	0.3
28	AF12_Altbau (AF12)	SO	0.5	0.58	0.635	0.951	0.951	0.1	0.1
29	AF05_Altbau (AF05)	SO	0.5	0.56	0.635	0.936	0.936	0.2	0.1
30	AF04_Altbau (AF04)	SO	0.5	0.55	0.635	0.936	0.933	0.8	0.6
31	AF08_Altbau (AF08)	SO	0.5	0.48	0.547	0.944	0.935	0.1	0.1
32	AF09_Altbau (AF09)	SO	0.5	0.56	0.635	0.942	0.94	0.1	0.1
33	AF10_Altbau (AF10)	SO	0.5	0.56	0.635	0.936	0.94	0.1	0.1
34	AF06_Altbau (AF06)	SO	0.5	0.56	0.635	0.943	0.935	0.1	0.1
35	AF07_Altbau (AF07)	SO	0.5	0.48	0.547	0.941	0.936	0.1	0.1
36	AF16_Aufstockung (AF16)	SW	0.5	0.56	0.635	0.922	0.963	0.2	0.2
37	AF16_Aufstockung (AF16)	SW	0.5	0.51	0.58	0.922	0.963	0.3	0.2
38	AF18_Altbau	SW	0.5	0.45	0.58	0.86	0.908	0.3	0.2
39	AF19_Altbau (AF19)	SW	0.5	0.4	0.473	0.906	0.935	0.0	0.0
40	AF07_Altbau (AF07)	SW	0.5	0.42	0.473	0.941	0.936	0.0	0.0
41	AF06_Altbau (AF06)	SW	0.5	0.56	0.635	0.943	0.935	0.1	0.1
42	AF16_Aufstockung (AF16)	SW	0.5	0.56	0.635	0.922	0.963	0.5	0.3
43	AF18_Altbau	SW	0.5	0.3	0.388	0.86	0.908	0.0	0.0
44	AF03_Altbau (AF03)	SW	0.5	0.56	0.635	0.942	0.933	0.3	0.2
45	AF05_Altbau (AF05)	SW	0.5	0.56	0.635	0.936	0.936	0.2	0.1
46	AF04_Altbau (AF04)	SW	0.5	0.55	0.635	0.936	0.933	0.7	0.5

n°	Bezeichnung	orient. [°]	g <sub>⊥</sub>	F <sub>s</sub> [-]	F <sub>s1</sub> [-]	F <sub>s2</sub> [-]	F <sub>s3</sub> [-]	Gewinne [kWh/m <sup>2</sup> ]	Verl. [kWh/m <sup>2</sup> ]
47	AF02_Altbau (AF02)	SW	0.5	0.41	0.473	0.939	0.933	0.2	0.2
Tot.:								21.2	11.7

#### 4.2 Lineare Wärmebrücken

n°	Bezeichnung	Hülle	Z. Elem.	Code	ψ [W/mK]	b [-]	Länge [m]	Nb.b.l. ψ [W/K]	Verl. [kWh/m <sup>2</sup> ]
1	Lineare Wärmebrücke	DA01_Hauptdach	1	L4	1.00	1.00	1'435.0	1'435.00	12.5
Tot.:								1'435.00	12.5

Tot. L1: 0 W/K - 0 m

Tot. L2: 0 W/K - 0 m

Tot. L3: 0 W/K - 0 m

Tot. L5: 0 W/K - 0 m

#### 4.3 Punktuelle Wärmebrücken

n°	Bezeichnung	Enveloppe	Code	$\chi$ -Wert [W/K]	b [-]	Anzahl	b.z. $\chi$ [W/K]	Verl. [kWh/m²]
1				0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Tot.:							0.00	0.0

### 5. Spezielle Eingabedaten (SIA380/1)

Thermische Zone	Wärmespeicher fähigkeit pro C/Ae [MJ/m <sup>2</sup> K]	Spezifischer Wärmeverlust [W/K]	Regelungszuschlag [K]	Vorlauftemperatur θ <sub>h</sub> für Flächenheizung [°C]	Vorlauftemperatur r für Heizkörper vor Fenstern [°C]	Aussenluft Volumen- strom [m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )]
_Beheizte Zone	0.5	11'014	0.0		0.0	0.70

### 6. Energiebilanz

Thermische Zone	Q <sub>T</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>V</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>i</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>s</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	η <sub>g</sub>	Q <sub>h</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>h,li</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Grenz [%]	Q <sub>ww</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]
_Beheizte Zone	75	21.1	20.2	21.2	0.74	65.4	43.1	150	6.9
Total	75	21	20	21	---	65	43		7

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta_g (Q_i + Q_s)$$

(Q<sub>h,li</sub> : SIA 380/1)

### 7. Monatliche Wärmebilanz

## 7. Monatliche Wärmebilanz

### 7.1 Beheizte Zone

Monatliche Bilanz							
Monat	$Q_T$	$Q_V$	Wärmegewinne			$\eta_g$	$Q_h$
	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_i$	$Q_s$	Total		[kWh/m <sup>2</sup> ]
			[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]		
Januar	11.8	3.3	1.7	0.8	2.5	1	12.7
Februar	9.9	2.8	1.6	1.1	2.6	1	10.1
März	8.6	2.4	1.7	1.8	3.5	1	7.6
April	6.8	1.9	1.7	2.1	3.8	0.9	5.1
Mai	4	1.1	1.7	2.6	4.3	0.8	1.7
Juni	2.2	0.6	1.7	2.8	4.5	0.6	0.4
Juli	0.9	0.3	1.7	3	4.7	0.3	0.0
August	0.9	0.3	1.7	2.7	4.4	0.3	0.0
September	3.5	1	1.7	1.9	3.6	0.8	1.6
Oktober	6.1	1.7	1.7	1.3	3	1	5
November	9.2	2.6	1.7	0.7	2.4	1	9.4
Dezember	11.1	3.1	1.7	0.6	2.3	1	11.9
Total	75	21.1	20.2	21.2	41.4	-	65.4

Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Gegen	Code	Z. Elem.	b	U-Wert [W/m²K]	Fläche (A)	Modell-Num mer	
1	DA01_Hauptdach	Aussen	A1	1	1	0.10	1'101.8	DA01	
2	DA05_Flachdach_Garage	Aussen	A1	1	1	0.10	216.5	DA05	
3	DA04_Schrägdach_Hauptfassade	Aussen	A1	1	1	0.10	180.8	DA04	
4	DA03_Flachdach_Anbau	Aussen	A1	1	1	0.10	76.7	DA03	
5	DA02_Flachdach	Aussen	A1	1	1	0.10	320.3	DA02	
6	AW05_Anbau_Erdreich	Erdr. -3.8m,0m	B2	1	0.52	0.60	77.3	AW05	
7	AW01_Sandsteinfassade	Aussen	B1	1	1	1.93	62.6	AW01	M1
8	AW04_Anbau	Aussen	B1	1	1	0.60	720.4	AW04	
9	AW03_Aussenwand_Garage	Aussen	B1	1	1	0.60	96.1	AW03	
10	AW04_Anbau	Aussen	B1	1	1	0.60	254.1	AW04	
11	AW03_Aussenwand_Garage	Aussen	B1	1	1	0.60	53.6	AW03	
12	AW02_Aufstockung_DG	Aussen	B1	1	1	0.60	54.5	AW02	
13	AW01_Sandsteinfassade	Aussen	B1	1	1	1.93	366.3	AW01	M1
14	AW02_Aufstockung_DG	Aussen	B1	1	1	0.60	10.9	AW02	
15	AW02_Aufstockung_DG	Aussen	B1	1	1	0.60	54.5	AW02	
16	AW01_Sandsteinfassade	Aussen	B1	1	1	1.93	362.4	AW01	M1
17	AW02_Aufstockung_Innenhof	Aussen	B1	1	1	0.60	25.6	AW02	
18	AW02_Aufstockung_Innenhof	Aussen	B1	1	1	0.60	12.6	AW02	
19	AW02_Aufstockung_Innenhof	Aussen	B1	1	1	0.60	12.6	AW02	
20	AW05_Anbau_Erdreich	Erdr. -3.8m,0m	B2	1	0.52	0.60	215.3	AW05	
21	AW02_Aufstockung_Innenhof	Aussen	B1	1	1	0.60	76.6	AW02	
22	AW05_Anbau_Erdreich	Erdr. -3.8m,0m	B2	1	0.52	0.60	100.1	AW05	
23	AW04_Anbau	Aussen	B1	1	1	0.60	235.5	AW04	
24	AW03_Aussenwand_Garage	Aussen	B1	1	1	0.60	22.9	AW03	
25	AW06_Altbau_Erdreich	Erdr. -3.8m,0m	B2	1	0.27	2.09	95.1	AW06	M2
26	AW02_Aufstockung_DG	Aussen	B1	1	1	0.60	91.2	AW02	
27	AW04_Anbau	Aussen	B1	1	1	0.60	73.5	AW04	
28	AW01_Sandsteinfassade	Aussen	B1	1	1	1.93	777.0	AW01	M1
29	FB02_Garage	Erdr. -0.5m,46m	C1	1	0.41	0.60	251.8	FB02	
30	FB03_Anbau	Erdr. -0.5m,46m	C2	1	0.25	0.74	587.0	FB03	M4
31	FB01_Altbau	Erdr. -0.5m,46m	C2	1	0.17	4.15	1'311.0	FB01	M3
32	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	18	1	0.95	1.3	AF16	F19
33	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	15	1	0.95	1.3	AF16	F19
34	AF19_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	2.9	AF19	F23
35	AF04_Altbau	Aussen	D1	16	1	0.95	4.3	AF04	F7
36	AF18_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	1.8		F20
37	AF06_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	4.8	AF06	F9
38	AF03_Altbau	Aussen	D1	8	1	0.95	4.7	AF03	F6
39	AF03_Altbau	Aussen	D1	6	1	0.95	4.7	AF03	F6
40	AF04_Altbau	Aussen	D1	14	1	0.95	4.3	AF04	F7
41	AF05_Altbau	Aussen	D1	4	1	0.95	4.5	AF05	F8
42	AF07_Altbau	Aussen	D1	1	1	0.95	4.5	AF07	F10
43	AF02_Altbau	Aussen	D1	8	1	0.95	4.3	AF02	F5

Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Gegen	Code	Z. Elem.	b	U-Wert [W/m²K]	Fläche (A)	Modell-Num mer	
44	AF18_Altbau	Aussen	D1	15	1	0.95	1.8		F20
45	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	31	1	0.95	1.3	AF16	F19
46	AF21_Oblicht_Altbau_klein	Aussen	D1	6	1	1.19	2.2	AF21	F1
47	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	27	1	0.95	1.3	AF16	F19
48	AF22_Oblicht_Altbau_gross	Aussen	D1	1	1	1.19	198.6	AF22	F2
49	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	31	1	0.95	1.3	AF16	F19
50	AF23_Oblicht_Garage	Aussen	D1	9	1	1.19	3.9	AF23	F3
51	AF02_Altbau	Aussen	D1	5	1	0.95	4.3	AF02	F5
52	AF01_Altbau	Aussen	D1	8	1	0.95	1.8	AF01	F4
53	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	1	1	0.95	1.3	AF16	F19
54	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	20	1	0.95	1.3	AF16	F19
55	AF05_Altbau	Aussen	D1	4	1	0.95	4.5	AF05	F8
56	AF13_Altbau	Aussen	D1	1	1	0.95	5.7	AF13	F16
57	AF18_Altbau	Aussen	D1	1	1	0.95	1.8		F20
58	AF14_Altbau	Aussen	D1	1	1	0.95	6.3	AF14	F17
59	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	15	1	0.95	1.3	AF16	F19
60	AF07_Altbau	Aussen	D1	1	1	0.95	4.5	AF07	F10
61	AF06_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	4.8	AF06	F9
62	AF06_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	4.8	AF06	F9
63	AF04_Altbau	Aussen	D1	12	1	0.95	4.3	AF04	F7
64	AF15_Altbau	Aussen	D1	6	1	0.95	0.3	AF15	F18
65	AF02_Altbau	Aussen	D1	7	1	0.95	4.3	AF02	F5
66	AF03_Altbau	Aussen	D1	6	1	0.95	4.7	AF03	F6
67	AF05_Altbau	Aussen	D1	4	1	0.95	4.5	AF05	F8
68	AF12_Altbau	Aussen	D1	1	1	0.95	8.1	AF12	F15
69	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	27	1	0.95	1.3	AF16	F19
70	AF20_Anba	Aussen	D1	26	1	0.95	2.6	AF20	F22
71	AF17_Anba	Aussen	D1	18	1	0.95	0.8	AF17	F21
72	AF17_Anba	Aussen	D1	78	1	0.95	0.8	AF17	F21
73	AF08_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	5.1	AF08	F11
74	AF16_Aufstockung	Aussen	D1	104	1	0.95	1.3	AF16	F19
75	AF09_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	5.3	AF09	F12
76	AF10_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	4.9	AF10	F13
77	AF11_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	5.8	AF11	F14
78	AF07_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.95	4.5	AF07	F10
79	AT03_Garagentor_klein	Aussen	E1	1	1	4.50	13.3		
80	AT01_Hautpeingang	Aussen	E1	1	1	3.50	11.8		
81	AT05_Anba_Tür	Aussen	E1	1	1	3.50	1.8		
82	AT07_Altbau_Tür	Aussen	E1	1	1	3.50	1.8		
83	AT06_Anba_Tor	Aussen	E1	1	1	3.50	9.9		
84	AT04_Garagentor_gross	Aussen	E1	1	1	4.50	17.4		
85	AT02_Altbau_SO	Aussen	E1	2	1	3.50	3.8		

Lineare Wärmebrücken

Nr.	Bezeichnung	Hülle	Code	$\psi$ [W/mK]	$b$	Länge [m]	$b \cdot l \cdot \psi$ [W/K]
1	Lineare Wärmebrücke	DA01_Hauptdach	L4	1.00	1.00	1'435.0	1'435.00

Punktuelle Wärmebrücken

Nr.	Bezeichnung	Hülle	Code	$\chi$ -Wert [W/K]	$b$	Anzahl	$b \cdot z \cdot \chi$ W/K
1				0.00	0.00	0.00	0.00



Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Z. Elem.	A [m²]	Uw [W/m²K]	Neig. [°]	orient. [°]	Rand.-Lä nge [m]	% Rahmen:	Modell-Nummer	
1	AF21_Oblicht_Altbau_klein	6	2.2	1.19	0		3.35	10	AF21	F1
2	AF22_Oblicht_Altbau_gross	1	198.6	1.19	0		297.9	10	AF22	F2
3	AF23_Oblicht_Garage	9	3.9	1.19	0		5.88	10	AF23	F3
4	AF05_Altbau	4	4.5	0.95	90	NO	18.04	30	AF05	F8
5	AF04_Altbau	12	4.3	0.95	90	NO	17	30	AF04	F7
6	AF07_Altbau	1	4.5	0.95	90	NO	17.92	30	AF07	F10
7	AF18_Altbau	1	1.8	0.95	90	NO	7.2	30		F20
8	AF16_Aufstockung	15	1.3	0.95	90	NO	5.32	30	AF16	F19
9	AF16_Aufstockung	27	1.3	0.95	90	NO	5.32	30	AF16	F19
10	AF17_Anbau	18	0.8	0.95	90	NO	3.2	30	AF17	F21
11	AF16_Aufstockung	31	1.3	0.95	90	NO	5.32	30	AF16	F19
12	AF03_Altbau	6	4.7	0.95	90	NO	18.8	30	AF03	F6
13	AF02_Altbau	7	4.3	0.95	90	NO	17.28	30	AF02	F5
14	AF06_Altbau	2	4.8	0.95	90	NO	19.24	30	AF06	F9
15	AF20_Anbau	26	2.6	0.95	90	NW	10.52	30	AF20	F22
16	AF17_Anbau	78	0.8	0.95	90	NW	3.2	30	AF17	F21
17	AF16_Aufstockung	104	1.3	0.95	90	NW	5.32	30	AF16	F19
18	AF16_Aufstockung	27	1.3	0.95	90	NW	5.32	30	AF16	F19
19	AF16_Aufstockung	18	1.3	0.95	90	SO	5.32	30	AF16	F19
20	AF14_Altbau	1	6.3	0.95	90	SO	25.2	30	AF14	F17
21	AF11_Altbau	2	5.8	0.95	90	SO	23.16	30	AF11	F14
22	AF02_Altbau	8	4.3	0.95	90	SO	17.28	30	AF02	F5
23	AF13_Altbau	1	5.7	0.95	90	SO	22.8	30	AF13	F16
24	AF16_Aufstockung	1	1.3	0.95	90	SO	5.32	30	AF16	F19
25	AF01_Altbau	8	1.8	0.95	90	SO	7.16	30	AF01	F4
26	AF15_Altbau	6	0.3	0.95	90	SO	1.36	30	AF15	F18
27	AF03_Altbau	8	4.7	0.95	90	SO	18.8	30	AF03	F6
28	AF12_Altbau	1	8.1	0.95	90	SO	32.4	30	AF12	F15
29	AF05_Altbau	4	4.5	0.95	90	SO	18.04	30	AF05	F8
30	AF04_Altbau	16	4.3	0.95	90	SO	17	30	AF04	F7
31	AF08_Altbau	2	5.1	0.95	90	SO	20.52	30	AF08	F11
32	AF09_Altbau	2	5.3	0.95	90	SO	21.4	30	AF09	F12
33	AF10_Altbau	2	4.9	0.95	90	SO	19.44	30	AF10	F13
34	AF06_Altbau	2	4.8	0.95	90	SO	19.24	30	AF06	F9
35	AF07_Altbau	2	4.5	0.95	90	SO	17.92	30	AF07	F10
36	AF16_Aufstockung	15	1.3	0.95	90	SW	5.32	30	AF16	F19
37	AF16_Aufstockung	20	1.3	0.95	90	SW	5.32	30	AF16	F19
38	AF18_Altbau	15	1.8	0.95	90	SW	7.2	30		F20
39	AF19_Altbau	2	2.9	0.95	90	SW	11.4	30	AF19	F23
40	AF07_Altbau	1	4.5	0.95	90	SW	17.92	30	AF07	F10
41	AF06_Altbau	2	4.8	0.95	90	SW	19.24	30	AF06	F9
42	AF16_Aufstockung	31	1.3	0.95	90	SW	5.32	30	AF16	F19
43	AF18_Altbau	2	1.8	0.95	90	SW	7.2	30		F20

Fenster und Fenstertüren

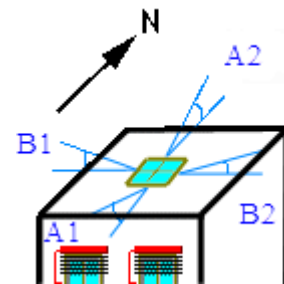
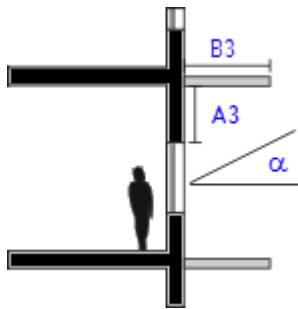
n°	Bezeichnung	Z. Elem.	A [m²]	Uw [W/m²K]	Neig. [°]	orient. [°]	Rand.-Lä nge [m]	% Rahmen:	Modell-Nummer	
44	AF03_Altbau	6	4.7	0.95	90	SW	18.8	30	AF03	F6
45	AF05_Altbau	4	4.5	0.95	90	SW	18.04	30	AF05	F8
46	AF04_Altbau	14	4.3	0.95	90	SW	17	30	AF04	F7
47	AF02_Altbau	5	4.3	0.95	90	SW	17.28	30	AF02	F5

Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Fs [-]	A1 [m]	B1 [m]	A2 [m]	B2 [m]	A3 [m]	B3 [m]	$\alpha$	Fs1 [-]	Fs2 [-]	Fs3 [-]	Voil. [-]
1	AF21_Oblicht_Altbau_klein	0.85	10	10	10	10	0	0	0	0.85	1	1	0
2	AF22_Oblicht_Altbau_gross	0.85	10	10	10	10	0	0	0	0.85	1	1	0
3	AF23_Oblicht_Garage	0.85	10	10	10	10	0	0	0	0.85	1	1	0
4	AF05_Altbau	0.73	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.94	0.96	0
5	AF04_Altbau	0.73	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.94	0.96	0
6	AF07_Altbau	0.74	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.94	0.96	0
7	AF18_Altbau	0.67	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.87	0.95	0
8	AF16_Aufstockung	0.73	0	0.2	0	0.2	0	0.2	30	0.81	0.92	0.98	0
9	AF16_Aufstockung	0.6	0	0.2	0	0.2	0	0.2	46	0.66	0.92	0.98	0
10	AF17_Anbau	0.65	0	0.2	0	0.2	0	0.2	35	0.78	0.85	0.98	0
11	AF16_Aufstockung	0.73	0	0.2	0	0.2	0	0.2	30	0.81	0.92	0.98	0
12	AF03_Altbau	0.74	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.95	0.96	0
13	AF02_Altbau	0.73	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.94	0.96	0
14	AF06_Altbau	0.74	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.95	0.96	0
15	AF20_Anbau	0.64	0	0.2	0	0.2	0	0.2	45	0.68	0.96	0.98	0
16	AF17_Anbau	0.56	0	0.2	0	0.2	0	0.2	45	0.68	0.85	0.98	0
17	AF16_Aufstockung	0.34	0	0.2	0	0.2	0	0.2	65	0.38	0.92	0.98	0
18	AF16_Aufstockung	0.73	0	0.2	0	0.2	0	0.2	30	0.81	0.92	0.98	0
19	AF16_Aufstockung	0.56	0	0.2	0	0.2	0	0.2	30	0.64	0.92	0.96	0
20	AF14_Altbau	0.6	0	0.3	0	0.3	0	0.3	30	0.64	0.97	0.97	0
21	AF11_Altbau	0.56	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.95	0.93	0
22	AF02_Altbau	0.48	0	0.5	0	0.5	0	0.5	38	0.55	0.94	0.93	0
23	AF13_Altbau	0.59	0	0.3	0	0.3	0	0.3	30	0.64	0.96	0.97	0
24	AF16_Aufstockung	0.56	0	0.2	0	0.2	0	0.2	30	0.64	0.92	0.96	0
25	AF01_Altbau	0.36	0	0.5	0	0.5	0	0.5	46	0.46	0.87	0.9	0
26	AF15_Altbau	0	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.01	0.01	0
27	AF03_Altbau	0.56	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.93	0
28	AF12_Altbau	0.58	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.95	0.95	0
29	AF05_Altbau	0.56	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.94	0
30	AF04_Altbau	0.55	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.93	0
31	AF08_Altbau	0.48	0	0.5	0	0.5	0	0.5	38	0.55	0.94	0.93	0
32	AF09_Altbau	0.56	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.94	0
33	AF10_Altbau	0.56	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.94	0
34	AF06_Altbau	0.56	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.93	0
35	AF07_Altbau	0.48	0	0.5	0	0.5	0	0.5	38	0.55	0.94	0.94	0

Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Fs [-]	A1 [m]	B1 [m]	A2 [m]	B2 [m]	A3 [m]	B3 [m]	$\alpha$	Fs1 [-]	Fs2 [-]	Fs3 [-]	Voil. [-]
36	AF16_Aufstockung	0.56	0	0.2	0	0.2	0	0.2	30	0.64	0.92	0.96	0
37	AF16_Aufstockung	0.51	0	0.2	0	0.2	0	0.2	35	0.58	0.92	0.96	0
38	AF18_Altbau	0.45	0	0.5	0	0.5	0	0.5	35	0.58	0.86	0.91	0
39	AF19_Altbau	0.4	0	0.5	0	0.5	0	0.5	45	0.47	0.91	0.93	0
40	AF07_Altbau	0.42	0	0.5	0	0.5	0	0.5	45	0.47	0.94	0.94	0
41	AF06_Altbau	0.56	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.93	0
42	AF16_Aufstockung	0.56	0	0.2	0	0.2	0	0.2	30	0.64	0.92	0.96	0
43	AF18_Altbau	0.3	0	0.5	0	0.5	0	0.5	53	0.39	0.86	0.91	0
44	AF03_Altbau	0.56	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.93	0
45	AF05_Altbau	0.56	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.94	0
46	AF04_Altbau	0.55	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.94	0.93	0
47	AF02_Altbau	0.41	0	0.5	0	0.5	0	0.5	45	0.47	0.94	0.93	0



## Liste der Modelle : Wände, Dach, Fussböden, Decken, unverglaste Türen

### AW01 - (M1) - AW01

Nutzung: Mauer  
Gegen aussen

Innen

SIA 180 (2014)

Aussen

3

**Wärmekapazität**  
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 260  
Cm 3cm (2h): 78.1

**Geometrie**

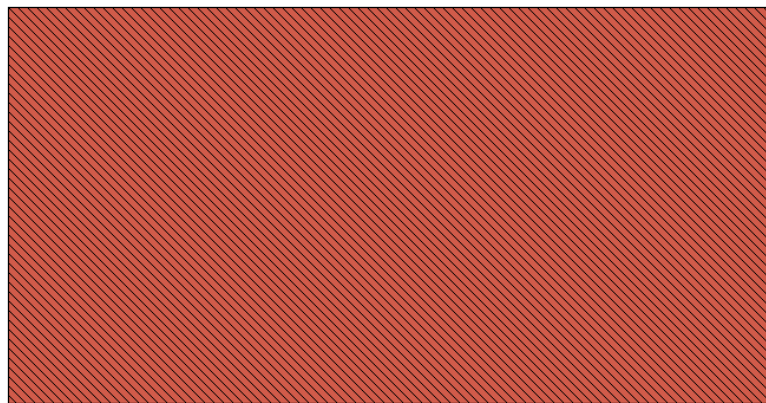
Dicke [mm]: 800

**U-Wert**

Statisch

**1.9312 [W/m²K]**

Rsi: 0.13 [m²K/W]



Rse: 0.04 [m²K/W]

**Wetter:** Bern Liebefeld (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 500 m (-65 m)

### Querschnitt 1

Materialname:	Dicke [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	$c$ [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1   CEN : Sandstein CEN	80	32	2.3	40	2600	0.278	0.348
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	<b>0.518</b>

frsi = 0.608 [-], frsi,min,cond = 0.714 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

Es besteht ein Oberflächenkondensationsrisiko.

Es besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung.

**Liste der Modelle : Wände, Dach, Fussböden, Decken, unverglaste Türen****AW06 - (M2) - AW06**Nutzung: Mauer  
Gegen Erdreich (3.8m)

Innen

SIA 180 (2014)

Aussen

3

**Wärmekapazität**  
[kJ/m²K]Cm 10cm (24h): 260  
Cm 3cm (2h): 78.1**Geometrie**

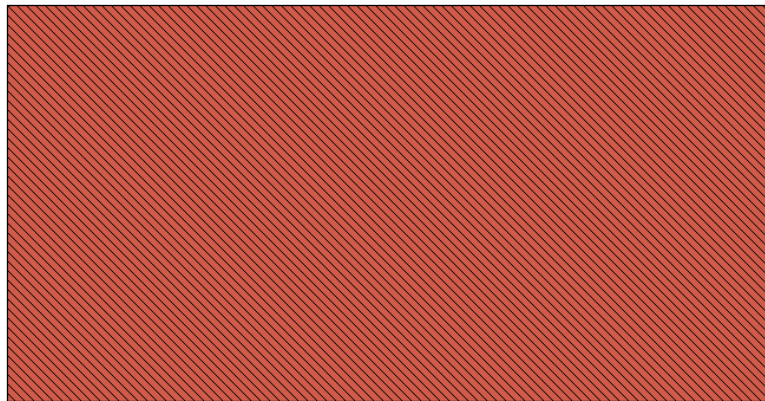
Dicke [mm]: 800

**U-Wert**

Statisch

**2.0928 [W/m²K]**

Rsi: 0.13 [m²K/W]



Rse: 0.00 [m²K/W]

**Wetter:** Bern Liebefeld (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 500 m (-65 m)Querschnitt 1

<b>Materialname:</b>	Dicke [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	$c$ [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1   CEN : Sandstein CEN	80	32	2.3	40	2600	0.278	0.348
Rse							0.000
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	<b>0.478</b>

frsi = 0.582 [-], frsi,min,cond = 0.408 [-], frsi,min,moist = 0.886 [-]  
Es besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung.

**Liste der Modelle : Wände, Dach, Fussböden, Decken, unverglaste Türen****FB01 - (M3) - FB01**Nutzung: Boden  
Gegen Erdreich (3.8m)

Innen

SIA 180 (2014)

2

**Wärmekapazität**  
[kJ/m²K]Cm 10cm (24h): 264  
Cm 3cm (2h): 79.3**Geometrie**

Dicke [mm]: 200

**U-Wert**

Statisch

**4.1475 [W/m²K]**

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.00 [m²K/W]

Aussen

**Wetter:** Bern Liebefeld (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 500 m (-65 m)Querschnitt 1

<b>Materialname:</b>	Dicke [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	$c$ [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1   CEN : Stahlbeton (CEN) [OLD]	20	22	1.8	110	2400	0.306	0.111
Rse							0.000
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	<b>0.241</b>

frsi = 0.308 [-], frsi,min,cond = 0.408 [-], frsi,min,moist = 0.886 [-]

Es besteht ein Oberflächenkondensationsrisiko.

Es besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung.

## Liste der Modelle : Wände, Dach, Fussböden, Decken, unverglaste Türen

### FB03 - (M4) - FB03

Nutzung: Boden  
Gegen Erdreich (3.8m)

Innen

SIA 180 (2014)

2

**Wärmekapazität**  
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 264  
Cm 3cm (2h): 79.3

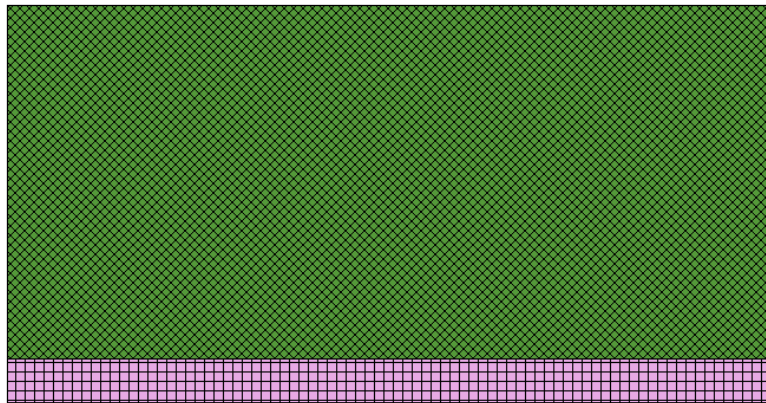
**Geometrie**

Dicke [mm]: 450

U-Wert

Statisch

0.7395 [W/m²K]





Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.00 [m²K/W]

Aussen

**Wetter:** Bern Liebfeld (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 500 m (-65 m)

#### Querschnitt 1

Materialname:			Dicke [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi									0.130
1	CEN : Stahlbeton (CEN) [OLD]		40	44	1.8	110	2400	0.306	0.222
2	Foamglas : Foamglas® - 0,050W/mK - Type F (Integriertem gefälle)		5	50000000	0.05	1000000000	165	0.28	1
Rse									0.000
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]			dR						0
			RT						1.352

frsi = 0.830 [-], frsi,min,cond = 0.408 [-], frsi,min,moist = 0.886 [-]  
Es besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung.

## Liste der Modelle: Fenster und Türen

### AF21 - (F1)

#### Verglasungstyp:

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	1.1		

#### Rahmentyp

#### Randverbund des Fensters

Material	PVC	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1.4	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	-----	----------------------------------	-----	---------------------------	------

### AF22 - (F2)

#### Verglasungstyp:

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	1.1		

#### Rahmentyp

#### Randverbund des Fensters

Material	PVC	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1.4	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	-----	----------------------------------	-----	---------------------------	------

### AF23 - (F3)

#### Verglasungstyp:

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	1	Glas U W/m <sup>2</sup> K	1.1		

#### Rahmentyp

#### Randverbund des Fensters

Material	PVC	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1.4	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	-----	----------------------------------	-----	---------------------------	------

### AF01 - (F4)

#### Verglasungstyp:

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

#### Rahmentyp

#### Randverbund des Fensters

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### AF02 - (F5)



## Liste der Modelle: Fenster und Türen

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m²K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m²K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	---------------------	---	---------------------------	------

### **AF03 - (F6)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m²K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m²K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	---------------------	---	---------------------------	------

### **AF04 - (F7)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m²K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m²K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	---------------------	---	---------------------------	------

### **AF05 - (F8)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m²K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m²K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	---------------------	---	---------------------------	------

### **AF06 - (F9)**

## Liste der Modelle: Fenster und Türen

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### **AF07 - (F10)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### **AF08 - (F11)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### **AF09 - (F12)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### **AF10 - (F13)**

## Liste der Modelle: Fenster und Türen

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### **AF11 - (F14)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### **AF12 - (F15)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### **AF13 - (F16)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz-Metall	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	-------------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### **AF14 - (F17)**

## Liste der Modelle: Fenster und Türen

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m²K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m²K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	---------------------	---	---------------------------	------

## **AF15 - (F18)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m²K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m²K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	---------------------	---	---------------------------	------

## **AF16 - (F19)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m²K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m²K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	---------------------	---	---------------------------	------

## **- (F20)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m²K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m²K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	---------------------	---	---------------------------	------

## **AF17 - (F21)**

## Liste der Modelle: Fenster und Türen

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

## **AF20 - (F22)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

## **AF19 - (F23)**

### **Verglasungstyp:**

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.7		

### **Rahmentyp**

### **Randverbund des Fensters**

Material	PVC	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	-----	----------------------------------	---	---------------------------	------

Projekt: *Berner Fachhochschule BFH - Variante 4*

Akten-Nr.:

Projektadresse: Quellgasse 10+12

EGID:

Stadt: Biel

PLZ:

2501

**Bauherrschaft:** Amt für Grundstücke und Gebäude AGG**ggfs. BauherrenvertreterIn:** Cornelia Niederhauser**Adresse:** Reiterstrasse 11, 3011 Bern**Tel.:****Fax:****Email:** cornelia.niederhauser@bve.be.ch**VerfasserIn Wärmedämmprojekt:** Wahlruefli Architekten und Raumplaner AG**SachbearbeiterIn:** Sabrina Bratschi**Adresse:** Dammweg 3, 2502 Biel-Bienne**Tel.:** 032 323 60 47**Fax:** 032 323 60 31**Email:** bratschi@wahlruefli.ch**VerfasserIn des Nachweises:** Amstein + Walthert AG**SachbearbeiterIn:** Heiko Muschiolik**Adresse:** Andreasstrasse 5, 8050 Zürich**Tel.:** 044 305 92 61**Fax:****Email:** heiko.muschiolik@amstein-walthert.ch

Art des Bauvorhabens:

Neubau ☐Umbau ☒Anbau ☐Umnutzung ☐

## Systemnachweis nach MuKE n 2014

Anforderungen gemäss:

**SIA 380/1 (2009) Umbau**

Kanton:

**Bern**

Klimastation:

**Bern Liebefeld**

Ref: SIA 2028

Energiebezugsfläche (EBF) A<sub>e</sub>:**4'008.3 m<sup>2</sup>**Gebäudehüllzahl A<sub>th</sub>/A<sub>e</sub>:**1.2**

Verschattungsfaktor der Fassade mit der grössten verglasten Fläche:

Fs: **0.57**

Summe der Länge aller Wärmebrücken:

l: **438 m**

Regelungszuschlag

 $\Delta\Theta_{i,g}$ : **0 °C**

System: Einzelraumregelung

Thermisch wirksamer Aussenluftvolumenstrom (V<sub>th</sub>/A<sub>e</sub>):0.38 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h**Grenzwert Heizwärmebedarf:****Q<sub>h,li</sub>: 56.4 [kWh/m<sup>2</sup>]****Heizwärmebedarf:****Q<sub>h</sub>: 46.2 [kWh/m<sup>2</sup>]****Anforderungen:****Effektiver Heizwärmebedarf (berechnet mit V<sub>th</sub>/A<sub>e</sub>):****Q<sub>h,eff</sub>: 37.4 [kWh/m<sup>2</sup>]****Effektiver Heizwärmebedarf, korr.****Q<sub>h,eff,corr</sub>: 31.9 [kWh/m<sup>2</sup>]**

Wärmebedarf für Warmwasser

Q<sub>ww</sub>: 6.9 [kWh/m<sup>2</sup>]

VerfasserIn des Projekts: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

VerfasserIn Nachweis: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

**0. Wärmebilanz ( $Q_{h,eff}$ )**

Thermische Zone	$Q_T$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_V$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_i$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_s$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$\eta_g$	$Q_{h,eff}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_{h,eff,corr}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )]	$\Phi^1$ [W/m <sup>2</sup> ]	
_Beheizte Zone	55.3	11.4	20.2	21.9	0.7	37.4	31.88	0.4	19.0	56.4
Total	55.3	11.4	20.2	21.9	---	37.4	31.9		19	

**0.1 Heizkesselleistung nach SIA384/3**

Thermische Zone	Gebäudekategorie	T <sub>int</sub> [°C]	T <sub>ext</sub> [°C]	T <sub>avg</sub> [°C]	Stunden [h]	$\Phi^1$ [W/m <sup>2</sup> ]	P <sub>h,li</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
_Beheizte Zone	Schule	20.0	-7.4	7.9	7987.0	19.0	19.6
						19	

1: nach SIA384/3

**0.2 Monatliche Wärmebilanz ( $Q_{h,eff}$ )****0.2.1 \_Beheizte Zone**

Monatliche Bilanz $Q_{h,eff}$							
Monat	$Q_T$	$Q_V$	Wärmegewinne			$\eta_g$	$Q_{h,eff}$
	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_i$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_s$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	Total [kWh/m <sup>2</sup> ]		[kWh/m <sup>2</sup> ]
Januar	8.7	1.8	1.7	0.9	2.6	1	7.9
Februar	7.3	1.5	1.6	1.3	2.8	1	6.1
März	6.4	1.3	1.7	2	3.7	1	4.1
April	5	1	1.7	2.1	3.8	0.9	2.5
Mai	2.9	0.6	1.7	2.6	4.3	0.7	0.5
Juni	1.6	0.3	1.7	2.7	4.4	0.4	0.1
Juli	0.7	0.1	1.7	2.9	4.6	0.2	0
August	0.7	0.1	1.7	2.7	4.4	0.2	0
September	2.6	0.5	1.7	2	3.7	0.7	0.5
Oktober	4.5	0.9	1.7	1.4	3.1	0.9	2.5
November	6.8	1.4	1.7	0.8	2.5	1	5.7
Dezember	8.1	1.7	1.7	0.7	2.4	1	7.5

**1.a Energiebezugsfläche, Nettovolumen und Grenzwert/Zielwert**

Thermische Zone	Gebäudekategorie	A <sub>E</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>th</sub> /A <sub>E</sub>	Vol. net [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>h,li</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Typ*
_Beheizte Zone	Schule	4'008.3	1.197	11'285.4	56.4	A2
	<b>Total</b>	<b>4'008.3</b>	<b>1.197</b>	<b>11'285.4</b>	<b>56.4</b>	

Temperaturkorrektur:

-4.9 %

A1: Neues Gebäude

A2: Umbau

A3: Anbau

A4: Umnutzung

**1.b Zonen, Geschosshöhe und Flächen**1.b.1 Beheizte Zone

	Höhe [m]	A <sub>E</sub> [m <sup>2</sup> ]	Vol. Brutto [m <sup>3</sup> ]
UG	3.65	885.1	3'230.6
EG	3.5	856.9	2'999.2
1.OG	3.5	842.2	2'947.7
2.OG	3.4	842.2	2'863.5
3.OG	3.55	581.9	2'065.7
Total	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>4'008.3</b>	<b>14'106.7</b>

**2. Gebäudehüllfläche**2.1 Beheizte Zone

	Aussen	Unbeheizt		Erdreich		Beheizt	Gesamtfläche	
Flächen in m <sup>2</sup>		ohne Reduktionsfaktor	mit Reduktionsfaktor	ohne Reduktionsfaktor	mit Reduktionsfaktor		ohne Reduktionsfaktor	mit Reduktionsfaktor
Dach, Decke	1'646.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1'646.3	1'646.3
Fassade	2'392.6	0.0	0.0	358.4	222.0	0.0	2'751.0	2'614.6
Boden	0.0	0.0	0.0	1'676.9	538.7	0.0	1'676.9	538.7
<b>Total</b>	<b>4'038.9</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>2'035.3</b>	<b>760.6</b>	<b>0.0</b>	<b>6'074.2</b>	<b>4'799.5</b>

Gebäudehüllzahl A<sub>th</sub>/A<sub>E</sub> =

1.197

**3. Verteilung der Hüllfläche und Verschattungsfaktor**3.1 Beheizte Zone



### 3. Verteilung der Hüllfläche und Verschattungsfaktor

Flächen der Elemente in m²	Dach, Decke	Fassaden								Boden	Total
		Nord	NO	Ost	SO	Süd	SW	West	NW		
Opake Baut.	1'629.3	0.0	436.4	0.0	482.6	0.0	395.7	0.0	684.5	1'676.9	5'305.3
Fenster / Türen	17.0	0.0	191.7	0.0	264.8	0.0	79.9	0.0	215.4	0.0	768.9
Total	1'646.3	0.0	628.1	0.0	747.4	0.0	475.6	0.0	899.9	1'676.9	6'074.2
Anteil Fenster & Türen an Gebäudehüllfläche	0.01	0.00	0.31	0.00	0.35	0.00	0.17	0.00	0.24	0.00	0.13
Verschattungsfaktor FS (flächengewichteter Mittelwert)											
F <sub>s1</sub> (Horizont)	0.49	0.00	0.81	0.00	0.63	0.00	0.63	0.00	0.53	----	---
F <sub>s2</sub> (Überhang)	0.92	0.00	0.95	0.00	0.95	0.00	0.95	0.00	0.95	----	---
F <sub>s3</sub> (Seitenblende)	0.95	0.00	0.97	0.00	0.95	0.00	0.94	0.00	0.97	----	---
F <sub>s</sub> (F <sub>s1</sub> · F <sub>s2</sub> · F <sub>s3</sub> )	0.40	1.00	0.74	1.00	0.57	1.00	0.57	1.00	0.49	----	---

Flächenanteil Fenster und Türen an Ae:

19.18 %

### 4. Bauteile

#### 4.1 Flächige Bauteile

n°	Bezeichnung	Code	Z. Elem.	Däm. [cm]	Neig. [°]	orient. [°]	U [W/m²K]	b [-]	A [m²]	Nb.U.b.A [W/K]	Verl. [kWh/m²]
1	_Beheizte Zone										0.0
2	FB01_Altbau (FB01)	C2	1	4.00	0		0.65	0.25	1'385.6	225.5	5.3
3	FB02_Anbau (FB02)	C1	1	0	0		0.25	0.66	291.3	48.1	1.1
4	DA02_Flachdach_Altbau_(Labor/Lager) (DA02)	A1	1	0	0		0.10	1.00	60.8	6.1	0.1
5	AF03_Oblicht (AF03)	D1	1		0		1.19	1.00	5.4	6.4	0.2
6	DA03_Flachdach_Altbau_Eingangsbereich (DA03)	A1	1	0	0		0.10	1.00	446.6	44.7	1.1
7	DA04_Flachdach_Anbau (DA04)	A1	1	0	0		0.10	1.00	219.3	21.9	0.5
8	DA01_Schrägdach_Altbau (DA01)	A1	1	0	30	SO	0.10	1.00	244.9	24.5	0.6
9	AF01_DFF_gross (AF01)	D1	10		30	SO	1.19	1.00	0.4	5.3	0.1
10	DA01_Schrägdach_Altbau (DA01)	A1	1	0	30	NO	0.10	1.00	205.5	20.5	0.5
11	AF01_DFF_gross (AF01)	D1	3		30	NO	1.19	1.00	0.4	1.6	0.0
12	AF02_DFF_klein (AF02)	D1	3		30	NO	1.19	1.00	0.3	1	0.0
13	DA01_Schrägdach_Altbau (DA01)	A1	1	0	30	SW	0.10	1.00	205.9	20.6	0.5
14	AF01_DFF_gross (AF01)	D1	4		30	SW	1.19	1.00	0.4	2.1	0.1
15	DA01_Schrägdach_Altbau (DA01)	A1	1	0	30	NW	0.10	1.00	246.3	24.6	0.6
16	AF01_DFF_gross (AF01)	D1	7		30	NW	1.19	1.00	0.4	3.7	0.1
17	AW01_Sandsteinfassade_Altbau (AW01)	B1	1	8.00	90	SO	0.36	1.00	468.5	169.1	4.0
18	AF04_Altbau (AF04)	D1	21		90	SO	0.98	1.00	3.8	78.8	1.9
19	AF05_Altbau (AF05)	D1	70		90	SO	0.98	1.00	2.6	177	4.2

## 4. Bauteile

### 4.1 Flächige Bauteile

n°	Bezeichnung	Code	Z. Elem.	Däm. [cm]	Neig. [°]	orient. [°]	U [W/m²K]	b [-]	A [m²]	Nb.U.b.A [W/K]	Verl. [kWh/m²]
20	AT01_Eingangstür_Labor (AT01)	E1	1	0	90	SO	3.50	1.00	3.8	13.3	0.3
21	AW02_Anbau (AW02)	B1	1	17.00	90	NO	0.24	1.00	94.9	22.9	0.5
22	AF08_Anbau (AF08)	D1	18		90	NO	0.78	1.00	3.2	44.9	1.1
23	AW03_Altbau_Erdreich (AW03)	B2	1	8.00	90	SO	0.37	0.62	14.1	3.2	0.1
24	AW01_Sandsteinfassade_Altbau (AW01)	B1	1	8.00	90	NO	0.36	1.00	296.3	107	2.5
25	AF04_Altbau (AF04)	D1	2		90	NO	0.98	1.00	3.8	7.5	0.2
26	AF05_Altbau (AF05)	D1	48		90	NO	0.98	1.00	2.6	121.4	2.9
27	AT02_Eingangstür_NO/SW (AT02)	E1	1	0	90	NO	3.50	1.00	2.6	9.1	0.2
28	AW03_Altbau_Erdreich (AW03)	B2	1	8.00	90	NO	0.37	0.62	45.2	10.2	0.2
29	AW01_Sandsteinfassade_Altbau (AW01)	B1	1	8.00	90	SW	0.36	1.00	350.8	126.6	3.0
30	AF04_Altbau (AF04)	D1	3		90	SW	0.98	1.00	3.8	11.3	0.3
31	AF05_Altbau (AF05)	D1	21		90	SW	0.98	1.00	2.6	53.1	1.3
32	AT02_Eingangstür_NO/SW (AT02)	E1	1	0	90	SW	3.50	1.00	2.6	9.1	0.2
33	AT03_Tor_Werkstatt (AT03)	E1	1	0	90	SW	4.50	1.00	11.6	52.2	1.2
34	AW03_Altbau_Erdreich (AW03)	B2	1	8.00	90	SW	0.37	0.62	44.9	10.2	0.2
35	AW01_Sandsteinfassade_Altbau (AW01)	B1	1	8.00	90	NW	0.36	1.00	335.4	121.1	2.9
36	AF04_Altbau (AF04)	D1	32		90	NW	0.98	1.00	3.8	120.1	2.8
37	AF06_Altbau (AF06)	D1	5		90	NW	0.98	1.00	2.5	12.1	0.3
38	AF07_Altbau (AF07)	D1	2		90	NW	0.98	1.00	10.1	19.7	0.5
39	AT04_Eingangstür_NW (AT04)	E1	1	0	90	NW	4.50	1.00	2.8	12.6	0.3
40	AW02_Anbau (AW02)	B1	1	17.00	90	NW	0.24	1.00	94.9	22.9	0.5
41	AF08_Anbau (AF08)	D1	18		90	NW	0.78	1.00	3.2	44.9	1.1
42	AW03_Altbau_Erdreich (AW03)	B2	1	8.00	90	NW	0.37	0.62	254.2	57.8	1.4

Tot.: 1'894.7 44.9

b: Reduktionsfaktor (EN ISO 13790)

A: Fläche

g: Gesamtenergiedurchlassgrad für diffuse Strahlung

Däm: Dämmstärke

SP: gegen Glasvorbau oder Doppelwand

Kat: Katalog

### 4.1b Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Z. Elem.	A [m²]	Atot [m²]	Neig. [°]	orient. [°]	Rahme n [%]	Uw [W/m²K]	Ug [W/m²K]	Uf [W/m²K]
1	AF03_Oblicht (AF03)	1	5.4	5.4	0		10	1.19	1.1	1.4
2	AF05_Altbau (AF05)	48	2.58	123.84	90	NO	35	0.98	0.6	1
3	AF04_Altbau (AF04)	2	3.83	7.66	90	NO	35	0.98	0.6	1
4	AF08_Anbau (AF08)	18	3.2	57.6	90	NO	20	0.78	0.6	1
5	AF02_DFF_klein (AF02)	3	0.29	0.87	30	NO	10	1.19	1.1	1.4
6	AF01_DFF_gross (AF01)	3	0.45	1.34	30	NO	10	1.19	1.1	1.4
7	AF07_Altbau (AF07)	2	10.06	20.12	90	NW	35	0.98	0.6	1
8	AF04_Altbau (AF04)	32	3.83	122.56	90	NW	35	0.98	0.6	1
9	AF01_DFF_gross (AF01)	7	0.45	3.14	30	NW	10	1.19	1.1	1.4
10	AF06_Altbau (AF06)	5	2.47	12.35	90	NW	35	0.98	0.6	1

4.1b Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Z. Elem.	A [m²]	Atot [m²]	Neig. [°]	orient. [°]	Rahme n [%]	Uw [W/m²K]	Ug [W/m²K]	Uf [W/m²K]
11	AF08_Anbau (AF08)	18	3.2	57.6	90	NW	20	0.78	0.6	1
12	AF01_DFF_gross (AF01)	10	0.45	4.48	30	SO	10	1.19	1.1	1.4
13	AF05_Altbau (AF05)	70	2.58	180.6	90	SO	35	0.98	0.6	1
14	AF04_Altbau (AF04)	21	3.83	80.43	90	SO	35	0.98	0.6	1
15	AF05_Altbau (AF05)	21	2.58	54.18	90	SW	35	0.98	0.6	1
16	AF04_Altbau (AF04)	3	3.83	11.49	90	SW	35	0.98	0.6	1
17	AF01_DFF_gross (AF01)	4	0.45	1.79	30	SW	10	1.19	1.1	1.4

n°	Bezeichnung	orient. [°]	g <sub>⊥</sub>	Fs [-]	Fs1 [-]	Fs2 [-]	Fs3 [-]	Gewinne [kWh/m²]	Verl. [kWh/m²]
1	AF03_Oblicht (AF03)		0.5	0	0	1	1	0	0.2
2	AF05_Altbau (AF05)	NO	0.55	0.75	0.81	0.955	0.966	3.6	2.9
3	AF04_Altbau (AF04)	NO	0.55	0.75	0.81	0.955	0.976	0.2	0.2
4	AF08_Anbau (AF08)	NO	0.55	0.73	0.81	0.929	0.971	2	1.1
5	AF02_DFF_klein (AF02)	NO	0.5	0.73	0.81	0.943	0.962	0.1	0.0
6	AF01_DFF_gross (AF01)	NO	0.5	0.67	0.81	0.875	0.948	0.1	0.0
7	AF07_Altbau (AF07)	NW	0.55	0.39	0.405	0.982	0.976	0.3	0.5
8	AF04_Altbau (AF04)	NW	0.55	0.38	0.405	0.955	0.976	1.8	2.8
9	AF01_DFF_gross (AF01)	NW	0.5	0.67	0.81	0.875	0.948	0.2	0.1
10	AF06_Altbau (AF06)	NW	0.55	0.37	0.405	0.955	0.964	0.2	0.3
11	AF08_Anbau (AF08)	NW	0.55	0.73	0.81	0.929	0.971	2	1.1
12	AF01_DFF_gross (AF01)	SO	0.5	0.5	0.635	0.869	0.903	0.2	0.1
13	AF05_Altbau (AF05)	SO	0.55	0.57	0.635	0.95	0.94	6.2	4.2
14	AF04_Altbau (AF04)	SO	0.55	0.58	0.635	0.95	0.958	2.8	1.9
15	AF05_Altbau (AF05)	SW	0.55	0.57	0.635	0.95	0.94	1.9	1.3
16	AF04_Altbau (AF04)	SW	0.55	0.58	0.635	0.95	0.958	0.4	0.3
17	AF01_DFF_gross (AF01)	SW	0.5	0.5	0.635	0.869	0.903	0.1	0.1

Tot.: 21.9 16.9

4.2 Lineare Wärmebrücken

n°	Bezeichnung	Hülle	Z. Elem.	Code	Ψ [W/mK]	b [-]	Länge [m]	Nb.b.l.Ψ [W/K]	Verl. [kWh/m²]
1	Lineare Wärmebrücke	DA02_Flachdach_Altbau_(Labor/ Lager)	1	L4	1.00	1.00	438.0	438.00	10.4

Tot.: 438.00 10.4

Tot. L1: 0 W/K - 0 m

Tot. L2: 0 W/K - 0 m

Tot. L3: 0 W/K - 0 m

Tot. L5: 0 W/K - 0 m

### 4.3 Punktuelle Wärmebrücken

n°	Bezeichnung	Enveloppe	Code	χ-Wert [W/K]	b [-]	Anzahl	b.z.χ [W/K]	Verl. [kWh/m <sup>2</sup> ]
1				0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Tot.:							0.00	0.0

## 5. Spezielle Eingabedaten (SIA380/1)

Thermische Zone	Wärmespeicher fähigkeit pro C/Ae  [MJ/m <sup>2</sup> K]	Spezifischer Wärmeverlust  [W/K]	Regelungszuschlag g [K]	Vorlauftemperatur θ <sub>h</sub> für Flächenheizung  [°C]	Vorlauftemperatur r für Heizkörper vor Fenstern  [°C]	Aussenluft Volumen- strom  [m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )]
Beheizte Zone	0.5	3'222	0.0		0.0	0.70

## 6. Energiebilanz

Thermische Zone	Q <sub>T</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>V</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>i</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>s</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	η <sub>g</sub>	Q <sub>h</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>h,li</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Grenz [%]	Q <sub>ww</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]
Beheizte Zone	55.3	21.1	20.2	21.9	0.72	46.2	56.4	150	6.9
Total	55	21	20	22	---	46	56		7

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta_g (Q_i + Q_s)$$

(Q<sub>h,li</sub> : SIA 380/1)

## 7. Monatliche Wärmebilanz

### 7.1 Beheizte Zone

Monatliche Bilanz							
Monat	Q <sub>T</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>V</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Wärmegewinne			η <sub>g</sub>	Q <sub>h</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]
			Q <sub>i</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>s</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Total [kWh/m <sup>2</sup> ]		
Januar	8.7	3.3	1.7	0.9	2.6	1	9.4
Februar	7.3	2.8	1.6	1.3	2.8	1	7.3
März	6.4	2.4	1.7	2	3.7	1	5.2
April	5	1.9	1.7	2.1	3.8	0.9	3.4
Mai	2.9	1.1	1.7	2.6	4.3	0.7	0.9
Juni	1.6	0.6	1.7	2.7	4.4	0.5	0.1
Juli	0.7	0.3	1.7	2.9	4.6	0.2	0
August	0.7	0.3	1.7	2.7	4.4	0.2	0.0
September	2.6	1	1.7	2	3.7	0.8	0.8
Oktober	4.5	1.7	1.7	1.4	3.1	0.9	3.3
November	6.8	2.6	1.7	0.8	2.5	1	6.9
Dezember	8.1	3.1	1.7	0.7	2.4	1	8.9
Total	55.3	21.1	20.2	21.9	42.2	-	46.2

Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Gegen	Code	Z. Elem.	b	U-Wert [W/m²K]	Fläche (A)	Modell-Num mer	
1	DA01_Schrägdach_Altbau	Aussen	A1	1	1	0.10	205.5	DA01	
2	DA01_Schrägdach_Altbau	Aussen	A1	1	1	0.10	244.9	DA01	
3	DA04_Flachdach_Anbau	Aussen	A1	1	1	0.10	219.3	DA04	
4	DA01_Schrägdach_Altbau	Aussen	A1	1	1	0.10	205.9	DA01	
5	DA03_Flachdach_Altbau_Eingangsbereich	Aussen	A1	1	1	0.10	446.6	DA03	
6	DA02_Flachdach_Altbau_(Labor/Lager)	Aussen	A1	1	1	0.10	60.8	DA02	
7	DA01_Schrägdach_Altbau	Aussen	A1	1	1	0.10	246.3	DA01	
8	AW03_Altbau_Erdreich	Erdr. -3.8m,0m	B2	1	0.62	0.37	14.1	AW03	M4
9	AW01_Sandsteinfassade_Altbau	Aussen	B1	1	1	0.36	296.3	AW01	M2
10	AW03_Altbau_Erdreich	Erdr. -3.8m,0m	B2	1	0.62	0.37	45.2	AW03	M4
11	AW03_Altbau_Erdreich	Erdr. -3.8m,0m	B2	1	0.62	0.37	254.2	AW03	M4
12	AW01_Sandsteinfassade_Altbau	Aussen	B1	1	1	0.36	468.5	AW01	M2
13	AW02_Anbau	Aussen	B1	1	1	0.24	94.9	AW02	M3
14	AW01_Sandsteinfassade_Altbau	Aussen	B1	1	1	0.36	335.4	AW01	M2
15	AW03_Altbau_Erdreich	Erdr. -3.8m,0m	B2	1	0.62	0.37	44.9	AW03	M4
16	AW01_Sandsteinfassade_Altbau	Aussen	B1	1	1	0.36	350.8	AW01	M2
17	AW02_Anbau	Aussen	B1	1	1	0.24	94.9	AW02	M3
18	FB01_Altbau	Erdr.	C2	1	0.25	0.65	1'385.6	FB01	M1
19	FB02_Anbau	Erdr. -0.5m,46m	C1	1	0.66	0.25	291.3	FB02	
20	AF05_Altbau	Aussen	D1	21	1	0.98	2.6	AF05	F5
21	AF05_Altbau	Aussen	D1	70	1	0.98	2.6	AF05	F5
22	AF01_DFF_gross	Aussen	D1	10	1	1.19	0.4	AF01	F2
23	AF03_Oblicht	Aussen	D1	1	1	1.19	5.4	AF03	F1
24	AF04_Altbau	Aussen	D1	32	1	0.98	3.8	AF04	F4
25	AF06_Altbau	Aussen	D1	5	1	0.98	2.5	AF06	F7
26	AF07_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.98	10.1	AF07	F8
27	AF04_Altbau	Aussen	D1	3	1	0.98	3.8	AF04	F4
28	AF08_Anbau	Aussen	D1	18	1	0.78	3.2	AF08	F6
29	AF02_DFF_klein	Aussen	D1	3	1	1.19	0.3	AF02	F3
30	AF01_DFF_gross	Aussen	D1	7	1	1.19	0.4	AF01	F2
31	AF08_Anbau	Aussen	D1	18	1	0.78	3.2	AF08	F6
32	AF04_Altbau	Aussen	D1	21	1	0.98	3.8	AF04	F4
33	AF01_DFF_gross	Aussen	D1	3	1	1.19	0.4	AF01	F2
34	AF01_DFF_gross	Aussen	D1	4	1	1.19	0.4	AF01	F2
35	AF05_Altbau	Aussen	D1	48	1	0.98	2.6	AF05	F5
36	AF04_Altbau	Aussen	D1	2	1	0.98	3.8	AF04	F4
37	AT02_Eingangstür_NO/SW	Aussen	E1	1	1	3.50	2.6		
38	AT04_Eingangstür_NW	Aussen	E1	1	1	4.50	2.8		
39	AT03_Tor_Werkstatt	Aussen	E1	1	1	4.50	11.6		
40	AT02_Eingangstür_NO/SW	Aussen	E1	1	1	3.50	2.6		
41	AT01_Eingangstür_Labor	Aussen	E1	1	1	3.50	3.8		

Lineare Wärmebrücken

Nr.	Bezeichnung	Hülle	Code	$\Psi$ [W/mK]	$b$	Länge [m]	$b \cdot \Psi$ [W/K]
1	Lineare Wärmebrücke	DA02_Flachdach_Altbau_(Labor/La	L4	1.00	1.00	438.0	438.00

Punktuelle Wärmebrücken

Nr.	Bezeichnung	Hülle	Code	$\chi$ -Wert [W/K]	$b$	Anzahl	$b \cdot \chi$ W/K
1				0.00	0.00	0.00	0.00

Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Z. Elem.	A [m²]	Uw [W/m²K]	Neig. [°]	orient. [°]	Rand.-Lä nge [m]	% Rahmen:	Modell-Nummer	
1	AF03_Oblicht	1	5.4	1.19	0		8.1	10	AF03	F1
2	AF05_Altbau	48	2.6	0.98	90	NO	15.48	35	AF05	F5
3	AF04_Altbau	2	3.8	0.98	90	NO	22.98	35	AF04	F4
4	AF08_Anba	18	3.2	0.78	90	NO	8	20	AF08	F6
5	AF02_DFF_klein	3	0.3	1.19	30	NO	0.44	10	AF02	F3
6	AF01_DFF_gross	3	0.4	1.19	30	NO	0.67	10	AF01	F2
7	AF07_Altbau	2	10.1	0.98	90	NW	60.36	35	AF07	F8
8	AF04_Altbau	32	3.8	0.98	90	NW	22.98	35	AF04	F4
9	AF01_DFF_gross	7	0.4	1.19	30	NW	0.67	10	AF01	F2
10	AF06_Altbau	5	2.5	0.98	90	NW	14.82	35	AF06	F7
11	AF08_Anba	18	3.2	0.78	90	NW	8	20	AF08	F6
12	AF01_DFF_gross	10	0.4	1.19	30	SO	0.67	10	AF01	F2
13	AF05_Altbau	70	2.6	0.98	90	SO	15.48	35	AF05	F5
14	AF04_Altbau	21	3.8	0.98	90	SO	22.98	35	AF04	F4
15	AF05_Altbau	21	2.6	0.98	90	SW	15.48	35	AF05	F5
16	AF04_Altbau	3	3.8	0.98	90	SW	22.98	35	AF04	F4
17	AF01_DFF_gross	4	0.4	1.19	30	SW	0.67	10	AF01	F2

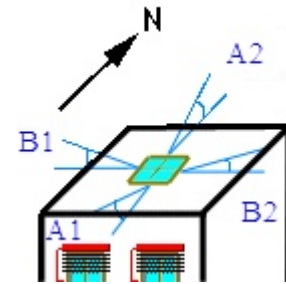
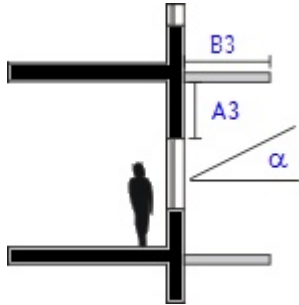
Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Fs [-]	A1 [m]	B1 [m]	A2 [m]	B2 [m]	A3 [m]	B3 [m]	$\alpha$	Fs1 [-]	Fs2 [-]	Fs3 [-]	Voil. [-]
1	AF03_Oblicht	0	10	10	10	90	0	0	0	0	1	1	0
2	AF05_Altbau	0.75	0	0.3	0	0.3	0	0.3	30	0.81	0.95	0.97	0
3	AF04_Altbau	0.75	0	0.3	0	0.3	0	0.3	30	0.81	0.95	0.98	0
4	AF08_Anba	0.73	0	0.4	0	0.4	0	0.4	30	0.81	0.93	0.97	0
5	AF02_DFF_klein	0.73	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.94	0.96	0
6	AF01_DFF_gross	0.67	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.87	0.95	0
7	AF07_Altbau	0.39	0	0.3	0	0.3	0	0.3	63	0.41	0.98	0.98	0
8	AF04_Altbau	0.38	0	0.3	0	0.3	0	0.3	63	0.41	0.95	0.98	0
9	AF01_DFF_gross	0.67	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.81	0.87	0.95	0
10	AF06_Altbau	0.37	0	0.3	0	0.3	0	0.3	63	0.41	0.95	0.96	0
11	AF08_Anba	0.73	0	0.4	0	0.4	0	0.4	30	0.81	0.93	0.97	0
12	AF01_DFF_gross	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.87	0.9	0
13	AF05_Altbau	0.57	0	0.3	0	0.3	0	0.3	30	0.64	0.95	0.94	0
14	AF04_Altbau	0.58	0	0.3	0	0.3	0	0.3	30	0.64	0.95	0.96	0
15	AF05_Altbau	0.57	0	0.3	0	0.3	0	0.3	30	0.64	0.95	0.94	0
16	AF04_Altbau	0.58	0	0.3	0	0.3	0	0.3	30	0.64	0.95	0.96	0
17	AF01_DFF_gross	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	30	0.64	0.87	0.9	0



### Fenster und Fenstertüren

n°	Bezeichnung	Fs [-]	A1 [m]	B1 [m]	A2 [m]	B2 [m]	A3 [m]	B3 [m]	$\alpha$	Fs1 [-]	Fs2 [-]	Fs3 [-]	Voil. [-]
----	-------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	------------	------------	------------	--------------



**Liste der Modelle : Wände, Dach, Fussböden, Decken, unverglaste Türen****FB01 - (M1) - FB01**Nutzung: Boden  
Gegen Erdreich (3.8m)

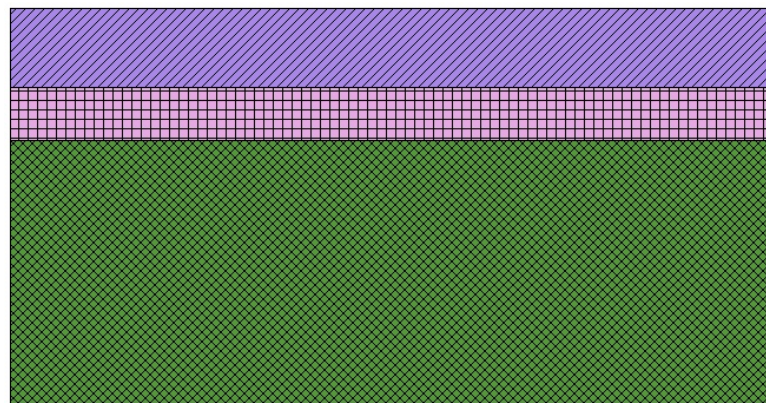
Innen

SIA 180 (2014)

2

**Wärmekapazität**  
[kJ/m<sup>2</sup>K]k<sub>1</sub><sup>1</sup> : **74.5**  
Cm 10cm (24h): 121  
Cm 3cm (2h): 60.5**Geometrie**

Dicke [mm]: 300

**U-Wert**

Statisch

**0.6505** [W/m<sup>2</sup>K]

Dynamisch (U24)

**0.218** [W/m<sup>2</sup>K]R<sub>si</sub>: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]

Aussen

R<sub>se</sub>: 0.00 [m<sup>2</sup>K/W]**Wetter:** Bern Liebfeld (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 500 m (-65 m)Querschnitt 1

Materialname:	Dicke [cm]	S <sub>d</sub> [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
R <sub>si</sub>							0.130
1 Project : Unterlagsboden gem. Arch.	6	1.5	1.3	25	2000	0.28	0.046
2 Project : Trittschalldämmung, z.B. Isover PS81	4	0.06	0.032	2	80	0.167	1.25
3 CEN : Stahlbeton (CEN) [OLD]	20	22	1.8	110	2400	0.306	0.111
R <sub>se</sub>							0.000
dU <sub>g</sub> = 0 [W/m <sup>2</sup> K], dU <sub>f</sub> = 0 [W/m <sup>2</sup> K]						dR	0
						RT	<b>1.537</b>

frsi = 0.849 [-], frsi,min,cond = 0.408 [-], frsi,min,moist = 0.886 [-]  
Es besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung.

## Thermisch-dynamische Kenngrössen (EN ISO 13786)

Periode T= 0 [h] +24 [h]

Wärmedurchgangskoeffizient				Wärmeübergangsmatrix			
Statisch		0.651 [W/m²K]		Betrag    Phasenverschiebung			
Dynamisch (U24)		0.218 [W/m²K]		Z11	23.88 [-]	11.47 [h]	
				Z21	489.44 [W/m²K]	2.57 [h]	
				Z12	4.59 [m²K/W]	21.05 [h]	
Amplitudendämpfung		23.9 [-]	Dekrement	0.335 [-]	Z22	94.18 [-]	12.15 [h]
Flächenbezogene Wärmekapazität				Wärmeaufnahmewerte    Phasenverschiebung			
k1¹	Innen	74.46 [kJ/m²K]		Innenfläche	5.2 [W/m²K]	2.42 [h]	
k2¹	Aussen	284.93 [kJ/m²K]		Aussenfläche	20.5 [W/m²K]	3.1 [h]	

<sup>1</sup> Berechnet mit R<sub>si</sub>/R<sub>se</sub>

## Liste der Modelle : Wände, Dach, Fussböden, Decken, unverglaste Türen

### AW01 - (M2) - AW01

Nutzung: Mauer  
Gegen aussen

Innen

SIA 180 (2014)

Aussen

3

Wärmekapazität  
[kJ/m²K]

k<sub>1</sub><sup>1</sup> : 82.1  
 Cm 10cm (24h): 260  
 Cm 3cm (2h): 78.1

Geometrie

Dicke [mm]: 900

U-Wert

Statisch

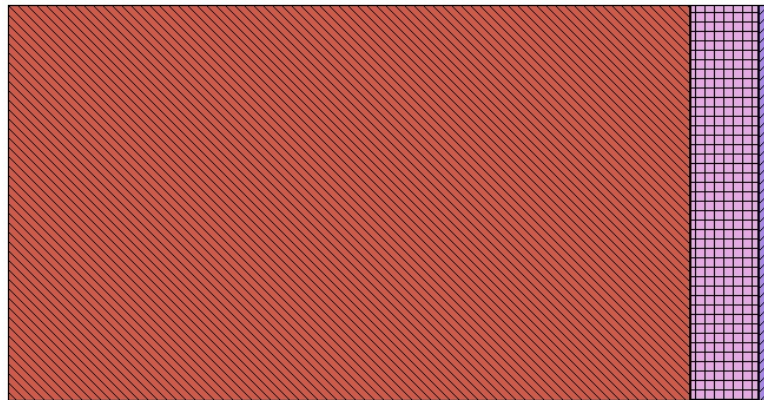
0.3612 [W/m²K]

Dynamisch (U24)

0.001 [W/m²K]

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.04 [m²K/W]



Wetter: Bern Liebfeld (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 500 m (-65 m)

#### Querschnitt 1

Materialname:	Dicke [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 CEN : Sandstein CEN	80	32	2.3	40	2600	0.278	0.348
2 Foamglas : Foamglas® - 0,036W/mK - Type T3+	8	80000000	0.036	1000000000	100	0.28	2.222
3 SIA 381/1 : Innenputz	2	0.16	0.7	8	1400	0.25	0.029
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	2.769

frsi = 0.913 [-], frsi,min,cond = 0.714 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

#### Thermisch-dynamische Kenngrössen (EN ISO 13786)

Periode T= 0 [h] +24 [h]

Wärmedurchgangskoeffizient				Wärmeübergangsmatrix			
Statisch		0.361 [W/m²K]		Betrag		Phasenverschiebung	
Dynamisch (U24)		0.001 [W/m²K]		Z11	4'197.48 [-]	23.81 [h]	
				Z21	8'475.54 [W/m²K]	16.58 [h]	
				Z12	702.5 [m²K/W]	11.03 [h]	
Amplitudendämpfung		4'197.48 [-]	Dekrement	Z22	1'418.48 [-]	3.8 [h]	
Flächenbezogene Wärmekapazität				Wärmeaufnahmewerte		Phasenverschiebung	
k <sub>1</sub> <sup>1</sup>	Innen	82.14 [kJ/m²K]		Innenfläche	5.98 [W/m²K]	0.78 [h]	
k <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Aussen	27.76 [kJ/m²K]		Aussenfläche	2.02 [W/m²K]	4.77 [h]	

<sup>1</sup> Berechnet mit Rsi/Rse

## Liste der Modelle : Wände, Dach, Fussböden, Decken, unverglaste Türen

### AW02 - (M3) - AW02

Nutzung: Mauer  
Gegen aussen

Innen

SIA 180 (2014)

Aussen

3

Wärmekapazität  
[kJ/m<sup>2</sup>K]

k<sub>1</sub><sup>1</sup> : 28.9  
 Cm 10cm (24h): 25.2  
 Cm 3cm (2h): 25.2

Geometrie

Dicke [mm]: 200

U-Wert

Statisch

0.2414 [W/m<sup>2</sup>K]

Dynamisch (U24)

0.141 [W/m<sup>2</sup>K]Rsi: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]Rse: 0.04 [m<sup>2</sup>K/W]

Wetter: Bern Liebfeld (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 500 m (-65 m)

#### Querschnitt 1

Materialname:	Dicke [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
Rsi							0.130
1 SIA 381/1 : Innenputz	2	0.16	0.7	8	1400	0.25	0.029
2 Foamglas : Foamglas® - 0,036W/mK - Type T3+	7	70000000	0.036	1000000000	100	0.28	1.944
3 SIA 381/1 : Aluminium	0.5	5000	200	999999	2700	0.25	0
4 Project : Wärmedämmung Mineralwolle	10	0.15	0.05	2	60	0.286	2
5 SIA 381/1 : Aluminium	0.5	5000	200	999999	2700	0.25	0
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m <sup>2</sup> K], dUf= 0 [W/m <sup>2</sup> K]						dR	0
						RT	4.143

frsi = 0.941 [-], frsi,min,cond = 0.714 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

#### Thermisch-dynamische Kenngrössen (EN ISO 13786)

Periode T= 0 [h] +24 [h]

Wärmedurchgangskoeffizient				Wärmeübergangsmatrix		
Statisch	0.241	[W/m <sup>2</sup> K]		Betrag	Phasenverschiebung	
Dynamisch (U24)	0.141	[W/m <sup>2</sup> K]		Z11	14.05 [-]	9.9 [h]
				Z21	17.3 [W/m <sup>2</sup> K]	2.31 [h]
				Z12	7.09 [m <sup>2</sup> K/W]	17.77 [h]
Amplitudendämpfung	14 [-]	Dekrement	0.584 [-]	Z22	8.77 [-]	10.2 [h]
Flächenbezogene Wärmekapazität				Wärmeaufnahmewerte		
k <sub>1</sub> <sup>1</sup>	Innen	28.93	[kJ/m <sup>2</sup> K]	Innenfläche	1.98 [W/m <sup>2</sup> K]	4.13 [h]
k <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Aussen	18.76	[kJ/m <sup>2</sup> K]	Aussenfläche	1.24 [W/m <sup>2</sup> K]	4.43 [h]

<sup>1</sup> Berechnet mit Rsi/Rse

## Liste der Modelle : Wände, Dach, Fussböden, Decken, unverglaste Türen

### AW03 - (M4) - AW03

Nutzung: Mauer  
Gegen Erdreich (3.8m)

Innen

SIA 180 (2014)

Aussen

3

**Wärmekapazität**  
[kJ/m<sup>2</sup>K]

 k<sub>1</sub><sup>1</sup> : 25.9  
 Cm 10cm (24h): 25.2  
 Cm 3cm (2h): 25.2
**Geometrie**

Dicke [mm]: 900

**U-Wert**

Statisch

0.3665 [W/m<sup>2</sup>K]

Dynamisch (U24)

0.005 [W/m<sup>2</sup>K]R<sub>si</sub>: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]R<sub>se</sub>: 0.00 [m<sup>2</sup>K/W]**Wetter:** Bern Liebfeld (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 500 m (-65 m)

#### Querschnitt 1

Materialname:	Dicke [cm]	S <sub>d</sub> [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
R <sub>si</sub>							0.130
1 SIA 381/1 : Innenputz	2	0.16	0.7	8	1400	0.25	0.029
2 Foamglas : Foamglas® - 0,036W/mK - Type T3+	8	80000000	0.036	1000000000	100	0.28	2.222
3 CEN : Sandstein CEN	80	32	2.3	40	2600	0.278	0.348
R <sub>se</sub>							0.000
dU <sub>g</sub> = 0 [W/m <sup>2</sup> K], dU <sub>f</sub> = 0 [W/m <sup>2</sup> K]						dR	0
						RT	2.729

frsi = 0.912 [-], frsi,min,cond = 0.408 [-], frsi,min,moist = 0.886 [-]

#### Thermisch-dynamische Kenngrössen (EN ISO 13786)

Periode T= 0 [h] +24 [h]

Wärmedurchgangskoeffizient				Wärmeübergangsmatrix		
Statisch	0.366	[W/m <sup>2</sup> K]		Betrag	Phasenverschiebung	
Dynamisch (U24)	0.005	[W/m <sup>2</sup> K]		Z11	406.25 [-]	1.58 [h]
				Z21	8'475.54 [W/m <sup>2</sup> K]	16.58 [h]
				Z12	215.6 [m <sup>2</sup> K/W]	9.43 [h]
Amplitudendämpfung	406.2	[-]	Dekrement	Z22	4'498.02 [-]	0.43 [h]
			0.013 [-]			
Flächenbezogene Wärmekapazität				Wärmeaufnahmewerte		
k <sub>1</sub> <sup>1</sup>	Innen	25.85	[kJ/m <sup>2</sup> K]	Innenfläche	1.88 [W/m <sup>2</sup> K]	4.15 [h]
k <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Aussen	286.82	[kJ/m <sup>2</sup> K]	Aussenfläche	20.86 [W/m <sup>2</sup> K]	3 [h]

<sup>1</sup> Berechnet mit R<sub>si</sub>/R<sub>se</sub>

## Liste der Modelle: Fenster und Türen

### AF03 - (F1)

#### Verglasungstyp:

Name Verglasung	Hersteller	Norm

Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	1.1
--------	-----	---------------------------	-----

#### Rahmentyp

#### Randverbund des Fensters

Material	PVC	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1.4	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	-----	----------------------------------	-----	---------------------------	------

### AF01 - (F2)

#### Verglasungstyp:

Name Verglasung	Hersteller	Norm

Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	1.1
--------	-----	---------------------------	-----

#### Rahmentyp

#### Randverbund des Fensters

Material	PVC	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1.4	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	-----	----------------------------------	-----	---------------------------	------

### AF02 - (F3)

#### Verglasungstyp:

Name Verglasung	Hersteller	Norm

Gp [-]	0.5	Glas U W/m <sup>2</sup> K	1.1
--------	-----	---------------------------	-----

#### Rahmentyp

#### Randverbund des Fensters

Material	PVC	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1.4	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	-----	----------------------------------	-----	---------------------------	------

### AF04 - (F4)

#### Verglasungstyp:

Name Verglasung	Hersteller	Norm

Gp [-]	0.55	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.6
--------	------	---------------------------	-----

#### Rahmentyp

#### Randverbund des Fensters

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

### AF05 - (F5)

## Liste der Modelle: Fenster und Türen

### Verglasungstyp:

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.55	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.6		

### Rahmentyp

### Randverbund des Fensters

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

## AF08 - (F6)

### Verglasungstyp:

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.55	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.6		

### Rahmentyp

### Randverbund des Fensters

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

## AF06 - (F7)

### Verglasungstyp:

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.55	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.6		

### Rahmentyp

### Randverbund des Fensters

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------

## AF07 - (F8)

### Verglasungstyp:

Name Verglasung				Hersteller	Norm
Gp [-]	0.55	Glas U W/m <sup>2</sup> K	0.6		

### Rahmentyp

### Randverbund des Fensters

Material	Holz	U-Wert Rahmen W/m <sup>2</sup> K	1	Linearer Koeffizient W/mK	0.04
----------	------	----------------------------------	---	---------------------------	------



<b>MINERGIE<sup>®</sup></b>	<b>EN-101b</b>	<b>Energienachweis Energiebedarf</b>
-----------------------------	----------------	--

E7	Projektname:	Berner Fachhochschule BFH	Parz.-Nr.:		MOP - Nr.:	
E8	Gebäudeadresse:	Quellgasse 21, 2501 Biel-Bienne				

E13	<b>Gebäudedaten</b>	Gebäudestandort:	434	m.ü.M.	Kanton:	Bern
E14	( aus SIA 380/1 )	Art des Nachweises:	Minergie mit SIA 380/1:2009		Klimastation:	Bern Liebefeld
	Zone		1	2	3	4 Summe
E16	Gebäudekategorie		Schule			(Mittel)
E17	Mit Warmwasser ?		Nein			
E19	Energiebezugsfläche EBF	A <sub>E</sub> m2	10884.5			10'885
E21	Neubau		Nein			
E23	Gebäudehüllzahl	A <sub>H</sub> /A <sub>E</sub>	0.68			0.68
E24	Heizwärmebedarf mit Standardluftwechsel	Q <sub>h</sub> kWh/m2	56.4			56.4

E27	<b>Lüftung-Klima-Kälteanlagen</b>	<b>1)</b>				
	Der thermisch wirksame Aussenluft-Volumenstrom ist in der Heizwärmebedarfsberechnung (SIA 380/1) entsprechend F45 - I45 einzusetzen					
	<b>Angaben bei Standard-Lüftungsanlagen</b>	Zone	1	2	3	4 Summe
E30	Kleinanlagen mit Standardwerten		Nein			
E31	Standard-Lüftungsanlagentyp					
E32	Anzahl Personen					
E34	Wärmerückgewinnungs-Wärmetauscher					
E35	Ventilatorantrieb mit					
E37	Nenn-Luftvolumenstrom	m3/h				
E38	<b>Externe Berechnung</b>	1) Externe Berechnung beilegen und Werte in Zellen F40 - I43 eintragen				
E39	Kühlung oder Befeuchtung vorhanden?		keine			
E40	Thermisch wirksame Aussenlufttrate	V' m3/h	2'511			2'511
E41	Strombedarf Lüftung + Vereisungsschutz	Q <sub>e,L</sub> kWh	35'698			35'698
E42	Strombedarf Klima und Befeuchtung	Q <sub>e,K</sub> kWh				
E43	Strombedarf Kälteförderung	Q <sub>e,B</sub> kWh				
E44	<b>Q<sub>h</sub> mit effektivem, thermisch wirksamem Aussenluftvolumenstrom</b>					
E45	Therm. wirksamer Aussenl.-Volumenstr.	V'/A <sub>E</sub> m3/hm2	0.38			0.38
E46	eff. Heizwärmebedarf mit Lüftungsanlage	Q <sub>h,eff</sub> kWh/m2	41.9			41.9



<h1 style="margin: 0;">MINERGIE®</h1>		<b>Zusatzangaben für den Minergie-Nachweis</b>
---------------------------------------	--	--

M12 <b>Gebäudedaten</b>	Gebäudestandort: 434 m.ü.M.	Kanton: Bern
M13 ( aus SIA 380/1 )	Art des Nachweises: <b>Minergie mit SIA 380/1:200</b>	Klimastation: Bern Liebefeld

Zone	1	2	3	4	Summe
M15 Gebäudekategorie	Schule				(Mittel)
M17 Warmwasser, Rechenwert	kWh/m2				
M18 Warmwasser, SIA 385	kWh/m2				
M19 - Abminderung Armaturen	f <sub>A</sub> = 0.9				
M21 - Wärmerückgewinnung Abwasser in %					
M25 Anzahl Wohneinheiten					
M26 Gebäudehöhe	m				

**Elektrizität**

Angaben für Wohnungsnutzung:	Zone	1	2	3	4	(Mittel)
M33 Aufzugsanlage / Lift vorhanden?						
M34 Alle Geschirrspüler Klasse A+++						
M35 Alle Kühl- und Gefrierschränke A+++						
M36 Alle Waschmaschinen Klasse A+++						
M37 Alle Wäschetrockner Klasse A+++						
M38 Alles Induktionskochherde						
M40 Beleuchtung LED A++ & Regelung						
M41 Effiziente Geräte Gebäudebetrieb/Wohnnutzung						
<b>Übrige Nutzungen: Angaben zur Beleuchtung</b>						
M44 Beleuchtung: Umfassende Sanierung?		Ja				
M45 Beleuchtungsnachweis vorhanden		Nein				
M46 Leuchten: Minergie-Modul/Lichtausbe. >100 lm/W						
M47 Lichtsteuerung Präsenz-/ Tageslichtsensor						
M48 Beleuchtung: Mittelwert SIA 387/4 (ungew.)	E <sub>SIA387/4,ta</sub>	kWh/m2				
M49 Beleuchtung: Projektwert SIA 387/4 (ungew.)	E <sub>SIA387/4,Bel</sub>	kWh/m2				
M50 Anforderung Beleuchtung eingehalten?		10.2				Rechenwert

**Eigenstromerzeugung**

		spezifischer Jahresertrag [kWh/kWp]	Eigenverbrauchsrate [%]
		Rechenwert	Eingabe
M55 Installierte Leistung (ohne WKK) [kWp]		800	20.0%
M56 spezifische, installierte Leistung pro m2 EBF:		W/m2	
M57 Minimale Grösse der Eigenstromerzeugung:	0	kWp	Anforderung erfüllt?
			<b>Ja</b>

**Weitere Anforderungen**

	Selbstdeklaration/Bestätigung	Anforderung erfüllt?
M63 Luftdichtheit der Hüllfläche	Konzept Luftdichtheit beigelegt?	
M65		
M67 Abwärme	Fällt Abwärme an?	
M68		
M69		
M70 Monitoringkonzept	Grosse Eingriffe in Gebäudetechnik?	
M71		
M72		

S7 **Berner Fachhochschule BFH**S9 **Quellgasse 21, 2501 Biel-Bienne**S10 **Variante 1: Globalbeurteilung von Standardfällen für die Nutzungen Wohnen, Einzelbüro, Gruppenbüro, Sitzungszimmer und Lager (ohne Kühlung)**

Die Globalbeurteilung gilt für Zonen in denen in allen Räumen folgende Bedingungen eingehalten sind:

- Keine Oblichter
- Aussen liegender beweglicher Sonnenschutz mit Rolläden oder Rafflamellenstoren (g-Wert-total max 0.1)
- Eine Nachauskühlung mit Fensterlüftung ist möglich (Hinweis: Der Einbruchschutz wird im Rahmen der Minergie-Zertifizierung generell nicht geprüft.);
- interne Wärmelasten nicht höher als die Standardwerte im Merkblatt SIA 2024.
- Windfestigkeit des aussenliegenden beweglichen Sonnenschutzes mindestens Windwiderstandsklasse 5

	Zone	1	2	3	4	
<b>Erfüllen die Räume in der Zone die Kriterien?</b>						
S19	Aussenliegender beweglicher Sonnenschutz. Bei "andere" hier deklarieren:					
S21	Wohnen (EFH, MFH), Räume mit bis zu 2 Fassaden, Betondecke (>80% frei) - Maximale Glasflächenzahl: 0.24					
S23	Wohnen (EFH, MFH), Räume mit bis zu 2 Fassaden, Holzdecke und Zementunterlagsboden mit min. 6 cm oder Anhydrit min. 5 cm Stärke - Maximale Glasflächenzahl: 0.18					
S25	Wohnen (EFH, MFH), Räume mit 1 Fassade, Betondecke (>80% frei) SSE-SSW-Orientierung und Verschattung durch Balkon mit 1 Meter Tiefe - Maximale Glasflächenzahl: 0.3					
S27	Einzelbüro, Gruppenbüro, Räume mit bis zu 2 Fassaden, Betondecke (> 40% frei) und automat. Steuerung des Sonnenschutzes. G-Wert Glas ≤ 30% - Maximale Glasflächenzahl: 0.23					
S29	Lager mit geringen internen Wärmelasten					
S30	<i>"n.a.":</i> Nicht vorhanden. Ein solcher Raumtyp existiert nicht. <i>"ja":</i> Ein solcher Raumtyp ist vorhanden und alle Kriterien sind erfüllt. <i>"nein":</i> Ein solcher Raumtyp ist vorhanden, aber die Kriterien sind nicht erfüllt (z.B. zu hoher Glasanteil)					

S32 **Variante 2: Externer Nachweis der Kriterien gemäss SIA382/1 und SIA 180 (ohne Kühlung)**

Die Erfüllung dieser Kriterien wird in Beilagen beschrieben und dokumentiert.

	Zone	1	2	3	4	
S35	Anforderungen an den baulichen sommerlichen Wärmeschutz gemäss Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz Variante 2 erfüllt?	Ja				
S36	Anforderungen an Komfortkriterien gemäss Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz erfüllt?	Ja				
S43	Bemerkungen zum externen Nachweis (Art, Beilage, z.B. Hilfskriterien gemäss Anwendungshilfe):					

S45 **Variante 3: Externer Nachweis der Kriterien gemäss SIA180 und SIA382/1 (mit Kühlung)**

	Zone	1	2	3	4	
S47	Nachweis der baulichen Grundanforderungen muss eingehalten sein. Die sommerlichen Raumlufttemperaturen wurden gemäss SIA 382/1, Ziffer 4.5 berechnet. Die Grenzwert- kurve gemäss SIA 180/1, Figur 4 wird ohne Kühlung an weniger als 100h überschritten.					
S48	Die Zone ist gekühlt und der Energiebedarf wurde berechnet. Es treten keinen hohen sommerlichen Raumlufttemperaturen auf.					
S52	<b>Gemäss Deklaration sind Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz erfüllt.</b>	Ja				

<b>MINERGIE®</b>	<b>EN-101b</b>	<b>Energienachweis Energiebedarf</b>
------------------	----------------	--

Wärmeerzeugung:		Nutzungsgrad / JAZ		Deckungsgrad [%]	
N7	Wärmeerzeugung A	Eingabe	Rechenwert	Heizung	Warmwasser
N8	<b>Pelletfeuerung</b>		0.85	100.0	
N9					
N10					
N11	Wärmeerzeugung B				
N12					
N13					
N14					
N15	Wärmeerzeugung C				
N16					
N17					
N18					
N19	Wärmeerzeugung D				
N20					
N21					
N22					
N23	Übertrag weitere Wärmeerzeugungen				
N24		Deckungsgrad total:			
N25	Zugeführte Elektrizität (ungewichtet) kWh/m2				
N27	Zugeführte Energie (ohne Strom, gewichtet) kWh/m2			100.0	

Gebäudedaten, Lüftung und Grenzwert:				1	2	3	4	Total/Mittel
N34	Qh mit effektivem Luftwechsel	kWh/m2		41.9				41.9
N35								
N39	Strombedarf Lüftungsanlage	kWh/m2		3.3				3.3
N40	Strombedarf für Klima + Hilfsbetriebe	kWh/m2						
N43	Grenzwert für Endenergiebedarf ohne PV	kWh/m2		48.1				48.1
N44	Grenzwert für Minergie-Kennzahl MKZ	kWh/m2		68.0				68.0
Wärmeerzeugung: (Heizung + Warmwasser)		η oder JAZ	Gewich-tung	Deckungsgrad		gew. Endenergie kWh/m2		Wärme kWh/m²
				Heizung	Warmwasser	Strom	andere	
N47	Pelletfeuerung	0.85	0.5	100.0%			24.6	41.9
N48								
N49								
N50								
N51								
N52	Strombedarf Lüftungsanlage		2			6.6		
N53	Strom für Klima + Hilfsbetriebe							
N54	Total:			100%		6.6	24.6	41.9
Erfüllung der Anforderungen:				Anforderung		Berechneter Wert		Erfüllt?
N58	Grenzwert für Endenergiebedarf ohne PV			48.1 kWh/m2		31.2 kWh/m2		Ja
N59	Minergie-Kennzahl (MKZ)			68.0 kWh/m2		67.6 kWh/m2		Ja

<b>MINERGIE®</b>		<b>Übersicht Minergie-Nachweis</b>
------------------	--	--

U9 **Anleitung**

Dieses Nachweisformular dient zum Nachweis der Standards Minergie, Minergie-P und Minergie-A. Der entsprechende Standard kann im Blatt "Eingabe" ausgewählt werden. Der ausgefüllte Nachweis wird auf der Minergie-Online-Plattform (MOP) hochgeladen. Das Antragsformular wird nach der Einreichung auf der MOP automatisch generiert. Der unterschriebene Antrag, dieses Nachweisformular, sowie weitere auf dem Antrag vermerkte Unterlagen sind der zuständigen Zertifizierungsstelle schriftlich einzureichen. Folgende Farbcodierung ist beim Ausfüllen des Nachweisformulars zu beachten:

Eingabefeld (Pflicht)

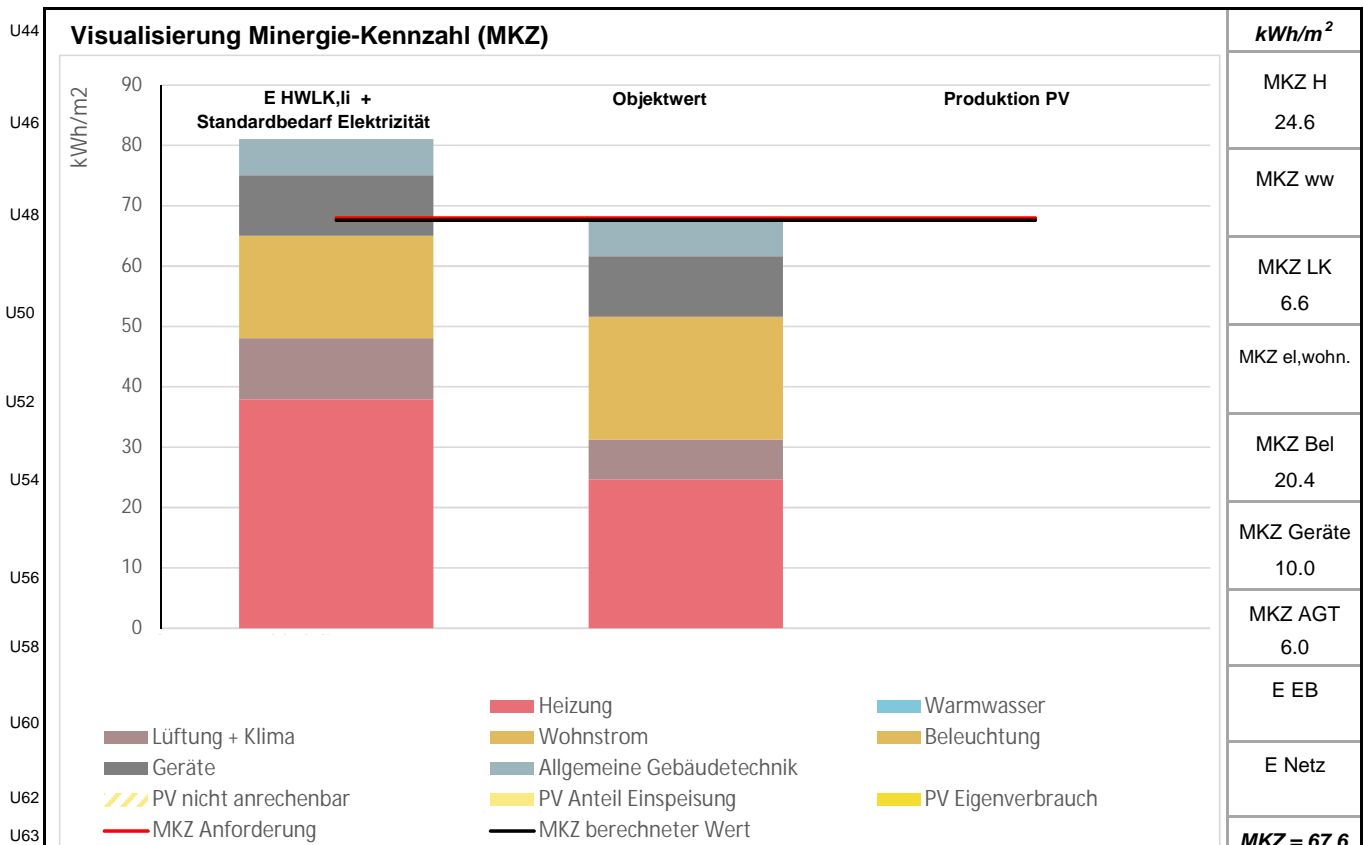
Eingabefeld (Fakultativ)

Auswahlfeld (Pflicht)

U20 <b>Projekt</b>	Art des Nachweises: Minergie mit SIA 380/1:2009		
U21 Projektname:	<b>Berner Fachhochschule BFH</b>	Parz.-Nr.:	MOP - Nr.:
U22 Gebäudeadresse:	Quellgasse 21, 2501 Biel-Bienne		

U28 <b>Erfüllung der Hauptanforderung</b>	Anforderung	Berechneter Wert	Erfüllt?
U30 Minergie-Kennzahl in kWh/m <sup>2</sup>	68.0	67.6	Ja
U31 Minergie-Kennzahl in kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Keine Anforderungen	5.4	

U35 <b>Erfüllung der Zusatzanforderungen</b>	Anforderung	Berechneter Wert	Erfüllt?
U37 ZA1: Heizwärmebedarf in kWh/m <sup>2</sup>	Q <sub>h</sub>		
U38 ZA2: Endenergie ohne PV in kWh/m <sup>2</sup>	48.1	31.2	Ja
U39 ZA3: Minergie-Grenzwert Beleuchtung in kWh/m <sup>2</sup>			
U40 Minimale Grösse der Eigenstromerzeugung:	kWp	0	Ja
U41 Sommerlicher Wärmeschutz im Minergie-Standard			Ja
U42 Höchstanteil fossiler Energie	%		Ja



<b>MINERGIE®</b>	<b>EN-101b</b>	<b>Energienachweis Energiebedarf</b>
------------------	----------------	--

E7	Projektname:	<b>Berner Fachhochschule BFH</b>	Parz.-Nr.:		MOP - Nr.:	
E8	Gebäudeadresse:	<b>Quellgasse 10-12, 2501 Biel-Bienne</b>				

E13	<b>Gebäudedaten</b>	Gebäudestandort:	<b>434</b>	m.ü.M.	Kanton:	<b>Bern</b>
E14	( aus SIA 380/1 )	Art des Nachweises:	<b>Minergie mit SIA 380/1:2009</b>		Klimastation:	<b>Bern Liebefeld</b>
	Zone		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
E16	Gebäudekategorie		Schule			
E17	Mit Warmwasser ?		Nein			
E19	Energiebezugsfläche EBF	A <sub>E</sub>	m <sup>2</sup>	<b>4008.3</b>		
E21	Neubau		Nein			
E23	Gebäudehüllzahl	A <sub>th</sub> /A <sub>E</sub>		<b>1.12</b>		
E24	Heizwärmebedarf mit Standardluftwechsel	Q <sub>h</sub>	kWh/m <sup>2</sup>	<b>46.2</b>		
						<b>Summe</b>

E27	<b>Lüftung-Klima-Kälteanlagen</b>					
	Der thermisch wirksame Aussenluft-Volumenstrom ist in der Heizwärmebedarfsberechnung (SIA 380/1) entsprechend F45 - I45 einzusetzen					
	<b>Angaben bei Standard-Lüftungsanlagen</b>	Zone	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
E30	Kleinanlagen mit Standardwerten		Nein			
E31	Standard-Lüftungsanlagentyp					
E32	Anzahl Personen					
E34	Wärmerückgewinnungs-Wärmetauscher					
E35	Ventilatorantrieb mit					
E37	Nenn-Luftvolumenstrom		m <sup>3</sup> /h			
E38	<b>Externe Berechnung</b> 1) Externe Berechnung beilegen und Werte in Zellen F40 - I43 eintragen					
E39	Kühlung oder Befeuchtung vorhanden?		keine			
E40	Thermisch wirksame Aussenluft rate	V'	m <sup>3</sup> /h	<b>923</b>		
E41	Strombedarf Lüftung + Vereisungsschutz	Q <sub>e,L</sub>	kWh	<b>11'862</b>		
E42	Strombedarf Klima und Befeuchtung	Q <sub>e,K</sub>	kWh			
E43	Strombedarf Kälteförderung	Q <sub>e,B</sub>	kWh			
E44	<b>Q<sub>h</sub> mit effektivem, thermisch wirksamem Aussenluftvolumenstrom</b>					
E45	Therm. wirksamer Aussenl.-Volumenstr.	V'/A <sub>E</sub>	m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	<b>0.38</b>		
E46	eff. Heizwärmebedarf mit Lüftungsanlage	Q <sub>h,eff</sub>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>31.9</b>		

<h1 style="margin: 0;">MINERGIE®</h1>		<b>Zusatzangaben für den Minergie-Nachweis</b>
---------------------------------------	--	--

M12 <b>Gebäudedaten</b>	Gebäudestandort: 434 m.ü.M.	Kanton: Bern
M13 ( aus SIA 380/1 )	Art des Nachweises: <b>Minergie mit SIA 380/1:200</b>	Klimastation: Bern Liebefeld

Zone	1	2	3	4	Summe
M15 Gebäudekategorie	Schule				(Mittel)
M17 Warmwasser, Rechenwert	kWh/m2				
M18 Warmwasser, SIA 385	kWh/m2				
M19 - Abminderung Armaturen	f <sub>A</sub> = 0.9				
M21 - Wärmerückgewinnung Abwasser in %					
M25 Anzahl Wohneinheiten					
M26 Gebäudehöhe	m				

**Elektrizität**

Angaben für Wohnungsnutzung:	Zone	1	2	3	4	(Mittel)
M33 Aufzugsanlage / Lift vorhanden?						
M34 Alle Geschirrspüler Klasse A+++						
M35 Alle Kühl- und Gefrierschränke A+++						
M36 Alle Waschmaschinen Klasse A+++						
M37 Alle Wäschetrockner Klasse A+++						
M38 Alles Induktionskochherde						
M40 Beleuchtung LED A++ & Regelung						
M41 Effiziente Geräte Gebäudebetrieb/Wohnnutzung						
<b>Übrige Nutzungen: Angaben zur Beleuchtung</b>						
M44 Beleuchtung: Umfassende Sanierung?		Ja				
M45 Beleuchtungsnachweis vorhanden		Nein				
M46 Leuchten: Minergie-Modul/Lichtausbe. >100 lm/W						
M47 Lichtsteuerung Präsenz-/ Tageslichtsensor						
M48 Beleuchtung: Mittelwert SIA 387/4 (ungew.)	E <sub>SIA387/4,ta</sub>	kWh/m2				
M49 Beleuchtung: Projektwert SIA 387/4 (ungew.)	E <sub>SIA387/4,Bel</sub>	kWh/m2				
M50 Anforderung Beleuchtung eingehalten?		10.2				Rechenwert

**Eigenstromerzeugung**

		spezifischer Jahresertrag [kWh/kWp]	Eigenverbrauchsrate [%]
		Rechenwert	Eingabe
M55 Installierte Leistung (ohne WKK) [kWp]		800	20.0%
M56 spezifische, installierte Leistung pro m2 EBF:		Grösse Batterie [kWh]	
M57 Minimale Grösse der Eigenstromerzeugung:	0	Anforderung erfüllt?	Ja

**Weitere Anforderungen**

	Selbstdeklaration/Bestätigung	Anforderung erfüllt?
M63 Luftdichtheit der Hüllfläche	Konzept Luftdichtheit beigelegt?	
M65		
M67 Abwärme	Fällt Abwärme an?	
M68		
M69		
M70 Monitoringkonzept	Grosse Eingriffe in Gebäudetechnik?	
M71		
M72		

S7 **Berner Fachhochschule BFH**S9 **Quellgasse 10-12, 2501 Biel-Bienne**S10 **Variante 1: Globalbeurteilung von Standardfällen für die Nutzungen Wohnen, Einzelbüro, Gruppenbüro, Sitzungszimmer und Lager (ohne Kühlung)**

Die Globalbeurteilung gilt für Zonen in denen in allen Räumen folgende Bedingungen eingehalten sind:

- Keine Oblichter
- Aussen liegender beweglicher Sonnenschutz mit Rolläden oder Rafflamellenstoren (g-Wert-total max 0.1)
- Eine Nachauskühlung mit Fensterlüftung ist möglich (Hinweis: Der Einbruchschutz wird im Rahmen der Minergie-Zertifizierung generell nicht geprüft.);
- interne Wärmelasten nicht höher als die Standardwerte im Merkblatt SIA 2024.
- Windfestigkeit des aussenliegenden beweglichen Sonnenschutzes mindestens Windwiderstandsklasse 5

	Zone	1	2	3	4	
	<b>Erfüllen die Räume in der Zone die Kriterien?</b>					
S19	Aussenliegender beweglicher Sonnenschutz. Bei "andere" hier deklarieren:					
S21	Wohnen (EFH, MFH), Räume mit bis zu 2 Fassaden, Betondecke (>80% frei) - Maximale Glasflächenzahl: 0.24					
S23	Wohnen (EFH, MFH), Räume mit bis zu 2 Fassaden, Holzdecke und Zementunterlagsboden mit min. 6 cm oder Anhydrit min. 5 cm Stärke - Maximale Glasflächenzahl: 0.18					
S25	Wohnen (EFH, MFH), Räume mit 1 Fassade, Betondecke (>80% frei) SSE-SSW-Orientierung und Verschattung durch Balkon mit 1 Meter Tiefe - Maximale Glasflächenzahl: 0.3					
S27	Einzelbüro, Gruppenbüro, Räume mit bis zu 2 Fassaden, Betondecke (> 40% frei) und automat. Steuerung des Sonnenschutzes. G-Wert Glas ≤ 30% - Maximale Glasflächenzahl: 0.23					
S29	Lager mit geringen internen Wärmelasten					
S30	"n.a.": Nicht vorhanden. Ein solcher Raumtyp existiert nicht. "ja": Ein solcher Raumtyp ist vorhanden und alle Kriterien sind erfüllt. "nein": Ein solcher Raumtyp ist vorhanden, aber die Kriterien sind nicht erfüllt (z.B. zu hoher Glasanteil)					

S32 **Variante 2: Externer Nachweis der Kriterien gemäss SIA382/1 und SIA 180 (ohne Kühlung)**

Die Erfüllung dieser Kriterien wird in Beilagen beschrieben und dokumentiert.

	Zone	1	2	3	4	
S35	Anforderungen an den baulichen sommerlichen Wärmeschutz gemäss Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz Variante 2 erfüllt?	Ja				
S36	Anforderungen an Komfortkriterien gemäss Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz erfüllt?	Ja				
S43	Bemerkungen zum externen Nachweis (Art, Beilage, z.B. Hilfskriterien gemäss Anwendungshilfe):					

S45 **Variante 3: Externer Nachweis der Kriterien gemäss SIA180 und SIA382/1 (mit Kühlung)**

	Zone	1	2	3	4	
S47	Nachweis der baulichen Grundanforderungen muss eingehalten sein. Die sommerlichen Raumlufttemperaturen wurden gemäss SIA 382/1, Ziffer 4.5 berechnet. Die Grenzwert- kurve gemäss SIA 180/1, Figur 4 wird ohne Kühlung an weniger als 100h überschritten.					
S48	Die Zone ist gekühlt und der Energiebedarf wurde berechnet. Es treten keinen hohen sommerlichen Raumlufttemperaturen auf.					
S52	<b>Gemäss Deklaration sind Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz erfüllt.</b>	Ja				

<b>MINERGIE®</b>	<b>EN-101b</b>	<b>Energienachweis Energiebedarf</b>
------------------	----------------	--

Wärmeerzeugung:		Nutzungsgrad / JAZ		Deckungsgrad [%]	
N7	Wärmeerzeugung A	Eingabe	Rechenwert	Heizung	Warmwasser
N8	<b>Pelletfeuerung</b>		0.85	100.0	
N9					
N10					
N11	<b>Wärmeerzeugung B</b>				
N12					
N13					
N14					
N15	<b>Wärmeerzeugung C</b>				
N16					
N17					
N18					
N19	<b>Wärmeerzeugung D</b>				
N20					
N21					
N22					
N23	<b>Übertrag weitere Wärmeerzeugungen</b>				
N24		<b>Deckungsgrad total:</b>			
N25	Zugeführte Elektrizität (ungewichtet) kWh/m2				
N27	Zugeführte Energie (ohne Strom, gewichtet) kWh/m2			100.0	

Gebäudedaten, Lüftung und Grenzwert:				1	2	3	4	Total/Mittel
N34	Qh mit effektivem Luftwechsel	kWh/m2		31.9				31.9
N35								
N39	Strombedarf Lüftungsanlage	kWh/m2		3.0				3.0
N40	Strombedarf für Klima + Hilfsbetriebe	kWh/m2						
N43	Grenzwert für Endenergiebedarf ohne PV	kWh/m2		48.1				48.1
N44	Grenzwert für Minergie-Kennzahl MKZ	kWh/m2		68.0				68.0
Wärmeerzeugung: (Heizung + Warmwasser)		η oder JAZ	Gewichtung	Deckungsgrad		gew. Endenergie kWh/m2		Wärme kWh/m²
N47	Pelletfeuerung	0.85	0.5	100.0%			18.8	31.9
N48								
N49								
N50								
N51								
N52	Strombedarf Lüftungsanlage		2			5.9		
N53	Strom für Klima + Hilfsbetriebe							
N54	Total:			100%		5.9	18.8	31.9
Erfüllung der Anforderungen:				Anforderung		Berechneter Wert		Erfüllt?
N58	Grenzwert für Endenergiebedarf ohne PV			48.1 kWh/m2		24.7 kWh/m2		Ja
N59	Minergie-Kennzahl (MKZ)			68.0 kWh/m2		61.1 kWh/m2		Ja



	<b>Übersicht</b> <b>Minergie-Nachweis</b>
--	--

U9 **Anleitung**

Dieses Nachweisformular dient zum Nachweis der Standards Minergie, Minergie-P und Minergie-A. Der entsprechende Standard kann im Blatt "Eingabe" ausgewählt werden. Der ausgefüllte Nachweis wird auf der Minergie-Online-Plattform (MOP) hochgeladen. Das Antragsformular wird nach der Einreichung auf der MOP automatisch generiert. Der unterschriebene Antrag, dieses Nachweisformular, sowie weitere auf dem Antrag vermerkte Unterlagen sind der zuständigen Zertifizierungsstelle schriftlich einzureichen. Folgende Farbcodierung ist beim Ausfüllen des Nachweisformulars zu beachten:

Eingabefeld (Pflicht)

Eingabefeld (Fakultativ)

Auswahlfeld (Pflicht)

U20 <b>Projekt</b>	Art des Nachweises: Minergie mit SIA 380/1:2009	
U21 Projektname: <b>Berner Fachhochschule BFH</b>	Parz.-Nr.:	MOP - Nr.:
U22 Gebäudeadresse: Quellgasse 10-12, 2501 Biel-Bienne		

U28 <b>Erfüllung der Hauptanforderung</b>			
	Anforderung	Berechneter Wert	Erfüllt?
U30 Minergie-Kennzahl in kWh/m <sup>2</sup>	68.0	61.1	Ja
U31 Minergie-Kennzahl in kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Keine Anforderungen	4.7	

U35 <b>Erfüllung der Zusatzanforderungen</b>			
	Anforderung	Berechneter Wert	Erfüllt?
U37 ZA1: Heizwärmebedarf in kWh/m <sup>2</sup> Qh			
U38 ZA2: Endenergie ohne PV in kWh/m <sup>2</sup>	48.1	24.7	Ja
U39 ZA3: Minergie-Grenzwert Beleuchtung in kWh/m <sup>2</sup>			
U40 Minimale Grösse der Eigenstromerzeugung: kWp	0		Ja
U41 Sommerlicher Wärmeschutz im Minergie-Standard			Ja
U42 Höchstanteil fossiler Energie %			Ja

