

Beratungsbericht **GEAK**[®] Plus

Gebäudemodernisierung



Gebäudekategorie
Adresse

Mehrfamilienhaus „zur alten Apotheke“
Seestrasse 81
8266 Steckborn

Zu GEAK-Dokument Nr.
Identifikation EGD_EDID

TG-00004513.01
678127_0

Auftraggeber
Expert/in
Ausstellungsdatum

Herr Rene Berchten
Bruno De Bortoli
11.07.2018

Inhalt

1	Grundlagen.....	3
2	Bestandaufnahme, Beurteilung und Empfehlungen.....	4
3	Weiteres Vorgehen - Generelle Empfehlung.....	6
4	Übersicht der Varianten und Vergleich.....	7
5	Ergebnisse: Kenndaten.....	9
6	Transmissionswärmeverluste.....	11
7	Energiebedarf (Endenergie).....	12
8	Beitragssätze Förderprogramme.....	13
9	Investitionskosten der Massnahmen.....	15
10	Finanzierung der Massnahmen.....	16
Anhang B.	Glossar und Erläuterungen zum GEAK.....	17
Anhang C.	Grundlagendaten.....	19
Anhang D.	Details der Erneuerungsvarianten.....	20
Anhang E.	Detaillierte Ergebnisse.....	22

Haftungsausschluss

Der vorliegende Bericht wurde mit dem Online-Tool „GEAK® Plus“ erstellt. Dieses ist Eigentum der Konferenz der kantonalen Energiedirektoren (EnDK). 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](#))

1 Grundlagen

1.1 Kontaktdaten

Auftraggeber o. Eigentümer		Expert/in:	
Anrede, Name:	Herr Rene Berchten	Firma, Adresse:	GEAK Plus Konzepte 9525 Lenggenwil
Adresse:	Seestr. 81 8266 Steckborn	Name, Vorname:	Bruno De Bortoli
E-Mail:	rbsail@bluewin.ch	E-Mail:	info@energie-debortoli.ch
Telefon:	079 423 62 60	Telefon	071 947 19 03

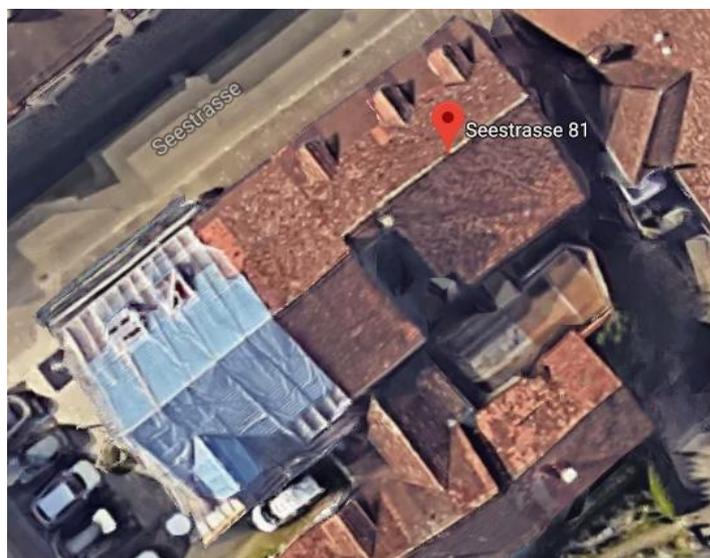
1.2 Begehung und Besprechung

Begehung des Objekts vom 14. Juni 2018

Dokumentation: Grundlagen, Bestandesaufnahme und Sanierungskonzept der Bauherrschaft.

Vereinbart mit dem Eigentümer wurden 3 Modernisierungsvarianten:

- Variante 1: Gebäudehüllendämmung
- Variante B: Erneuerung Heizsystem und Wärmeverteilung, Gasheizung mit therm. Solaranlage 12m²
- Variante C: Umstieg von Gas auf WP-Luft/Wasser mit PV-Anlage



Hinweis:

- Alle in dieser Grobanalyse genannten und empfohlenen Sanierungsmassnahmen sind auf Basis eines kurzen Augenscheines ohne vertiefte Prüfung des Bauzustandes entstanden. Für die Definition der genauen, zur Ausführung gelangenden Sanierungsmassnahmen müssen vertiefte konstruktive, statische und bauphysikalische Abklärungen mit Zustandsanalyse, Sicherungs- und Sanierungskonzept sowie Dämmkonzept getroffen werden. Die zur Ausführung gelangenden Sanierungsmassnahmen müssen sich nach den geltenden gesetzlichen Vorgaben richten.

2 Bestandaufnahme, Beurteilung und Empfehlungen

Das MFH besteht aus einem Hauptgebäude an der Seestrasse 81 und mehreren rückseitig angebauten Gebäuden. Das Gebäude wird als kulturhistorisch bedeutendes Fachwerkgebäude aus dem 17./18. Jahrhundert aufgeführt.

2.1 Allgemeine Beschreibung des Ist-Zustands

Das Gebäude befindet sich in einem sanierungsbedürftigen Zustand.

Gebäudedaten			
Energiebezugsfläche [m ²]:	1'037 neu	Gebäudehüllzahl	1.03
Baujahr:	vor 1800	Anzahl Bewohner	16
Anzahl Geschosse	3	Anzahl Wohnungen	3

- Geschäfts- und Wohnhaus aus dem 18.-Jahrhundert. Im Laufe der Jahre hat das Gebäude diverse An- und Umbauten erfahren.
- Es gibt keine einheitliche Baukonstruktion, die Wände wurden als ausgemauertes Fachwerk oder Mauerwerk erstellt.
- Elektroheizung ohne hydraulische Verteilung, W-Wasser Elektroboiler

2.2 Beschreibung der Gebäudehülle

Der Priorisierungsgrad zeigt in den folgenden Unterkapiteln pro Bauteilkategorie und pro Element der Gebäudetechnik welche Verbesserungen am dringlichsten sind.

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

Bauteilkategorie, Bild	Beschreibung und Beurteilung	Mögliche Verbesserungen	Pr
Dächer / Decken ≤ 2m im Erdreich 	Unbeheiztes DG, Schrägdach mit Dachgauben	DG Ausbau zu Wohnraum	
Übrige Decken 	Zwischenböden und Decken in einer Holzbauweise	Bodenbeläge und Deckenverkleidungen ersetzen und schalltechnisch entkoppeln	

Wände gegen aussen / $\leq 2\text{m}$ im 	Fachwerkkonstruktion, Bollensteinmauerwerk und Holzständerkonstruktion. Eine wirksame Dämmung ist nicht vorhanden.	Aufarbeitung der Konstruktion und zeitgemäss dämmen.	
Übrige Wände	Brandmauern zum Nachbargebäude	Brandschutzrelevante Mängel beheben	
Fenster & Türen 	2-fach IV verglaste Fenster mit Dichtung	Fenster mit EV-Verglasung sollten ersetzt werden, Holzfenster mit IV- Wärmeschutzverglasungen, teilweise Baujahr 1993 erfordern keine Massnahmen.	
Böden gegen aussen / $\leq 2\text{m}$ im Erdreich	Boden gegen Erdreich ungedämmt	Die Bodenplatte sollte ersetzt und zum Erdreich gedämmt werden.	
Wärmebrücken	Aufgrund der ungenügend gedämmten Bauteile können die Wärmebrücken vernachlässigt werden	Bei energetisch sanierten Bauteilen müssen Wärmebrücken im Dämmkonzept berücksichtigt werden.	

Beschreibung inkl. Nebengebäude	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)] Ist-Zustand	U-Wert [W/(m ² K)] MuKE n 14 ¹	Allgemeiner Zustand
Dach gegen Aussenluft inkl. Anbauten	404	1.8	≤ 0.25	abgenutzt
Wand gegen Aussenluft	466	1.3	≤ 0.25	abgenutzt
Fenster & Türen vertikal	64	1.9	$\leq 1^2$	leicht abgenutzt
Boden gegen Erdreich $\leq 2\text{m}$	330	1.1	≤ 0.28	leicht abgenutzt

- 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 und Beurteilung	Mögliche Verbesserungen	Pr
Heizung	Dezentrale Elektro-Speicher	Die Elektroheizung sollte ersetzt und eine hydraulische Wärmeverteilung installiert werden.	
Versorgter Bereich Warmwasser	Elektroboiler	Das Warm-Wasser mit der Heizung und solarer Energie bereitstellen.	
Elektrizität	Elektrogeräte und Installationen sind veraltet	Elektrogeräte und Installationen erneuern	

3 Weiteres Vorgehen - Generelle Empfehlung

Variante A:

Dämmung Gebäudehülle, Dachstockausbau. Mit diesen Massnahmen kann die GEAK Kategorie C erreicht werden. Somit sind die Voraussetzungen für den Förderantrag Bonus Gebäudehülleneffizienz erfüllt.

5.1.3 Bonus Gebäudehülleneffizienz

	Zusatzbeitrag pro m ² EBF
Verbesserung um 2 Klassen	20.-
Verbesserung um 3 Klassen	30.-
Verbesserung um 4 Klassen	40.-
Verbesserung um 5 Klassen	50.-

Variante A: 536m² EBF bestehend x Fr. 40.00 = 21'440.00 Bonus Gebäudehülleneffizienz

Bedingung: Das Gebäude muss bei der Bewertung „Effizienz Gebäudehülle“ mindestens die Effizienzklasse C gemäss GEAK (Gebäudeenergieausweis der Kantone) erreichen.

Für die Bemessung des Förderbeitrages ist die Energiebezugsfläche (EBF) vor der Sanierung massgebend.

Variante B:

Zusätzlich zur Gebäudehüllendämmung muss die Wärmeerzeugung ersetzt werden.

Erdgasheizung und 12m² thermische Solaranlage (die thermische Solaranlage wird mit einem Förderbeitrag Fr. 5'100.00 unterstützt)

Variante C:

Eine weitere Möglichkeit der Wärmeerzeugung ist eine WP-Luft/Wasser Heizung mit einer PV-Anlage.

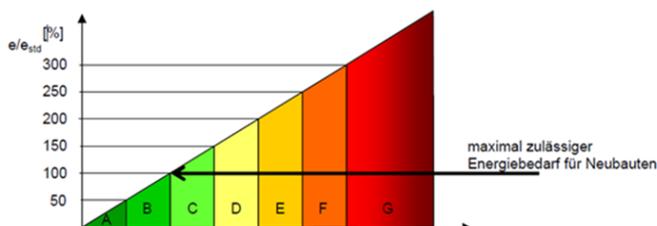
Der Umstieg von einer Elektro-oder fossilen Heizung auf eine neue WP-Luft/Wasser Heizung wird mit einem Förderbeitrag von Fr. 6'000.00 unterstützt. Die Erstellung einer PV-Anlage wird ebenfalls mit einem finanziellen Beitrag unterstützt, für 10kW Leistung für eine Aufdachanlage werden Fr. 5'400.00 vergütet.

Beginnen Sie mit den Arbeiten erst, nachdem das Fördergesuch eingereicht und bestätigt wurde.

Feuchteschutz:

Sämtliche Bauteile und Anschlüsse sind luftdicht zu konstruieren. Der Feuchtetransport durch die Konstruktion ist zu berücksichtigen (Dampfdiffusionsoffene Konstruktionen wählen oder die entsprechenden Dampfbremsen einsetzen). Im Zweifelsfall ist ein Bauphysiker beizuziehen.

Die Bedeutung der Farben:



- A: Gebäude mit sehr guter Energieeffizienz
- B: Den geltenden Normen entsprechende Gebäude (maximaler Energiebedarf für Neubauten)
- C-D: Gebäude, die den Normen nicht entsprechen; eine Untersuchung wird empfohlen
- E-G: Gebäude, die weit über den Normen liegen und bei denen eine Untersuchung im Hinblick auf Verbesserungen ratsam ist

4 Übersicht der Varianten und Vergleich

4.1 Beschrieb der Varianten

Variante: Variante A

Gebäudehülle Dämmung: Fassade, Dach, Boden zu Erdreich und teilweise Fensterersatz

Kategorie	Beschreibung der Gebäudehülle
Gebäudehülle	Gebäudehüllensanierung
Dach & Decke	Zwischensparren-und Aufsparrendämmung
Wände	Innen-oder Aussendämmung
Fenster & Türen	Teilweise neue Fenster
Böden	Zu Erdreich dämmen
Wärmebrücken	Sind im Dämmkonzept zu berücksichtigen

Variante: Variante B

Heizungersatz Gasheizung und thermische Solaranlage

Kategorie	Beschreibung der Gebäudehülle
Gebäudehülle	In Variante A erneuert

Kategorie	Beschreibung der Gebäudetechnik
Gebäudetechnik	Heizungersatz, hydraulische Verteilung erstellen
Heizung	Erdgasheizung
Versorgter Bereich Warmwasser	Erdgasheizung und thermische Solaranlage 12m ² zur Warmwasser Erzeugung und Heizungsunterstützung

Variante: Variante C

Heizungersatz WP-Luft Wasser mit PV-Anlage

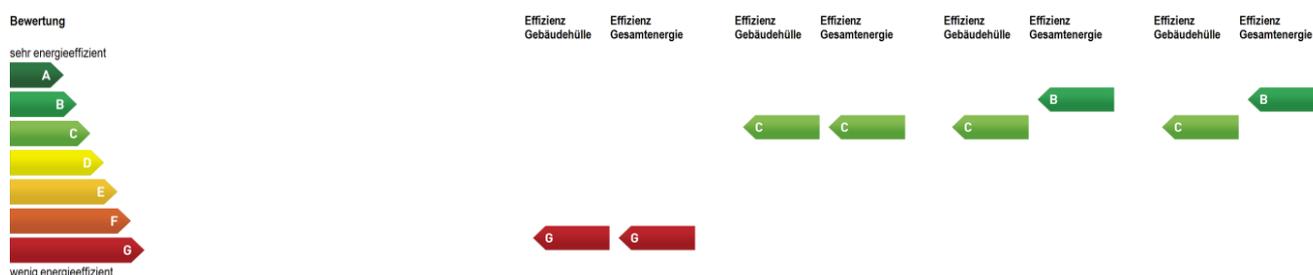
Kategorie	Beschreibung der Gebäudehülle
Gebäudehülle	In Variante A erneuert

Kategorie	Beschreibung der Gebäudetechnik
Gebäudetechnik	WP-Heizung, hydraulische Verteilung erstellen
Heizung	WP-Luft/Wasser
Versorgter Bereich Warmwasser	WP-Luft/Wasser
Elektrizität	PV-Anlage 10kW

4.2 Vergleich Ist-Zustand und Varianten

Bedarf bei Standardnutzung bestehend und neu	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C
Baujahr ca.	1750	1750	1750	1750
Energiebezugsfläche [m²]	536	1'037	1'037	1'037
Energieträger Heizung / Warmwasser	Elektrizität	Elektrizität	Gas Solar	Elektrizität
Heizung* [kWh/a]	78'885	38'780	30'698	15'849
Warmwasser* [kWh/a]	12'355	23'994	18'272	9'852
Elektrizität [kWh/a]	10'774	11'227	14'500	28'696
Gesamtkosten der Massnahmen inkl. projektbezogene Kosten [CHF] (nur Dämmung)	0	299'810 ohne hydraulische Verteilung	351'810 ohne hydraulische Verteilung	369'810 ohne hydraulische Verteilung
Total Förderbeiträge [CHF]	0	-64'162	-79'762	-86'062
Total Initial-Kosten [CHF]	0	235'648	272'048	283'748
Jährliche Energiekosten** [CHF/a]	12'423	11'100	7'631	5'672
CO ₂ -Äquivalente [kg/(m²a)]	30	11	15	7

Etikette Energie für Standardnutzung



* Der solarthermisch gedeckte Bedarf ist bereits abgezogen

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

Variante A – C erfüllen die Anforderung GEAK Bonus Gebäudehülleneffizienz.

Variante B – C erfüllen die Anforderung „Gebäudemodernisierungen nach GEAK-Effizienzklassen“ C/B

5.3.1 Fördersätze

	Grundbeitrag	Zusatzbeitrag pro m² EBF
Verbesserung um 2 Klassen	5'000.-	40.-
Verbesserung um 3 Klassen	5'000.-	60.-
Verbesserung um 4 Klassen	5'000.-	80.-
Verbesserung um 5 Klassen	5'000.-	100.-
Bonus Gesamtanierung GEAK-Klasse C/B	-	10.-
Bonus Gesamtanierung GEAK-Klasse B/A	-	40.-

Eine Kumulierung mit anderen kantonalen Förderprogrammen (z.B. Gebäudehüllensanierung) ist nicht möglich.

Förderbeitrag: Verbesserung um 4-Stufen: EBF bestehend, 536m² x Fr. 80.00 = 42'880.00 + Grundbeitrag Fr. 5'000.00 = Fr. 47'880.00

Förderbeitrag PV-Anlage Fr. 5'400.00

Total Förderung mit „Gebäudemodernisierungen nach GEAK-Effizienzklassen“ C/B Fr. 53'280.00

Die Förderung der Bauteile mit GEAK Bonus Gebäudehülleneffizienz ist interessanter, weil dabei auch die Haustechnik gefördert wird.

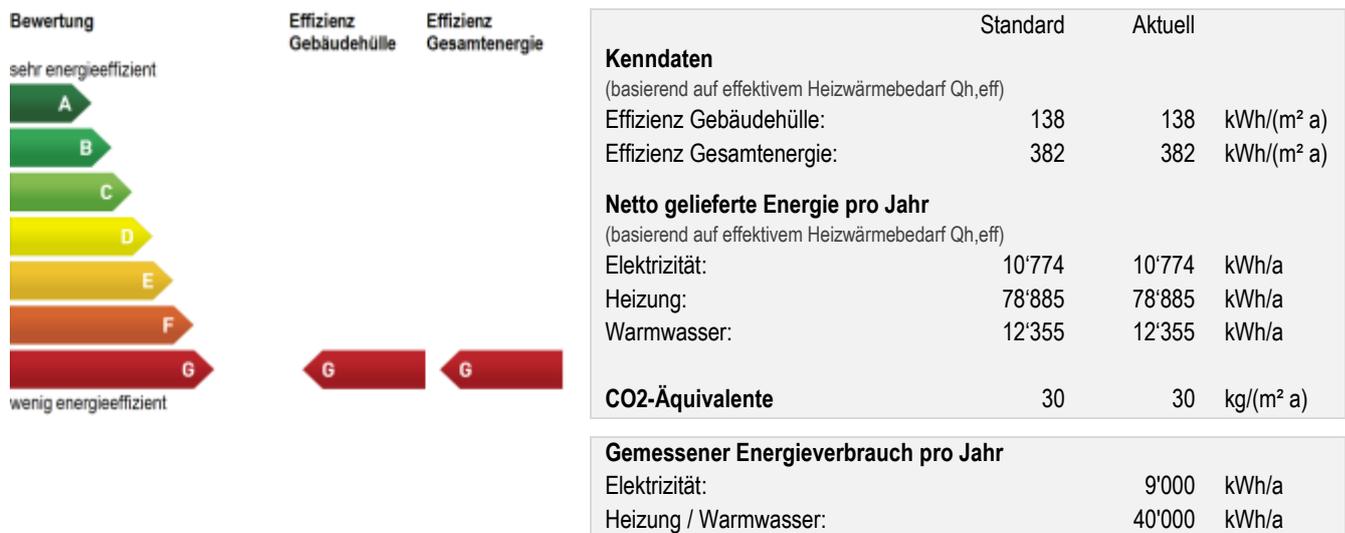
5 Ergebnisse: Kenndaten

Definition der Kenndaten nach Standard-Nutzungsdaten / aktuellen Nutzungsdaten in der Folge:

Kenndaten Standard: Berechnung mit Standard-Nutzungsdaten der Hauptkategorie des Objekts / der Objektgruppe, aber mit benutzerdefiniertem thermisch wirksamen Aussenluftvolumenstrom (Einfluss einer eventuellen Lüftung auf $Q_{h, eff}$, eff berücksichtigt). Die Etikette jeder Variante widerspiegelt diese Berechnung und kann z.B. bei Förderungsanträgen eine massgebende Rolle spielen.

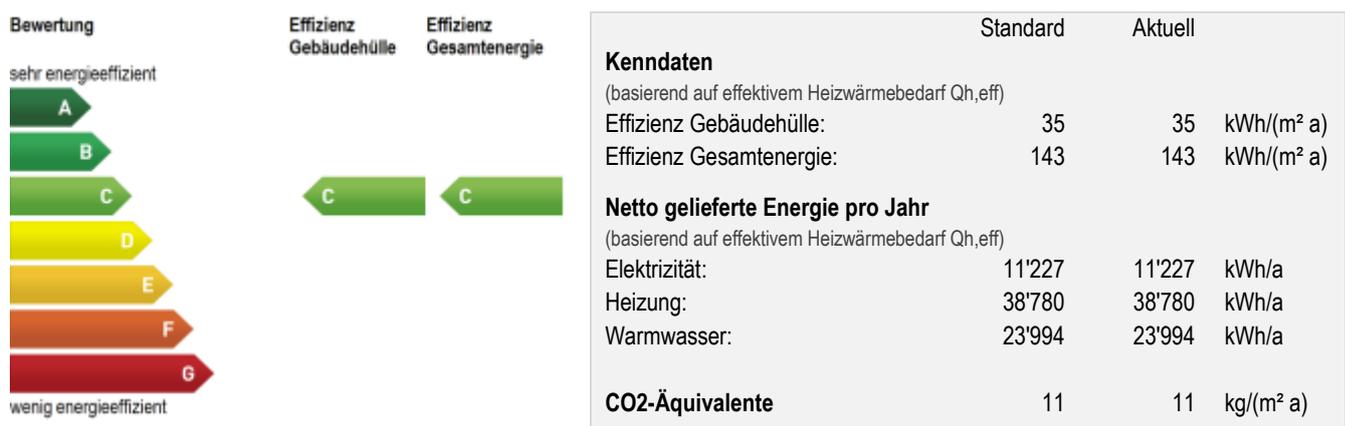
Kenndaten Aktuell: Berechnung mit effektiven Nutzungsdaten (benutzerdefinierte Werte), zur Information. Nicht auf der Etikettenskala dargestellt.

5.1 Energietechnische Kenndaten des Ist-Zustands



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 der Variante: Variante A



Die Etikette basiert definitionsgemäss auf den Standardwerten der Nutzungsdaten.

5.3 Energietechnische Kenndaten der Variante: Variante B

Bewertung	Effizienz Gebäudehülle	Effizienz Gesamtenergie	Standard	Aktuell
sehr energieeffizient				
A				
B		B		
C	C			
D				
E				
F				
G				
wenig energieeffizient				
Kenndaten (basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)				
Effizienz Gebäudehülle:			35	35 kWh/(m ² a)
Effizienz Gesamtenergie:			103	103 kWh/(m ² a)
Netto gelieferte Energie pro Jahr (basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)				
Elektrizität:			28'837	28'837 kWh/a
Heizung:			30'698	30'698 kWh/a
Warmwasser:			18'272	18'272 kWh/a
CO₂-Äquivalente			15	15 kg/(m ² a)

Die Etiketle basiert definitionsgemäss auf den Standardwerten der Nutzungsdaten.

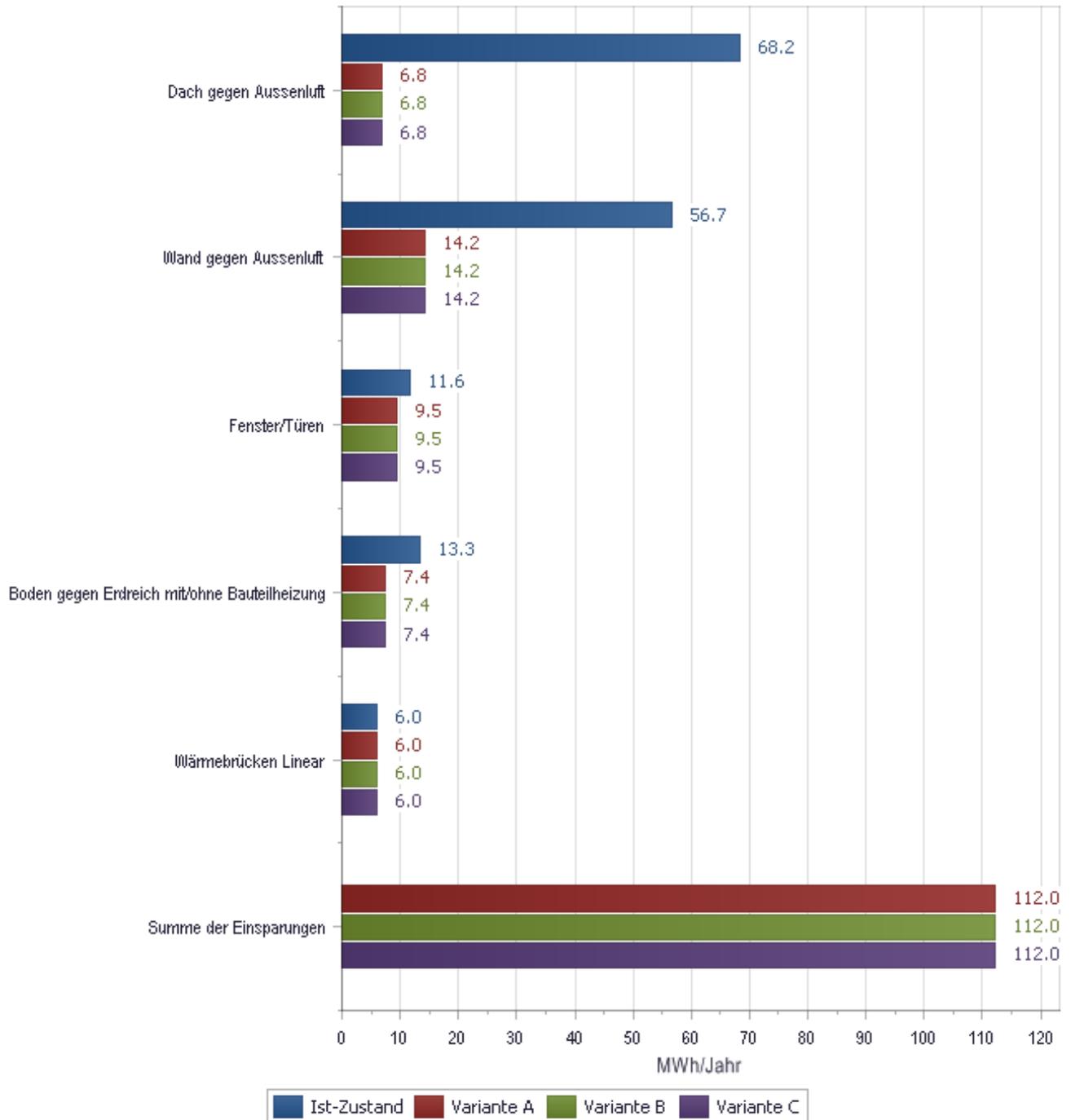
5.4 Energietechnische Kenndaten der Variante: Variante C

Bewertung	Effizienz Gebäudehülle	Effizienz Gesamtenergie	Standard	Aktuell
sehr energieeffizient				
A				
B		B		
C	C			
D				
E				
F				
G				
wenig energieeffizient				
Kenndaten (basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)				
Effizienz Gebäudehülle:			35	35 kWh/(m ² a)
Effizienz Gesamtenergie:			95	86 kWh/(m ² a)
Netto gelieferte Energie pro Jahr (basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)				
Elektrizität:			28'696	28'696 kWh/a
Heizung:			15'849	15'849 kWh/a
Warmwasser:			9'852	9'852 kWh/a
PV-Ertrag:			-5'200	-10'000 kWh/a
CO₂-Äquivalente			7	7 kg/(m ² a)

Die Etiketle basiert definitionsgemäss auf den Standardwerten der Nutzungsdaten.

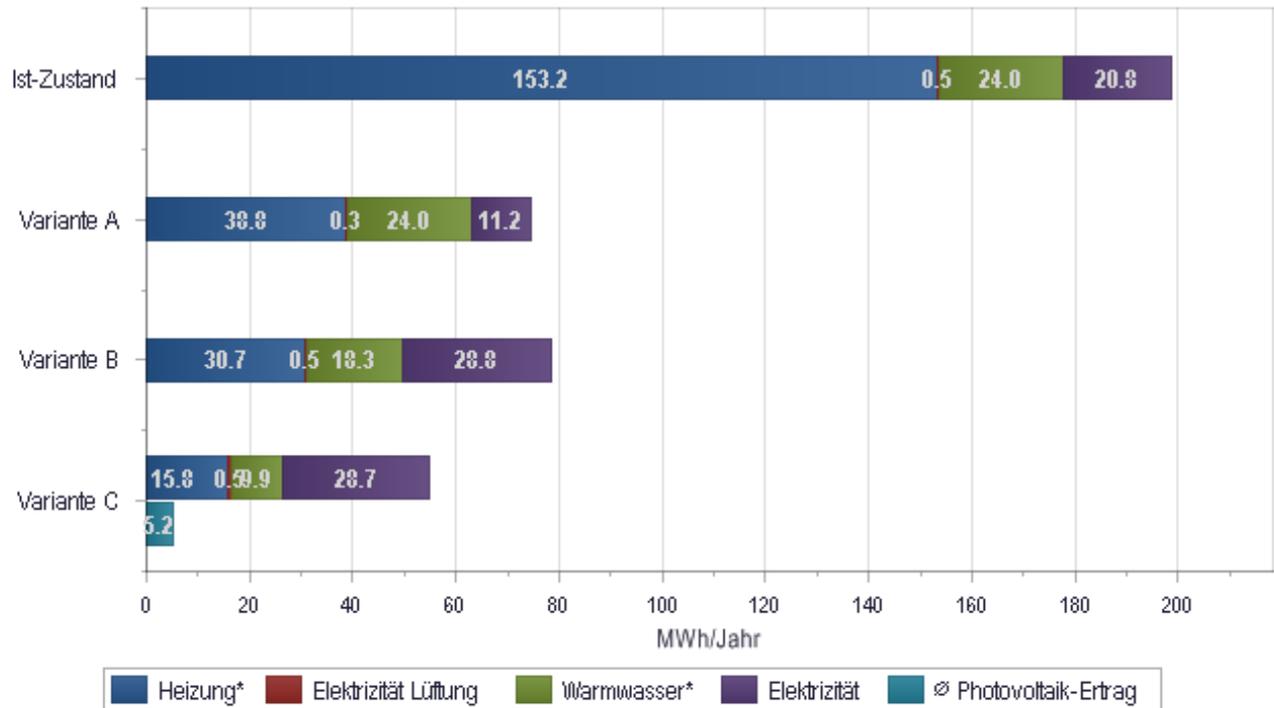
6 Transmissionswärmeverluste

6.1 Bei Standard Nutzungsdaten



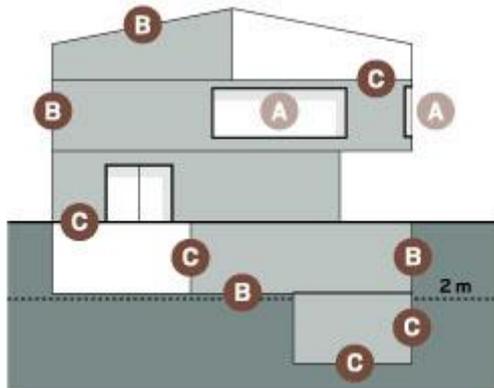
7 Energiebedarf (Endenergie)

7.1 Bei Standard Nutzungsdaten:



* Der solarthermisch gedeckte Bedarf ist bereits abgezogen

8 Beitragssätze Förderprogramme



Fenster (A)	0 CHF/m ²	U _g * ≤ 0.70 W/(m ² K)
Dach gegen aussen (B)	40 CHF/m ²	U _e ≤ 0.20 W/(m ² K)
Wände gegen aussen (B)	60 CHF/m ²	U _e ≤ 0.20 W/(m ² K)
Boden zu Erdreich	60 CHF/m ²	U _e ≤ 0.20 W/(m ² K)

Minimaler Förderbeitrag 1'000 CHF

8.1 Variante A

8.1.1 Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen

Typ	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Förderbeitrag [CHF]
B1 (Steildach)	Steildach Aussen + Innendämmung (Da-1)	278	0.18	11'120
B2 (Aussenwand)	Riegelwand Aussendämmung (W-2)	308.70	0.19	18'522
B5 (Gegen Erdreich ≤ 2m)	Betonplatte, -decke mit Dämmung (Bo-1)	198.00	0.20	11'880
B5 (Gegen Erdreich ≤ 2m)	Betonplatte, -decke mit Dämmung 2 cm (Bo-3)	20.00	0.20	1'200
Total				42'722

8.1.2 Förderbeiträge

Bezeichnung	Voraussetzungen	Menge [—]	Förderbeitrag [CHF]
GEAK Bonus Gebäudehülleneffizienz	Gebäudehülle Kategorie C zus. Fr. 40 pro EBF/m ² EBF = Bestand 536m ²	1	21'440
Total			21'440

Total der Förderbeiträge Variante A: Fr. 64'162 Bauteildämmung mit Bonus Gebäudehülleneffizienz

8.2 Variante B

8.2.1 Förderbeiträge

Bezeichnung	Voraussetzungen	Menge [—]	Förderbeitrag [CHF]
Energie TG, therm. Solaranlage	Gepr. Modul 12m ² th. Leistung 6kW Fr.3'600 + Grundbeitrag Fr. 1500.00	1	5'100
Total			5'100

8.3 Variante C

8.3.1 Förderbeiträge

Bezeichnung	Voraussetzungen	Menge [—]	Förderbeitrag [CHF]
Energie TG, therm. Solaranlage	Gepr. Modul 12m ² th. Leistung 6kW Fr.3'600 + Grundbeitrag Fr. 1500.00	1	5'100
PV-Aufdachanlage SO-Dach (PH-1)	pronovo	1	5'400
WP- Luft (WE-3)	Energie TG	1	6'000
Total			37'940

Zusatzbeitrag an eine hydraulische Verteilung:

7.1.3 Zusatzbeitrag hydraulische Wärmeverteilung

	Ein-/Zwei-familienhäuser	MFH ab 3 Wohnungen	Nichtwohnbauten
Zusatzbeitrag für die Erstellung einer hydraulischen Wärmeverteilung	4'000.-	2'500.- pro Wohnung	4'000.-

- Beitragsberechtigt sind neu installierte Heizwärmeverteilungen und Wärmeabgabesysteme beim Ersatz von elektrischen Widerstandsheizungen ohne Wasserverteilsystem (Einzelraumheizungen) sowie beim Ersatz von mit fossilen Brennstoffen oder mit Holz befeuerten Einzel- und Etagenöfen.

7.1.4 Zusatzbeitrag zentrale Warmwasseraufbereitung in Mehrfamilienhäusern

	MFH ab 3 Wohnungen
Zusatzbeitrag zentrale Warmwasseraufbereitung	1'000.- pro Wohnung

- Beitragsberechtigt ist die vollständige Anbindung des Warmwassers an die neue Wärmeerzeugungsanlage, falls das Warmwasser bis anhin dezentral (z.B. mit Elektroboiler in jeder Wohnung) aufbereitet wurde.

Bei Varianten B + C zusätzlich möglich:

Förderbeitrag hydraulische Wärmeverteilung: 3 Whg x Fr. 2'500.00 = Fr. 7'500.00

Förderbeitrag zentrale W-Wasseraufbereitung in MFH: 3 Whg. x Fr. 1'000.00 = Fr. 3'000.00

A.1. Förderbeiträge

Förderbeitrag	Variante A		Variante B		Variante C
	CHF		CHF		CHF
Gebäudehülle Bauteile	42'722		42'722		42'722
GEAK Bonus	21'440		21'440		21'440
Total Gebäudehülle	64'162		64'162		64'162
Wärmerzeugung					
Gasheizung			0		
WP-Luft / Wasser					6'000
Thermische Solaranlage		12m2	5'100		
PV-Anlage				10kW	5'400
Zusatzbeitrag Hydraulische Verteilung		3 Whg.	7'500		7'500
Zentrale W-Wasseraufbereitung		3 Whg.	3'000		3'000
Total Förderbeiträge Wärmeerzeugung			15'600		21'900
Total Förderbeiträge	64'162		79'762		86'062

9 Investitionskosten der Massnahmen

9.1 Investitionskosten

[Alle Kosten in CHF]	Variante A	Variante B	Variante C
Dach & Decke	131'170	131'170	131'170
Wände	110'490	110'490	110'490
Fenster & Türen	25'450	25'450	25'450
Böden	32'700	32'700	32'700
Hülle gesamt	299'810	299'810	299'810
Heizung/Warmwasser	0	52'000	45'000
Heizung, Warmwasser, Lüftung	0	52'000	45'000
Photovoltaik	0	0	25'000
Übrige Elektrizität gesamt	0	0	25'000
Gebühren, Bewilligungen	0	0	0
Weiteres	0	0	0
Projektbez. Kosten gesamt	0	0	0
Gesamtkosten der Massnahmen inkl. projektbezogene Kosten	299'810	351'810	369'810
Total Förderbeiträge	-64'162	-79'762	-86'062
Total Initial-Kosten	235'648	272'048	283'748

10 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.

10.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei Standardnutzung

[Alle Kosten in CHF]	Variante A	Variante B	Variante C
Gesamtkosten der Massnahmen inkl. projektbezogene Kosten	299'810	351'810	369'810
Summe der Zusatzinvestitionen und Restwertgutschriften über Betrachtungsdauer*	-125'025	-112'025	-113'775
Förderbeiträge über Betrachtungsdauer	-40'714	-45'814	-57'214
Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungsdauer	134'071	193'971	198'821
Barwert der Energiekosteneinsparung über Betrachtungsdauer	-528'473	-627'048	-675'627
Netto-Gesamtinvestition über Betrachtungsdauer	-394'402	-433'077	-476'806

*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 Gerätersatz nach 10 Jahren kostet über 25 Jahren betrachtet nochmals 1.5 Mal so viel). Umgekehrt muss ein noch bestehender Restwert am Ende des Betrachtungszeitraums, für Massnahmen die eine längere Nutzungsdauer halten, 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	0	0
Barwert Kosten Total (Gesamtkosten der Massnahmen über Betrachtungsdauer - Förderbeiträge + Barwert Energiekosten + Barwert Unterhaltskosten)	843'881	449'479	410'804	367'075
Kapitalwert als Differenz zu Ist-Zustand	0	394'402	433'077	476'806

(Kalkulationszinssatz: 3.0%, Allg. jährliche Teuerung: 2.0%, Jährliche Energiepreis-Teuerung: 4.0%, 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.

Anhang B. 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 energetisch einem Neubau.

Werden einzelne Schritte der anzuweisenden 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)

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 (MJ/m^2). 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 **Aussenluft-Volumenstrom** V/AE ($m^3/(h.m^2)$) 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 Aussenluft-Volumenstrom 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 $0.7 m^3/(h.m^2)$ 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 Vorschriftensammlung 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 Energiedirektoren Konferenz (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 C. Grundlagendaten

C.1. Annahme Energie- und Strompreise

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

	Heizwert			Preis pro Einheit			[Rp./kWh]
	gewählt:	Vorgabe:		gewählt:	Vorgabe:		
Elektrizität (HT)		1.00	kWh/kWh	17.00	22.00	Rp./kWh	17.00
Elektrizität (MT)		1.00	kWh/kWh	15.00	15.00	Rp./kWh	15.00
Elektrizität (NT)		1.00	kWh/kWh	12.00	6.00	Rp./kWh	12.00
Erdgas	11.20	11.20	kWh/m ³ Ho	6.75	6.75	Rp./kWh Ho	6.75

C.1.2. Zinsen & Teuerung

Regionaler Faktor	1.0
Kalkulationszinssatz	3.0%
Allg. jährliche Teuerung	2.0%
Jährliche Energiepreis-Teuerung	4.0%
Betrachtungsdauer	25 Jahre

C.1.3. Beitragssätze Förderprogramme

Bauteile gegen aussen Fassade	60 CHF/m ²	Ue ≤	0.20 W/(m ² K)
Bauteile gegen Boden zu Erdreich	60 CHF/m ²	Ue ≤	0.20 W/(m ² K)
Bauteile gegen aussen Dächer	40 CHF/m ²	Uu ≤	0.20 W/(m ² K)
Minimaler Förderbeitrag	1'000 CHF		

Anhang D. Details der Erneuerungsvarianten

D.1. Massnahmen, Variante A

Gebäudehülle Dämmung: Fassade, Dach, Boden zu Erdreich und teilweise Fensterersatz

D.1.1. Gebäudehülle

Gebäudehüllensanierung

10.1.1 Dach & Decke

Zwischensparren- und Aufsparrendämmung

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>			
Da-1	Steildach Aussen + Innendämmung	349.60	0.18
Da-2	Flachdach Aufdachdämmung	42.00	0.18
Da-3	Gauben Aufdachdämmung	12.00	0.18

10.1.2 Wände

Innen- und Aussendämmung

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>			
W-1	Riegelwand Innendämmung	89.40	0.19
W-2	Riegelwand Aussendämmung	308.70	0.19

10.1.3 Fenster & Türen

Teilweise neue Fenster

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	g-Wert [—]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>				
Fe-1	Wärmeschutzverglasung Sanierung, Holz	16.60	1.30	0.65
Fe-5	Holzfenster mit 3-fach Wärmeschutzglas (1.00)	6.20	1.00	0.52
Fe-8	Holzfenster mit 3-fach Wärmeschutzglas (1.10)	2.70	1.00	0.53
Fe-6	Holzfenster mit 3-fach Wärmeschutzglas (1.00)	12.00	1.20	0.52

10.1.4 Böden

Zu Erdreich dämmen

Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
<i>Bauteile innerhalb Ath</i>			
Bo-1	Betonplatte, -decke mit Dämmung	198.00	0.20
Bo-3	Betonplatte, -decke mit Dämmung 2 cm	20.00	0.20

D.2. Massnahmen, Variante B

Heizungersatz Gasheizung und thermische Solaranlage

10.1.5 Wärmeerzeuger

Kürzel	Bezeichnung
WE-1	Erdgas
WE-4	Solar-thermie

10.1.6 Heizung

Erdgasheizung

Kürzel	Bezeichnung	WE-1	WE-2	WE-4
HE-1	Raumheizung	80%	0%	20%

10.1.7 Warmwasser

Erdgasheizung und thermische Solaranlage für Heizungsunterstützung

Kürzel	Bezeichnung	WE-1	WE-2	WE-4
WW-1	Brauchwarmwasser	80%	0%	20%

D.3. Massnahmen, Variante C

Heizungersatz WP-Luft Wasser mit PV-Anlage

10.1.8 Wärmeerzeuger

Kürzel	Bezeichnung
WE-3	WP- Luft

10.1.9 Heizung

WP-Luft/Wasser

Kürzel	Bezeichnung	WE-1	WE-2	WE-3
HE-1	Raumheizung WP	0%	0%	100%

10.1.10 Warmwasser

Kürzel	Bezeichnung	WE-1	WE-2	WE-3
WW-1	Brauchwarmwasser WP	0%	0%	100%

10.1.11 Photovoltaik

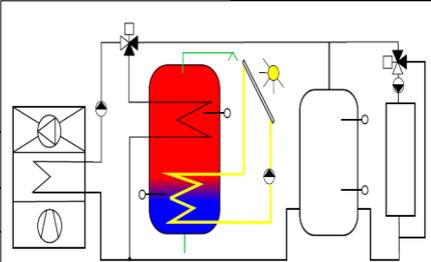
Kürzel	Bezeichnung
PH-1	PV-Aufdachanlage SO-Dach

Anhang E. Detaillierte Ergebnisse

E.1. Heizwärmebedarf

Dimensionierung Heizung	Ist-Zustand	Variante A	Variante B	Variante C
Energiebezugsfläche [m ²]	536	1'037	1'037	1'037
Energieträger Heizung / Warmwasser	elektrisch	elektrisch	Gas, solarthermisch	elektrisch WP-LW
Heizung* [kWh/a]	78'885	38'780	30'698	38'780
Warmwasser* [kWh/a]	12'355	23'994	18'272	23'994
Total Energiebedarf	91'240	62'774	48'970	62'774
Heizleistung	35	25	20	25
WP JAZ 3.35 Strombedarf			Anteil Solar	18'739

Berechnung der Jahresarbeitszahl der WP-Heizung

Wärmepumpen-Anlage	WP-Liste	Hersteller:	HOVAL
Name und Typ der Wärmepumpe:		Typ:	LW Belaria twin A (32)
Wärmequelle:		Luft-Wasser - Wärmepumpe stufenlos	
Einsatz (Heizung oder Warmwasser):		Heizung + Warmwasser	
Heizungsspeicher		mit Heizungs - Speicher	
Betriebsweise der Wärmepumpen-Anlage		monovalenter Betrieb Heizung	

Resultate			
ungedeckter Wärmebedarf Heizung	$\epsilon =$	3.0%	
Elektro-Direkt-Anteil für das Warmwasser	$\epsilon =$	1.6%	kWh = 395
Verluste im Heizbetrieb (Anfahren, Speicher, etc.)		4%	Etah = 96%
Verluste im WW-Betrieb (Anfahren, Speicher, etc.)		6%	Etaw = 94%
Laufzeit der Wärmepumpe			h / a = 3'420
Anteil und JAZ der Wärmepumpe für die Heizung	$\epsilon =$	97.0%	JAZ _h = 3.88
Anteil und JAZ der Wärmepumpe für Warmwasser	$\epsilon =$	98.4%	JAZ _{ww} = 2.95
Jahresarbeitszahl Heizung + Warmwasser JAZ _{h+WW} :	exkl. el. Zusatz		- 3.47

E.2. Übersicht PV – Eigenverbrauch

PV-Anlage mit 10kW Leistung und ca. 10'000kWh Stromertrag

PVopti

MINERGIE®

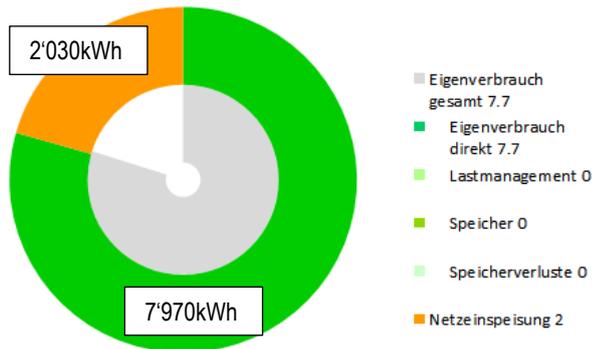
EnDK
Konferenz Kantonalen Energiedirektoren
Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie
Confederazione dei direttori cantonali dell'energia
Conférence des directeurs cantonaux d'énergie

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN
Ufficio federale dell'energia UFE
Uffizi federal d'energia UFE

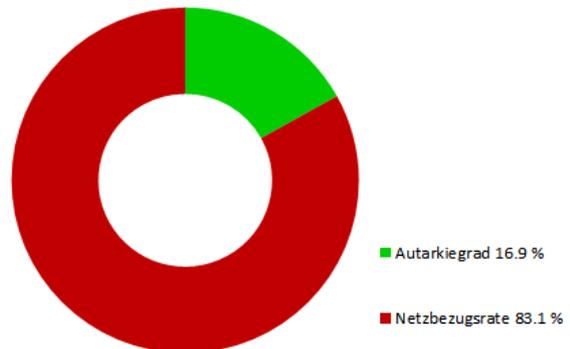
Eigenverbrauch

(in kWh/m2, ungewichtet)



Autarkiegrad

(Elektrizität)



Ertragsübersicht:

10'000kWh PV-Strom

Eigenverbrauch: 7'970kWh x 20Jahre = 159'400kWh

Investition: 19'600CHF / 159'400kWh = kWh Preis/PV-Strom = 0.12CHF

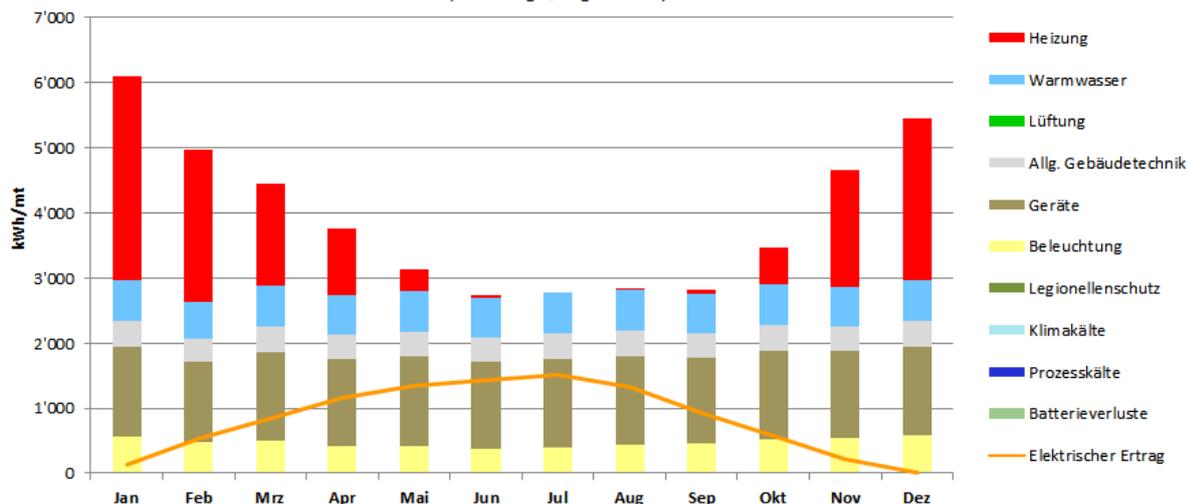
Strompreis EW Steckborn: Haushalt- und Kleingewerbekunden (Energieverbrauch bis 12'000 kWh) H = 0.172CHF N = 0.12CHF

Gewerbekunden (jährlicher Energieverbrauch über 12'000 kWh bis 100'000 kWh) H = 0.116CHF N = 0.09CHF

Überschussvergütung: EW Steckborn kWh 0.14CHF/kWh

Elektrizitätsbedarf/ -ertrag

(Endenergie, ungewichtet)

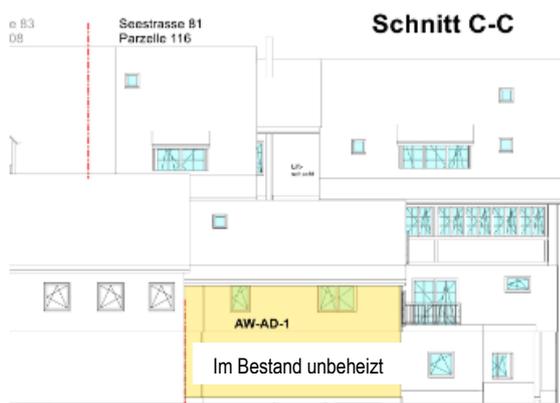


Dämmung Fassade Pläne

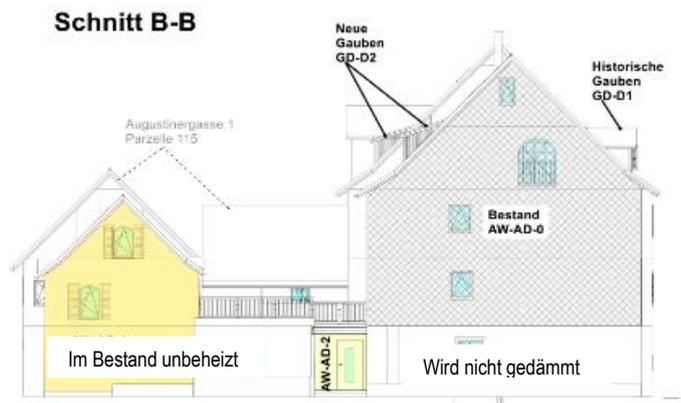
E.3. Fassadendämmung

Zusammenzug		Fassade	abz.		
Fassade	AD/ID	m2	Keine Dämmung m2	m2	
1	NO	AD	112.2	EG	29.70
2	NO	AD	67.42	Im Bestand unbeheizt	67.42
3	NW Seestr	AD	136.3	EG Seestr. Ohne Dämmung	47.00
4	SO	A+ID	106.5		
12	Fassade bei Lift	AD	51.25		
9.1/9.2	Pool SO/NO		59.4	Im Bestand unbeheizt	59.40
Total Fassade Ausmass		533	Fassaden ohne Dämmung	203.52	
Förderberechtigte Fassadenfläche		308			

Pos. 9.1, Ansicht SO

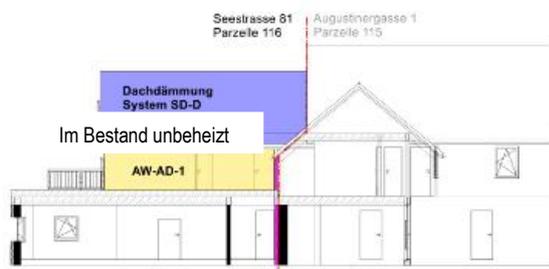


Pos. 2, Ansicht NO

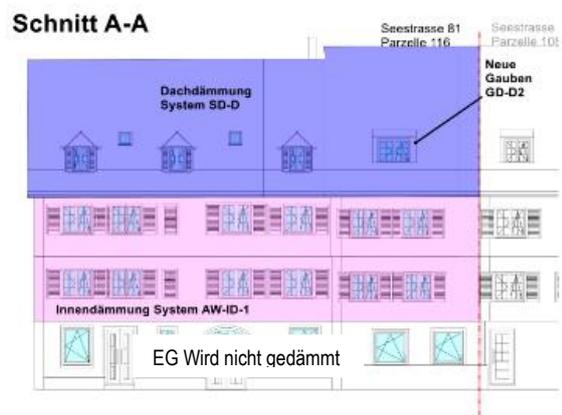


Pos. 1, Ansicht NO

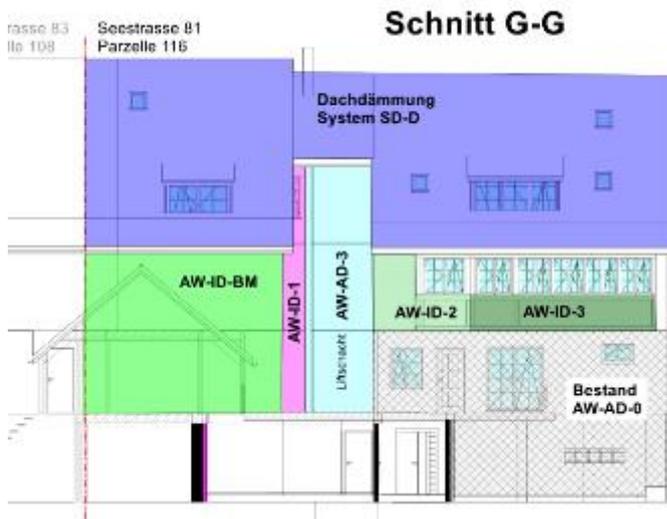
Pos. 9.2 Ansicht NO



Pos. 3, Ansicht NW



Pos. 4 + 12, Ansicht SO



E.4. Dachdämmung



Zusammenzug	Förderbeitrag m2	keine Förderung m2
5,6,7 SO mit Gaube	128.16	
8 NW mit Gauben	150.45	
9 NW + SO Pool	im Bestand unbeheizt	72
	278.61	72
10 Podest	im Bestand unbeheizt	37.8

E.5. Energiebezugsfläche Bestand und neu

Pos.	L	B	m2	EBF Neu m2	EBF bestehend m2			
EG	18	11	198	330.5	18	11	198	
	12.5	9	112.5		abz. Heiz. +	30	168	
	5	4	20		abz. Wasch			
			330.5					
abz. Nische 1. OG	18	11	198	233.5	18	11	198	
	5.5	9	49.5		abz. Nische	14	184	
			247.5		2.8			5
	2.8	5	14					
		233.5						
abz. Nische 2. OG	18	11	198	235	18	11	198	
	8.5	6	51		abz. Nische	14	184	
			249		2.8			5
	2.8	5	14					
		235						
abz. Nische 1. DG	18	11	198	184				
	2.8	5	14					
		184						
2. DG	18	3	54	54				
Total EBF				1037	Total EBF	536		

