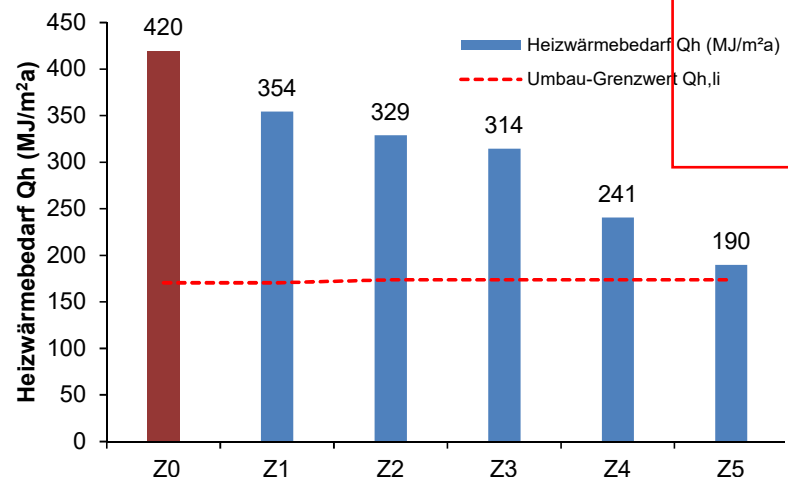
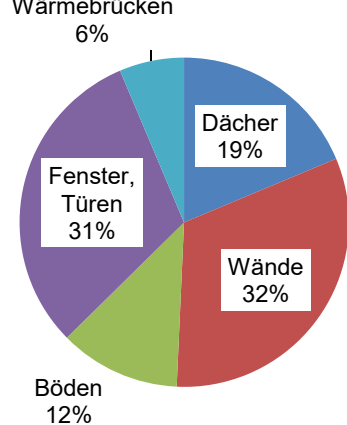


Variante Sanierungsmassnahme für Kostenermittlung Überarbeitung
Entscheid PG02 vom 13. Mai 2019

	Ist-Zustand heu	Dächer saniert	Z1 + Aussenwä gegen Erdreich	Z2 + Boden üb Pausenhof san	Z3 + Fenster saniert	Z4 + Aussenwände mit IWD saniert
Abschätzung von Sanierungsvarianten	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Energiebezugsfläche (m ²)	4'751	4'751	4'751	4'751	4'751	4'751
Gebäudehüllzahl A/AE	1.10	1.10	1.14	1.14	1.14	1.14
<u>Transmissionsverluste (MJ/m²a)</u>						
Dächer	98	23	23	23	23	23
Wände	168	168	140	140	140	64
Böden	62	62	62	47	47	47
Fenster, Türen	162	162	162	162	52	52
Wärmebrücken	33	38	39	39	39	60
Gesamt	523	453	426	410	300	245
<u>Wärmegewinne (MJ/m²a)</u>						
interne Wärmegewinne	-73	-73	-73	-73	-73	-73
solare Wärmegewinne	-185	-185	-185	-185	-116	-116
Ausnutzungsgrad Gewinne	0.69	0.67	0.67	0.66	0.71	0.69
Nettogewinne	-178	-173	-172	-170	-134	-129
Lüftungsverluste nach SIA 380/1	74	74	74	74	74	74
<u>SIA380/1</u>						
Heizwärmebedarf Q _h (MJ/m ² a)	420	354	329	314	241	190
Umbau-Grenzwert Q _{h,li}	170	170	174	174	174	174
Q _h in % des Grenzwertes	246%	208%	189%	181%	139%	109%
<u>Einsparung Einzelmassnahmen</u>						
Einsparung (MJ/m ² a)		65	26	14	74	51
in % des Ist-Zustandes		15.5%	6.1%	3.4%	17.6%	12.2%
spez. Heizleistungsbedarf q bei -8° (W/m ²)	50	44	42	41	31	27
spez. Wärmetransferkoeffizient H (W/K)	8'491	7'498	7'112	6'889	5'318	4'533
erforderlicher Heizleistungsbedarf (kW)	238 kW	210 kW	199 kW	193 kW	149 kW	127 kW
Vorlauftemperatur	Ti = 20 °C	55 °C	51 °C	50 °C	49 °C	43 °C

Transmissionsverluste Z0



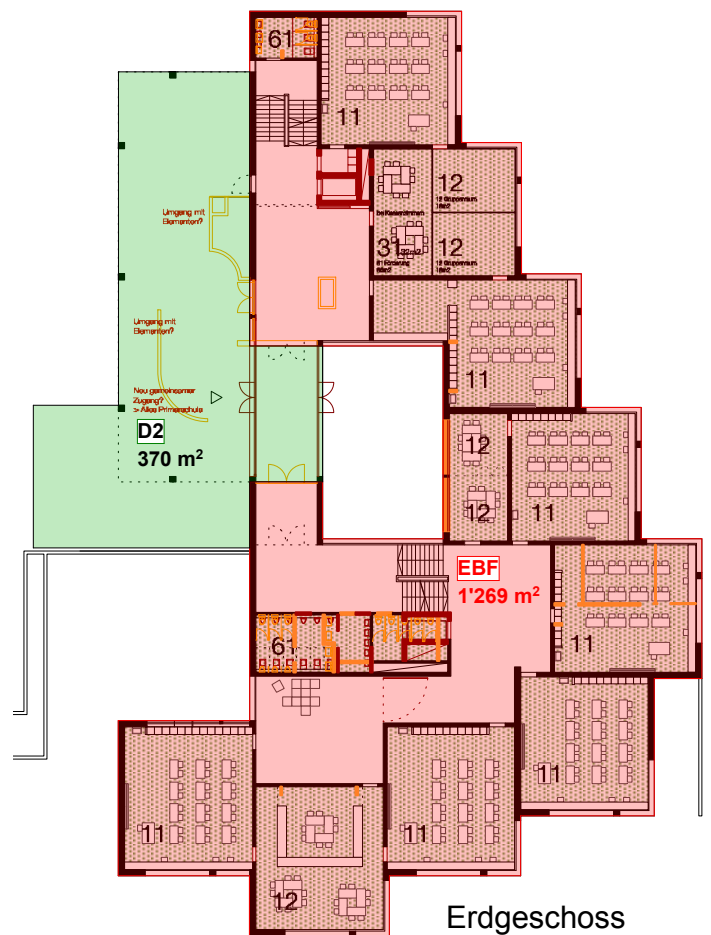
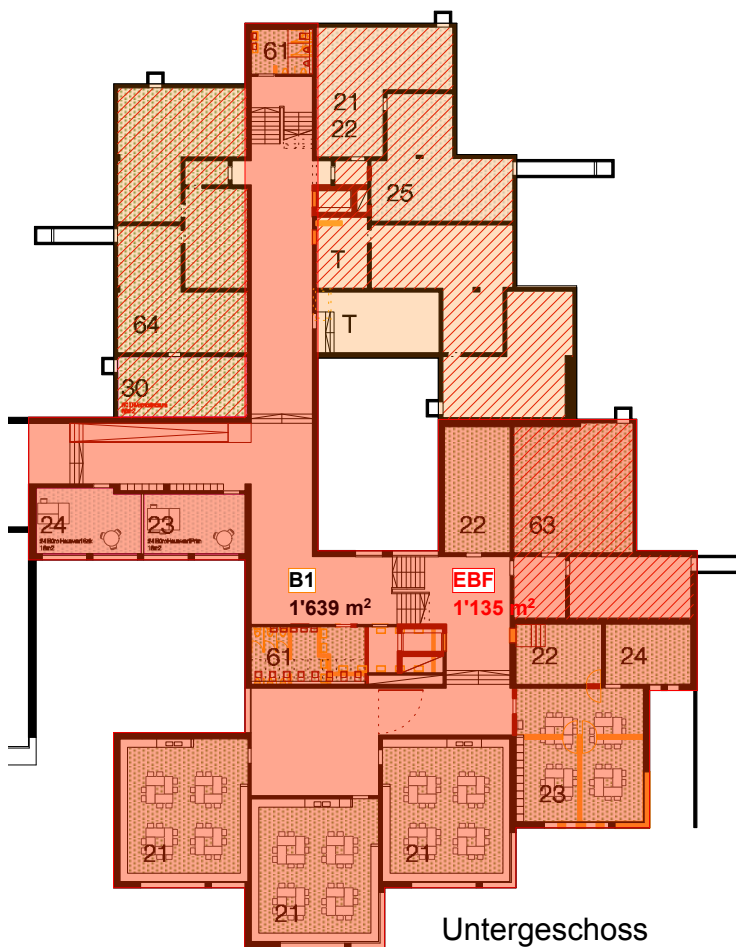
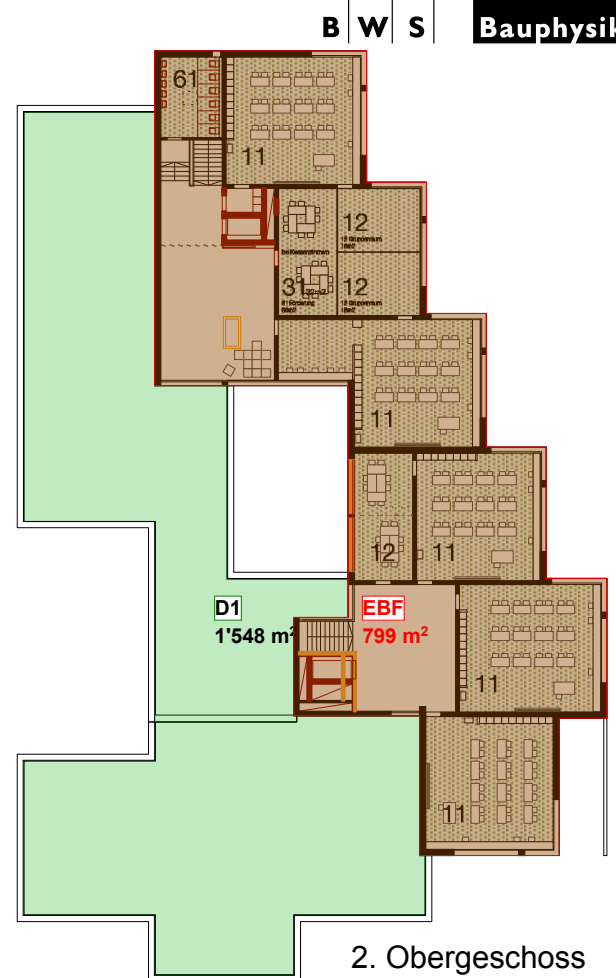
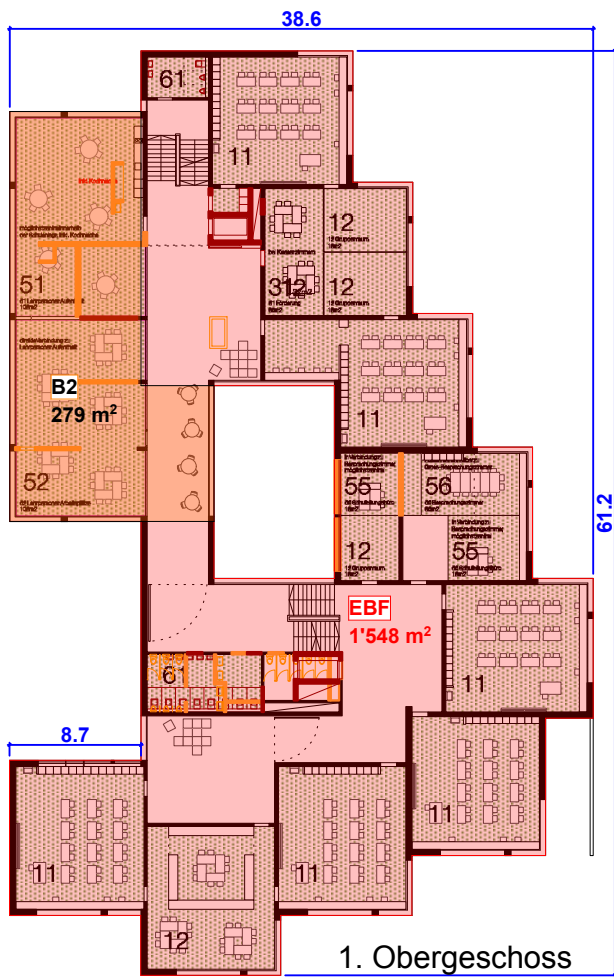
Energiebilanz SA Stägenbuck Dübendorf, Primarschultrakt

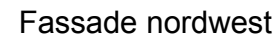
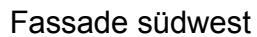
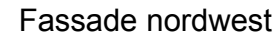
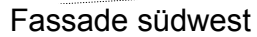
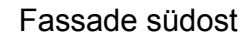
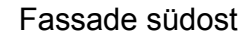
	Flächenausmass (m ²)	Dächer saniert	Z1 + Aussenwände UG gegen Erdreich saniert	Z2 + Boden über Pausenhof saniert	Z3 + Fenster saniert	Z4 + Aussenwände mit IWD saniert
Kostenschätzung	<i>Kosten (Fr./m²)</i>	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Sanierung Dächer	200	1900	1900	1900	1900	1900
Innendämmung Fassaden+Brüstungen	300					1950
Dämmung Boden gegen Aussen	150			280	280	280
Neue Fenster	900				800	800
Innendämmung Wände UG	100		550	550	550	550
Gesamtkosten Varianten (CHF)		380'000	435'000	477'000	1'197'000	1'782'000

Wirtschaftlichkeit Varianten	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Heizwärmebedarf in MWh/a	554	468	434	415	318	250
Energiekosten in Fr./a (Fr. 100.- pro MWh)	55'373	46'764	43'379	41'477	31'758	25'018
Reduktion Heizkosten in Fr./a		8'608	11'994	13'896	23'614	30'355
Kosten (nur energetische Massnahmen)		380'000	435'000	477'000	1'197'000	1'782'000
Wirtschaftlichkeit (in % pro Jahr)		2.3%	2.8%	2.9%	2.0%	1.7%

Wirtschaftlichkeit Einzelmassnahmen	Z0	Z1-Z0	Z2-Z1	Z3-Z2	Z4-Z3	Z4-Z3
Heizwärmebedarf in MWh/a	554	468	434	415	318	250
Energiekosten in Fr./a (Fr. 100.- pro MWh)	55'373	46'764	43'379	41'477	31'758	25'018
Grenz-Reduktion Heizkosten in Fr./a		8'608	3'386	1'902	9'718	6'741
Grenz-Kosten (nur energetische Massnahmen)		380'000	55'000	42'000	720'000	585'000
Wirtschaftlichkeit (in % pro Jahr)		2.3%	6.2%	4.5%	1.3%	1.2%

Subventionsbeiträge geschätzt	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
<i>(Fr./m²)</i>					
Sanierung Dach	40	1900	1900	1900	1900
Gesamtbeiträge Varianten (CHF)	76'000	76'000	76'000	76'000	76'000





Schema Wärme, Primarschule
Schnitte, Fassaden 1:500

21.03.2019

1:500

U-Werte SA Stägenbuck Dübendorf: opake Bauteile

B1		Boden gegen Erdreich				U = 4.63 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke [mm]	Störung [%]	λ, α [W/mK]	R [m²K/W]	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13	
	1	Unterlagsboden Zementmörtel	30		1.400	0.02	
	2	Beton armiert	160		2.300	0.07	
aussen	e	Überg. Erdreich					
		Total	190			0.22	

Reduktionsfaktor gegen Erdreich = 0.08 Wirksamer U-Wert U_{bf} = 0.39 W/m²K

B2	Boden gegen Aussen	Annahme:	U = 1.00 W/m²K
----	--------------------	----------	----------------

B2a	Boden gegen Aussen, Sanierung	Annahme:	U = 0.20 W/m²K
-----	-------------------------------	----------	----------------

D1		Flachdach				U = 0.73 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke [mm]	Störung [%]	λ, α [W/mK]	R [m²K/W]	
aussen	a	Überg. aussen			25.000	0.04	
	1	Kies Kies, trocken	50		0.700	0.07	
	2	Abdichtungsbahn bituminös	7		0.230	0.03	
	3	Kork 100-150 kg/m³	40		0.042	0.95	
	4	Dampfsperre bituminös	3		0.230	0.01	
	5	Beton armiert	300		2.300	0.13	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13	
		Total	400			1.36	

D1a		Flachdach, Sanierung				U = 0.17 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke [mm]	Störung [%]	λ, α [W/mK]	R [m²K/W]	
aussen	a	Überg. aussen			25.000	0.04	
	1	Kies Kies, trocken	50		0.700	0.07	
	2	Filterschicht Enkadrain, Drainschicht 20 mm	20		0.140	0.14	
	3	Abdichtungsbahn bituminös	15		0.230	0.07	
	4	Polyurethan alukaschiert	120		0.023	5.22	
	5	Dampfsperre bituminös	5		0.230	0.02	
	6	Beton armiert	300		2.300	0.13	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13	
		Total	510			5.81	

U-Werte SA Stägenbuck Dübendorf: opake Bauteile

D2		Flachdach Pausenplatz				U = 0.70 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke	Störung	λ, α	R	
			[mm]	[%]	[W/mK]	[m²K/W]	
aussen	a	Überg. aussen			25.000	0.04	
	1	Bodenbelag	Verbundstein	50	0.810	0.06	
	2	Kies	Kies, trocken	50	0.700	0.07	
	3	Abdichtungsbahn	bituminös	7	0.230	0.03	
	4	Kork	100-150 kg/m³	40	0.042	0.95	
	5	Dampfsperre	bituminös	3	0.230	0.01	
	6	Beton	armiert	300	2.300	0.13	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13	
		Total	450			1.42	

D2a		Flachdach Pausenplatz, Sanierung					U = 0.17 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke	Störung	λ, α	R		
			[mm]	[%]	[W/mK]	[m²K/W]		
aussen	a	Überg. aussen			25.000	0.04		
	1	Bodenbelag	Verbundstein	50		0.810	0.06	
	2	Filterschicht	Enkadrain, Drainschicht 20 mm	20		0.140	0.14	
	3	Abdichtungsbahn	bituminös	15		0.230	0.07	
	4	Polyurethan	alukaschiert	120		0.023	5.22	
	5	Dampfsperre	bituminös	5		0.230	0.02	
	6	Beton	armiert	300		2.300	0.13	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13		
		Total	510			5.80		

W1		Aussenwand				U = 0.98 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke	Störung	λ, α	R	
			[mm]	[%]	[W/mK]	[m²K/W]	
aussen	a	Überg. aussen			25.000	0.04	
	1	Verputz Kalk-Zement-Putz	25		0.870	0.03	
	2	Backstein Normalsteinmauerwerk	380		0.470	0.81	
	3	Verputz Innenputz	15		0.700	0.02	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13	
		Total	420			1.02	

W1a		Aussenwand, Sanierung				U = 0.41 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke [mm]	Störung [%]	λ, α [W/mK]	R [m²K/W]	
aussen	a	Überg. aussen			25.000	0.04	
	1	Verputz Kalk-Zement-Putz	25		0.870	0.03	
	2	Backstein Normalsteinmauerwerk	380		0.470	0.81	
	3	Verputz Innenputz	15		0.700	0.02	
	4	Mineralschaumplatte Multipor innen, 0.042	60		0.042	1.43	
innen	5	Verputz Innenputz	10		0.700	0.01	
	i	Überg. innen			8.000	0.13	
		Total	490			2.47	

U-Werte SA Stägenbuck Dübendorf: opake Bauteile

W2		Fensterbrüstung				U = 0.76 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke [mm]	Störung [%]	λ, α [W/mK]	R [m²K/W]	
aussen	a	Überg. aussen			25.000	0.04	
	1	Verputz Kalk-Zement-Putz	25		0.870	0.03	
	2	Beton armiert	340		2.300	0.15	
	3	Kork 100-150 kg/m³	40		0.042	0.95	
	4	Verputz Innenputz	15		0.700	0.02	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13	
		Total	420				1.32

W2a		Fensterbrüstung, Sanierung				U = 0.36 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke [mm]	Störung [%]	λ, α [W/mK]	R [m²K/W]	
aussen	a	Überg. aussen			25.000	0.04	
	1	Verputz Kalk-Zement-Putz	25		0.870	0.03	
	2	Beton armiert	340		2.300	0.15	
	3	Mörtel Multipor-Leichtmörtel	15		0.190	0.08	
	4	Mineralschaumplatte Multipor innen, 0.042	100		0.042	2.38	
	5	Verputz Innenputz	10		0.700	0.01	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13	
		Total	490				2.82

W3		Aussenwand gegen Erdreich				U = 3.92 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke [mm]	Störung [%]	λ, α [W/mK]	R [m²K/W]	
aussen	e	Überg. Erdreich					
Annahme	1	Beton armiert	250		2.300	0.11	
	2	Verputz Innenputz	15		0.700	0.02	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13	
		Total	265				0.26

Reduktionsfaktor gegen Erdreich = 0.23

Wirksamer U-Wert U_{bf} = 0.90 W/m²K

W3a		Aussenwand gegen Erdreich, Sanierung				U = 0.35 W/m²K	
Bemerkungen		Material, Baustoff	Dicke [mm]	Störung [%]	λ, α [W/mK]	R [m²K/W]	
aussen	e	Überg. Erdreich					
Annahme	1	Beton armiert	15		2.300	0.01	
	2	Verputz Innenputz	250		0.700	0.36	
	3	Mineralschaumplatte Multipor innen, 0.042	100		0.042	2.38	
	4	Verputz Innenputz	10		0.700	0.01	
innen	i	Überg. innen			8.000	0.13	
		Total	375				2.88

Reduktionsfaktor gegen Erdreich = 0.57

Wirksamer U-Wert U_{bf} = 0.20 W/m²K

Berechnung der Reduktionsfaktoren gegen Erdreich

nach Norm SN EN ISO 13370

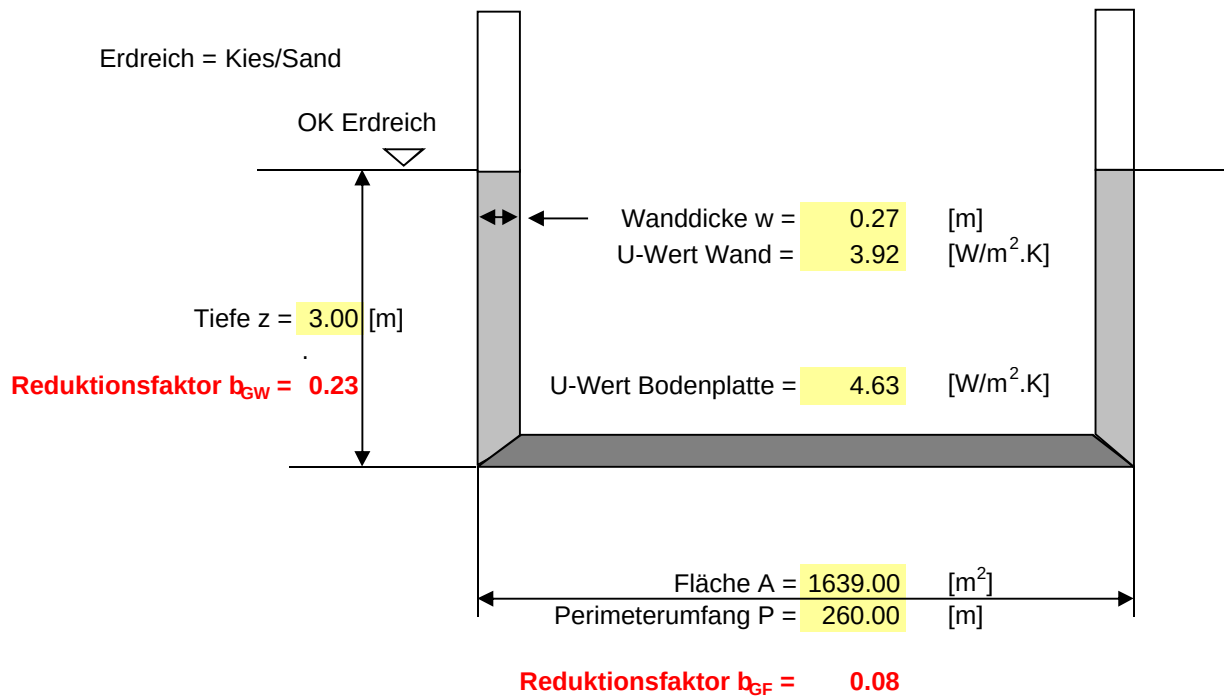
Lizenziert für:

Ingenieurbüro W. Maurer, 9320 Arbon

gedruckt um: 09:21

am: 26.03.2019

Objekt :



Resultate

Wirksame Gesamtdicke der Kellerwände

$dw = 0.51 [m]$

Wirksame Gesamtdicke der Bodenplatte

$dt = 0.70 [m]$

Charakteristisches Bodenplattenmass

$B' = 12.61 [m]$

Wärmedurchlasskoeffizient Kellerwand

$U_W = 3.92 [W/m².K]$

Wärmedurchlasskoeffizient Bodenplatte

$U_F = 4.63 [W/m².K]$

Wirksamer Wärmedurchlasskoeffizient Kellerwand

$U_{bF} = 0.90 [W/m².K]$

Wirksamer Wärmedurchlasskoeffizient Bodenplatte

$U_{bF} = 0.39 [W/m².K]$

Reduktionsfaktor Kellerwand

$b_{GW} = 0.23 [-]$

Reduktionsfaktor Bodenplatte

$b_{GF} = 0.08 [-]$

U-Werte SA Stägenbuck Dübendorf: Fenster

F1 Fenster		Glasanteil: 80%		g-Wert: 0.77		U = 2.8 W/m²K	
Fensterkomponenten:	Material, Baustoff	Abw. [m]	F [m²]	U-Wert	U*F/ U*I		
Glas	2-fach Isolierverglasung	U=2.9; 24mm	5.80	2.900	16.82		
	Fensterrahmen	Holz 65/75	1.46	1.300	1.90		
	Abstandhalter	Glasrandverbund	Aluprofil	22.06	0.070	1.54	
Abmessungen		Anzahl	Breite m	Höhe m			
Glaslicht 1		4	0.708	2.050	22.06	5.80	
Mauerlicht		1	3.300	2.200	11.00	7.26	
		Total			7.26		20.26

F1a Fenster Sanierung		Glasanteil: 80%		g-Wert: 0.48		U = 0.9 W/m²K	
Fensterkomponenten:	Material, Baustoff	Abw. [m]	F [m²]	U-Wert	U*F/ U*I		
Glas	3-fach Isolierverglasung	4/12Ar/4/12Ar/4	5.80	0.700	4.06		
	Fensterrahmen	Holz 65/75	1.46	1.300	1.90		
	Abstandhalter	Glasrandverbund	ACS+, Edelstahl, Kunststoff	22.06	0.042	0.93	
Abmessungen		Anzahl	Breite m	Höhe m			
Glaslicht 1		4	0.708	2.050	22.06	5.80	
Mauerlicht		1	3.300	2.200	11.00	7.26	
		Total			7.26		6.88

F2 Eingangstüre		Glasanteil: 78%		g-Wert: 0.88		U = 5.1 W/m²K		
Fensterkomponenten:		Material, Baustoff			Abw. [m]	F [m²]	U-Wert	U*F/ U*I
Glas	Einfachverglasung		Einfachglas		27.70	8.62	5.600	48.27
	Fensterrahmen		Metall U=3.3			2.45	3.300	8.09
	Abmessungen		Anzahl	Breite m	Höhe m			
Glaslicht 1		3	1.200	1.950	18.90	7.02		
Glaslicht 2		1	4.000	0.400	8.80	1.60		
Mauerlicht		1	4.100	2.700	13.60	11.07		
		Total				11.07		56.36

F2a Eingangstüre San.		Glasanteil: 78%		g-Wert: 0.63		U = 1.3 W/m²K	
Fensterkomponenten:	Material, Baustoff	Abw. [m]	F [m²]	U-Wert	U*F/ U*I		
Glas	2-fach Isolierverglasung	U=1.1; g=0.63	8.62	1.100	9.48		
	Fensterrahmen	Janisol HI	2.45	1.700	4.17		
	Abstandhalter	Glasrandverbund	ACS+, Edelstahl, Kunststoff	27.70	0.042	1.16	
Abmessungen		Anzahl	Breite m	Höhe m			
Glaslicht 1		3	1.200	1.950	18.90	7.02	
Glaslicht 2		1	4.000	0.400	8.80	1.60	
Mauerlicht		1	4.100	2.700	13.60	11.07	
		Total			11.07		14.81

WB1 Fensteranschlag seitlich

Wärmestrom gem. Flixo	zwischen A und B bei ΔT	$\Phi_{A-B} =$	35.92 W/m
Temperaturdifferenz (innen/ausen) gem. Flixo		$\Delta T =$	30 K
thermischer Leitwert		$L_{2D} = \Phi_{A-B}/\Delta T$	1.20 W/mK

flankierende Bauteile gem. Flixo		U_i (W/m ² K)	d_i (m)	$U_i \times d_i$ (W/mK)
w1	Aussenwand	0.98	0.60	0.59
	Fensterrahmen	1.58	0.25	0.40

linearer Wärmebrückenzuschlag:	$\Psi = L_{2D} - \Sigma [U_i \times d_i]$	0.21 W/mK
--------------------------------	---	-----------

WB1a Fensteranschlag seitlich, Sanierung

Wärmestrom gem. Flixo	zwischen A und B bei ΔT	$\Phi_{A-B} =$	22.40 W/m
Temperaturdifferenz (innen/ausen) gem. Flixo		$\Delta T =$	30 K
thermischer Leitwert		$L_{2D} = \Phi_{A-B}/\Delta T$	0.75 W/mK

flankierende Bauteile gem. Flixo		U_i (W/m ² K)	d_i (m)	$U_i \times d_i$ (W/mK)
w1a	Aussenwand	0.41	0.60	0.25
	Fensterrahmen	1.58	0.25	0.40

linearer Wärmebrückenzuschlag:	$\Psi = L_{2D} - \Sigma [U_i \times d_i]$	0.11 W/mK
--------------------------------	---	-----------

WB2 Deckenstirne, Fensteranschlag oben und unten

Wärmestrom gem. Flixo	zwischen A und B bei ΔT	$\Phi_{A-B} =$	90.98 W/m
Temperaturdifferenz (innen/ausen) gem. Flixo		$\Delta T =$	30 K
thermischer Leitwert		$L_{2D} = \Phi_{A-B}/\Delta T$	3.03 W/mK

flankierende Bauteile gem. Flixo		U_i (W/m ² K)	d_i (m)	$U_i \times d_i$ (W/mK)
w1	Aussenwand	0.98	0.60	0.59
w2	Fensterbrüstung	0.76	0.73	0.55
	Fensterrahmen	1.58	0.50	0.79

linearer Wärmebrückenzuschlag:	$\Psi = L_{2D} - \Sigma [U_i \times d_i]$	1.10 W/mK
--------------------------------	---	-----------

WB2a Deckenstirne, Fensteranschlag oben und unten, Sanierung

Wärmestrom gem. Flixo	zwischen A und B bei ΔT	$\Phi_{A-B} =$	78.27 W/m
Temperaturdifferenz (innen/ausen) gem. Flixo		$\Delta T =$	30 K
thermischer Leitwert		$L_{2D} = \Phi_{A-B}/\Delta T$	2.61 W/mK

flankierende Bauteile gem. Flixo		U_i (W/m ² K)	d_i (m)	$U_i \times d_i$ (W/mK)
w1a	Aussenwand	0.41	0.60	0.25
w2a	Fensterbrüstung	0.36	0.73	0.26
	Fensterrahmen	1.58	0.50	0.79

linearer Wärmebrückenzuschlag:	$\Psi = L_{2D} - \Sigma [U_i \times d_i]$	1.31 W/mK
--------------------------------	---	-----------

U-Werte SA Stägenbuck Dübendorf: Wärmebrücken_Flixo

WB3 Dachrand

Wärmestrom gem. Flixo	zwischen A und B bei ΔT	$\Phi_{A-B} =$	46.71 W/m
Temperaturdifferenz (innen/ausen) gem. Flixo		$\Delta T =$	30 K
thermischer Leitwert		$L_{2D} = \Phi_{A-B}/\Delta T$	1.56 W/mK

flankierende Bauteile gem. Flixo		U_i (W/m ² K)	d_i (m)	$U_i \times d_i$ (W/mK)
D1	Flachdach	0.78	1.10	0.86
W1	Aussenwand	0.98	0.60	0.59
	Fensterrahmen	1.58	0.25	0.40

linearer Wärmebrückenzuschlag:	$\Psi = L_{2D} - \Sigma [U_i \times d_i]$	-0.28 W/mK
--------------------------------	---	------------

WB3a Dachrand, Sanierung

Wärmestrom gem. Flixo	zwischen A und B bei ΔT	$\Phi_{A-B} =$	42.88 W/m
Temperaturdifferenz (innen/ausen) gem. Flixo		$\Delta T =$	30 K
thermischer Leitwert		$L_{2D} = \Phi_{A-B}/\Delta T$	1.43 W/mK

flankierende Bauteile gem. Flixo		U_i (W/m ² K)	d_i (m)	$U_i \times d_i$ (W/mK)
D1a	Flachdach	0.18	1.10	0.20
W1	Aussenwand	0.98	0.60	0.59
	Fensterrahmen	1.58	0.25	0.40

linearer Wärmebrückenzuschlag:	$\Psi = L_{2D} - \Sigma [U_i \times d_i]$	0.25 W/mK
--------------------------------	---	-----------

WB3b Dachrand, Sanierung

Wärmestrom gem. Flixo	zwischen A und B bei ΔT	$\Phi_{A-B} =$	42.88 W/m
Temperaturdifferenz (innen/ausen) gem. Flixo		$\Delta T =$	30 K
thermischer Leitwert		$L_{2D} = \Phi_{A-B}/\Delta T$	1.43 W/mK

flankierende Bauteile gem. Flixo		U_i (W/m ² K)	d_i (m)	$U_i \times d_i$ (W/mK)
D1a	Flachdach	0.18	1.10	0.20
W1a	Aussenwand	0.41	0.60	0.25
	Fensterrahmen	1.58	0.25	0.40

linearer Wärmebrückenzuschlag:	$\Psi = L_{2D} - \Sigma [U_i \times d_i]$	0.59 W/mK
--------------------------------	---	-----------