

Beratungsbericht GEAk Plus

Gebäudemodernisierung



Gebäudekategorie, Bezeichnung
Adresse
Zu GEAk-Dokument Nr.
Identifikation EGID_EDID

Schule, Linde 4 Wauwil
Schulhaus Linde 4, 6242 Wauwil, Gemeinde: Wauwil
LU-00004434.01
191291452_0

Auftraggeber
Expert/in
Ausstellungsdatum

Gemeindeverwaltung Wauwil Alwin Roos
Franz Ulrich
26.10.2023

Inhalt

1	Grundlagen.....	3
2	Bestandaufnahme, Beurteilung und Empfehlungen.....	4
3	Weiteres Vorgehen - Generelle Empfehlung.....	8
4	Übersicht der Varianten und Vergleich.....	10
5	Ergebnisse: Kenndaten	15
6	Transmissionswärmeverluste	19
7	Übersicht Endenergie	20
8	Jährliche Energiekosten	21
9	Förderbeiträge	22
10	Gesamtkosten der Massnahmen.....	24
11	Finanzierung der Massnahmen	25
Anhang A.	Glossar und Erläuterungen zum GEAK	26
Anhang B.	Grundlagendaten.....	28
Anhang C.	Details der Erneuerungsvarianten.....	29
Anhang D.	Detaillierte Ergebnisse	32
Anhang E.	Fotos und Pläne	50
Anhang F.	Detaillierte Gebäude- Haustechnikdaten	68

Haftungsausschluss

Der vorliegende Bericht wurde mit dem Online-Tool „GEAK Plus“ erstellt. Dieses ist Eigentum des Vereins GEAK-CECB-CECE. Es wird von zertifizierten GEAK-Experten für die Erstellung von Energieberatungsberichten und von GEAK-Dokumenten genutzt. Die Genauigkeit des Berichts hängt weitgehend davon ab, wie verlässlich die Experteneingaben sind. Das Tool ermöglicht die Erstellung von Entscheidungsgrundlagen für energetische Erneuerungen inklusive Anhaltspunkte für die zu erwartenden Kosten. Aus dem Bericht ergibt sich jedoch keine verbindliche Zusicherung, ob die dargestellten Erneuerungs-Varianten tatsächlich zu den geschätzten Preisen angeboten oder die abgeschätzten Subventionen effektiv ausbezahlt werden. Im Übrigen gilt das „Reglement zur Nutzung des GEAK“, insbesondere dessen Ziff. 12 (Datenschutz und Nutzungsreglement sind unter www.geak.ch einsehbar).

1 Grundlagen

1.1 Kontaktdaten

Auftraggeber

Gemeinde: Gemeinde Wauwil
Vorname, Name: Alwin Roos
Adresse: Dorfstrasse 5, 6242 Wauwil
E-Mail: alwin.roos@wauwil.ch
Telefon: 079 205 08 11

Experte

Firma: Lindenberg Energie GmbH
Vorname, Name: Franz Ulrich
Adresse: Oberebersol 16, 6276 Hohenrain
E-Mail: franz.ulrich@lindenberg-energie.ch
Telefon: 041 910 41 42

1.2 Begehung und Besprechung

Als Grundlage für die Bestandsaufnahme und den Beratungsbericht dienen

- der Rundgang / die Beratung vor Ort am 23. Oktober 2023
- Fotos, Detailaufnahmen
- Pläne
- Energieverbrauch: Es sind keine Angaben zum Heizenergie- und Stromverbrauch vorhanden, weil das Gebäude am Wärmeverbund der Schulanlage angeschlossen ist und nicht separat gemessen wird

Mit dem GEAK Plus-Beratungsbericht möchte sich die Gemeinde einen Überblick über den energetischen IST-Zustand des Gebäudes verschaffen und andererseits Hinweise über zukünftige Verbesserungen erhalten.

2 Bestandaufnahme, Beurteilung und Empfehlungen

2.1 Beschreibung des Gebäudes im Ist-Zustand

Gebäudedaten			
Energiebezugsfläche [m ²]:	424	Gebäudehüllzahl:	2.05
Baujahr:	1992	Anzahl der Vollgeschosse:	2

Nutzung / Anteil [%]	Schule
Energiebezugsfläche [m ²]	424
Baujahr	1992
Nutzung	Kindergarten (SIA-Gebäudekategorie «Schule»)
Anzahl Klassenzimmer	2

- Der Kindergarten Linde 4 wurde 1992 als 2-geschossiger Bau in massiver Bauweise erstellt. Im Eingangsbereich befinden sich die Garderoben, zwei Mehrzweckräume, WC und Hauswartraum; im Obergeschoss folgen die beiden Klassenzimmer. Durch die grosszügige Verglasung und teilweise ungenügender Beschattungsmöglichkeit besonders auf der Westfassade (Nachmittag- / Abendsonne) herrschen im Sommer zum Teil sehr hohe Raumtemperaturen, die zudem in der Nacht nur schlecht weggelüftet werden können.
- Die Gebäudehülle entspricht dem Baustandard der 1990er-Jahre und es wurden seither keine Verbesserungen vorgenommen. Der Boden gegen das Erdreich besteht aus einer Betonplatte und ist mit total 9 cm isoliert. Die Aussenwände bestehen aus Beton und sind mit 10 cm (homogen im Eingangsgeschoss) bzw. 12 cm (inhomogen im Obergeschoss) isoliert. Das Flachdach und das Pultdach sind wahrscheinlich mit 12 cm isoliert. Die Fenster weisen eine 2-fache Isolierverglasung und Holz- / Metallrahmen auf; die Dichtungen sind teilweise beschädigt und undicht.
- Die Gebäudetechnik ist auf einem zweckdienlichen Stand. Die Beheizung erfolgt ab der zentralen Wärmeversorgung mittels Luft- / Wasser-Wärmepumpen (Wärmeverbund), die Wärmeabgabe geschieht mittels Fussbodenheizung. Die Heizungsleitungen sind isoliert. Die Warmwasseraufbereitung geschieht durch einen Elektroboiler, Baujahr 1992 und 150 Liter Inhalt. Die Elektrogeräte und die Beleuchtung sind auf einem guten Stand. Der jährliche Strom- und Heizwärmeverbrauch ist nicht bekannt, da beide nicht separat gemessen (früherer Ölverbrauch ca. 2'600 Liter gemäss Energiebuchhaltung EnerCoach).

2.2 Beschreibung der Gebäudehülle

Der Priorisierungsgrad "Priorisierungsgrad" zeigt in den folgenden Unterkapiteln pro Bauteilkategorie und pro Element der Gebäudetechnik, welche Verbesserungen am dringlichsten sind (kann benutzt werden, falls die Varianten keine chronologischen Etappen sind).

	Kurzfristige Massnahmen <1 Jahr
	Mittelfristige Massnahmen - 1 bis 5 Jahre
	Langfristige Massnahmen - 5 bis 10 Jahre

Bauteilkategorie, Bild	Beschreibung	Mögliche Verbesserungen	Pr
Dächer / Decken ≤ 2 m im Erdreich 	Das Pultdach besteht wahrscheinlich aus einer Holz-sparrenkonstruktion mit ca. 14 cm Dämmung dazwischen. Das Flachdach besteht wohl aus Beton mit etwa 10 cm vollflächiger Wärmedämmung.	Langfristig die Wärmedämmung auf total 24 cm verstärken.	
Wände gegen aussen / ≤ 2 m im Erdreich 	Die Aussenwände und die Wände gegen das Erdreich bestehen aus Beton und sind mit 10 cm (homogen im Eingangsgeschoss) bzw. 12 cm (inhomogen im Obergeschoss) isoliert. Im Obergeschoss sind sie mit einer Eternitverkleidung versehen.	Zusätzlich 12 cm isolieren.	
Fenster und Türen 	Die Fenster weisen eine 2-fache Isolierverglasung und Holz- / Metallrahmen auf; die Dichtungen sind teilweise beschädigt und undicht. Gewisse Fenster (Fenstertüren) weisen keine Beschattungsmöglichkeiten auf, was im Sommer zu einem hohen Wärmeeintrag führt.	Die Fenster ersetzen durch eine 3-fache Wärmeschutzverglasung, Beschattungselemente nachrüsten.	
Böden gegen aussen / ≤ 2 m im Erdreich 	Der Boden gegen das Erdreich besteht aus einer Betonplatte und ist mit total 9 cm isoliert. Die Untersichten (Böden gg. Aussen) sind wahrscheinlich mit 2 cm Trittschalldämmung und von aussen her nochmals mit 10 cm isoliert.	Die zusätzliche Dämmung von Böden gegen das Erdreich ist sehr aufwändig und teuer (neue Bodenbeläge, neue Fussbodenheizung).	
Wärmebrücken (linear und punktförmig)	Es bestehen die üblichen Wärmebrücken beim Gebäudesockel und beim Fensteranschlag, wobei die Leibungen isoliert sind.	Bei Massnahmen an der Gebäudehülle sollten die Wärmebrücken wo immer möglich reduziert werden.	

* «Übrige» gilt für Bauteile gegen unbeheizte Räume, oder im Erdreich (> 2 m), oder gegen beheizte Räume

Die folgende Tabelle beschreibt die Bauteile nach Typ im Ist-Zustand. Im GEAK-Dokument werden gewisse Typen zusammengefasst (z. B. Wand gegen aussen / ≤ 2 m im Erdreich), und entsprechende flächengemittelte U-Werte ermittelt.

Typ Bauelement	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	U-Wert [W/(m ² K)] MuKE n 14 ¹	Allgemeiner Zustand
Dächer gegen Aussenluft	243.0	0.30	≤ 0.25	intakt
Wände gegen Aussenluft	213.0	0.33	≤ 0.25	intakt
Wände gegen Erdreich ≤ 2 m	32.0	0.33	≤ 0.25	intakt
Fenster und Türen vertikal	146.0	1.8	≤ 1.0 ²	leicht abgenutzt
Böden gegen Aussenluft	43.0	0.32	≤ 0.25	intakt
Böden gegen Erdreich ≤ 2 m	191.0	0.35	≤ 0.28	intakt

1) Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich 2014, Einzelanforderungen nach Art. 1.6 a) und Anhang 1b.

2) Türen gegen aussen 1.2 W/m²K und gegen unbeheizt 1.5 W/m²K

2.3 Beschreibung der Gebäudetechnik

Typ, Bild	Beschreibung	Mögliche Verbesserungen	Pr
Heizwärme* 	Die Beheizung erfolgt ab der zentralen Wärmeversorgung mittels Luft- / Wasser-Wärmepumpen (Wärmeverbund), die Wärmeabgabe geschieht mittels einer Fussbodenheizung. Die Heizungsleitungen sind isoliert. Grobdimensionierung Norm-Heizlast (gem. SIA 384.201) 17 kW *	Die Einstellungen am Heizungsregler laufend optimieren.	
Warmwasser* 	Die Warmwasseraufbereitung geschieht durch einen Elektroboiler im Keller, Baujahr 1992 und 150 Liter Inhalt. Die Warmwasserleitungen sind isoliert.		
Elektrizität** 	Die elektrischen Geräte und Einrichtungen sind auf einem recht guten Stand.	Beim Ersatz von Elektrogeräten auf beste Energieeffizienz achten (siehe z. B. https://topten.ch). Eine PV-Anlage auf dem Westdach wäre interessant.	
Lüftung	Die Lüftung erfolgt manuell via Fenster.	Bei einer energetischen Gesamtmodernisierung den Einbau einer Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung prüfen.	

* Erzeugung, Verteilung, Abgabe. Die Normheizlast ist ein Richtwert für den Leistungsbedarf der Heizung. Sie beinhaltet nicht zusätzliche Leistungsreserven für die Bereitstellung von Warmwasser sowie für das Aufheizen der Räume, Verteilverluste, Wirkungsgrad Erzeuger usw. Die berechnete Heizlast, abgeleitet aus SIA 380/1, ersetzt nicht die detaillierte Berechnung in einem raumweisen Verfahren.

** bei Wahl der Berechnungsoption «PVOpti» für PV-Anlagen, ist der Nachweis im Anhang anzubringen.

3 Weiteres Vorgehen - Generelle Empfehlung

Der Kindergarten Linde 4 erreicht im heutigen Zustand die Effizienzklassen D (Gebäudehülle), C (Gesamtenergie) und A (CO₂-Emissionen), womit das Verbesserungspotenzial vor allem bei der Gebäudehülle besteht. Sämtliche energetischen Massnahmen müssen mit Überlegungen zur Schulraumplanung einhergehen und einem übergeordneten Konzept entsprechen.

Nachfolgend sind 3 Erneuerungsvarianten beschrieben, die aufeinander aufbauen:

- **Variante A:** Ersatz der Fenster
- **Variante B:** Zusätzlich zu Variante A Installation einer Photovoltaikanlage
- **Variante C:** Zusätzlich zu Variante B Dämmung der Aussenwände und des Daches

Die Umsetzung der Variante B ist aus ökonomischer und ökologischer Sicht interessant, weil mit moderatem Aufwand eine hohe Wirkung erzielt und der Komfort gesteigert werden kann. Für eine zusätzliche Dämmung der Aussenwände und des Daches ist es im Hinblick auf das Alter der Bauteile (rund 30 Jahre) sowie die mögliche Energieeinsparung noch zu früh. Deshalb sollte die Installation einer PV-Anlage entweder sofort angegangen werden, oder dann gleichzeitig mit der Sanierung des Daches ausgeführt werden.

Unabhängig davon sollten folgende übergeordnete Fragen geklärt werden:

- Die ganze Schulanlage (Linde 1-5) wird via einen Wärmeverbund mit Luft- / Wasser-Wärmepumpen beheizt. Jedoch verfügt nicht jedes Gebäude über eine eigene Wärmemessung (wie z. B. im vorliegenden Fall), so dass keine Aussagen über den tatsächlichen Verbrauch gemacht werden können. Ebenso ist die Evaluation von Energieeinsparungen nach getätigten Verbesserungen an der Gebäudehülle nur bedingt möglich. Die Erstellung eines Messkonzeptes über den ganzen Wärmeverbund und die Installation zusätzlicher Zähler wäre sinnvoll.
- Die Betriebsoptimierung der ganzen Heizungsanlage (z. B. durch <https://energo.ch>) wäre aus energetischer Sicht sinnvoll und könnte auch aus wirtschaftlichen Gründen sehr interessant sein.
- Der Kindergarten (und vielleicht auch andere am Wärmeverbund angeschlossenen Gebäude) haben im Sommer ein Hitzeproblem, weshalb über die Möglichkeit zur Kühlung nachgedacht wird. In die Überlegungen sollten jedoch alle Gebäude mit einbezogen werden.
- Die Installation verschiedener Photovoltaikanlagen steht im Raum. Ein Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) über die ganze Schulanlage sollte deshalb geprüft werden. Bedarf, Kosten und Umsetzung von einzelnen Ladestationen (Ladestation nicht gleich Dauerparkplatz!) sollte abgeklärt werden.

Zum sommerlichen Hitzeschutz: Nebst technischen Lösungen (wie Kühlung) ist ein bewusstes Verhalten der Gebäude-Nutzer wichtig. Sobald im Sommer die Sonne Fenster bescheint, sollten diese aussen bedeckt werden durch schliessen des aussenliegenden Sonnenschutzes wie Rafflamellenstoren oder Stoffmarkisen. Am Morgen sind dies Ost- und Südfenster, ab dem Mittag die Süd- und Westfenster. Sobald die Aussen-temperatur höher ist als die Raumtemperatur sollten die Fenster geschlossen, und nur kurz zum Stosslüften geöffnet werden. In der Nacht sollte eine permanente Auskühlung durch Querlüften ermöglicht werden; evtl. sind Fenster-Öffnungsmechanismen anzupassen und ggf. zu elektrifizieren (Sturm- / Regenmelder); auch auf den Einbruchschutz ist zu achten. Fenster, die von aussen nicht beschattet werden können (z. B. Notausgang) sollten entweder mit Sonnenschutzgläsern versehen oder durch opake Elemente ersetzt werden.

Alle Massnahmen müssen sauber geplant werden und werden bestenfalls durch entsprechende Fachpersonen (Planer, Architekt) begleitet.

Es stehen verschiedene Förderprogramme zur Verfügung, welche Beiträge an die Gebäudehüllensanierung und an die Erneuerung der Haustechnik entrichten. Die heute bekannten und geltenden Programme von Bund und Kanton Luzern werden im vorliegenden Bericht berücksichtigt. Weil aber Fördergegenstände und die damit verknüpften Bedingungen jederzeit ändern können, müssen die jeweils aktuell geltenden Rahmenbedingungen zum Zeitpunkt der Umsetzung von Erneuerungsmassnahmen neu abgeklärt werden.

- Das Gebäudeprogramm (www.dasgebäudeprogramm.ch): Massnahmen zur Wärmedämmung
- Photovoltaikanlage durch Pronovo (Einmalvergütung)
- Evtl. weitere Förderprogramme von Energieversorger oder Banken
- Eine Übersicht über in Ihrer Gemeinde gültigen Förderprogramme finden Sie unter www.energiefranken.ch (kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Generell müssen Fördergelder **vor Baubeginn** beantragt werden. Die jeweils aktuell geltenden gesetzlichen Vorschriften müssen in jedem Fall eingehalten werden. Bitte informieren Sie sich rechtzeitig darüber.

4 Übersicht der Varianten und Vergleich

4.1 Beschrieb der Varianten

Variante A

Die Fenster werden ersetzt, was einerseits zu Energieeinsparung und andererseits zu einer Verbesserung des Komforts führt. Um der sommerlichen Überhitzung entgegenzuwirken, könnten stellenweise Sonnenschutzgläser eingesetzt werden. Jedoch kommen die Benutzerinnen und Benutzer des Gebäudes nicht umhin, im Sommer die direkte Sonneneinstrahlung mittels äusserer Beschattung zu vermeiden. Am Morgen sind die besonnten Ost- und Südfenster zu beschatten, ab dem Mittag die Süd- und Westfenster. Zudem sollte nur kurz stossgelüftet werden. In der Nacht muss die Möglichkeit zur Auskühlung mittels Querlüften gegeben sein und wahrgenommen werden.

Nutzung	Schule (Kat. IV)
---------	------------------

Anteil [%] / EBF [m ²]	100 / 424
------------------------------------	-----------

Kategorie	Details und Empfehlungen: Gebäudehülle
-----------	--

Gebäudehülle	Die Fenster werden ersetzt.
--------------	-----------------------------

Dächer und Decken	Es sind keine Massnahmen vorgesehen.
-------------------	--------------------------------------

Wände	Es sind keine Massnahmen vorgesehen.
-------	--------------------------------------

Fenster und Türen	Die Fenster und Fenstertüren werden durch eine 3-fache Wärmeschutzverglasung und Holz- / Metallrahmen ersetzt. Können einzelne Fenster (-türen) nicht beschattet werden - wie z. B. der Notausgang - so sollten dort entweder Sonnenschutzgläser oder überhaupt auf eine Verglasung verzichtet werden.
-------------------	--

Böden	Es sind keine Massnahmen vorgesehen.
-------	--------------------------------------

Wärmebrücken	Durch den Fensterersatz werden die Wärmebrücken kaum tangiert.
--------------	--

Kategorie	Details und Empfehlungen: Gebäudetechnik
-----------	--

Gebäudetechnik	Die Einstellungen am Heizungsregler den neuen Gegebenheiten anpassen.
----------------	---

Heizung	Durch den verringerten Heizenergiebedarf sollen die Einstellungen am Heizungsregler optimiert werden: Insbesondere können Heizgrenze, Heizkurve und Absenkttemperatur und Absenkezeiten angepasst werden. Grobdimensionierung Norm-Heizlast (gem. SIA 384.201) 13 kW *
---------	---

Warmwasser	Es sind keine Massnahmen vorgesehen.
------------	--------------------------------------

Elektrizität	Beim Ersatz von Elektrogeräten auf beste Energieeffizienz achten (siehe z. B. https://topten.ch). Falls noch nicht überall geschehen, die Beleuchtung auf LED umstellen.
--------------	---

Lüftung	Durch die neuen Fenster kann vermehrtes Lüften nötig werden.
---------	--

* Die Normheizlast ist ein Richtwert für den Leistungsbedarf der Heizung. Sie beinhaltet nicht zusätzliche Leistungsreserven für die Bereitstellung von Warmwasser sowie für das Aufheizen der Räume, Verteilverluste, Wirkungsgrad Erzeuger usw. Die berechnete Heizlast, abgeleitet aus SIA 380/1, ersetzt nicht die detaillierte Berechnung in einem raumweisen Verfahren.

Variante B

Zusätzlich zum in der Variante A vorgeschlagenen Fensterersatz wird auf dem Westdach eine Photovoltaikanlage installiert. Die mögliche Leistung beträgt 34 kWp. Allenfalls kann mit der ganzen Schulanlage ein Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) gebildet werden. Dazu sind vertiefte Abklärungen nötig. Vorgängig muss der Zustand des Daches bzw. der Ziegel gut abgeklärt werden, weil die PV-Anlage eine Lebenserwartung von > 25 Jahren aufweist.

Nutzung	Schule (Kat. IV)
Anteil [%] / EBF [m ²]	100 / 424

Kategorie	Details und Empfehlungen: Gebäudehülle
Gebäudehülle	Die Fenster werden ersetzt.
Dächer und Decken	Der Zustand des Pultdaches wird abgeklärt, weil darauf eine Photovoltaikanlage installiert werden soll (siehe Abschnitt Gebäudetechnik).
Wände	Es sind keine Massnahmen vorgesehen.
Fenster und Türen	Die Fenster und Fenstertüren werden durch eine 3-fache Wärmeschutzverglasung und Holz- / Metallrahmen ersetzt. Können einzelne Fenster (-türen) nicht beschattet werden - wie z. B. der Notausgang - so sollten dort entweder Sonnenschutzgläser oder überhaupt auf eine Verglasung verzichtet werden.
Böden	Es sind keine Massnahmen vorgesehen.
Wärmebrücken	Durch den Fensterersatz werden die Wärmebrücken kaum tangiert.

Kategorie	Details und Empfehlungen: Gebäudetechnik
Gebäudetechnik	Es wird eine Photovoltaikanlage installiert. Die Einstellungen am Heizungsregler den neuen Gegebenheiten anpassen.
Heizung	Durch den verringerten Heizenergiebedarf sollen die Einstellungen am Heizungsregler optimiert werden: Insbesondere können Heizgrenze, Heizkurve und Absenkttemperatur und Absenkezeiten angepasst werden. Grobdimensionierung Norm-Heizlast (gem. SIA 384.201) 13 kW *
Warmwasser	Es sind keine Massnahmen vorgesehen.
Elektrizität	Auf dem nach Westen geneigten Pultdach wird eine 34 kWp grosse Solarstromanlage installiert, welche jährlich gegen 32'000 kWh Solarstrom produziert (vorher muss aber der Zustand des Daches abgeklärt werden). Ein Teil des Solarstromes wird direkt im Haus verbraucht (Einsparung Hochtarif CKW à ca. 32 Rp./kWh), der Rest wird als Überschuss ins Netz gespeist und entweder durch die CKW vergütet, oder - im Falle eines ZEV - von den anderen Schulgebäuden verbraucht. Die Bildung eines ZEV (Zusammenschluss zum Eigenverbrauch) über die ganze Schulanlage sollte geprüft werden, vor allem, wenn auf den Schulhausdächern grössere PV-Anlagen geplant sind. Beim Ersatz von Elektrogeräten auf beste Energieeffizienz achten (siehe z. B. https://topten.ch). Falls noch nicht überall geschehen, die Beleuchtung auf LED umstellen.
Lüftung	Durch die neuen Fenster kann vermehrtes Lüften nötig werden.

* Die Normheizlast ist ein Richtwert für den Leistungsbedarf der Heizung. Sie beinhaltet nicht zusätzliche Leistungsreserven für die Bereitstellung von Warmwasser sowie für das Aufheizen der Räume, Verteilverluste, Wirkungsgrad Erzeuger usw. Die berechnete Heizlast, abgeleitet aus SIA 380/1, ersetzt nicht die detaillierte Berechnung in einem raumweisen Verfahren.

Variante C

Zusätzlich zu den Massnahmen der Variante B werden das Dach, die Aussenwände und die Böden gegen Aussenklima gedämmt (natürlich wird vor Installation der PV-Anlage das Dach gedämmt). Die Böden gegen das Erdreich werden nicht gedämmt, weil diese Massnahme sehr aufwändig und teuer wäre: Es müssten alle Bodenbeläge und die Fussbodenheizung ebenfalls erneuert werden. Deshalb wird die Gebäudehüllen-Effizienzklasse B (= heutiger Neubaustandard) knapp verpasst.

Nutzung	Schule (Kat. IV)
---------	------------------

Anteil [%] / EBF [m ²]	100 / 424
------------------------------------	-----------

Kategorie	Details und Empfehlungen: Gebäudehülle
-----------	--

Gebäudehülle	Die Gebäudehülle wird komplett neu gedämmt, ausser die Böden gegen das Erdreich.
Dächer und Decken	Die Dächer werden zusätzlich gedämmt: Das Pultdach (mutmasslich eine Holzsparrenkonstruktion) wird mit mindestens 14 cm zwischen den Sparren isoliert (bzw. ergänzt, falls heute weniger gedämmt sein sollte) und über den Sparren wird vollflächig eine 12 cm starke Holzfaserplatte angebracht. Diese dient im Sommer vor allem dem Hitzeschutz, im Winter gegen Wärmeverluste. Die Dachränder sind so auszubilden, dass die Aussenwände ebenfalls gedämmt werden können.
Wände	Die Aussenwände werden zusätzlich mit 12 cm isoliert; im Eingangsgeschoss vollflächig (evtl. von innen her, Nordfassade), im Obergeschoss von aussen (inhomogen, neue Fassadenverkleidung aus Eternit oder Holz). Nach Möglichkeit sollte auch der Gebäudesockel isoliert werden, um die Wärmebrücke zu entschärfen.
Fenster und Türen	Die Fenster und Fenstertüren werden durch eine 3-fache Wärmeschutzverglasung und Holz- / Metallrahmen ersetzt. Können einzelne Fenster (-türen) nicht beschattet werden - wie z. B. der Notausgang - so sollten dort entweder Sonnenschutzgläser oder überhaupt auf eine Verglasung verzichtet werden.
Böden	Die Dämmung der Böden gegen das Erdreich wäre sehr aufwändig: Dazu müsste der Unterlagsboden mit Fussbodenheizung herausgespitzt werden. Danach folgt das Verlegen der Dämmung (z. B. 12 cm PUR), neue Fussbodenheizung, neuer Bodenbelag. Diese Massnahme wird im vorliegenden Bericht deshalb nicht abgebildet.
Wärmebrücken	Die Wärmebrücke beim Gebäudesockel wird durch die Perimeterdämmung etwas entschärft.

Kategorie	Details und Empfehlungen: Gebäudetechnik
-----------	--

Gebäudetechnik	Es wird eine Photovoltaikanlage installiert. Die Einstellungen am Heizungsregler den neuen Gegebenheiten anpassen.
Heizung	Durch den stark verringerten Heizenergiebedarf sollen die Einstellungen am Heizungsregler optimiert werden: Insbesondere können Heizgrenze, Heizkurve und Absenkttemperatur und Absenkezeiten angepasst werden. Interessant wäre die Betriebsoptimierung der gesamten Heizungsanlage z. B. durch energo (https://energo.ch). Grobdimensionierung Norm-Heizlast (gem. SIA 384.201) 11 kW *
Warmwasser	Es sind keine Massnahmen vorgesehen.
Elektrizität	Auf dem nach Westen geneigten Pultdach wird eine 34 kWp grosse Solarstromanlage installiert, welche jährlich gegen 32'000 kWh Solarstrom produziert (vorher muss aber der Zustand des Daches abgeklärt werden). Ein Teil des Solarstromes wird direkt im Haus verbraucht (Einsparung Hochtarif CKW à ca. 32 Rp./kWh), der Rest wird als Überschuss ins Netz gespeist und entweder durch die CKW vergütet, oder - im Falle eines ZEV - von den anderen Schulgebäuden verbraucht. Die Bildung eines ZEV (Zusammenschluss zum Eigenverbrauch) über die ganze Schulanlage sollte geprüft werden, vor allem, wenn auf den Schulhausdächern grössere PV-Anlagen geplant sind. Beim Ersatz von Elektrogeräten auf beste Energieeffizienz achten (siehe z. B. https://topten.ch). Falls noch nicht überall geschehen, die Beleuchtung auf LED umstellen.

Kategorie	Details und Empfehlungen: Gebäudetechnik
-----------	--

Lüftung	Durch die neuen Fenster kann vermehrtes Lüften nötig werden.
---------	--

* Die Normheizlast ist ein Richtwert für den Leistungsbedarf der Heizung. Sie beinhaltet nicht zusätzliche Leistungsreserven für die Bereitstellung von Warmwasser sowie für das Aufheizen der Räume, Verteilverluste, Wirkungsgrad Erzeuger usw. Die berechnete Heizlast, abgeleitet aus SIA 380/1, ersetzt nicht die detaillierte Berechnung in einem raumweisen Verfahren.

4.2 Vergleich Ist-Zustand und Varianten

	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C
Baujahr / Renovationsjahr	1992	2023	2023	2023
Energiebezugsfläche Total [m ²]	424	424	424	424
Nutzung	Schule	Schule	Schule	Schule
Energieträger Heizung/Warmwasser	Fernwärme, Elektrizität	Fernwärme, Elektrizität	Fernwärme, Elektrizität	Fernwärme, Elektrizität
Normheizlast nach SIA 384.201 [kW] Standard Nutzung / Aktuelle Nutzung	17 / 17	13 / 13	13 / 13	11 / 11
Spez. Heizlast nach SIA 380/1 / Grenzwert $P_{h,li,Korr}^1$ [W/m ²] bei effektivem Luftwechsel	36 / 20	27 / 20	27 / 20	22 / 20
Heizung ² [kWh/a]	36'535	27'187	27'187	20'401
Warmwasser ³ [kWh/a]	3'822	3'822	3'822	3'822
Elektrizität [kWh/a]	8'573	8'556	8'556	8'543
Lüftung [kWh/a] / Gesamt V/AE	0 / 0.70	0 / 0.70	0 / 0.70	0 / 0.70
Anlagentyp Lüftung	-	-	-	-
Gesamtkosten der Massnahmen inkl. projektbezo- gene Kosten [CHF]	0	205'670	283'670	492'991
Total Förderbeiträge [CHF]	0	0	-13'600	-45'460
Total Initial-Kosten [CHF]	0	205'670	270'070	447'531
Jährliche Energiekosten [CHF/a]	9'122	7'715	2'083	1'061
Direkte CO ₂ -Emissionen [kg/(m ² a)]	0	0	0	0
Treibhausgasemissionen [kg/(m ² a)]	8	7	2	1
Etikette Energie für Standardnutzung				

	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C
Effizienz Gebäudehülle	D	C	C	C
Effizienz Gesamtenergie	C	B	A	A
Direkte CO ₂ -Emissionen	A	A	A	A

1) Eine Korrektur des Grenzwert $P_{h,li}$ erfolgt allenfalls bei Standard Wetterstationen, die einen minimalen Wert $T_{a,min} < -8$ °C vorweisen. Ein Gesamtgrenzwert des Objekts ist nur ermittelbar für Mischnutzungen, die Gebäudekategorien I-IV betreffen.

2) Der solarthermisch gedeckte Bedarf ist bereits abgezogen

3) Der solarthermisch gedeckte Bedarf sowie die gesamte Elektrizitätsproduktion sind bereits abgezogen

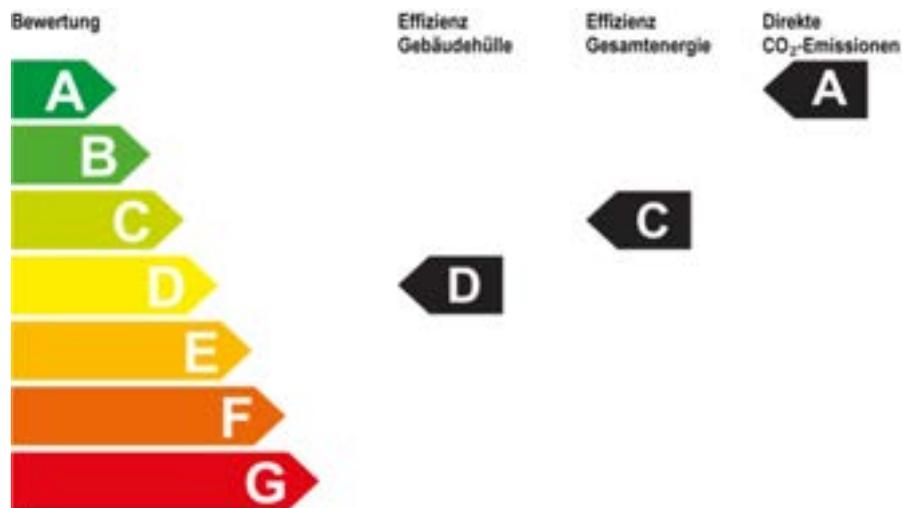
Das Gebäude erreicht im IST-Zustand die Effizienzklassen D/C/A. Mit der Umsetzung der Massnahmen gemäss Variante C können die guten Klassen C/A erreicht werden. Damit die Gebäudehüllen-Effizienz auch die Klasse B erreicht, müssten die Böden gegen das Erdreich gedämmt werden, was aber unverhältnismässig ist betreffend Aufwand, Kosten und Energieeinsparung.

5 Ergebnisse: Kenndaten

Definition der Kenndaten nach Standard-Nutzungsdaten / aktuellen Nutzungsdaten:

- Kenndaten Standard: Berechnung mit Standard-Nutzungsdaten der Gebäudekategorie inklusiv dem benutzerdefinierten thermisch wirksamen Aussenluftvolumenstrom (Einfluss einer eventuellen Lüftung auf $Q_{h,eff}$ berücksichtigt).
- Kenndaten aktuell: Berechnung mit effektiven Nutzungsdaten (benutzerdefinierte Werte), zur Information. Nicht auf der Etiketle dargestellt.

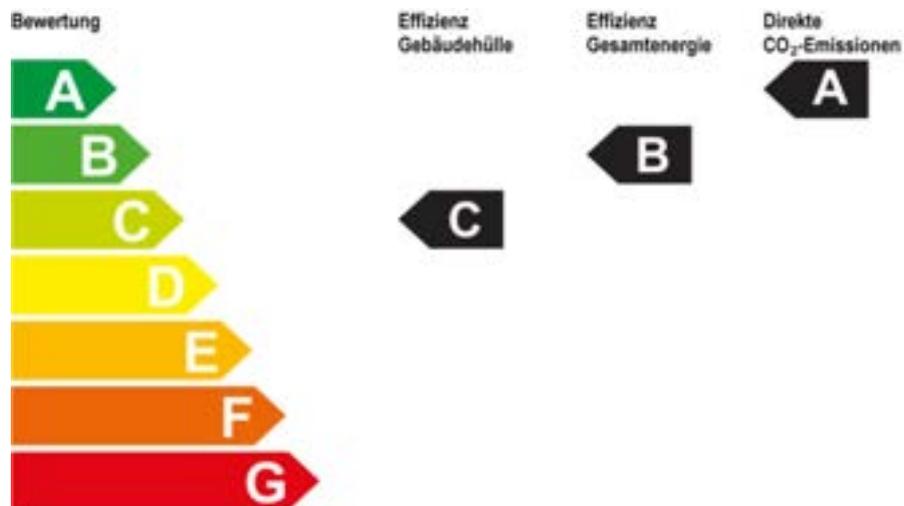
5.1 Energietechnische Kenndaten des Ist-Zustands



	Standard	Aktuell
Kenndaten (basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)		
Effizienz Gebäudehülle:	86.95	87 kWh/(m ² a)
Effizienz Gesamtenergie:	93.00	93 kWh/(m ² a)
Netto gelieferte Energie pro Jahr (basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)		
Elektrizität:	8'573	8'573 kWh/a
Heizung:	36'535	36'474 kWh/a
Warmwasser:	3'822	3'822 kWh/a
PV-Ertrag:	0	0 kWh/a
WKK-Ertrag:	0	0 kWh/a
Emissionen		
Direkte CO ₂ -Emissionen	0.0	0 kg/(m ² a)
Treibhausgasemissionen	8	8 kg/(m ² a)
Gemessener Energieverbrauch pro Jahr		
Elektrizität:		0 kWh/a
Heizung/Warmwasser:		0 kWh/a

Der gemessene Verbrauch kommt in der Regel dem effektiven Bedarf (unter aktueller Nutzung) am nächsten (und sollte sich im Toleranzbereich von +/- 20 % bewegen). Die Etikette basiert definitionsgemäss auf den Standardwerten der Nutzungsdaten.

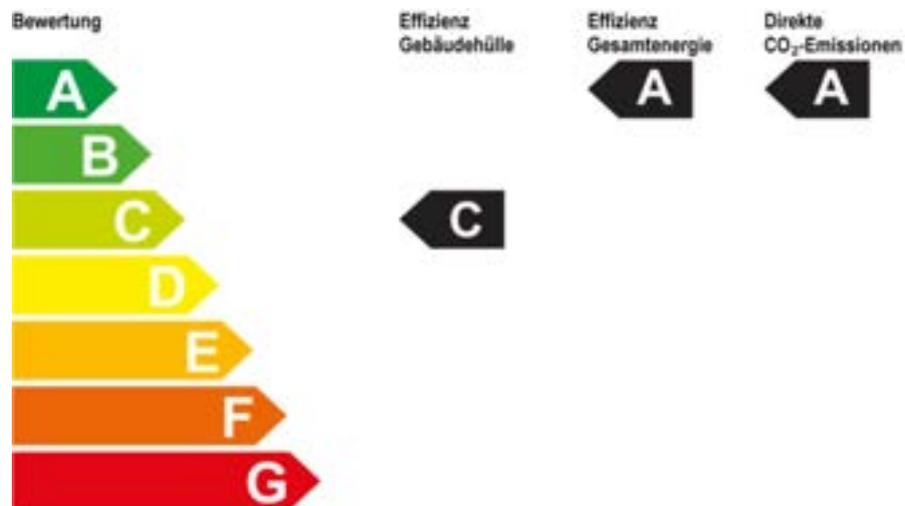
5.2 Energietechnische Kenndaten: Variante A



	Standard	Aktuell
Kenndaten		
<small>(basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)</small>		
Effizienz Gebäudehülle:	64.91	65 kWh/(m ² a)
Effizienz Gesamtenergie:	84.00	84 kWh/(m ² a)
Netto gelieferte Energie pro Jahr		
<small>(basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)</small>		
Elektrizität:	8'556	8'556 kWh/a
Heizung:	27'187	27'126 kWh/a
Warmwasser:	3'822	3'822 kWh/a
PV-Ertrag:	0	0 kWh/a
WKK-Ertrag:	0	0 kWh/a
Emissionen		
Direkte CO ₂ -Emissionen	0.0	0 kg/(m ² a)
Treibhausgasemissionen	7	7 kg/(m ² a)

Die Etiketle basiert definitionsgemäss auf den Standardwerten der Nutzungsdaten.

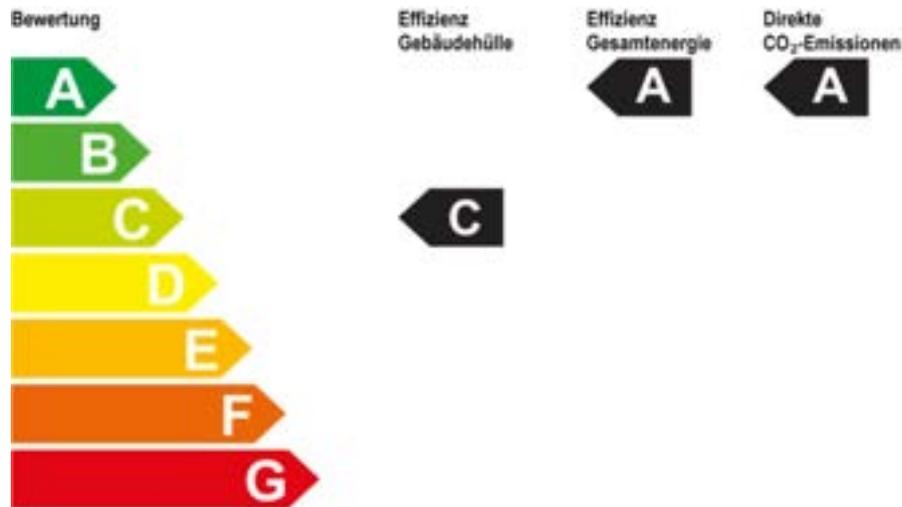
5.3 Energietechnische Kenndaten: Variante B



	Standard	Aktuell
Kenndaten (basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)		
Effizienz Gebäudehülle:	64.91	65 kWh/(m ² a)
Effizienz Gesamtenergie:	5.00	-67 kWh/(m ² a)
Netto gelieferte Energie pro Jahr (basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)		
Elektrizität:	8'556	8'556 kWh/a
Heizung:	27'187	27'126 kWh/a
Warmwasser:	3'822	3'822 kWh/a
PV-Ertrag:	-16'640	-32'000 kWh/a
WKK-Ertrag:	0	0 kWh/a
Emissionen		
Direkte CO ₂ -Emissionen	0.0	0 kg/(m ² a)
Treibhausgasemissionen	2	-3 kg/(m ² a)

Die Etikette basiert definitionsgemäss auf den Standardwerten der Nutzungsdaten.

5.4 Energietechnische Kenndaten: Variante C



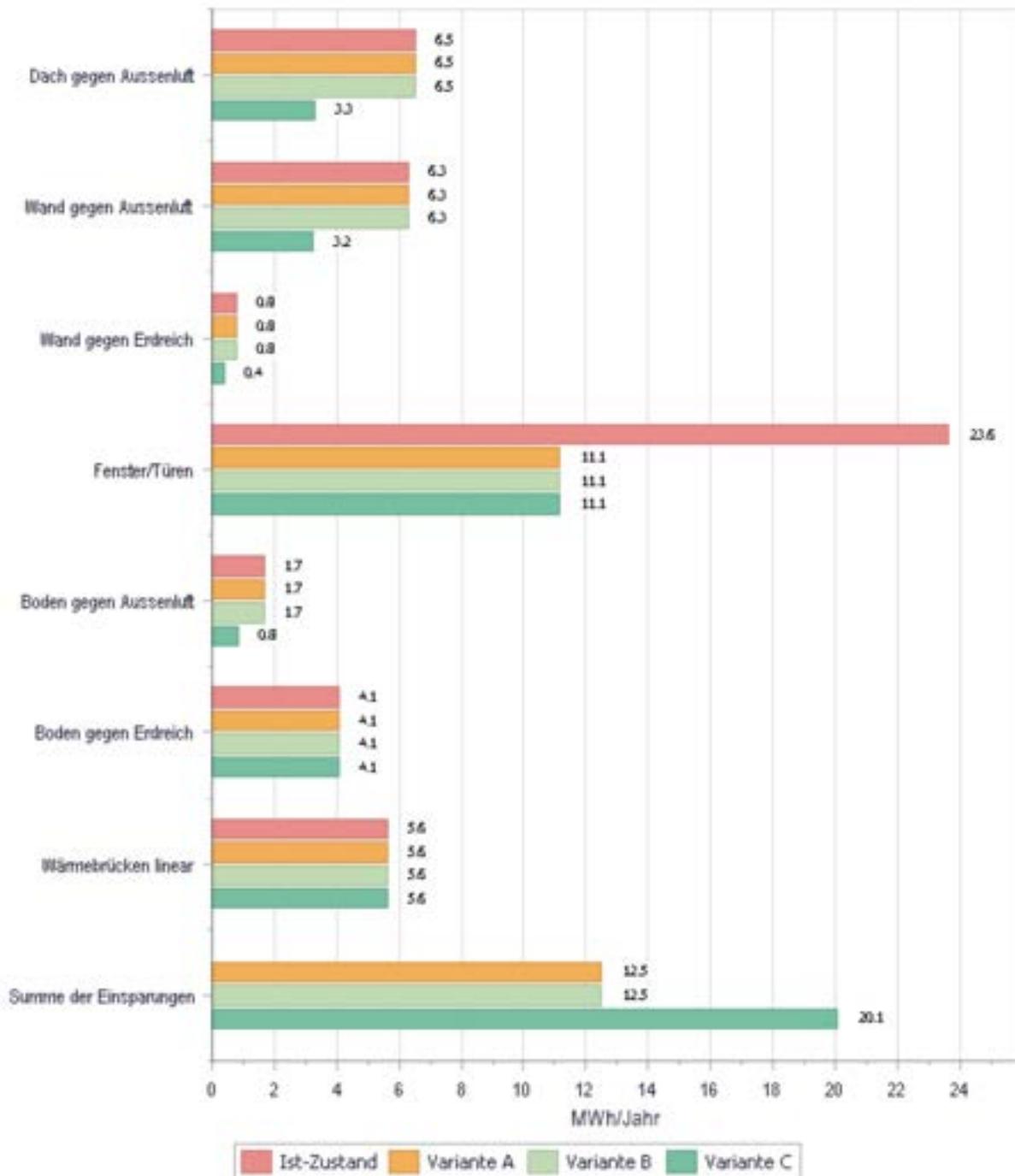
	Standard	Aktuell
Kenndaten		
<small>(basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)</small>		
Effizienz Gebäudehülle:	48.87	49 kWh/(m ² a)
Effizienz Gesamtenergie:	-1.00	-73 kWh/(m ² a)
Netto gelieferte Energie pro Jahr		
<small>(basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)</small>		
Elektrizität:	8'543	8'543 kWh/a
Heizung:	20'401	20'343 kWh/a
Warmwasser:	3'822	3'822 kWh/a
PV-Ertrag:	-16'640	-32'000 kWh/a
WKK-Ertrag:	0	0 kWh/a
Emissionen		
Direkte CO ₂ -Emissionen	0.0	0 kg/(m ² a)
Treibhausgasemissionen	1	-4 kg/(m ² a)

Die Etikette basiert definitionsgemäss auf den Standardwerten der Nutzungsdaten.

6 Transmissionswärmeverluste

Die nachfolgende Grafik zeigt die Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile (umgangssprachlich Wärmeverluste). Rot dargestellt ist der IST-Zustand, in den jeweils anderen Farben die Erneuerungsvarianten A, B und C. Die Differenz der einzelnen Varianten entspricht der erzielten Energieeinsparung.

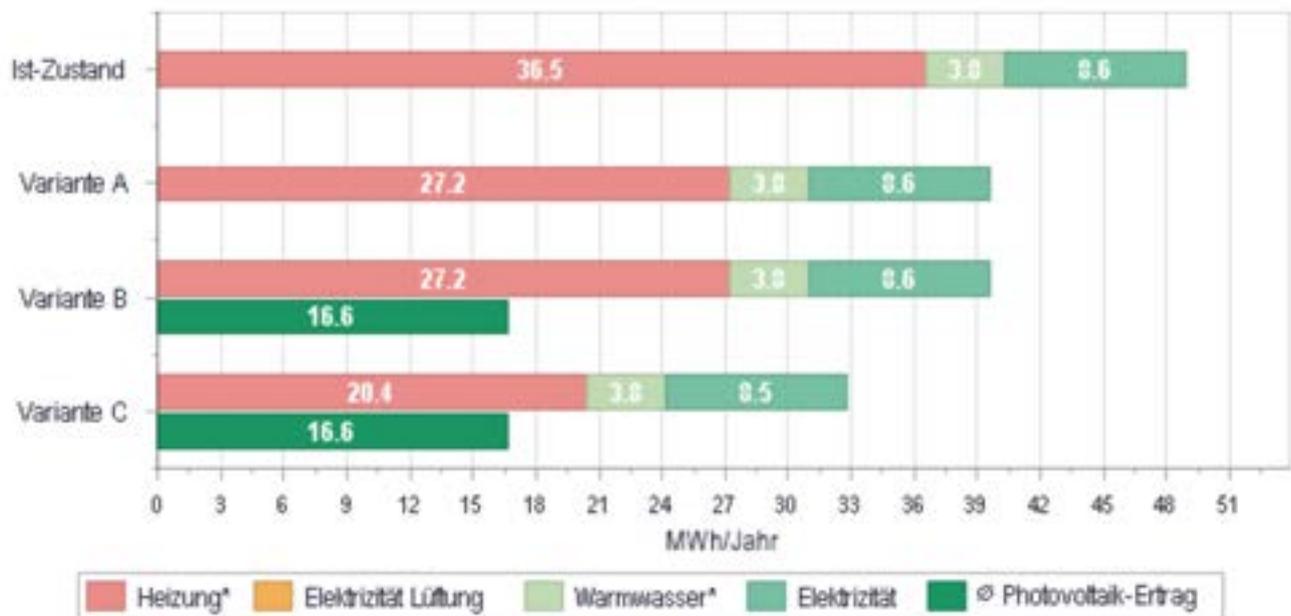
6.1 Bei Standard Nutzungsdaten



7 Übersicht Endenergie

Nachfolgend ist die Entwicklung des (theoretischen) Energiebedarfes dargestellt, wie er sich mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen verändert. Der tatsächliche Verbrauch kann vom theoretischen Bedarf stark abweichen, da das Benutzerverhalten (Raumtemperaturen, Lüftungsverhalten, Warmwasserverbrauch etc.) einen starken Einfluss hat.

7.1 Bei Standard Nutzungsdaten

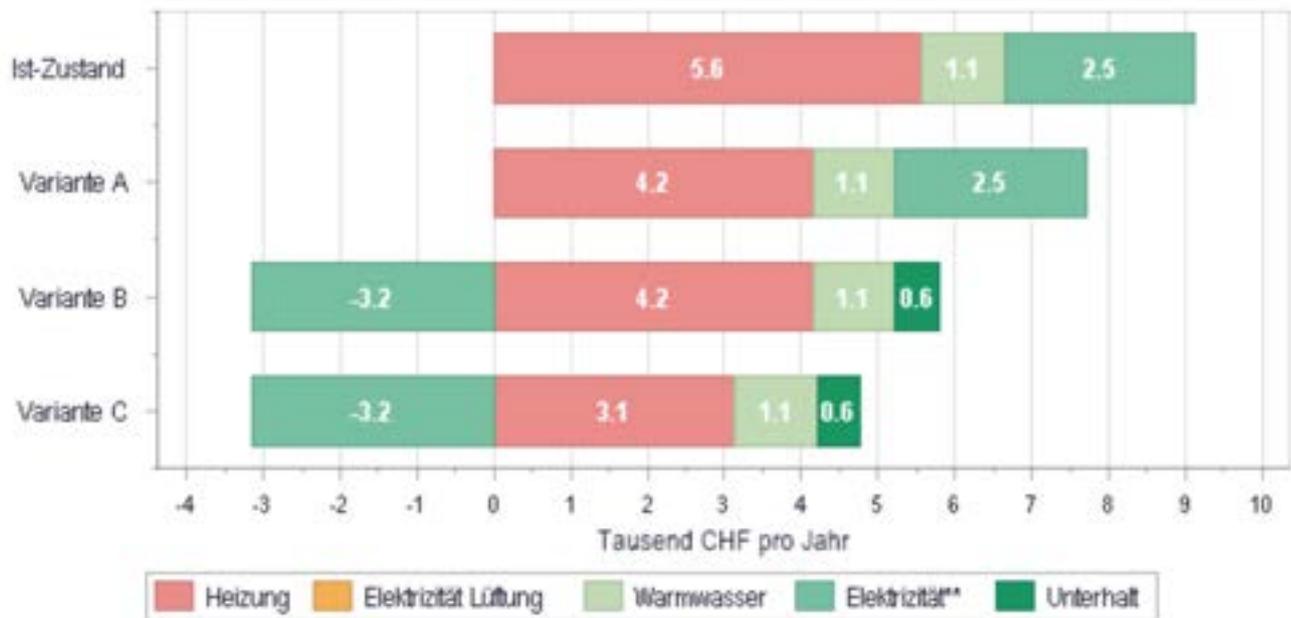


* Der solarthermisch gedeckte Bedarf ist bereits abgezogen

8 Jährliche Energiekosten

Die jährlichen Energiekosten basieren auf dem berechneten Energiebedarf sowie den heutigen Energiepreisen. Diese können sich zukünftig massiv ändern, z.B. ansteigen. Gebäude, welche wenig Energie verbrauchen, sind damit gefeit vor unliebsamen Überraschungen.

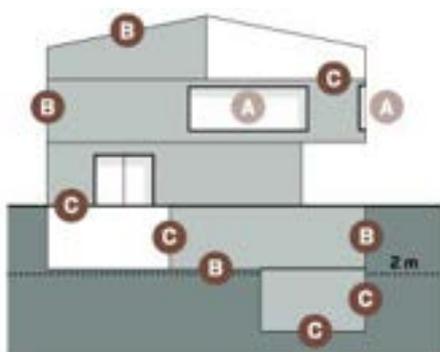
8.1 Bei Standard Nutzungsdaten



** Der solarthermisch gedeckte Bedarf sowie die gesamte Elektrizitätsproduktion sind bereits abgezogen

9 Förderbeiträge

Es sind die aktuell bekannten Förderbeiträge von Bund und Kanton Luzern aufgeführt. Energieversorger, Stiftungen etc. führen evtl. zusätzliche Förderprogramme im Bereich der Haustechnik, diese können www.energiefranken.ch aktuell abgefragt werden. Alle Angaben ohne Gewähr auf Richtigkeit und Vollständigkeit.



Fenster (A)	0 CHF/m ²	U _g * ≤ 0.70 W/(m ² K)
Bauteile gegen Aussenluft (B)	60 CHF/m ²	U _e ≤ 0.20 W/(m ² K)
Bauteile gegen unbeheizte Räume (C)	0 CHF/m ²	U _u ≤ 0.25 W/(m ² K)
* U _g = U-Wert Glas Abstandhalter Kunststoff/ Edelstahl		
Minimaler Förderbeitrag		3'000 CHF

9.1 Variante A

9.1.1 Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen

Keine Subventionen

9.1.2 Förderbeiträge

Keine Subventionen

9.2 Variante B

9.2.1 Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen

Keine Subventionen

9.2.2 Förderbeiträge

Bezeichnung	Voraussetzungen	Anzahl [—]	Fördersatz [CHF/Einheit]	Betrag [CHF]
Photovoltaikanlage auf Westdach, 34 kWp (PH-1)	Pronovo, Einmalvergütung	1	13'600	13'600
Total				13'600

9.3 Variante C

9.3.1 Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen

Typ	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Betrag [CHF]
B1 (Flachdach/Terrasse)	Flachdach Beton mit 14 cm PUR (Da-2)	56.0	0.15	3'360
B1 (Steildach)	Pultdach West, Holzsparren-Konstruktion mit 14 cm Dämmung dazwischen und 12 cm Holzfaserplatte darüber (Da-1)	187.0	0.15	11'220
B2 (Aussenwand)	EG: Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung (W-2)	14.3	0.16	858
B2 (Aussenwand)	EG: Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung (W-3)	24.7	0.16	1'482
B2 (Aussenwand)	EG: Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung (W-4)	14.7	0.16	882
B2 (Aussenwand)	OG: Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Eternitverkleidung (W-5)	36.4	0.17	2'184
B2 (Aussenwand)	OG: Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Eternitverkleidung (W-6)	56.7	0.17	3'402
B2 (Aussenwand)	OG: Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Eternitverkleidung (W-7)	37.1	0.17	2'226
B2 (Aussenwand)	OG: Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Eternitverkleidung (W-8)	29.3	0.17	1'758
B3 (Gegen Aussen)	Boden gg. Aussen (Untersichten), Beton mit 12 cm PUR als Aussendämmung (Bo-2)	42.8	0.16	2'568
B4 (Gegen Erdreich ≤ 2 m)	EG: Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung (W-1)	32.0	0.16	1'920
Total				31'860

9.3.2 Förderbeiträge

Bezeichnung	Voraussetzungen	Anzahl [—]	Fördersatz [CHF/Einheit]	Betrag [CHF]
Photovoltaikanlage auf Westdach, 34 kWp (PH-1)	Pronovo, Einmalvergütung	1	13'600	13'600
Total				13'600

10 Gesamtkosten der Massnahmen

[Alle Kosten in CHF]

	Variante A	Variante B	Variante C
Dächer und Decken	0	0	93'280
Wände	0	0	78'345
Fenster und Türen	189'670	189'670	189'670
Böden	0	0	13'696
Wärmebrücken	0	0	0
Gebäudehülle	189'670	189'670	374'991
Heizung/Warmwasser	0	0	0
Lüftung	0	0	0
Heizung, Warmwasser, Lüftung	0	0	0
Betriebseinrichtungen und Geräte	0	0	0
Beleuchtung	0	0	0
Weitere Verbraucher	0	0	0
Photovoltaik	0	70'000	70'000
Elektrizität gesamt	0	70'000	70'000
Vorbereitungs- und Anpassungsarbeiten	0	0	0
Planungskosten	5'000	8'000	20'000
Gebühren, Bewilligungen	1'000	1'000	3'000
Weiteres	10'000	15'000	25'000
Projektbezogene Kosten gesamt	16'000	24'000	48'000
Gesamtkosten der Massnahmen inkl. projektbezogene Kosten	205'670	283'670	492'991
Total Förderbeiträge	0	-13'600	-45'460
Total Initial-Kosten	205'670	270'070	447'531

Der Beratungsbericht ersetzt keine Baufachperson, wie z. B. einen Bauphysiker oder einen Architekten, bei der Umsetzung.

Die Kosten für die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen sind grobe Schätzungen. Sie beinhalten die rein energetischen Massnahmen und müssen unbedingt durch das Einholen konkreter Offerten verifiziert werden. Nicht berücksichtigt sind beispielsweise der Ersatz von Storen oder Markisen, Spenglerarbeiten (Dachrinnen und -abläufe), innere Umbauten etc.

11 Finanzierung der Massnahmen

Das GEAK Tool gibt eine gemischte, vereinfachte Betrachtung der wirtschaftlichen Aspekte nach Barwert-Methode aus: Energiekosten und Unterhaltskosten werden dynamisch (d. h. bei Teuerung u. a. der Energiepreise, und Kalkulationszinssatz) über einen eingestellten Zeitraum (Betrachtungsdauer in Jahren) betrachtet, während Investitionskosten sowie Ersatzinvestitionen "statisch" gerechnet sind. Die Energieeinsparung, und damit der Ertrag der Energiekosteneinsparung, hängen von der Art der Nutzung ab. Dadurch wird folglich die Wirtschaftlichkeit der Varianten beeinflusst. Es wird deshalb unterschieden in eine Betrachtung bei Standardnutzung, die sich auf einen unbekanntem künftigen Nutzer ausrichtet und eine Betrachtung bei aktueller Nutzung, die sich am gemessenen Verbrauch orientiert.

11.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei Standardnutzung

[Alle Kosten in CHF]	Variante A	Variante B	Variante C
Gesamtkosten der Massnahmen inkl. projektbezogene Kosten	205'670	283'670	492'991
Summe der Zusatzinvestitionen und Restwertgutschriften über Betrachtungsdauer*	-31'612	-31'612	-112'612
Förderbeiträge über Betrachtungsdauer	0	-13'600	-31'353
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungsdauer	174'058	238'458	349'026
Barwert der Energiekosteneinsparung über Betrachtungsdauer	-29'189	-161'261	-182'450
Netto-Gesamtinvestition über Betrachtungsdauer	144'869	77'197	166'576

*Um Varianten vergleichen zu können, muss die Entwicklung über eine einheitliche Betrachtungsdauer (i. d. R. 25 Jahre) betrachtet werden. Die anfallenden Massnahmeninvestitionen werden durch kürzere Nutzungsdauer wiederholt, was als Zusatzinvestition bezeichnet wird (z. B. der Geräteersatz nach 10 Jahren kostet über 25 Jahre betrachtet nochmals 1.5 Mal so viel). Umgekehrt muss ein noch bestehender Restwert am Ende des Betrachtungszeitraums, für Massnahmen die eine längere Nutzungsdauer haben, abgezogen werden (z. B. Kosten einer Fassade mit Nutzungsdauer 50 Jahre werden nach 25 Jahren zur Hälfte als Restwertgutschrift berücksichtigt). Zusatzinvestition und Restwertgutschrift müssen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen werden und ergeben so die Gesamtinvestition über die Betrachtungsdauer.

[Alle Kosten in CHF]	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C
Barwert Unterhaltskosten über Betrachtungsdauer	0	0	14'000	14'000
Barwert Kosten Total (Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungsdauer - Förderbeiträge + Barwert Energiekosten + Barwert Unterhaltskosten)	189'182	334'051	280'379	369'758
Kapitalwert als Differenz zu Ist-Zustand	0	-144'869	-91'197	-180'576

(Kalkulationszinssatz: 2.0 %. Allg. jährliche Teuerung: 2.0 %. Jährliche Energiepreis-Teuerung: 0.5 %. Betrachtungsdauer: 25 Jahre)

** Der «Barwert Kosten Total» beinhaltet beim Ist-Zustand nur den Barwert der Energiekosten und der Unterhaltskosten.

Ein positiver «Kapitalwert als Differenz zum Ist-Zustand» ist eine Einsparung.

Die Rechnung zeigt, dass die Investitionen in die energetischen Massnahmen durch die Energiekosteneinsparung langfristig zum Teil amortisiert werden können. Besonders die Variante B mit der PV-Anlage erscheint interessant. Mit der Erneuerung gehen auch der Werterhalt, die Komfortsteigerung sowie die Verminderung von Umweltauswirkungen einher. Gewisse Banken gewährten vergünstigte Hypotheken oder Kredite, wenn das Gebäude nach der Sanierung eine gewisse Effizienzklasse erreicht. Nachfragen lohnt sich! Eine Übersicht über aktuelle Förderprogramme gibt es unter www.energiefranken.ch.

Anhang A. Glossar und Erläuterungen zum GEAK

Energetische Gesamterneuerung vs. Erneuerung in Etappen

Unter einer energetischen **Gesamterneuerung** wird i. d. R. die umfassende energetische Erneuerung eines Gebäudes verstanden. Sie umfasst gewöhnlich Eingriffe in den Bereichen Reduktion der Betriebsenergie, effiziente Bedarfsdeckung und Substitution von fossilen durch erneuerbare Energieträger. Es werden massgebliche Veränderungen in zeitlich direkt aufeinanderfolgenden Bauschritten vorgenommen. Nach der Erneuerung entspricht das Gebäude in der Regel fast einem Neubau.

Werden einzelne Schritte der anzuvisierenden energetischen Gesamterneuerung in zeitlich deutlich getrennten Bauschritten durchgeführt, spricht man von einer Etappierung oder „**Erneuerung in Etappen**“.

Effizienz der Gebäudehülle, Effizienz der Gesamtenergie

Die **Effizienz der Gebäudehülle** bringt die Qualität des Wärmeschutzes zum Ausdruck, d. h. die Wärmedämmung von Wand, Dach und Boden, aber auch die energetische Qualität der Fenster. Die Effizienz der Gebäudehülle ist die massgebliche Grösse zur Beurteilung der Beheizung des Gebäudes. Sie basiert auf dem effektiven Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$ mit effektivem Luftwechsel und gewählter Regulierung der Heizung aber Standardnutzung/Belegung und Standardtemperatur. (Nutzenergiebedarf)

Die **Effizienz der Gesamtenergie** setzt sich aus dem Energiebedarf für Heizung und Warmwasser sowie einem standardisierten Strombedarf zusammen, wobei die verschiedenen Energieträger mit den nationalen Energie-Gewichtungsfaktoren bewertet werden. Sie basiert auf $Q_{h,eff}$ unter Berücksichtigung der gewählten Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung, Standardbedarf Warmwasser (SIA380/1) unter Berücksichtigung der gewählten Erzeugung und Wärmeverteilung, Standard Strombedarf für Haushalt und Gerätestrom* inkl. berücksichtigter Hilfsenergien für Heizung und Warmwasser, gemäss Wahl der Erzeugung und Verteilung. Generell: der Endenergiebedarf wird gewichtet mit nationalen Energie-Gewichtungsfaktoren.

(* basiert auf Standardgeräten und Installationen, Standardbeleuchtung, Standard Kleingeräten sowie Standardverbraucher)

Direkte CO₂-Emissionen

Die Klassierung der **direkten CO₂-Emissionen** zeigt an, wie viel CO₂ vom Gebäude für Raumwärme und Warmwasser emittiert wird. Dies ist abhängig davon, wie viel erneuerbare Energien eingesetzt werden und wie hoch die Energieeffizienz ist. Null CO₂-Emissionen entsprechen der Klasse A, der Klassenwechsel geschieht in Schritten von 5 kg/(m²a). Vorgelagerte Emissionen, zum Beispiel für die Elektrizitäts- und Fernwärmeerzeugung, werden nicht berücksichtigt. Diese vorgelagerten Emissionen werden im GEAK zusammen mit den direkten CO₂-Emissionen als Treibhausgasemissionen ausgewiesen, haben aber keinen Einfluss auf die Klassierung.

Endenergiebedarf

Das ist die Energiemenge, die für die Gebäudeheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung unter Berücksichtigung des Heizwärmebedarfs und der Verluste des Heizwärmesystems sowie der Warmwasseraufbereitung aufgebracht werden muss. Die Endenergie bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie (i. d. R. Strom) mit ein und ist daher nach den benötigten Energieträgern zu differenzieren. Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt die Energiemenge dar, die der Verbraucher für Heizung und Warmwasser bezahlt.

Heizwärmebedarf Standard $Q_{h,std}$ und effektiv $Q_{h,eff}$

Der Heizwärmebedarf ist die Wärme, die dem beheizten Raum während einer Berechnungsperiode (Monat oder Jahr) zugeführt werden muss, um den Sollwert der Raumtemperatur einzuhalten, bezogen auf die Energiebezugsfläche (kWh/m²). Der Heizwärmebedarf wird durch die Bilanzierung von Wärmeverlusten (Transmission und Lüftung) und Wärmegewinnen (solare und interne) ermittelt.

Der effektive Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$ entspricht dem Standardwert $Q_{h,std}$ nach SIA-380/1 mit einem veränderten flächenbezogenen Aussenluft-Volumenstrom. Die Auswertung des GEAK in der Energieetikette beruht auf $Q_{h,eff}$.

Luftwechsel und flächenbezogener Aussenluft-Volumenstrom

Unter **Luftwechsel** versteht man den Luftaustausch in geschlossenen Räumen. Mit der Luftwechselrate (1/h) wird angegeben, wie viele Male pro Stunde das gesamte Raumluftvolumen ausgetauscht wird.

Der flächenbezogene **Aussenluftvolumenstrom** V'/AE in $m^3/(h \cdot m^2)$ bezeichnet den Luftaustausch über die Gebäudehülle bezogen auf die Energiebezugsfläche. Die angegebenen Werte in der SIA 380/1 beziehen sich auf einen bei Standard-Personenbelegung und Präsenzzeit hygienisch notwendigen, durchschnittlichen Aussenluftvolumenstrom bei Solltemperatur. Diese Werte berücksichtigen den durch Abluftanlagen z. B. in Küche, Bad und WC verursachten Aussenluft-Volumenstrom. Im GEAK wird standardmässig ein thermisch wirksamer Aussenluftvolumenstrom von $0.7 m^3/(h \cdot m^2)$ angewendet. Objekte mit einer kontrollierten Wohnungslüftung haben viel tiefere Werte, undichte Gebäude höhere Werte. V'/AE fliesst in der Berechnung von $Q_{h,eff}$ ein.

Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN)

Die MuKEN sind ein Bauvorschriftenkatalog mit energetischen Anforderungen für Neubauten und Erneuerungen. Ziel der Vorschriftenammlung ist es, die Harmonisierung der Anforderungen in der Schweiz voranzutreiben. Den Kantonen steht es frei, einzelne Module der MuKEN in ihre kantonalen Vorschriften zu übernehmen. Die kontinuierliche Entwicklung des GEAKs lehnt sich an die MuKEN an.

Nationalen Energie-Gewichtungsfaktoren

Die nationalen Energie-Gewichtungsfaktoren werden von der Energiedirektorenkonferenz (EnDK) und dem Bundesamt für Energie (BFE) gemeinsam festgelegt. Diese Faktoren berücksichtigen die Energie, die erforderlich ist, um die Energie zu gewinnen, umzuwandeln, zu raffinieren, zu lagern, zu transportieren und zu verteilen, sowie alle Vorgänge, die erforderlich sind, um die Energie dem Gebäude zuzuführen, welches sie verbraucht. Sie finden die aktuellen Faktoren auf der Homepage der Energiedirektorenkonferenz (www.endk.ch). Im GEAK nützen sie zur Gewichtung der gerechneten Endenergie für die jeweiligen angewendeten Energieträger.

Option Berichterstellung: Standard-Nutzungsdaten oder aktuelle Nutzungsdaten

Für die **Standard-Nutzungsdaten** der energetischen und wirtschaftlichen Ergebnisse im Beratungsbericht werden die Standardwerte der Nutzungsdaten für Ist-Zustand sowie Varianten berücksichtigt. Der Heizwärmebedarf beruht auf $Q_{h,eff}$ mit Standard-Raumtemperatur, aber unter Berücksichtigung der gewählten Regulierung sowie des effektiven Luftwechsels. Insbesondere beim Warmwasser basieren diese auf dem Standardbedarf nach SIA 380/1. Beim Strombedarf wird ein Standardbedarf für gewisse Einträge der gewählten Geräte und Installationen, Kleingeräte, Beleuchtung gesetzt.

Bei der Wahl **aktuelle Nutzungsdaten** werden erhöhte oder erniedrigte Raumtemperaturen mitberücksichtigt. Der Warmwasserbedarf entspricht der überschreibbaren Einstellung "Energiebedarf Warmwasser". Bei der Elektrizität werden die in den verschiedenen Rubriken (Geräte und Installationen, Kleingeräte und Elektronik etc.) gemachten Einträge berücksichtigt. **Keinen Einfluss** hat die Einstellung der Belegungsdichte auf den Warmwasser- sowie Elektrizitätsbedarf in der heutigen Programmfassung. **Keinen Einfluss** hat die Einstellung des Elektrizitätsbedarfs nach SIA 380/1.

Standardnutzung nach SIA 380/1

Für die Berechnung des Heizwärmebedarfes nach SIA 380/1 $Q_{h, std}$ benötigt man mehrere Annahmen wie beispielsweise für die Raumtemperatur, die Personenfläche, die Wärmeabgabe pro Person, die Präsenzzeiten, den flächenbezogenen Aussenluft-Volumenstrom u. a. Zur Vereinfachung definiert der SIA für diese Grössen Standardnutzungswerte, die sich je nach Gebäudekategorie unterscheiden.

U-Werte

Der Wärmedurchgangskoeffizient U (frühere Bezeichnung „k-Wert“) gibt an, welcher Wärmestrom (in Watt) bei einer Temperaturdifferenz von 1 K (z. B. bei Raumtemperatur 20 °C und Aussentemperatur 19 °C) durch 1 m^2 eines Bauteiles fliesst. Der U -Wert gibt damit die energetische Qualität eines Bauteiles an. Je tiefer der U -Wert, desto energiesparender das Bauteil.

Anhang B. Grundlagendaten

B.1. Annahme Energie- und Strompreise

B.1.1. Brennstoff-/Fernwärme-Preise in der Region respektive Strompreise gemäss Tarifblatt des EWs

	Heizwert			Preis pro Einheit			[Rp./kWh]
	gewählt:	Vorgabe:		gewählt:	Vorgabe:		
Kohlebrickets	8.10	8.10	kWh/kg	1.40	1.40	CHF/kg	17.28
Elektrizität (HT)	1.00	1.00	kWh/kWh	32.00	30.00	Rp./kWh	32.00
Elektrizität (MT)	1.00	1.00	kWh/kWh	30.00	25.00	Rp./kWh	30.00
Elektrizität (NT)	1.00	1.00	kWh/kWh	28.00	20.00	Rp./kWh	28.00
Elektrizität (Wärmepumpe)	1.00	1.00	kWh/kWh	30.00	25.00	Rp./kWh	30.00
Biogas	11.20	11.20	kWh/m ³	20.00	20.00	Rp./kWh	20.00
Erdgas	11.20	11.20	kWh/m ³	15.00	15.00	Rp./kWh	15.00
Fernwärme Anteil fossil <= 25 %	1.00	1.00	kWh/kWh	15.00	15.00	Rp./kWh	15.00
Fernwärme Anteil fossil <= 50 % (Kehrrichtwärme)	1.00	1.00	kWh/kWh	15.00	15.00	Rp./kWh	15.00
Fernwärme Anteil fossil <= 75 %	1.00	1.00	kWh/kWh	15.00	15.00	Rp./kWh	15.00
Fernwärme Anteil fossil > 75 %	1.00	1.00	kWh/kWh	15.00	15.00	Rp./kWh	15.00
Heizöl	10.40	10.40	kWh/l	1.23	1.30	CHF/l	11.83
Holzpellets	5.30	5.30	kWh/kg	0.50	0.50	CHF/kg	9.43
Holzsnitzel	4.20	4.20	kWh/kg	60.00	60.00	CHF/Sm ³	5.71
Stückholz	4.80	4.80	kWh/kg	170.00	170.00	CHF/Ster	7.08

B.1.2. Zinsen und Teuerung

Regionaler Faktor	1.0
Kalkulationszinssatz	2.0 %
Allg. jährliche Teuerung	2.0 %
Jährliche Energiepreis-Teuerung	0.5 %
Betrachtungsdauer	25 Jahre

B.1.3. Beitragssätze Förderprogramme

Fenster (A)	0 CHF/m ²	U _g * ≤	0.70 W/(m ² K)
Bauteile gegen Aussenluft (B)	60 CHF/m ²	U _e ≤	0.20 W/(m ² K)
Bauteile gegen unbeheizte Räume (C)	0 CHF/m ²	U _u ≤	0.25 W/(m ² K)
Minimaler Förderbeitrag	3'000 CHF		

Anhang C. Details der Erneuerungsvarianten

C.1. Massnahmen, Variante A

Die Fenster werden ersetzt, was einerseits zu Energieeinsparung und andererseits zu einer Verbesserung des Komforts führt. Um der sommerlichen Überhitzung entgegenzuwirken, könnten stellenweise Sonnenschutzgläser eingesetzt werden. Jedoch kommen die Benutzerinnen und Benutzer des Gebäudes nicht umhin, im Sommer die direkte Sonneneinstrahlung mittels äusserer Beschattung zu vermeiden. Am Morgen sind die besonnten Ost- und Südfenster zu beschatten, ab dem Mittag die Süd- und Westfenster. Zudem sollte nur kurz stossgelüftet werden. In der Nacht muss die Möglichkeit zur Auskühlung mittels Querlüften gegeben sein und wahrgenommen werden.

C.1.1. Gebäudehülle

Die Fenster werden ersetzt.

C.1.1.1 Fenster und Türen

Die Fenster und Fenstertüren werden durch eine 3-fache Wärmeschutzverglasung und Holz- / Metallrahmen ersetzt. Können einzelne Fenster (-türen) nicht beschattet werden - wie z. B. der Notausgang - so sollten dort entweder Sonnenschutzgläser oder überhaupt auf eine Verglasung verzichtet werden.

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	g-Wert [—]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>				
Fe-1	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	0.0	0.85	0.50
Fe-2	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	39.4	0.85	0.50
Fe-3	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	7.3	0.85	0.50
Fe-4	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	39.0	0.85	0.50
Fe-5	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	4.2	0.85	0.50
Fe-6	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	21.5	0.85	0.50
Fe-7	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	3.5	0.85	0.50
Fe-8	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	31.0	0.85	0.50

C.2. Massnahmen, Variante B

Zusätzlich zum in der Variante A vorgeschlagenen Fensterersatz wird auf dem Westdach eine Photovoltaikanlage installiert. Die mögliche Leistung beträgt 34 kWp. Allenfalls kann mit der ganzen Schulanlage ein Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) gebildet werden. Dazu sind vertiefte Abklärungen nötig. Vorgängig muss der Zustand des Daches bzw. der Ziegel gut abgeklärt werden, weil die PV-Anlage eine Lebenserwartung von > 25 Jahren aufweist.

C.2.1. Gebäudehülle

Die Fenster werden ersetzt.

C.2.1.1 Fenster und Türen

Die Fenster und Fenstertüren werden durch eine 3-fache Wärmeschutzverglasung und Holz- / Metallrahmen ersetzt. Können einzelne Fenster (-türen) nicht beschattet werden - wie z. B. der Notausgang - so sollten dort entweder Sonnenschutzgläser oder überhaupt auf eine Verglasung verzichtet werden.

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	g-Wert [—]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>				
Fe-1	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	0.0	0.85	0.50
Fe-2	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	39.4	0.85	0.50

Fe-3	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	7.3	0.85	0.50
Fe-4	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	39.0	0.85	0.50
Fe-5	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	4.2	0.85	0.50
Fe-6	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	21.5	0.85	0.50
Fe-7	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	3.5	0.85	0.50
Fe-8	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	31.0	0.85	0.50

C.2.2. Gebäudetechnik

Es wird eine Photovoltaikanlage installiert. Die Einstellungen am Heizungsregler den neuen Gegebenheiten anpassen.

11.1.1 Photovoltaik

Kürzel	Bezeichnung
--------	-------------

PH-1	Photovoltaikanlage auf Westdach, 34 kWp
------	---

C.3. Massnahmen, Variante C

Zusätzlich zu den Massnahmen der Variante B werden das Dach, die Aussenwände und die Böden gegen Aussenklima gedämmt (natürlich wird vor Installation der PV-Anlage das Dach gedämmt). Die Böden gegen das Erdreich werden nicht gedämmt, weil diese Massnahme sehr aufwändig und teuer wäre: Es müssten alle Bodenbeläge und die Fussbodenheizung ebenfalls erneuert werden. Deshalb wird die Gebäudehüllen-Effizienzklasse B (= heutiger Neubaustandard) knapp verpasst.

C.3.1. Gebäudehülle

Die Gebäudehülle wird komplett neu gedämmt, ausser die Böden gegen das Erdreich.

C.3.1.1 Dächer und Decken

Die Dächer werden zusätzlich gedämmt: Das Pultdach (mutmasslich eine Holzsparrenkonstruktion) wird mit mindestens 14 cm zwischen den Sparren isoliert (bzw. ergänzt, falls heute weniger gedämmt sein sollte) und über den Sparren wird vollflächig eine 12 cm starke Holzfaserverplatte angebracht. Diese dient im Sommer vor allem dem Hitzeschutz, im Winter gegen Wärmeverluste. Die Dachränder sind so auszubilden, dass die Aussenwände ebenfalls gedämmt werden können.

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>			
Da-1	Pultdach West, Holzsparren-Konstruktion mit 14 cm Dämmung dazwischen und 12 cm Holzfaserverplatte darüber	187.0	0.15
Da-2	Flachdach Beton mit 14 cm PUR	56.0	0.15

C.3.1.2 Wände

Die Aussenwände werden zusätzlich mit 12 cm isoliert; im Eingangsgeschoss vollflächig (evtl. von innen her, Nordfassade), im Obergeschoss von aussen (inhomogen, neue Fassadenverkleidung aus Eternit oder Holz). Nach Möglichkeit sollte auch der Gebäudesockel isoliert werden, um die Wärmebrücke zu entschärfen.

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>			
W-1	EG: Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung	32.0	0.16
W-2	EG: Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung	14.3	0.16

W-3	EG: Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung	24.7	0.16
W-4	EG: Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung	14.7	0.16
W-5	OG: Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Eternitverkleidung	36.4	0.17
W-6	OG: Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Eternitverkleidung	56.7	0.17
W-7	OG: Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Eternitverkleidung	37.1	0.17
W-8	OG: Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Eternitverkleidung	29.3	0.17

C.3.1.3 Fenster und Türen

Die Fenster und Fenstertüren werden durch eine 3-fache Wärmeschutzverglasung und Holz- / Metallrahmen ersetzt. Können einzelne Fenster (-türen) nicht beschattet werden - wie z. B. der Notausgang - so sollten dort entweder Sonnenschutzgläser oder überhaupt auf eine Verglasung verzichtet werden.

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	g-Wert [—]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>				
Fe-1	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	0.0	0.85	0.50
Fe-2	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	39.4	0.85	0.50
Fe-3	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	7.3	0.85	0.50
Fe-4	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	39.0	0.85	0.50
Fe-5	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	4.2	0.85	0.50
Fe-6	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	21.5	0.85	0.50
Fe-7	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	3.5	0.85	0.50
Fe-8	3-fache Wärmeschutzverglasung, Holz- / Metallrahmen	31.0	0.85	0.50

C.3.1.4 Böden

Die Dämmung der Böden gegen das Erdreich wäre sehr aufwändig: Dazu müsste der Unterlagsboden mit Fussbodenheizung herausgespitzt werden. Danach folgt das Verlegen der Dämmung (z. B. 12 cm PUR), neue Fussbodenheizung, neuer Bodenbelag. Diese Massnahme wird im vorliegenden Bericht deshalb nicht abgebildet.

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>			
Bo-2	Boden gg. Aussen (Untersichten), Beton mit 12 cm PUR als Aussendämmung	42.8	0.16

C.3.2. Gebäudetechnik

Es wird eine Photovoltaikanlage installiert. Die Einstellungen am Heizungsregler den neuen Gegebenheiten anpassen.

11.1.2 Photovoltaik

Kürzel	Bezeichnung
PH-1	Photovoltaikanlage auf Westdach, 34 kWp

Anhang D. Detaillierte Ergebnisse

Im Hauptteil des Berichts werden im Sinne guter Lesbarkeit nur zusammenfassende Ergebnisse wiedergegeben. Hier sind detaillierte Angaben zu den Ergebnissen oder zu Zwischenresultaten abgebildet.

D.1. Heizwärmebedarf

D.1.1. Standard Nutzung

Bezeichnung	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C	Einheit
Raumtemperatur mit Regelungszuschlag	20	20	20	20	°C
Thermische Gebäudehüllfläche	867.5	867.5	867.5	867.5	m ²
Gebäudehüllzahl	2.05	2.05	2.05	2.05	-
Dach gegen Aussenluft	15.33	15.33	15.33	7.73	kWh/(m ² a)
Decke gegen unbeheizte Räume	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Dach/Decke gegen Erdreich	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Decke gegen benachbarten Raum	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Wand gegen Aussenluft	14.91	14.91	14.01	7.57	kWh/(m ² a)
Wand gegen unbeheizte Räume	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Wand gegen Erdreich	1.9	1.9	1.9	0.92	kWh/(m ² a)
Wand gegen benachbarten Raum	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Boden gegen Aussenluft	3.96	3.96	3.96	1.98	kWh/(m ² a)
Boden gegen unbeheizte Räume	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Boden gegen Erdreich	9.65	9.65	9.65	9.65	kWh/(m ² a)
Boden gegen benachbarten Raum	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster horizontal	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster Süd	4.12	1.95	1.95	1.95	kWh/(m ² a)
Fenster Südost	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster Südwest	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster Ost	23.23	10.97	10.97	10.97	kWh/(m ² a)
Fenster West	26.71	12.61	12.61	12.61	kWh/(m ² a)
Fenster Nord	1.6	0.76	0.76	0.76	kWh/(m ² a)
Fenster Nordost	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster Nordwest	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster/Türe gegen benachbarten Raum	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Wärmebrücken linear	13.27	13.27	13.27	13.27	kWh/(m ² a)
Wärmebrücken punktförmig	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Total Transmissionswärmeverlust	114.7	85.32	85.32	67.41	kWh/(m ² a)
Spezifische Wärmespeicherfähigkeit Luft	0.32	0.32	0.32	0.32	Wh/(m ³ K)
Lüftungswärmeverlust	20.2	20.2	20.2	20.2	kWh/(m ² a)
Gesamtwärmeverlust	134.9	105.52	105.52	87.61	kWh/(m ² a)
Spezifischer Wärmetransferkoeffizient	619.26	480.66	480.66	398.65	WK
Wärmegeinn Elektrizität	9.9	9.9	9.9	9.9	kWh/(m ² a)
Wärmegeinn Personen	10.22	10.22	10.22	10.22	kWh/(m ² a)
Interne Wärmegeinne	20.12	20.12	20.12	20.12	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegeinn horizontal	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegeinn Süd	5.46	4.2	4.2	4.2	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegeinn Südost	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegeinn Südwest	0	0	0	0	kWh/(m ² a)

Solarer Wärmegewinn Ost	14.93	11.48	11.48	11.48	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegewinn West	26.28	20.21	20.21	20.21	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegewinn Nord	1	0.77	0.77	0.77	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegewinn Nordost	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegewinn Nordwest	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegewinn total	47.67	36.67	36.67	36.67	kWh/(m ² a)
Wärmegewinn total	67.79	56.79	56.79	56.79	kWh/(m ² a)
Parameter für Ausnutzungsgrad	4.65	5.7	5.7	6.67	-
Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne	0.71	0.72	0.72	0.68	-
Genutzte Wärmegewinne	47.95	40.61	40.61	38.74	kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf effektiv	86.95	64.91	64.91	48.87	kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf	86.95	64.91	64.91	48.87	kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf Grenzwert	43.89	43.89	43.89	43.89	kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf Zielwert	26.33	26.33	26.33	26.33	kWh/(m ² a)
Grobdimensionierung Norm-Heizlast (gem. SIA 384:201), effektiv	17.34	13.46	13.46	11.16	kW
Energiebedarf Heizung (Solarthermie mit Nutzungsgrad 1 berücksichtigt)	86.17	64.12	64.12	48.12	kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf Heizung (Solarthermie abgezogen)	86.17	64.12	64.12	48.12	kWh/(m ² a)
Hilfsenergie Heizung	0.71	0.67	0.67	0.64	kWh/(m ² a)
Energiebedarf Warmwasser (Solarthermie mit Nutzungsgrad 1 berücksichtigt)	9.01	9.01	9.01	9.01	kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf Warmwasser (Solarthermie abgezogen)	9.01	9.01	9.01	9.01	kWh/(m ² a)
Hilfsenergie Warmwasser	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Energiebedarf Elektrizität Geräte, Beleuchtung, weitere Verbraucher (ohne PV- und WKK-Eigenverbrauch)	19.51	19.51	19.51	19.51	kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf Elektrizität Geräte, Beleuchtung und Hilfsenergie (mit PV und WKK Eigenverbrauch und Einspeisung)	20.22	20.18	-19.07	-19.1	kWh/(m ² a)
Spezifische Heizlast (gem. SIA 380/1:2016), effektiv	35.67	27.17	27.17	22.15	W/m ²

D.1.2. Aktuelle Nutzung

Bezeichnung	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C	Einheit
Raumtemperatur mit Regelungszuschlag	20	20	20	20	°C
Thermische Gebäudehüllfläche	867,5	867,5	867,5	867,5	m ²
Gebäudehüllzahl	2,05	2,05	2,05	2,05	-
Dach gegen Aussenluft	15,33	15,33	15,33	7,73	kWh/(m ² a)
Decke gegen unbeheizte Räume	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Dach/Decke gegen Erdreich	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Decke gegen benachbarten Raum	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Wand gegen Aussenluft	14,91	14,91	14,91	7,57	kWh/(m ² a)
Wand gegen unbeheizte Räume	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Wand gegen Erdreich	1,9	1,9	1,9	0,92	kWh/(m ² a)
Wand gegen benachbarten Raum	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Boden gegen Aussenluft	3,96	3,96	3,96	1,98	kWh/(m ² a)
Boden gegen unbeheizte Räume	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Boden gegen Erdreich	9,65	9,65	9,65	9,65	kWh/(m ² a)
Boden gegen benachbarten Raum	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster horizontal	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster Süd	4,12	1,95	1,95	1,95	kWh/(m ² a)
Fenster Südost	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster Südwest	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster Ost	23,23	10,97	10,97	10,97	kWh/(m ² a)
Fenster West	26,71	12,61	12,61	12,61	kWh/(m ² a)
Fenster Nord	1,6	0,76	0,76	0,76	kWh/(m ² a)
Fenster Nordost	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster Nordwest	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Fenster/Türe gegen benachbarten Raum	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Wärmebrücken linear	13,27	13,27	13,27	13,27	kWh/(m ² a)
Wärmebrücken punktförmig	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Total Transmissionswärmeverlust	114,7	85,32	85,32	67,41	kWh/(m ² a)
Spezifische Wärmespeicherfähigkeit Luft	0,32	0,32	0,32	0,32	Wh/(m ³ K)
Lüftungswärmeverlust	20,05	20,05	20,05	20,05	kWh/(m ² a)
Gesamtwärmeverlust	134,74	105,37	105,37	87,45	kWh/(m ² a)
Spezifischer Wärmetransferkoeffizient	618,52	479,92	479,92	397,91	WK
Wärmegewinn Elektrizität	9,9	9,9	9,9	9,9	kWh/(m ² a)
Wärmegewinn Personen	10,22	10,22	10,22	10,22	kWh/(m ² a)
Interne Wärmegewinne	20,12	20,12	20,12	20,12	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegewinn horizontal	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegewinn Süd	5,46	4,2	4,2	4,2	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegewinn Südost	0	0	0	0	kWh/(m ² a)
Solarer Wärmegewinn Südwest	0	0	0	0	kWh/(m ² a)

Solarer Wärmegewinn Ost	14.93	11.48	11.48	11.48	kWh/(m²a)
Solarer Wärmegewinn West	26.26	20.21	20.21	20.21	kWh/(m²a)
Solarer Wärmegewinn Nord	1	0.77	0.77	0.77	kWh/(m²a)
Solarer Wärmegewinn Nordost	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Solarer Wärmegewinn Nordwest	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Solarer Wärmegewinn total	47.67	36.67	36.67	36.67	kWh/(m²a)
Wärmegewinn total	67.79	56.79	56.79	56.79	kWh/(m²a)
Parameter für Ausnutzungsgrad	4.66	5.71	5.71	6.68	-
Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne	0.71	0.71	0.71	0.68	-
Genutzte Wärmegewinne	47.94	40.6	40.6	38.72	kWh/(m²a)
Heizwärmebedarf effektiv	86.8	64.77	64.77	48.73	kWh/(m²a)
Heizwärmebedarf	86.8	64.77	64.77	48.73	kWh/(m²a)
Heizwärmebedarf Grenzwert	43.89	43.89	43.89	43.89	kWh/(m²a)
Heizwärmebedarf Zielwert	26.33	26.33	26.33	26.33	kWh/(m²a)
Grobdimensionierung Norm-Heizlast (gem. SIA 384:201), effektiv	17.32	13.44	13.44	11.14	kW
Energiebedarf Heizung (Solarthermie mit Nutzungsgrad 1 berücksichtigt)	86.02	63.98	63.98	47.98	kWh/(m²a)
Endenergiebedarf Heizung (Solarthermie abgezogen)	86.02	63.98	63.98	47.98	kWh/(m²a)
Hilfsenergie Heizung	0.71	0.67	0.67	0.64	kWh/(m²a)
Energiebedarf Warmwasser (Solarthermie mit Nutzungsgrad 1 berücksichtigt)	9.01	9.01	9.01	9.01	kWh/(m²a)
Endenergiebedarf Warmwasser (Solarthermie abgezogen)	9.01	9.01	9.01	9.01	kWh/(m²a)
Hilfsenergie Warmwasser	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Energiebedarf Elektrizität Geräte, Beleuchtung, weitere Verbraucher (ohne PV- und WKK-Eigenverbrauch)	19.51	19.51	19.51	19.51	kWh/(m²a)
Endenergiebedarf Elektrizität Geräte, Beleuchtung und Hilfsenergie (mit PV und WKK Eigenverbrauch und Einspeisung)	20.22	20.18	-55.29	-55.32	kWh/(m²a)
Spezifische Heizlast (gem. SIA 380/1:2016), effektiv	35.63	27.13	27.13	22.1	W/m²

D.2. Übersicht Endenergie

D.2.1. Standard Nutzung

D.2.1.1 Endenergie Ist-Zustand (Standard Nutzung)

Name	Einheit	Total Hilfsenergie	Fernwärme Anteil fossil	Elektrizität (Mf)	Elektrizität (NT)	Elektrizität (Produktion)	Gleichrichter Gesamtbedarf
WE-1	kWh		36536	0	0	0	
WE-1 Hilfsenergie	kWh	301	0	301	0	0	
WE-2	kWh		0	0	3822	0	
WE-2 Hilfsenergie	kWh	0	0	0	0	0	
Betriebseinrichtungen und Geräte	kWh		0	3731	0	0	
Lüftung	kWh		0	0	0	0	
Beleuchtung	kWh		0	4541	0	0	
Weitere Verbraucher	kWh		0	0	0	0	
Photovoltaik	kWh		0	0	0	0	
Netto gelieferte Energie	kWh		36536	8573	3822	0	
nationaler Gewichtungsfaktor	--		0.4	2	2	2	
P. E.-Faktor gesamt	--		0.38	2.64	2.64	2.64	
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	32.70
CO ₂ -Emissions-Faktor	kg/kWh		0.000	0.000	0.000	0.000	
THG-Emissions-Faktor	kg/kWh		0.047	0.126	0.126	0.126	
HfHs	--		0.000	0.000	0.000	0.000	
Gewichtete Endenergie	kWh		14614	17147	7644	0	30404
Netto gelieferte P. E. gesamt	kWh		13883	22599	10074	0	46557
Erneuerbare Energie	kWh		8330	4768	2126	0	15224
Direkte CO ₂ -Emissionen	kg		0	0	0	0	0
THG-Emissionen	kg		1710	1080	482	0	3272
Kennzahl gew. Endenergie	kWh/m ²		34	41	18	0	93
Kennzahl P. E. gesamt	kWh/m ²		33	53	24	0	110
Kennzahl direkte CO ₂ -Emissionen	kg/(m ² a)		0	0	0	0	0
Kennzahl THG-Emissionen	kg/(m ² a)		4	3	1	0	8
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	32.70

D.2.1.2 Endenergie Variante A (Standard Nutzung)

Name	Einheit	Total Hilfsenergie	Fernwärme Anteil fossil	Elektrizität (MT)	Elektrizität (NT)	Elektrizität (Produktion)	Gesichteter Gesamtbedarf
WE-1	kWh		27187	0	0	0	
WE-1 Hilfsenergie	kWh	283	0	283	0	0	
WE-2	kWh		0	0	3822	0	
WE-2 Hilfsenergie	kWh	0	0	0	0	0	
Betriebseinrichtungen und Geräte	kWh		0	3731	0	0	
Lüftung	kWh		0	0	0	0	
Beleuchtung	kWh		0	4541	0	0	
Weitere Verbraucher	kWh		0	0	0	0	
Photovoltaik	kWh		0	0	0	0	
Netto gelieferte Energie	kWh		27187	8566	3822	0	
nationaler Gewichtungsfaktor	--		0.4	2	2	2	
P. E.-Faktor gesamt	--		0.38	2.64	2.64	2.64	
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	30.46
CO ₂ -Emissions-Faktor	kg/kWh		0.000	0.000	0.000	0.000	
THG-Emissions-Faktor	kg/kWh		0.047	0.126	0.126	0.126	
HiHs	--		0.000	0.000	0.000	0.000	
Gewichtete Endenergie	kWh		10875	17111	7644	0	35630
Netto gelieferte P. E. gesamt	kWh		10331	22553	10074	0	42958
Erneuerbare Energie	kWh		6199	4759	2126	0	13083
Direkte CO ₂ -Emissionen	kg		0	0	0	0	0
THG-Emissionen	kg		1272	1076	482	0	2832
Kennzahl gew. Endenergie	kWh/m ²		26	40	18	0	84
Kennzahl P. E. gesamt	kWh/m ²		24	53	24	0	101
Kennzahl direkte CO ₂ -Emissionen	kg/(m ² a)		0	0	0	0	0
Kennzahl THG-Emissionen	kg/(m ² a)		3	3	1	0	7
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	30.46

D.2.1.3 Endenergie Variante B (Standard Nutzung)

Name	Einheit	Total Hilfsenergie	Fernwärme Anteil fossil	Elektrizität (MT)	Elektrizität (NT)	Elektrizität (Produktion)	Gesichteter Gesamtbedarf
WE-1	kWh		27187	0	0	0	
WE-1 Hilfsenergie	kWh	283	0	283	0	0	
WE-2	kWh		0	0	3822	0	
WE-2 Hilfsenergie	kWh	0	0	0	0	0	
Betriebseinrichtungen und Geräte	kWh		0	3731	0	0	
Lüftung	kWh		0	0	0	0	
Beleuchtung	kWh		0	4541	0	0	
Weitere Verbraucher	kWh		0	0	0	0	
Photovoltaik	kWh		0	0	0	-16540	
Netto gelieferte Energie	kWh		27187	8566	3822	-16540	
nationaler Gewichtungsfaktor	--		0.4	2	2	2	
P. E.-Faktor gesamt	--		0.38	2.64	2.64	2.64	
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	-423.03
CO ₂ -Emissions-Faktor	kg/kWh		0.000	0.000	0.000	0.000	
THG-Emissions-Faktor	kg/kWh		0.047	0.126	0.126	0.126	
HiHs	--		0.000	0.000	0.000	0.000	
Gewichtete Endenergie	kWh		10875	17111	7644	-33280	2350
Netto gelieferte P. E. gesamt	kWh		10331	22553	10074	-43863	-905
Erneuerbare Energie	kWh		6199	4759	2126	-9255	3828
Direkte CO ₂ -Emissionen	kg		0	0	0	0	0
THG-Emissionen	kg		1272	1078	482	-2097	735
Kennzahl gew. Endenergie	kWh/m ²		26	40	18	-79	5
Kennzahl P. E. gesamt	kWh/m ²		24	53	24	-103	-2
Kennzahl direkte CO ₂ -Emissionen	kg/(m ² a)		0	0	0	0	0
Kennzahl THG-Emissionen	kg/(m ² a)		3	3	1	-5	2
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	-423.03

D.2.1.4 Endenergie Variante C (Standard Nutzung)

Name	Einheit	Total Hilfsenergie	Fernwärme Anteil fossil	Elektrizität (MT)	Elektrizität (NT)	Elektrizität (Produktion)	Gesetzlicher Gesamtbedarf
WE-1	kWh		20'401	0	0	0	
WE-1 Hilfsenergie	kWh	270	0	270	0	0	
WE-2	kWh		0	0	3'822	0	
WE-2 Hilfsenergie	kWh	0	0	0	0	0	
Betriebseinrichtungen und Geräte	kWh		0	3'731	0	0	
Lüftung	kWh		0	0	0	0	
Beleuchtung	kWh		0	4'541	0	0	
Weitere Verbraucher	kWh		0	0	0	0	
Photovoltaik	kWh		0	0	0	-16'640	
Netto gelieferte Energie	kWh		20'401	8'543	3'822	-16'640	
nationaler Gewichtungsfaktor	--		0.4	2	2	2	
P. E.-Faktor gesamt	--		0.38	2.64	2.64	2.64	
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	-64.64
CO ₂ -Emissions-Faktor	kg/kWh		0.000	0.000	0.000	0.000	
THG-Emissions-Faktor	kg/kWh		0.047	0.126	0.126	0.126	
HiHs	--		0.000	0.000	0.000	0.000	
Gewichtete Endenergie	kWh		8'161	17'085	7'644	-33'280	-300
Netto gelieferte P. E. gesamt	kWh		7'753	22'519	10'074	-43'863	-3'517
Erneuerbare Energie	kWh		4'852	4'751	2'126	-9'255	2'274
Direkte CO ₂ -Emissionen	kg		0	0	0	0	0
THG-Emissionen	kg		955	1'076	482	-2'097	416
Kennzahl gew. Endenergie	kWh/m ²		19	40	18	-79	-1
Kennzahl P. E. gesamt	kWh/m ²		18	53	24	-103	-8
Kennzahl direkte CO ₂ -Emissionen	kg/(m ² a)		0	0	0	0	0
Kennzahl THG-Emissionen	kg/(m ² a)		2	3	1	-5	1
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	-64.64

D.2.2. Aktuelle Nutzung

D.2.2.1 Endenergie Ist-Zustand (Aktuelle Nutzung)

Name	Einheit	Total Hilfsenergie	Fernwärme Anteil (loss)	Elektrizität (NT)	Elektrizität (NT)	Elektrizität (Produktion)	Gesichteter Gesamtbedarf
WE-1	kWh		36'474	0	0	0	
WE-1 Hilfsenergie	kWh	301	0	301	0	0	
WE-2	kWh		0	0	3'822	0	
WE-2 Hilfsenergie	kWh	0	0	0	0	0	
Betriebseinrichtungen und Geräte	kWh		0	3'731	0	0	
Lüftung	kWh		0	0	0	0	
Beleuchtung	kWh		0	4'541	0	0	
Weitere Verbraucher	kWh		0	0	0	0	
Photovoltaik	kWh		0	0	0	0	
Netto gelieferte Energie	kWh		36'474	8'573	3'822	0	
nationaler Gewichtungsfaktor	--		0.4	2	2	2	
P. E.-Faktor gesamt	--		0.38	2.64	2.64	2.64	
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	32.69
CO ₂ -Emissions-Faktor	kg/kWh		0.000	0.000	0.000	0.000	
THG-Emissions-Faktor	kg/kWh		0.047	0.126	0.126	0.126	
HiFs	--		0.000	0.000	0.000	0.000	
Gewichtete Endenergie	kWh		14'589	17'147	7'644	0	39'380
Netto gelieferte P. E. gesamt	kWh		13'860	22'599	10'074	0	46'534
Erneuerbare Energie	kWh		8'316	4'768	2'126	0	15'210
Direkte CO ₂ -Emissionen	kg		0	0	0	0	0
THG-Emissionen	kg		1'707	1'080	482	0	3'269
Kennzahl gew. Endenergie	kWh/m ²		34	41	18	0	93
Kennzahl P. E. gesamt	kWh/m ²		33	53	24	0	110
Kennzahl direkte CO ₂ -Emissionen	kg/(m ² a)		0	0	0	0	0
Kennzahl THG-Emissionen	kg/(m ² a)		4	3	1	0	8
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	32.69

D.2.2.2 Endenergie Variante A (Aktuelle Nutzung)

Name	Einheit	Total Hilfsenergie	Fernwärme Anteil fossil	Elektrizität (MT)	Elektrizität (NT)	Elektrizität (Produktion)	Gesichteter Gesamtbedarf
WE-1	kWh		27126	0	0	0	
WE-1 Hilfsenergie	kWh	283	0	283	0	0	
WE-2	kWh		0	0	3822	0	
WE-2 Hilfsenergie	kWh	0	0	0	0	0	
Betriebseinrichtungen und Geräte	kWh		0	3731	0	0	
Lüftung	kWh		0	0	0	0	
Beleuchtung	kWh		0	4541	0	0	
Weitere Verbraucher	kWh		0	0	0	0	
Photovoltaik	kWh		0	0	0	0	
Netto gelieferte Energie	kWh		27126	8566	3822	0	
nationaler Gewichtungsfaktor	--		0.4	2	2	2	
P. E.-Faktor gesamt	--		0.38	2.64	2.64	2.64	
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	30.44
CO ₂ -Emissions-Faktor	kg/kWh		0.000	0.000	0.000	0.000	
THG-Emissions-Faktor	kg/kWh		0.047	0.126	0.126	0.126	
HiHs	--		0.000	0.000	0.000	0.000	
Gewichtete Endenergie	kWh		10851	17111	7644	0	35605
Netto gelieferte P. E. gesamt	kWh		10308	22552	10074	0	42935
Erneuerbare Energie	kWh		6185	4759	2126	0	13069
Direkte CO ₂ -Emissionen	kg		0	0	0	0	0
THG-Emissionen	kg		1270	1078	482	0	2829
Kennzahl gew. Endenergie	kWh/m ²		26	40	18	0	84
Kennzahl P. E. gesamt	kWh/m ²		24	53	24	0	101
Kennzahl direkte CO ₂ -Emissionen	kg/(m ² a)		0	0	0	0	0
Kennzahl THG-Emissionen	kg/(m ² a)		3	3	1	0	7
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	30.44

D.2.2.3 Endenergie Variante B (Aktuelle Nutzung)

Name	Einheit	Total Hilfsenergie	Fernwärme Anteil fossil	Elektrizität (MT)	Elektrizität (NT)	Elektrizität (Produktion)	Gesichteter Gesamtbedarf
WE-1	kWh		27'126	0	0	0	
WE-1 Hilfsenergie	kWh	283	0	283	0	0	
WE-2	kWh		0	0	3'822	0	
WE-2 Hilfsenergie	kWh	0	0	0	0	0	
Betriebseinrichtungen und Geräte	kWh		0	3'731	0	0	
Lüftung	kWh		0	0	0	0	
Beleuchtung	kWh		0	4'541	0	0	
Weitere Verbraucher	kWh		0	0	0	0	
Photovoltaik	kWh		0	0	0	-32'000	
Netto gelieferte Energie	kWh		27'126	8'566	3'822	-32'000	
nationaler Gewichtungsfaktor	--		0.4	2	2	2	
P. E.-Faktor gesamt	--		0.38	2.64	2.64	2.64	
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	11.42
CO ₂ -Emissions-Faktor	kg/kWh		0.000	0.000	0.000	0.000	
THG-Emissions-Faktor	kg/kWh		0.047	0.126	0.126	0.126	
HiHs	--		0.000	0.000	0.000	0.000	
Gewichtete Endenergie	kWh		10'851	17'111	7'644	-64'000	-28'305
Netto gelieferte P. E. gesamt	kWh		10'308	22'552	10'074	-84'352	-41'417
Erneuerbare Energie	kWh		6'185	4'759	2'126	-17'798	-4'729
Direkte CO ₂ -Emissionen	kg		0	0	0	0	0
THG-Emissionen	kg		1'270	1'078	482	-4'032	-1'203
Kennzahl gew. Endenergie	kWh/m ²		26	40	18	-151	-67
Kennzahl P. E. gesamt	kWh/m ²		24	53	24	-199	-98
Kennzahl direkte CO ₂ -Emissionen	kg/(m ² a)		0	0	0	0	0
Kennzahl THG-Emissionen	kg/(m ² a)		3	3	1	-10	-3
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	11.42

D.2.2.4 Endenergie Variante C (Aktuelle Nutzung)

Name	Einheit	Total Hilfsenergie	Fernwärme Anteil fossil	Elektrizität (MT)	Elektrizität (NT)	Elektrizität (Produktion)	Gesichteter Gesamtbedarf
WE-1	kWh		20'343	0	0	0	
WE-1 Hilfsenergie	kWh	270	0	270	0	0	
WE-2	kWh		0	0	3'822	0	
WE-2 Hilfsenergie	kWh	0	0	0	0	0	
Betriebseinrichtungen und Geräte	kWh		0	3'731	0	0	
Lüftung	kWh		0	0	0	0	
Beleuchtung	kWh		0	4'541	0	0	
Weitere Verbraucher	kWh		0	0	0	0	
Photovoltaik	kWh		0	0	0	-32'000	
Netto gelieferte Energie	kWh		20'343	8'543	3'822	-32'000	
nationaler Gewichtungsfaktor	--		0.4	2	2	2	
P. E.-Faktor gesamt	--		0.38	2.64	2.64	2.64	
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	14.27
CO ₂ -Emissions-Faktor	kg/kWh		0.000	0.000	0.000	0.000	
THG-Emissions-Faktor	kg/kWh		0.047	0.126	0.126	0.126	
HiHs	--		0.000	0.000	0.000	0.000	
Gewichtete Endenergie	kWh		8'137	17'085	7'644	-64'000	-31'134
Netto gelieferte P. E. gesamt	kWh		7'730	22'518	10'074	-84'352	-44'029
Erneuerbare Energie	kWh		4'638	4'751	2'126	-17'798	-6'283
Direkte CO ₂ -Emissionen	kg		0	0	0	0	0
THG-Emissionen	kg		952	1'076	482	-4'032	-1'522
Kennzahl gew. Endenergie	kWh/m ²		19	40	18	-151	-73
Kennzahl P. E. gesamt	kWh/m ²		18	53	24	-199	-104
Kennzahl direkte CO ₂ -Emissionen	kg/(m ² a)		0	0	0	0	0
Kennzahl THG-Emissionen	kg/(m ² a)		2	3	1	-10	-4
Erneuerbarer P. E.-Anteil	%		60.00	21.10	21.10	0.00	14.27

D.3. Geräte, Beleuchtung, PV etc.

D.3.1. Standard Nutzung

Bezeichnung	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C	Einheit
Faktoren					
Belegungsfaktor	1.00	1.00	1.00	1.00	
Bedarf Hochtarif (mit Belegungsfaktor)					
Geräte und Installationen	0	0	0	0	kWh/a
Lüftung	0	0	0	0	kWh/a
Kleingeräte und Elektronik	0	0	0	0	kWh/a
Betriebseinrichtungen und Geräte	0	0	0	0	kWh/a
Beleuchtung	0	0	0	0	kWh/a
Weitere Verbraucher	0	0	0	0	kWh/a
Bedarf Total	0	0	0	0	kWh/a
Bedarf Mitteltarif (mit Belegungsfaktor)					
Geräte und Installationen	0	0	0	0	kWh/a
Lüftung	0	0	0	0	kWh/a
Kleingeräte und Elektronik	0	0	0	0	kWh/a
Betriebseinrichtungen und Geräte	3731	3731	3731	3731	kWh/a
Beleuchtung	4541	4541	4541	4541	kWh/a
Weitere Verbraucher	0	0	0	0	kWh/a
Bedarf Total	8272	8272	8272	8272	kWh/a
Bedarf Niedertarif (mit Belegungsfaktor)					
Geräte und Installationen	0	0	0	0	kWh/a
Lüftung	0	0	0	0	kWh/a
Kleingeräte und Elektronik	0	0	0	0	kWh/a
Betriebseinrichtungen und Geräte	0	0	0	0	kWh/a
Beleuchtung	0	0	0	0	kWh/a
Weitere Verbraucher	0	0	0	0	kWh/a
Bedarf Total	0	0	0	0	kWh/a
Total (mit Belegungsfaktor)					
Bedarf Elektrizität Total	8272	8272	8272	8272	kWh/a
Bedarf Gas	0	0	0	0	kWh/a
PV-Eigenverbrauch	0	0	-6'400	-6'400	kWh/a
PV-SolarstrombörseKEV	0	0	-10'240	-10'240	kWh/a
Total	8272	8272	-8'368	-8'368	kWh/a

D.3.2. Aktuelle Nutzung

Bezeichnung	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C	Einheit
Faktoren					
Belegungsfaktor	1,00	1,00	1,00	1,00	
Bedarf Hochtarif (mit Belegungsfaktor)					
Geräte und Installationen	0	0	0	0	kWh/a
Lüftung	0	0	0	0	kWh/a
Kleingeräte und Elektronik	0	0	0	0	kWh/a
Betriebseinrichtungen und Geräte	0	0	0	0	kWh/a
Beleuchtung	0	0	0	0	kWh/a
Weitere Verbraucher	0	0	0	0	kWh/a
Bedarf Total	0	0	0	0	kWh/a
Bedarf Mitteltarif (mit Belegungsfaktor)					
Geräte und Installationen	0	0	0	0	kWh/a
Lüftung	0	0	0	0	kWh/a
Kleingeräte und Elektronik	0	0	0	0	kWh/a
Betriebseinrichtungen und Geräte	3731	3731	3731	3731	kWh/a
Beleuchtung	4541	4541	4541	4541	kWh/a
Weitere Verbraucher	0	0	0	0	kWh/a
Bedarf Total	8272	8272	8272	8272	kWh/a
Bedarf Niedertarif (mit Belegungsfaktor)					
Geräte und Installationen	0	0	0	0	kWh/a
Lüftung	0	0	0	0	kWh/a
Kleingeräte und Elektronik	0	0	0	0	kWh/a
Betriebseinrichtungen und Geräte	0	0	0	0	kWh/a
Beleuchtung	0	0	0	0	kWh/a
Weitere Verbraucher	0	0	0	0	kWh/a
Bedarf Total	0	0	0	0	kWh/a
Total (mit Belegungsfaktor)					
Bedarf Elektrizität Total	8272	8272	8272	8272	kWh/a
Bedarf Gas	0	0	0	0	kWh/a
PV-Eigenverbrauch	0	0	-6400	-6400	kWh/a
PV-SolarstrombörseKEV	0	0	-25600	-25600	kWh/a
Total	8272	8272	-23728	-23728	kWh/a

D.4. Wirtschaftlichkeit

D.4.1. Standard Nutzung

Bezeichnung	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C	Einheit
Gebäudehülle					
Gesamtkosten der Massnahmen	0	189'670	189'670	374'991	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	158'058	158'058	262'379	CHF
Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF
Heizung					
Jährliche Energiekosten	5'571	4'163	4'163	3'141	CHF/a
Barwert Energiekosten	115'524	86'335	86'335	65'146	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen	0	0	0	0	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	0	0	0	CHF
Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF
Warmwasser					
Jährliche Energiekosten	1'070	1'070	1'070	1'070	CHF/a
Barwert Energiekosten	22'192	22'192	22'192	22'192	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen	0	0	0	0	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	0	0	0	CHF
Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF
Elektrizität					
Jährliche Energiekosten	2'482	2'482	434	434	CHF/a
Barwert Energiekosten	51'466	51'466	8'994	8'994	CHF
Jährlicher Solarstrombörsenertrag	0	0	-3'584	-3'584	CHF/a
Barwert Solarstrombörsenertrag	0	0	-89'600	-89'600	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen	0	0	70'000	70'000	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	0	70'000	70'000	CHF
Unterhaltskosten	0	0	560	560	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	14'000	14'000	CHF
Lüftung					
Jährliche leistungsgewichtete Energiekosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Energiekosten	0	0	0	0	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen	0	0	0	0	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	0	0	0	CHF
Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF
Projektbezogene Kosten					
Vorbereitungs- und Anpassungsarbeiten	0	0	0	0	CHF
Planungskosten	0	5'000	8'000	20'000	CHF

Gebühren, Bewilligungen	0	1'000	1'000	3'000	CHF
Weiteres	0	10'000	15'000	25'000	CHF
Förderbeiträge					
Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen	0	0	0	31'860	CHF
Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen über Betrachtungsdauer	0	0	0	17'753	CHF
Gebäudeelektrik	0	0	13'600	13'600	CHF
Gebäudeelektrik über Betrachtungsdauer	0	0	13'600	13'600	CHF
Förderprogramme	0	0	0	0	CHF
Förderprogramme über Betrachtungsdauer	0	0	0	0	CHF
Total Initial-Kosten					
Gesamtkosten der Massnahmen	0	189'670	259'670	444'991	CHF
Projektbezogene Kosten	0	16'000	24'000	48'000	CHF
Förderbeiträge	0	0	13'600	45'460	CHF
Total Initial-Kosten	0	205'670	270'070	447'531	CHF
Total über Betrachtungsdauer					
Banwert Energiekosten	189'182	159'993	27'921	6'732	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	158'068	228'068	332'379	CHF
Projektbezogene Kosten	0	16'000	24'000	48'000	CHF
Förderbeiträge über Betrachtungsdauer	0	0	13'600	31'353	CHF
Banwert Unterhaltskosten	0	0	14'000	14'000	CHF
Banwert Kosten Total	189'182	334'061	280'379	369'758	CHF
Differenz					
Kapitalwert als Differenz zu Ist-Zustand	0	-144'889	-91'197	-180'576	CHF

(Kalkulationszinssatz: 2.0 %. Allg. jährliche Teuerung: 2.0 %. Jährliche Energiepreis-Teuerung: 0.5 %. Betrachtungsdauer: 25 Jahre)

D.4.2. Aktuelle Nutzung

Bezeichnung	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C	Einheit
Gebäudehülle					
Gesamtkosten der Massnahmen	0	189'670	189'670	374'991	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	158'058	158'058	262'379	CHF
Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF
Heizung					
Jährliche Energiekosten	5'561	4'154	4'154	3'132	CHF/a
Barwert Energiekosten	115'332	86'145	86'145	64'963	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen	0	0	0	0	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	0	0	0	CHF
Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF
Warmwasser					
Jährliche Energiekosten	1'070	1'070	1'070	1'070	CHF/a
Barwert Energiekosten	22'192	22'192	22'192	22'192	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen	0	0	0	0	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	0	0	0	CHF
Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF
Elektrizität					
Jährliche Energiekosten	2'462	2'462	434	434	CHF/a
Barwert Energiekosten	51'466	51'466	8'994	8'994	CHF
Jährlicher Solarstrombörsenertrag	0	0	-3'584	-3'584	CHF/a
Barwert Solarstrombörsenertrag	0	0	-89'600	-89'600	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen	0	0	70'000	70'000	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	0	70'000	70'000	CHF
Unterhaltskosten	0	0	560	560	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	14'000	14'000	CHF
Lüftung					
Jährliche leistungsgewichtete Energiekosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Energiekosten	0	0	0	0	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen	0	0	0	0	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	0	0	0	CHF
Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF/a
Barwert Unterhaltskosten	0	0	0	0	CHF
Projektbezogene Kosten					
Vorbereitungs- und Anpassungsarbeiten	0	0	0	0	CHF
Planungskosten	0	5'000	8'000	20'000	CHF

Gebühren, Bewilligungen	0	1'000	1'000	3'000	CHF
Weiteres	0	10'000	15'000	25'000	CHF
Förderbeiträge					
Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen	0	0	0	31'860	CHF
Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen über Betrachtungsdauer	0	0	0	17'753	CHF
Gebäudelechnik	0	0	13'600	13'600	CHF
Gebäudelechnik über Betrachtungsdauer	0	0	13'600	13'600	CHF
Förderprogramme	0	0	0	0	CHF
Förderprogramme über Betrachtungsdauer	0	0	0	0	CHF
Total Initial-Kosten					
Gesamtkosten der Massnahmen	0	189'670	259'670	444'991	CHF
Projektbezogene Kosten	0	16'000	24'000	48'000	CHF
Förderbeiträge	0	0	13'600	45'460	CHF
Total Initial-Kosten	0	205'670	270'070	447'531	CHF
Total über Betrachtungsdauer					
Banwert Energiekosten	188'990	159'803	277'31	6'549	CHF
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungszeitraum	0	158'068	228'068	332'379	CHF
Projektbezogene Kosten	0	16'000	24'000	48'000	CHF
Förderbeiträge über Betrachtungsdauer	0	0	13'600	31'353	CHF
Banwert Unterhaltskosten	0	0	14'000	14'000	CHF
Banwert Kosten Total	188'990	333'861	280'190	369'575	CHF
Differenz					
Kapitalwert als Differenz zu Ist-Zustand	0	-144'871	-91'199	-180'585	CHF

(Kalkulationszinssatz: 2.0 %. Allg. jährliche Teuerung: 2.0 %. Jährliche Energiepreis-Teuerung: 0.5 %. Betrachtungsdauer: 25 Jahre)

Anhang E. Fotos und Pläne







Eingangsgeschoss







Obergeschoss



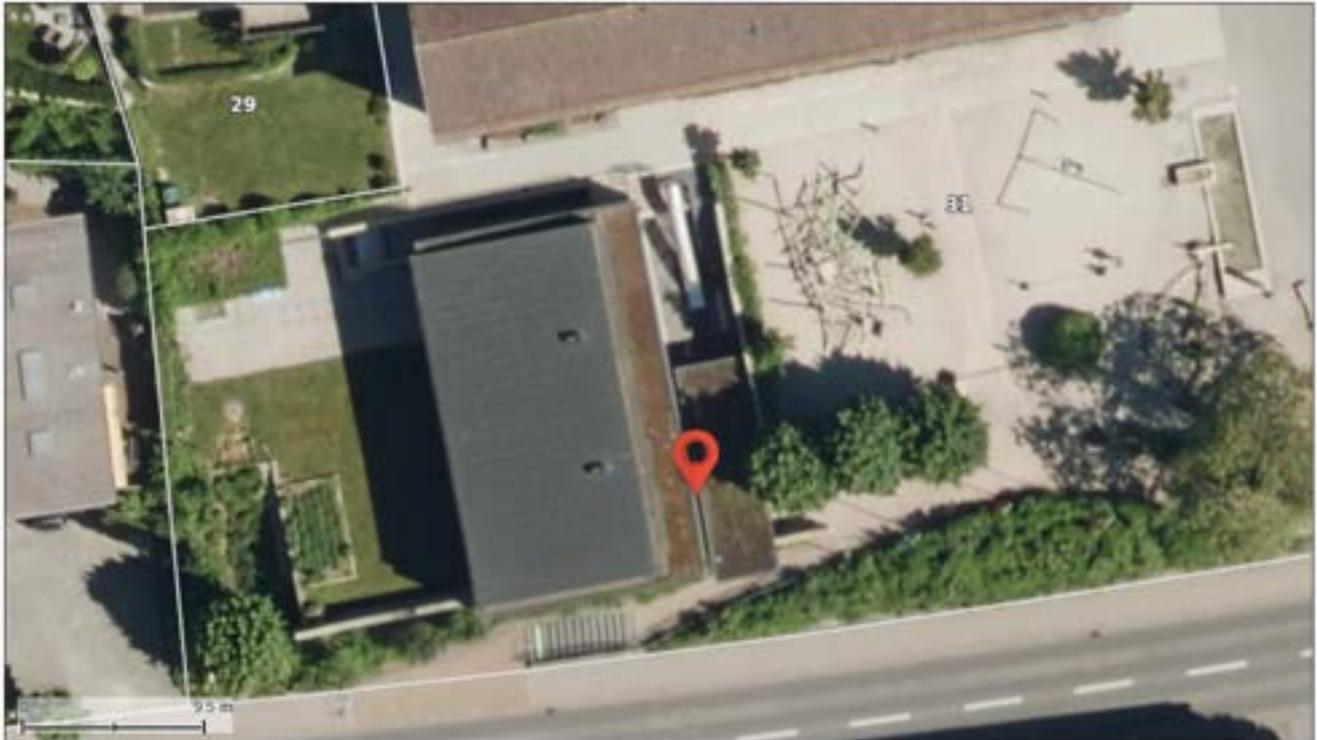
Pläne



**KANTON
LUZERN**
Raum und Wirtschaft (raw)

Luftbild 2020 (und ältere Zeitstände)
Schulhaus Linde 4, 6242 Wauwil
23.10.2023

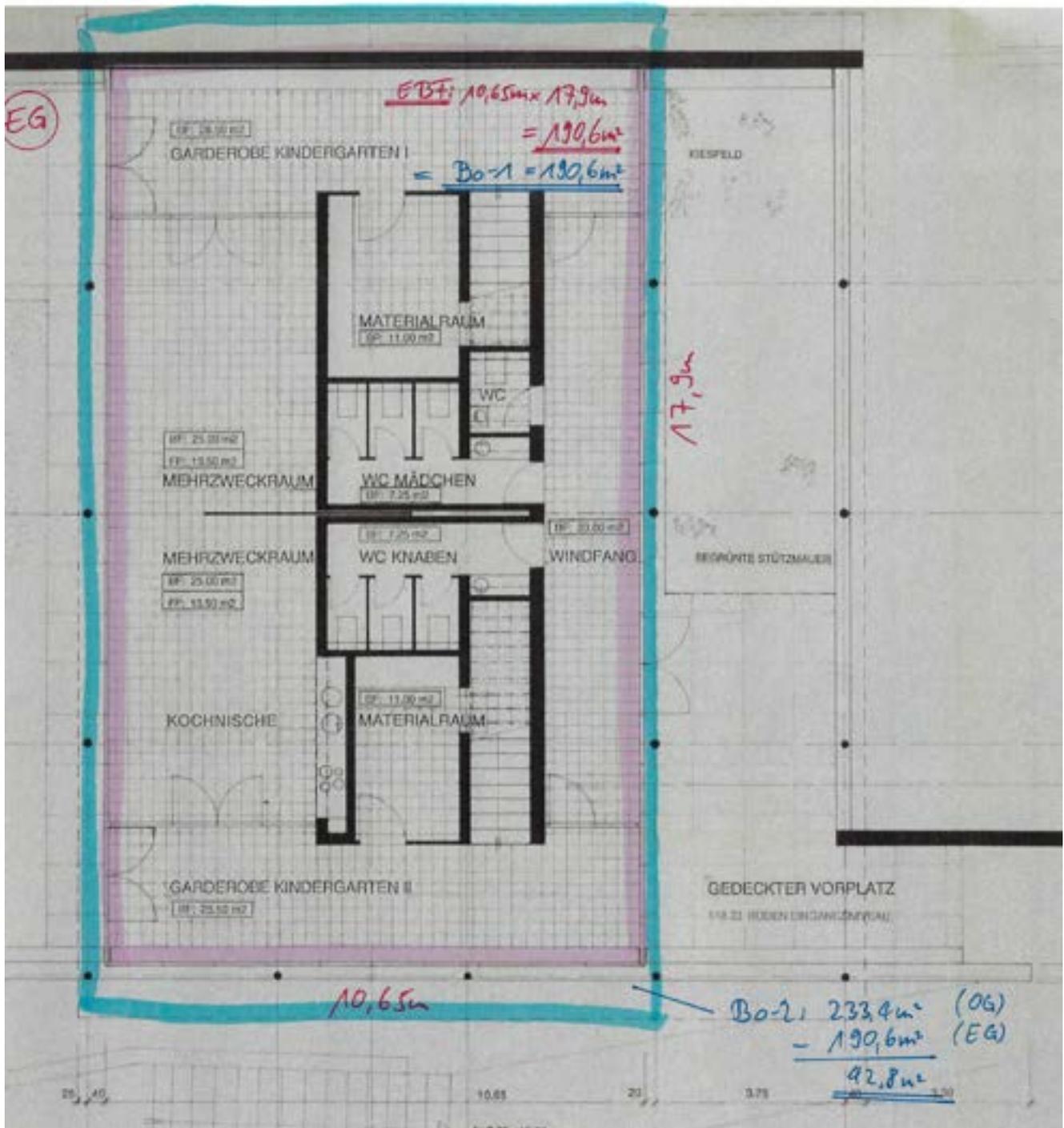
N
1:250



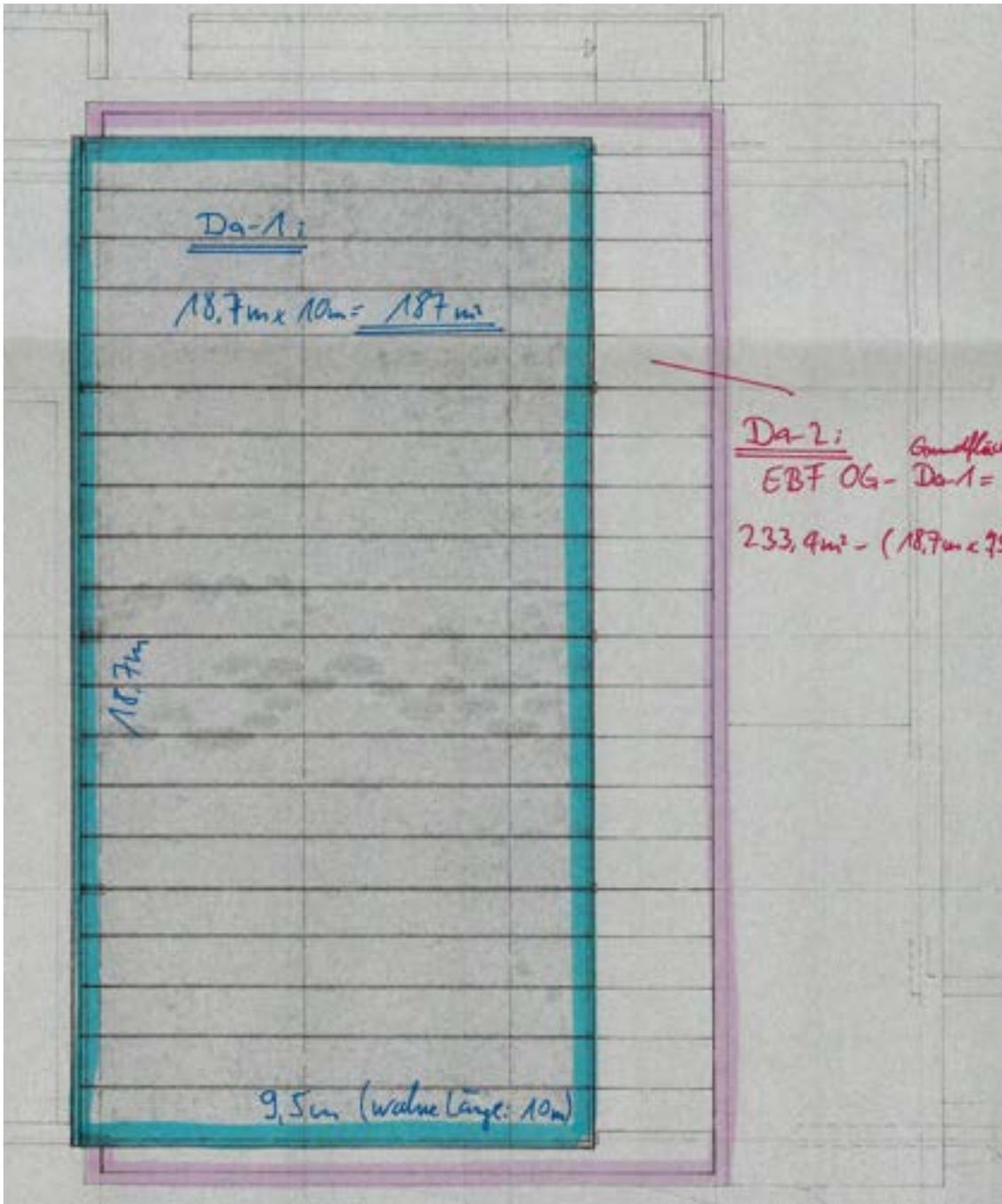
© Daten rasel KL, LU
Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen.
Verbindlich sind einzig die von der zuständigen Stelle abgegebenen Pläne. Messabweichungen in der Karte sind möglich.

Kartenkoordinaten: 2'643'951E, 1'228'183N

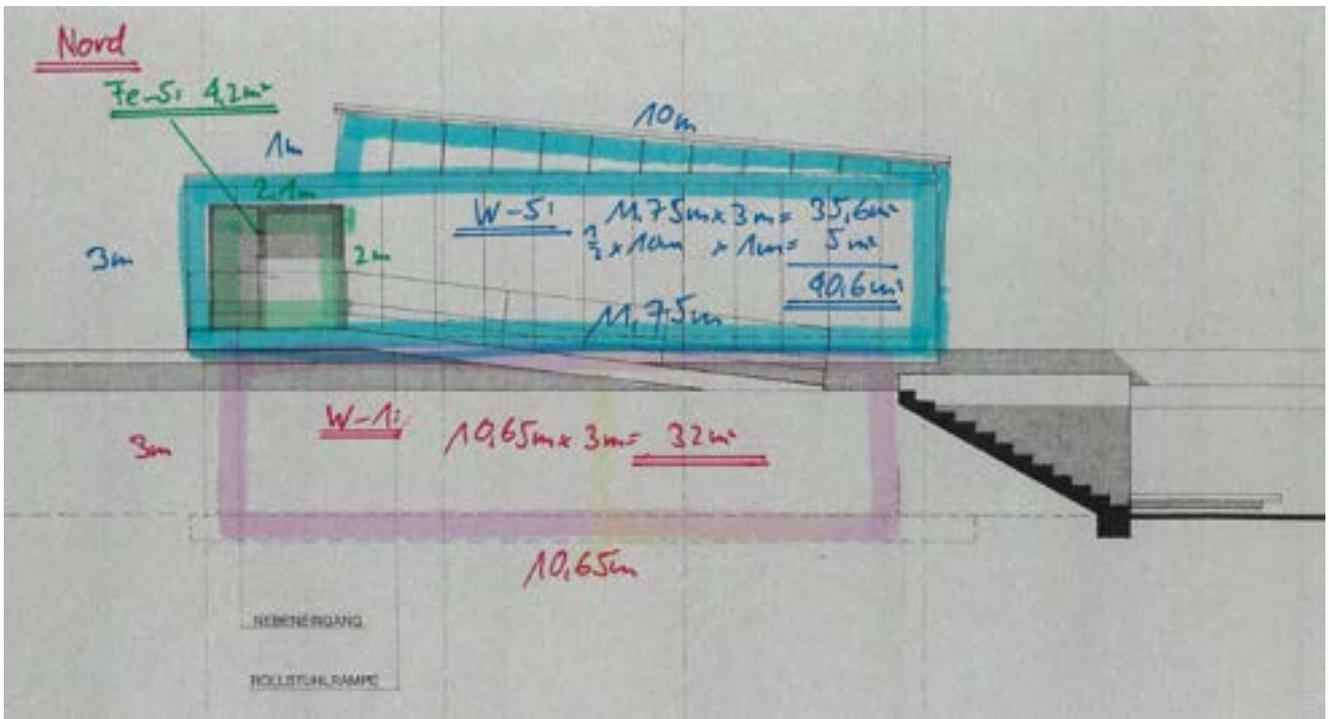
Eingangsgeschoss



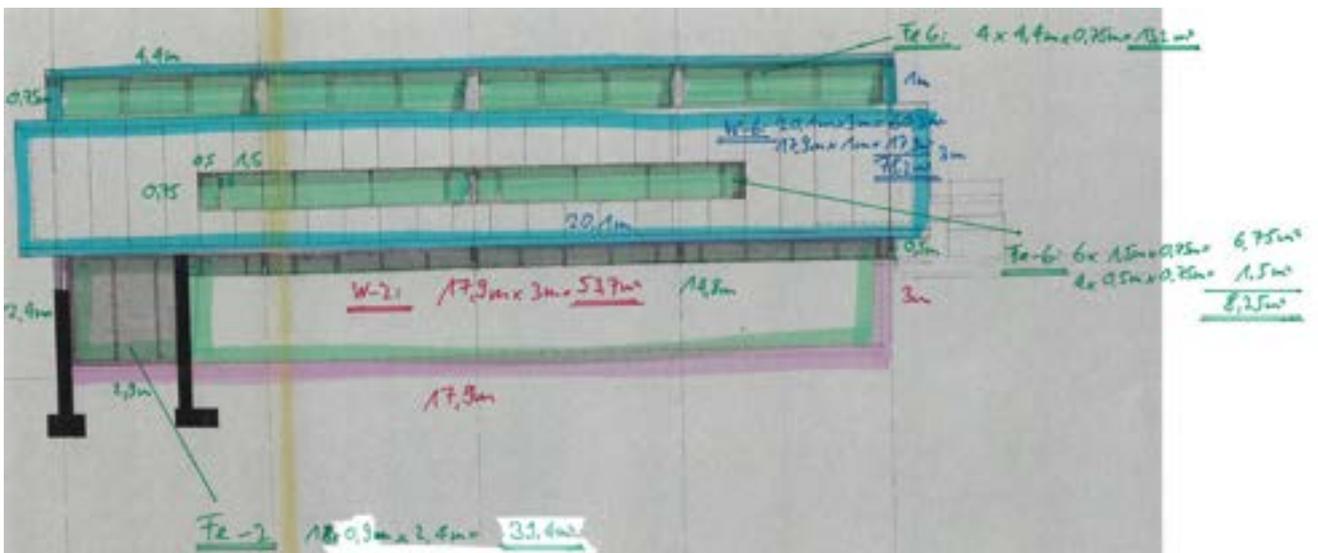
Dachaufsicht



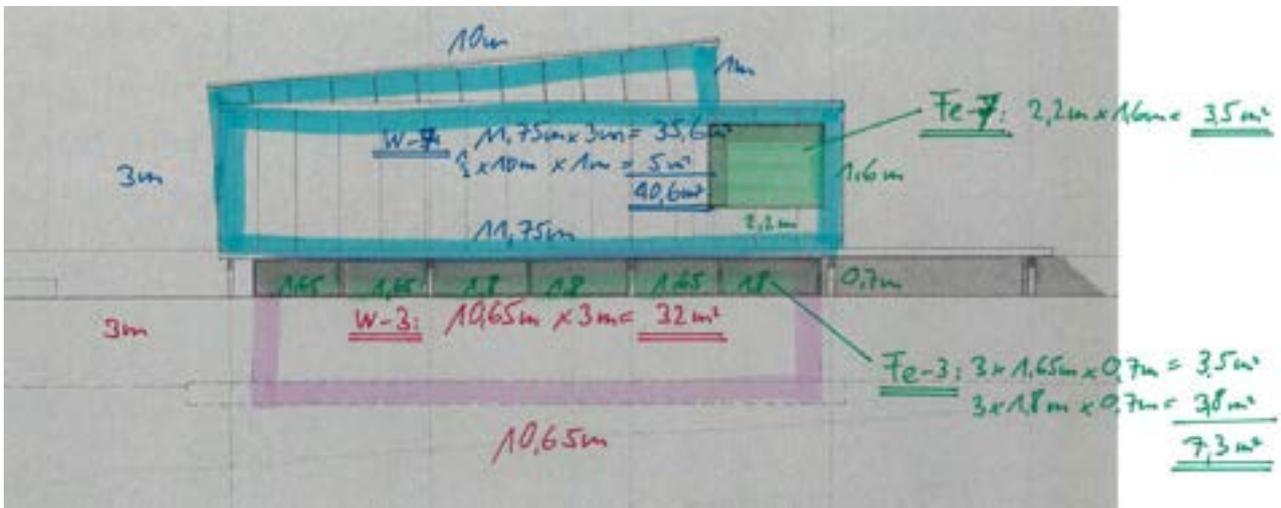
Nordfassade



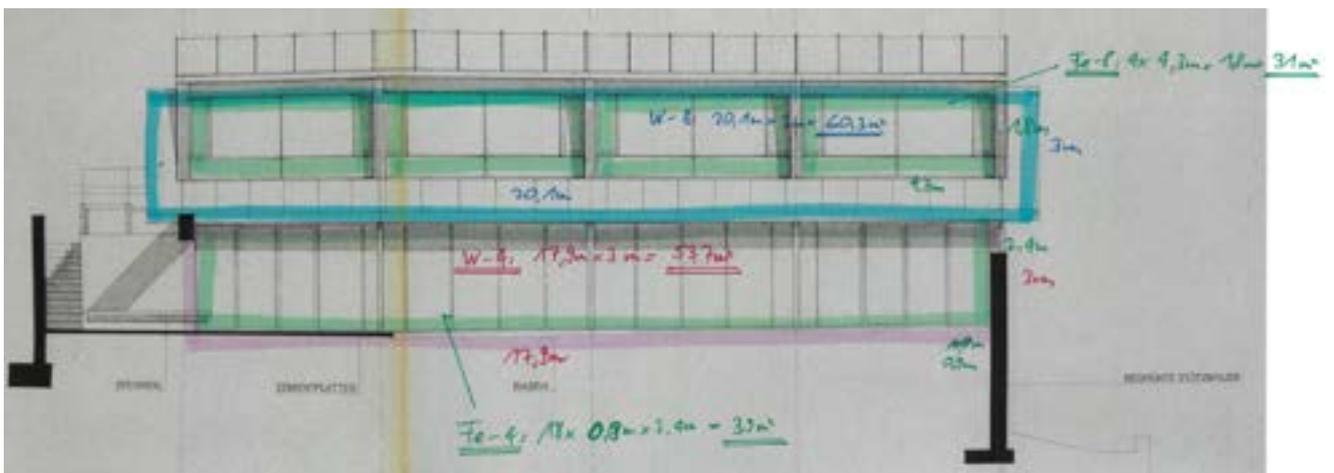
Ostfassade



Südfassade



Westfassade



U-Werte IST

Da-1 **Faltdach**

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²/W] innen R_{si}: **0,13**
außen R_{se}: **0,04**

Teilfläche 1	λ [W/mK]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/mK]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/mK]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1 Tafer	0,130					15
2 Mineralwolle	0,038	Spazzen	0,130			140
3 Holz	0,130					20
4						
5						
6						
7						
8						

Flächenanteil Teilfläche 2: **12,08** Flächenanteil Teilfläche 3:

Summe: **17,5** cm

U-Wert: **0,298** W/(m²K)

Da-2 **Flachdach**

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²/W] innen R_{si}: **0,13**
außen R_{se}: **0,04**

Teilfläche 1	λ [W/mK]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/mK]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/mK]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1 Tafer	0,130					15
2 Beton	2,300					200
3 Dämmung	0,032					100
4						
5						
6						
7						
8						

Flächenanteil Teilfläche 2: Flächenanteil Teilfläche 3:

Summe: **31,5** cm

U-Wert: **0,286** W/(m²K)

W-1.4 **Außenwände EG**

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²/W] innen R_{si}: **0,13**
außen R_{se}: **0,04**

Teilfläche 1	λ [W/mK]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/mK]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/mK]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1 Beton	2,300					200
2 Dämmung	0,036					100
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Flächenanteil Teilfläche 2: Flächenanteil Teilfläche 3:

Summe: **30,0** cm

U-Wert: **0,330** W/(m²K)

WS..8 Außenwände OG

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand (m²K/W) innen R_i
außen R_e

Teilfläche 1	λ (mmK)	Teilfläche 2 (optional)	λ (mmK)	Teilfläche 3 (optional)	λ (mmK)	Summe Breite Dicke [mm]
1 Beton	2.300					200
2 Dämmung	0.036	Lattung	0.130			120
3						
4						
5						
6						
7						
8						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
		<input type="text" value="9.04"/>		<input type="text" value=""/>		<input type="text" value="32.0"/> mm

U-Wert: (W/m²K)

Bo-1 Boden gg. Erdreich

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand (m²K/W) innen R_i
außen R_e

Teilfläche 1	λ (mmK)	Teilfläche 2 (optional)	λ (mmK)	Teilfläche 3 (optional)	λ (mmK)	Summe Breite Dicke [mm]
1 Vetroflex	0.036					20
2 EPS	0.034					70
3 Beton	2.300					200
4						
5						
6						
7						
8						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
		<input type="text" value=""/>		<input type="text" value=""/>		<input type="text" value="29.0"/> mm

U-Wert: (W/m²K)

Bo-2 Boden gg. Außenklima

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand (m²K/W) innen R_i
außen R_e

Teilfläche 1	λ (mmK)	Teilfläche 2 (optional)	λ (mmK)	Teilfläche 3 (optional)	λ (mmK)	Summe Breite Dicke [mm]
1 Vetroflex	0.036					20
2 Beton	2.300					200
3 Aussendämmung	0.036	Lattung	0.130			100
4						
5						
6						
7						
8						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
		<input type="text" value="9.04"/>		<input type="text" value=""/>		<input type="text" value="32.0"/> mm

U-Wert: (W/m²K)

U-Werte SOLL (nach Sanierung)

Da-1 Pultdach, saniert

Bauzel Nr. Bauzel-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²/W] innen R_{si} 0.13
außen R_{se} 0.04

Teilfläche 1	λ [W/mK]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/mK]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/mK]	Summe Breite Dicke [mm]
1 Tafer	0.130					15
2 Mineralwolle	0.038	Sparren	0.130			140
3 Holzfaserplatte	0.040					120
4 Holz	0.130					20
5						
6						
7						
8						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
		12.0%				29.5 mm

U-Wert: **0.154** [W/m²/K]

Da-2 Flachdach, saniert

Bauzel Nr. Bauzel-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²/W] innen R_{si} 0.13
außen R_{se} 0.04

Teilfläche 1	λ [W/mK]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/mK]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/mK]	Summe Breite Dicke [mm]
1 Tafer	0.130					15
2 Beton	2.300					200
3 PUR Alu	0.022					140
4						
5						
6						
7						
8						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
						35.5 mm

U-Wert: **0.148** [W/m²/K]

M-1..4 Außenwände EG, saniert

Bauzel Nr. Bauzel-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²/W] innen R_{si} 0.13
außen R_{se} 0.04

Teilfläche 1	λ [W/mK]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/mK]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/mK]	Summe Breite Dicke [mm]
1 Beton	2.300					200
2 Dämmung	0.036					100
3 Dämmung NEU	0.036					120
4						
5						
6						
7						
8						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
						42.0 mm

U-Wert: **0.157** [W/m²/K]

WS..8 Außenwände OG, saniert

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²/W] innen R_s: 0.13
außen R_s: 0.04

Teilfläche 1	λ [W/mK]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/mK]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/mK]	Summe Breite Dicke [mm]
1. Beton	2.300					200
2. Dämmung	0.036	Lattung	0.130			120
3. Dämmung NEU	0.036			Lattung NEU	0.130	120
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
		9.04		9.04		44.0 mm

U-Wert: 0.167 W/(m²K)

Bo-1 Boden gg. Erdreich

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²/W] innen R_s: 0.13
außen R_s: 0.00

Teilfläche 1	λ [W/mK]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/mK]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/mK]	Summe Breite Dicke [mm]
1. Vetroflex	0.036					20
2. EPS	0.034					70
3. Beton	2.300					200
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
						29.0 mm

U-Wert: 0.353 W/(m²K)

Bo-2 Boden gg. Außenklima, saniert

Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung

Wärmeübergangswiderstand [m²/W] innen R_s: 0.13
außen R_s: 0.04

Teilfläche 1	λ [W/mK]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/mK]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/mK]	Summe Breite Dicke [mm]
1. Vetroflex	0.036					20
2. Beton	2.300					200
3. POK	0.022					120
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
		9.04				34.0 mm

U-Wert: 0.160 W/(m²K)

Anhang F. Detaillierte Gebäude- Haustechnikdaten

F.1. Gebäudehülle - Berechnung des Heizwärmebedarfs

Im Folgenden sind die energierelevanten spezifischen Gebäudedaten aufgelistet, welche in die Berechnung des Ist-Zustandes sowie der Erneuerungsvarianten eingesetzt wurden. (Fensterabzug wird in dieser Aufstellung nicht berücksichtigt)

F.1.1. Dächer und Decken

F.1.1.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
Da-1	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung Pultdach West, Holzsparrn-Konstruktion mit 14 cm Dämmung dazwischen, Fläche: 187.0 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Steildach, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.300 W/(m ² K), innerhalb Ath
Da-2	Anzahl 1, Ausrichtung Horiz, Bezeichnung Flachdach Beton mit ca. 10 cm Wärmedämmung, Fläche: 56.0 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Flachdach/Terrasse, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.290 W/(m ² K), innerhalb Ath

F.1.1.2 Variante C

Kürzel	Erfasste Daten
Da-1	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung Pultdach West, Holzsparrn-Konstruktion mit 14 cm Dämmung dazwischen und 12 cm Holzfaserplatte darüber, Fläche: 187.0 m ² , Renovationsjahr: 2023, Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Steildach, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.150 W/(m ² K), Massnahmenetabls (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 400 CHF, Berechnungsgrundlage: Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 40 Jahre, Zuschlagfaktor: 1.0), innerhalb Ath
Da-2	Anzahl 1, Ausrichtung Horiz, Bezeichnung Flachdach Beton mit 14 cm PUR, Fläche: 56.0 m ² , Renovationsjahr: 2023, Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Flachdach/Terrasse, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.150 W/(m ² K), Massnahmenetabls (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 330 CHF, Berechnungsgrundlage: Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 40 Jahre, Zuschlagfaktor: 1.0), innerhalb Ath

F.1.2. Wände

F.1.2.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
W-1	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung EG Mauerwerk Beton mit 10 cm Wärmedämmung, b-Faktor 0.85, Fläche: 32.0 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Gegen Erdreich ≤ 2 m, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.330 W/(m ² K), innerhalb Ath
W-2	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung EG Mauerwerk Beton mit 10 cm Wärmedämmung, b-Faktor 1.0, Fläche: 53.7 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.330 W/(m ² K), innerhalb Ath
W-3	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung EG Mauerwerk Beton mit 10 cm Wärmedämmung, b-Faktor 1.0, Fläche: 32.0 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.330 W/(m ² K), innerhalb Ath
W-4	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung EG Mauerwerk Beton mit 10 cm Wärmedämmung, b-Faktor 1.0, Fläche: 53.7 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.330 W/(m ² K), innerhalb Ath
W-5	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung OG Mauerwerk Beton mit 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Elementverkleidung, b-Faktor 1.0, Fläche: 40.6 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.330 W/(m ² K), innerhalb Ath
W-6	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung OG Mauerwerk Beton mit 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Elementverkleidung, b-Faktor 1.0, Fläche: 78.2 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.330 W/(m ² K), innerhalb Ath
W-7	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung OG Mauerwerk Beton mit 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Elementverkleidung, b-Faktor 1.0, Fläche: 40.6 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.330 W/(m ² K), innerhalb Ath
W-8	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung OG Mauerwerk Beton mit 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Elementverkleidung, b-Faktor 1.0, Fläche: 60.3 m ² , Temp. Nachbartaum: 20, Typ: Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.330 W/(m ² K), innerhalb Ath

F.1.2.2 Variante C

Kürzel	Erfasste Daten
W-1	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung EG Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung, b-Faktor 0.85, Fläche 32.0 m ² , Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ. Gegen Erdreich ≤ 2 m, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.160 W/(m ² K), Massnahmendetails (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 300 CHF, Berechnungsgrundlage Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 50 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
W-2	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung EG Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung, b-Faktor 1.0, Fläche 53.7 m ² , Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ. Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.160 W/(m ² K), Massnahmendetails (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 300 CHF, Berechnungsgrundlage Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 50 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
W-3	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung EG Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung, b-Faktor 1.0, Fläche 32.0 m ² , Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ. Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.160 W/(m ² K), Massnahmendetails (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 300 CHF, Berechnungsgrundlage Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 50 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
W-4	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung EG Mauerwerk Beton mit 10 + 12 cm Wärmedämmung, b-Faktor 1.0, Fläche 53.7 m ² , Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ. Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.160 W/(m ² K), Massnahmendetails (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 300 CHF, Berechnungsgrundlage Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 50 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
W-5	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung OG Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Elementverkleidung, b-Faktor 1.0, Fläche 40.6 m ² , Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ. Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.170 W/(m ² K), Massnahmendetails (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 330 CHF, Berechnungsgrundlage Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 50 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
W-6	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung OG Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Elementverkleidung, b-Faktor 1.0, Fläche 78.2 m ² , Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ. Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.170 W/(m ² K), Massnahmendetails (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 330 CHF, Berechnungsgrundlage Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 50 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
W-7	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung OG Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Elementverkleidung, b-Faktor 1.0, Fläche 40.6 m ² , Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ. Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.170 W/(m ² K), Massnahmendetails (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 330 CHF, Berechnungsgrundlage Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 50 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
W-8	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung OG Mauerwerk Beton mit 12 + 12 cm Wärmedämmung inhomogen, Elementverkleidung, b-Faktor 1.0, Fläche 60.3 m ² , Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ. Aussenwand, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.170 W/(m ² K), Massnahmendetails (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt): 330 CHF, Berechnungsgrundlage Pro m ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer: 50 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath

F.1.3. Fenster und Türen

F.1.3.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
Fe-1	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung EG 2-fache Isolierverglasung Holz-/ Metallrahmen, Jg. 1992, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-1, Fläche: 0.0 m ² , Glasenteil 0.70, g-Wert 0.65, Temp Nachbaram: 20, Typ. Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 1.80 W/(m ² K), Verschattung 0.75, innerhalb Ath
Fe-2	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung EG 2-fache Isolierverglasung Holz-/ Metallrahmen, Jg. 1992, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-2, Fläche: 39.4 m ² , Glasenteil 0.70, g-Wert 0.65, Temp Nachbaram: 20, Typ. Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 1.80 W/(m ² K), Verschattung 0.20, innerhalb Ath
Fe-3	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung EG 2-fache Isolierverglasung Holz-/ Metallrahmen, Jg. 1992, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-3, Fläche: 7.3 m ² , Glasenteil 0.70, g-Wert 0.65, Temp Nachbaram: 20, Typ. Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 1.80 W/(m ² K), Verschattung 0.61, innerhalb Ath
Fe-4	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung EG 2-fache Isolierverglasung Holz-/ Metallrahmen, Jg. 1992, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-4, Fläche: 39.0 m ² , Glasenteil 0.70, g-Wert 0.65, Temp Nachbaram: 20, Typ. Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 1.80 W/(m ² K), Verschattung 0.62, innerhalb Ath
Fe-5	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung OG 2-fache Isolierverglasung Holz-/ Metallrahmen, Jg. 1992, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-5, Fläche: 4.2 m ² , Glasenteil 0.70, g-Wert 0.65, Temp Nachbaram: 20, Typ. Tür, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 1.80 W/(m ² K), Verschattung 0.75, innerhalb Ath
Fe-6	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung OG 2-fache Isolierverglasung Holz-/ Metallrahmen, Jg. 1992, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-6, Fläche: 21.5 m ² , Glasenteil 0.70, g-Wert 0.65, Temp Nachbaram: 20, Typ. Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 1.80 W/(m ² K), Verschattung 0.61, innerhalb Ath
Fe-7	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung OG 2-fache Isolierverglasung Holz-/ Metallrahmen, Jg. 1992, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-7, Fläche: 3.5 m ² , Glasenteil 0.70, g-Wert 0.65, Temp Nachbaram: 20, Typ. Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 1.80 W/(m ² K), Verschattung 0.82, innerhalb Ath
Fe-8	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung OG 2-fache Isolierverglasung Holz-/ Metallrahmen, Jg. 1992, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-8, Fläche: 31.0 m ² , Glasenteil 0.70, g-Wert 0.65, Temp Nachbaram: 20, Typ. Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 1.80 W/(m ² K), Verschattung 0.61, innerhalb Ath

F.1.3.2 Variante A

Kürzel	Erfasste Daten
Fe-1	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-1, Fläche 0.0 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas: 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.75, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt): 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage: Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-2	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-2, Fläche 39.4 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas: 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.20, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt): 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage: Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-3	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-3, Fläche 7.3 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas: 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.61, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt): 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage: Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-4	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-4, Fläche 39.0 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas: 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.62, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt): 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage: Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-5	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-5, Fläche 4.2 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Tür, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas: 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.75, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt): 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage: Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-6	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-6, Fläche 21.5 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas: 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.81, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt): 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage: Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-7	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-7, Fläche 3.5 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas: 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.82, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt): 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage: Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-8	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-8, Fläche 31.0 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas: 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.81, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt): 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage: Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath

F.1.3.3 Variante B

Kürzel	Erfasste Daten
Fe-1	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-1, Fläche 0.0 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.75, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-2	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-2, Fläche 39.4 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.20, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-3	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-3, Fläche 7.3 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.61, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-4	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-4, Fläche 39.0 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.62, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-5	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-5, Fläche 4.2 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Tür, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.75, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-6	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-6, Fläche 21.5 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.81, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-7	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-7, Fläche 3.5 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.82, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-8	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-8, Fläche 31.0 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.81, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath

F.1.3.4 Variante C

Kürzel	Erfasste Daten
Fe-1	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-1, Fläche 0.0 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.75, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-2	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-2, Fläche 39.4 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.20, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-3	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-3, Fläche 7.3 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.61, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-4	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-4, Fläche 39.0 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.62, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-5	Anzahl 1, Ausrichtung N, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-5, Fläche 4.2 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Tür, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.75, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-6	Anzahl 1, Ausrichtung O, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-6, Fläche 21.5 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.81, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-7	Anzahl 1, Ausrichtung S, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-7, Fläche 3.5 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.82, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath
Fe-8	Anzahl 1, Ausrichtung W, Bezeichnung 3-fache Wärmeschutzverglasung Holz-/Metallrahmen, b-Faktor 1.0, Eingebaut in: W-8, Fläche 31.0 m ² , Glasanteil 0.70, g-Wert 0.50, Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ Fenster, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.850 W/(m ² K), U-Wert Glas 0.60 W/(m ² K), Verschattung 0.81, Massnahmendetails (Modernisierungsart Neubau, Preis (gewählt) 1'300 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 30 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath

F.1.4. Böden

F.1.4.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
Bo-1	Anzahl 1, Bauteilheizung HE-1, Bezeichnung Boden gg. Erdreich, Betonplatte mit total 9 cm Wärmedämmung, b-Faktor 0.50, Fläche: 190.6 m ² , Temp Nachbaram: 20, Typ: Gegen Erdreich ≤ 2 m, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.350 W/(m ² K), innerhalb Ath
Bo-2	Anzahl 1, Bauteilheizung HE-1, Bezeichnung Boden gg. Aussen (Untersichten), Beton mit total ca. 12 cm Dämmung, b-Faktor 1.0, Fläche: 42.8 m ² , Temp Nachbaram: 20, Typ: Gegen Aussen, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.320 W/(m ² K), innerhalb Ath

F.1.4.2 Variante C

Kürzel	Erfasste Daten
Bo-2	Anzahl 1, Bauteilheizung HE-1, Bezeichnung Boden gg. Aussen (Untersichten), Beton mit 12 cm PUR als Aussendämmung, b-Faktor 1.0, Fläche: 42.8 m ² , Renovationsjahr 2023, Temp Nachbaram: 20, Typ: Gegen Aussen, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, U-Wert 0.160 W/(m ² K), Massnahmendetails (Modernisierungsart Aussendämmung, Preis (gewählt) 320 CHF; Berechnungsgrundlage Prom ² , Unterhaltskosten: 0.00 %/a, Nutzungsdauer 50 Jahre, Zuschlagfaktor 1.0), innerhalb Ath

F.1.5. Lineare Wärmebrücken

F.1.5.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
WL-1	Anzahl 1, Bezeichnung Gebäudesockel, b-Faktor 1.0, Länge 57 m, Psi-Wert 0.30 W/(mK), Typ Gebäudesockel, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a
WL-2	Anzahl 1, Bezeichnung Fensteranschlag, b-Faktor 1.0, Länge 350 m, Psi-Wert 0.13 W/(mK), Typ Fensteranschlag, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a

F.2. Gebäudetechnik

F.2.1. Wärmeerzeuger

F.2.1.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
WE-1	Anzahl: 1, Aufstellort: innerhalb thermischer Gebäudehülle, Baujahr: 2019, Bezeichnung: Wärmeverbund (mittels Luft- / Wasser-Wärmepumpen), Nutzungsgrad Heizung: 1.0, Nutzungsgrad Warmwasser: 0.00, Stromproduktion Wärmekraftkopplung: 0.00 kWh/a, Überdimensionierung: 1, Versorgte Verteilsysteme: Heizung (H), Zustand: Gut
WE-2	Anzahl: 1, Aufstellort: innerhalb thermischer Gebäudehülle, Baujahr: 1992, Bezeichnung: Elektroboiler, 150 Liter, 1992, Nutzungsgrad Heizung: 0.00, Nutzungsgrad Warmwasser: 0.93, Stromproduktion Wärmekraftkopplung: 0.00 kWh/a, Überdimensionierung: 1, Versorgte Verteilsysteme: Warmwasser (WW), Zustand: Gut

F.2.2. Versorgter Bereich Heizung

F.2.2.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
HE-1	Anzahl: 1, Art der Wärmeabgabe: Flächenheizung, Bezeichnung: Fussbodenheizung (Wärmeverbund), Dämmdicke: 4.0 cm, Fläche: 424 m ² , Hydraulischer Abgleich: unbekannt, Lage der horizontalen Verteilungen: innerhalb thermischer Gebäudehülle, Typ: zentral, Verteilungen gedämmt: ja, Vorlauf/Rücklauf: 35/26 °C, Wärmeleitfähigkeit Dämmung: 0.02 W/(mK), WE-1 Deckungsgrad: 100%, WE-2 Deckungsgrad: 0.00%, WE-3 Deckungsgrad: 0.00%, WE-4 Deckungsgrad: 0.00%, WE-5 Deckungsgrad: 0.00%

F.2.3. Versorgter Bereich Warmwasser

F.2.3.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
WW-1	Anzahl: 1, Bezeichnung: Warmwasser (Elektroboiler), Dämmdicke: 4.0 cm, Fläche: 424 m ² , Lage der horizontalen Verteilungen: innerhalb thermischer Gebäudehülle, Typ: zentral, Verteilungen gedämmt: ja, Wärmeleitfähigkeit Dämmung: 0.02 W/(mK), Warmhaltung: keine, WE-1 Deckungsgrad: 0.00%, WE-2 Deckungsgrad: 100%, WE-3 Deckungsgrad: 0.00%, WE-4 Deckungsgrad: 0.00%, WE-5 Deckungsgrad: 0.00%

F.2.4. Betriebseinrichtungen und Geräte

F.2.4.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
BG-1	Anzahl: 1, Ausbaugrad: Standard, Bezeichnung: Betriebseinrichtung und Geräte, Fläche: 424 m ² , Qualität: Standard, Tarifanteil (HT-MT-NT): 0-100.0%, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a

F.2.5. Beleuchtung

F.2.5.1 Ist-Zustand

Kürzel	Erfasste Daten
BL-1	Anzahl: 1, Ausbaugrad: Standard, Bezeichnung: Beleuchtung, Fläche: 424 m ² , Qualität: 75-100% EFLeuchten, Tarifanteil (HT-MT-NT): 0-100.0%, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a

F.2.6. Elektrizitätsproduktion mittels Photovoltaik

F.2.6.1 Ist-Zustand

Keine Daten vorhanden

F.2.6.2 Variante B

Kürzel	Erfasste Daten
PH-1	Anteil SolarstrombörsenKEV: 80%, Anzahl: 1, Bezeichnung: Photovoltaikanlage auf Westdach, 34 kWp, Jahresertrag: 32'000 kWh, Renovationsjahr: 2023, SolarstrombörsenpreisKEV: 14 Rp./kWh, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, Massnahmendetails: [Preis (gewählt): 70'000 CHF; Berechnungsgrundlage: Pauschal (pro Stück); Unterhaltskosten: 0.80 %/a; Nutzungsdauer: 25 Jahre; Förderbeitrag: 13'600 CHF; Zuschlagfaktor: 1.0; Beschreibung: Provo, Einmalvergütung]

F.2.6.3 Variante C

Kürzel	Erlasste Daten
PH-1	Anzahl SolarstrombörsenKEV: 80 %, Anzahl: 1, Bezeichnung Photovoltaikanlage auf Westdach, 34 kWp, Jahresertrag: 32'000 kWh, Renovationsjahr: 2023, SolarstrombörsenpreisKEV: 14 Rp./kWh, Unterhaltskosten: 0.00 CHF/a, Massnahmendetail: [Preis (gewählt): 70'000 CHF, Berechnungsgrundlage: Pauschal (pro Stück), Unterhaltskosten: 0.80 %/a, Nutzungsdauer: 25 Jahre, Förderbeitrag: 13'600 CHF, Zuschlagfaktor: 1.0, Beschreibung: Pro-novo, Einmalvergütung]