

STWEG Roggenfarstrasse 21-33, 8193 Eglisau

Kellerdecken

Autor: Felix Meier
Version: 1.0
Erstellt: 06.04.2022
Modifiziert:
File: Roggenfar Kellerdecken 20220406.docx

Felix Meier
+41 44 867 3723

Roggenfarstrasse 31
felix.meier.45@bluewin.ch

CH - 8193 Eglisau
www.felmeier.com

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Isolation	4
2.1	Untergeschosse	5
3	Optimierung.....	6
3.1	Ist-Zustand	7
3.2	Isolation der Kellerdecken.....	7
4	Förderbeiträge.....	7
5	Anforderungen	8
5.1	Kleiner U-Wert.....	8
5.2	Einfache Montage	8
5.3	Einfache Anpassbarkeit an vorhandene Strukturen	8
5.4	Einhaltung aller Bestimmungen für den Brandschutz	8
5.4.1	Brandabschnitte	8
5.4.2	Innenräume	9
5.4.3	Garagen	9
5.4.4	Treppenhaus	10
5.4.5	Abstellräume	10
5.4.6	Schutzräume	10
5.4.7	Fazit.....	10
5.5	"Vernünftige" Kosten	10
5.6	Geringe Dicke.....	10
6	Materialien.....	10
6.1	Brandschutzgruppe RF1	11
6.2	Brandschutzgruppe RF3	12
7	Flächen und Kosten	14
8	Resultat	14

Referenzen

- [1] Minergie® Systemerneuerung; Flyer: https://www.minergie.ch/media/2019-01-17_flyer_minergie_systemerneuerungen_de_e-pdf.pdf
- [2] Verein Minergie®; Produktreglement zu den Gebäudestandards MINERGIE®/MINERGIE-P®/MINERGIE-A®; Version 2020.1; https://www.minergie.ch/media/200103_produktreglement_minergie_p_a_v2020.1_de.pdf
- [3] U-Wert Rechner; Gonon Isolation AG; <https://www.gonon.ch/u-wert-rechner.html>
- [4] Brandschutzrichtlinie; Verwendung von Baustoffen; Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen VKF; 01.01.2017 / 14-15de
- [5] Brandschutzrichtlinie; Brandschutzabstände Tragwerke Brandabschnitte; Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen VKF; 01.01.2017 / 15-15de
- [6] Brandschutz bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden; Merkblatt; <https://xn--gebäudehülle-s5a60a.swiss/node/1640/download>
- [7] <https://felmeier.com/assets/publications/Roggenfar%20Isolation.pdf>

Änderungen

Version	Datum	Autor	Kommentar
1.0	6.4.2022	Felix Meier	Erstausgabe

1 Einleitung

Im Dokument [7] wurde eine Übersicht über den Ist-Zustand und über die Möglichkeiten zur Verbesserung der Isolation der Überbauung aufgezeigt.

2 Isolation

Die gesamte Liegenschaft ist heute relativ schlecht isoliert, was zu grossen Verlusten führt.

Für die Bewertung der Gebäudeteile wird der sogenannte U-Wert verwendet. Der U-Wert ist ein Wärmeleitwert und ein Mass dafür, wieviel Wärme pro Quadratmeter und Grad Kelvin durch die Gebäudehülle abfliessen kann. Je tiefer der U-Wert, desto weniger Wärme wird abgeleitet und desto besser ist die Isolation.

Die Masseinheit für den U-Wert ist $W/m^2 \cdot K$ (Watt pro Quadratmeter und Grad Kelvin).

W steht für die Wärmeleistung

m^2 steht für die Fläche

K steht für die Temperaturdifferenz in Grad Kelvin (Celsius)

Beispiele:

Betonwand 25 cm	3.300
Backsteinwand 24 cm	1.500
Einfachfenster	5.900
Fenster mit Doppelverglasung	1.500
Fenster mit Dreifachverglasung	0.900
Fassade Roggenfar	0.456
Dächer Roggenfar	0.166

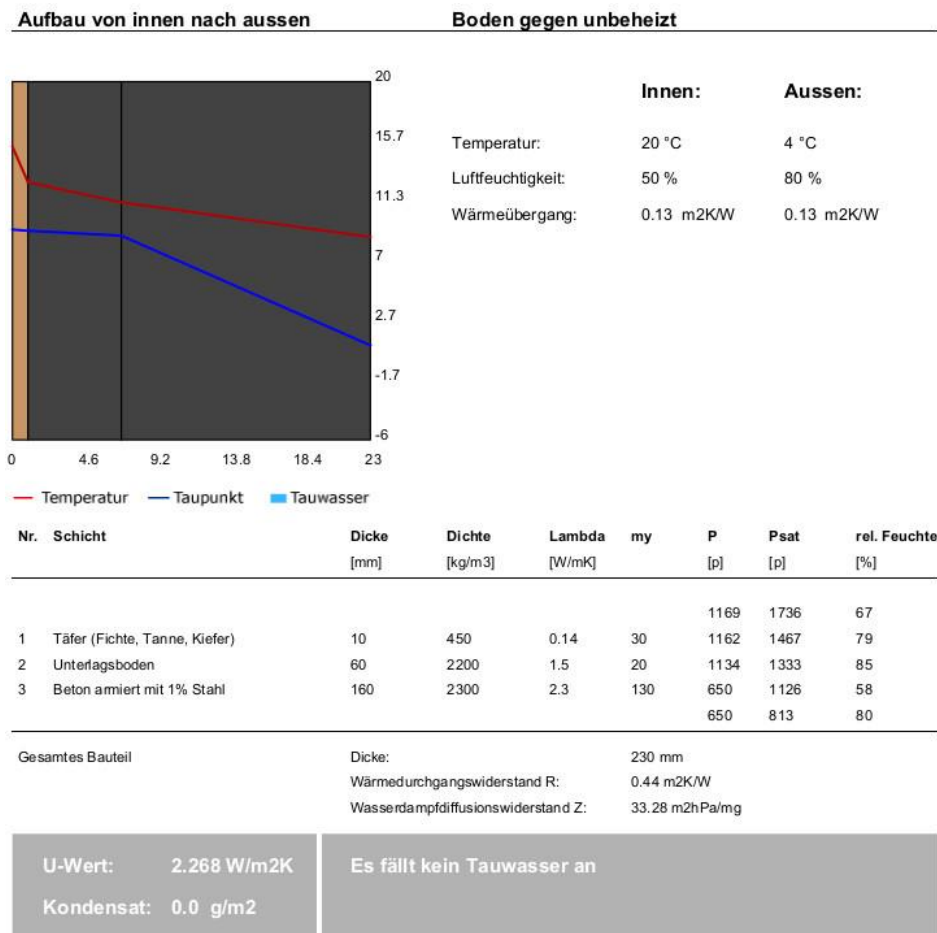
Der U-Wert kann mittels eines im Internet verfügbaren Rechners einfach bestimmt werden [3].

2.1 Untergeschosse

Die Wände der Untergeschosse sind aus Beton und nicht isoliert. Sie sind nur teilweise im Boden. Die Aussenfläche beträgt ca. 232 m². Darin inbegriffen sind insgesamt 8 einfache und 6 doppelte Garagentore mit einer Gesamtfläche von 99 m². Diese sind nicht isoliert, ebensowenig wie die kleinen Fenster der Untergeschosse.

Zur Reduktion der Wärmeverluste gibt es zwei Optionen: Entweder werden die Aussenwände der Untergeschosse zusätzlich isoliert. Das setzt voraus, dass auch die Garagentore erneuert werden. Oder man isoliert die Decken der Kellerräumlichkeiten.

Die Kellerdecken sind heute nicht isoliert:



3 Optimierung

Als erstes wird der heutige Zustand betrachtet. Die Gebäudehülle umfasst:

- Die Dächer
- Die Fassaden
- Die Fenster
- Die Kellerdecken
- Die Innenwände der Treppenhäuser

Für die Ermittlung der wirksamen Flächen wurde folgendermassen vorgegangen:

- Von der Brutto-Deckenfläche wurde der Querschnitt der Treppenhäuser abgezogen.
- Von der Brutto-Fassadenfläche wurde die Fensterfläche und die Fläche der Aussenfassade der Treppenhäuser abgezogen.
- Von der Fläche der Kellerdecke wurde der Querschnitt der Treppenhäuser abgezogen.

Die Kellerräume und die Treppenhäuser sind wärmer als die Aussenluft. Für die Berechnung der Auswirkung der Isolation der Kellerdecken und der Innenwände der Treppenhäuser wird berücksichtigt, dass die Temperaturdifferenz von Wohnraum zu Keller oder Treppenhaus kleiner ist als die Temperaturdifferenz von Wohnraum zu Aussenluft:

Raum	Aussen	Keller Treppenhaus	TRatio
22	5	12	0.588

Die U-Werte dieser Flächen werden zur Kompensation mit dem Faktor "TRatio" $[(\text{Raum-Keller})/(\text{Raum-Aussen})]$ multipliziert. Damit werden alle Begrenzungsflächen gleich gewichtet.

Für die Fenster wird angenommen, dass alle Fenster eine zweifache Verglasung aufweisen.

Aufgrund der Nettoflächen der einzelnen Teilflächen und deren U-Wert wird ein mittlerer U-Wert für die Umhüllung aller beheizten Räume berechnet. Der U-Wert des Ist-Zustandes entspricht 100%.

In der Folge kann nach dem gleichen Verfahren die Auswirkung verschiedener Massnahmen auf den Wärmeabfluss der gesamten Überbauung geschätzt werden. Eine Verminderung des U-Wertes der gesamten Gebäudehülle wirkt sich direkt auf die variablen Kosten (Oelverbrauch oder Stromverbrauch) der Heizung aus. Im Falle der Umstellung auf Luftwärme oder Erdwärme mit Wärmepumpe kann damit auch abgeschätzt werden, wieviel Leistung aus der Luft oder aus dem Boden bezogen werden muss, was wiederum die Investitionskosten beeinflusst.

3.1 Ist-Zustand

Haus	Fassade			Dach	Fenster	Keller	Treppenhaus		
	Länge	Höhe	Fläche	Fläche	Fläche	Fläche	Grundfläche	Fläche	Innen
21	51.0	5.4	275.4	217.5	54.0	217.5	13.5	13.5	71.8
23	45.0	8.1	364.5	246.0	90.0	246.0	13.5	20.3	107.7
25	56.5	8.1	457.7	246.0	90.0	246.0	13.5	13.5	107.7
27	51.0	5.4	275.4	207.8	54.0	207.8	13.5	13.5	71.8
29	51.0	5.4	275.4	207.8	54.0	207.8	13.5	20.3	71.8
31	56.5	8.1	457.7	246.0	90.0	246.0	13.5	20.3	107.7
33	56.5	8.1	457.7	246.0	90.0	246.0	13.5	20.3	107.7
Total Brutto			2563.7	1617.1	522.0	1617.10	94.50	121.70	646.20
Netto			1920.0	1522.6	522.0	1522.60			646.20
%			0.313	0.248	0.085	0.248			0.105
U-Wert			0.456	0.166	1.500	2.268			1.457
U-Wert gesamt			100 %		0.733				

Mit einem durchschnittlichen U-Wert von 0.724 besteht ein beträchtlicher Abstand zum heute angestrebten Minergie-Wert für die Erneuerung von bestehenden Bauten von 0.250 oder weniger [2].

3.2 Isolation der Kellerdecken

Haus	Fassade	Dach	Fenster	Keller	Treppenhaus
U-Wert	0.456	0.166	1.500	0.358	1.457
U-Wert gesamt	62%		0.454		

Gesamtkosten Roggenfar ca. CHF 150'000 oder CHF 150 pro Wertquote.

4 Förderbeiträge

Für Massnahmen zur Verbesserung der Wärmedämmung sind grundsätzlich Förderbeiträge erhältlich über das Gebäudeprogramm.

Für Fenster, Kellerdecken und Estrichboden werden keine Beiträge mehr ausgerichtet.

5 Anforderungen

Ein zu implementierendes Verfahren zur Verbesserung der Isolation der Kellerdecken soll eine ganze Reihe von Anforderungen so gut wie möglich erfüllen.

5.1 Kleiner U-Wert

Bei Erneuerungen beträgt der Grenzwert für die Erfüllung der Minergie-Anforderungen 0.250 [2, Seite 45]. Ein Wert unter dieser Grenze ist anzustreben.

5.2 Einfache Montage

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten: Kleben oder Dübelanker. Prima Vista scheint Kleben einfacher zu sein, insbesondere im Bereich von Anpassungen.

5.3 Einfache Anpassbarkeit an vorhandene Strukturen

Beleuchtung, Rohrleitungen, Kellerabteile, Garagetor-Antriebe etc. erfordern individuelle Anpassungen. Für Beleuchtung und Garagetor-Antriebe mit einem Elektroinstallateur mit Erfahrung Kontakt aufnehmen.

5.4 Einhaltung aller Bestimmungen für den Brandschutz

Die Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) teilt die Baustoffe hinsichtlich ihres Brandverhaltens in die folgenden Brandverhaltensgruppen ein (RF == Reaction au Feu):

RF1	kein Brandbeitrag
RF2	geringer Brandbeitrag
RF3	zulässiger Brandbeitrag
RF4	unzulässiger Brandbeitrag

Je nach Klassierung kann ein Baustoff in bestimmten Gebäudeteilen eingesetzt werden.

5.4.1 Brandabschnitte

Die Türen zwischen den Garagen in den Untergeschossen und den übrigen Kellerräumlichkeiten genügen den heutigen Vorschriften bezüglich Brandschutz nicht. [5, Art. 3.7.12]. Sie sollten im Zuge der Arbeiten zur Isolation der Decken ersetzt werden.

5.4.2 Innenräume

Für Innenräume gilt [4, Seite 11]:

4.2 Anforderungen an das Brandverhalten von Fluchtwegen und Innenräumen¹ (siehe Anhang)

			Gebäude geringer und mittlerer Höhe							Hochhäuser							
			Wände, Decken und Stützen mit Feuerwiderstandsanforderung	Wände, Decken und Stützen ohne Feuerwiderstandsanforderung	Dämm- / Zwischenschichten	Wand- und Deckenbekleidungen, abgehängte Decken, Doppelböden	Klassifizierte Systeme	Deckenbespannungen	Bodenbeläge	Treppen- und Podestkonstruktionen	Wände, Decken und Stützen mit Feuerwiderstandsanforderung	Wände, Decken und Stützen ohne Feuerwiderstandsanforderung	Dämm- / Zwischenschichten	Wand- und Deckenbekleidungen, abgehängte Decken, Doppelböden	Klassifizierte Systeme	Deckenbespannungen	Bodenbeläge
Fluchtwegen	Vertikale Fluchtwegen	Bauliches Konzept	[7]	[1]	[1] [5]	[2]	[2]		[3]	[3]				[2]	[2]		
		Löschanlagenkonzept	[1]	[1]	[1]	[2]	[2]			[3]				[2]	[2]		
	Horizontale Fluchtwegen	Bauliches Konzept	[1] [6]	[1]	[1]	[2]	[2]	[4]		⊗				[2]	[2]	[4]	⊗
		Löschanlagenkonzept						[4]		⊗				[2]	[2]	[4]	⊗
Übrige Innenräume	Behälterbetriebe [a]	Bauliches Konzept	[7]		[5]		[5]	[4]	cr				[5]		[5]	[4]	cr
		Löschanlagenkonzept							[4]	cr				[5]		[5]	[4]
	Räume mit grosser Personenbelegung	Bauliches Konzept						[4]	cr				[5]		[5]	[4]	cr
		Löschanlagenkonzept						[4]	cr				[5]		[5]	[4]	cr
Übrige Nutzungen	Bauliches Konzept							cr				[5]		[5]	[4]	cr	
	Löschanlagenkonzept							cr		[7]		[5]				cr	

Damit wäre grundsätzlich die Verwendung von Schaumstoffplatten aus Styropor/EPS, XPS, PUR, PID möglich. Diese Materialien weisen sehr tiefe U-Werte auf und sind relativ preisgünstig. Sie können auch gut verklebt werden.

5.4.3 Garagen

In der vorliegenden Überbauung werden aber Teile der Keller als Garagen genutzt. In der Brandschutzverordnung [4] findet sich keine explizite Anforderung an die Materialien für eine Isolation. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass in den Garagen keine brennbaren Materialien verwendet werden dürfen, also nur Materialien der Brandverhaltensgruppe RF1.

5.4.4 Treppenhaus

In der vorliegenden Überbauung sind die Treppenhäuser brandschutztechnisch nicht von den Kellerräumlichkeiten getrennt. Mindestens Teile der Kellerräumlichkeiten sind deshalb als (vertikale) Fluchtwege zu betrachten. Für diese gelten die sehr hohen Anforderungen der Brandverhaltensgruppe RF1.

5.4.5 Abstellräume

Für die Abstellräume müssen die gleichen Anforderungen gestellt werden wie für die Fluchtwege, da diese gegen die Treppenhäuser nicht abgeschlossen sind. Also sollten auch hier die Anforderungen der Brandverhaltensgruppe RF1 zugeordnet werden.

5.4.6 Schutzräume

Für die Schutzräume müssen die gleichen Anforderungen gestellt werden wie für die Fluchtwege, da sich darin viele Personen auf engem Raum aufhalten müssen. Also sollten auch hier die Anforderungen der Brandverhaltensgruppe RF1 zugeordnet werden.

5.4.7 Fazit

Das zu verwendende Material sollte für die Garagen, den Abstellraum, den Schutzraum und für den Gang im Keller den Anforderungen der Brandverhaltensgruppe RF1 genügen. Das entspricht den Anforderungen A1, A2-s1,d0 (nach SN EN 13501-1) oder 6.3, 6q.3 (Brandkennziffer nach VKF). Für die anderen Räume (Trocknungsraum, Kellerabteile, Bastelräume, Waschküche) können Materialien verwendet werden, welche den Anforderungen der Brandverhaltensgruppe RF3 genügen.

5.5 "Vernünftige" Kosten

Die Preise für Isolationsmaterialien mit einer Dicke von 10 cm bewegen sich zwischen CHF 40 und CHF 92 pro m² (ohne Montagematerial und Arbeit). Im weiteren sind die Kosten für Montagematerial (Kleber, Mörtel, Dübel etc.) zu berücksichtigen.

5.6 Geringe Dicke

Aufgrund der vorhandenen Strukturen wäre eine Dicke von 10 cm ideal. Maximal können 12 cm verkraftet werden aufgrund von verschiedenen Wasserleitungen und der Gegengewichte der Garagentore.

6 Materialien

Es werden verschiedene Materialien angeboten, welche den Vorschriften bezüglich Brandschutz genügen. Die Grundmaterialien sind Glaswolle, Steinwolle oder Porenbeton für die Brandschutzgruppe RF1 und verschiedene Kunststoffe (EPS, XPS, PUR, PIR) für die Brandschutzgruppe RF3.

Oft stammen die Materialien von verschiedenen Lieferanten offensichtlich aus der gleichen Fertigung. Ein Preisvergleich kann sich lohnen!

Die **blau** hinterlegten Produkte können beide vom gleichen Lieferanten (Sager AG) bezogen werden, was die Abwicklung vereinfachen würde.

6.1 Brandschutzgruppe RF1

Markenname	Material Deckschicht	Wärmeleitwert λ W/m·K	Dickebereich cm	Plattengrösse cm x cm	Preis 10 cm CHF/m ²	Montage	Brandkennziffer	Lieferant	Bemerkungen
WILAN 6	Glaswolle Glasgewebe	0.031	2 – 20	150 x 60	???	Dübel Haltekralen	6q.3 RF1	Anderhalden AG Kernserstrasse 6 6056 Kägiswil 041 660 8585 produkte@anderhalden.ch	
Saglan ISO-SWISS	Glaswolle Glasgewebe	0.031	2 – 20	150 x 60	49.85	Dübel Haltekralen	6q.3 RF1	Sager AG Dornhügelstrasse 10 5724 Dürrenäsch 062 767 8787 info@sager.ch	
Süssmann THERMO- PLUS	Glaswolle Glasgewebe	0.031	2 – 20	150 x 60	46.30	Dübel Haltekralen	6q.3 RF1	Süssmann AG Moosackerstrasse 78 8105 Regensdorf 044 377 6050 info@suessmann.ch	
Flumroc ECCO	Steinwolle keine	0.036	3 – 10	100 x 60	40.30	Dübel Haltekralen Kleben	A1 RF1	Flumroc AG 8890 Flums 081 734 1111 info@flumroc.com	
Flumroc TOPPA	Steinwolle Glasvlies	0.034	5 – 20	100 x 60	60.10	Dübel Haltekralen Kleben	A2-s1, d0 RF1	Flumroc AG 8890 Flums 081 734 1111 info@flumroc.com	
Rockfon Facett	Steinwolle Glasvlies	0.035	5 – 10	120 x 60	86.50	Dübel Haltekralen Kleben	A1 RF1	Flumroc AG 8890 Flums 081 734 1111 info@flumroc.com	Schallschutz
Ytong Multipor	mineralisch	0.042	6 – 30	60 x 39	~40.00	Dübel Kleben	A1 RF1	Xella Porenbeton Schweiz AG Steinackerstrasse 29 8302 Kloten 043 388 3535 Info.ch@xella.com	Klebmörtel A2 / RF2

Felix Meier

+41 44 867 3723

Roggenfarstrasse 31

felix.meier.45@bluewin.ch

CH - 8193 Eglisau

www.felmeier.com

6.2 Brandschutzgruppe RF3

Marken-name	Material Deckschicht	Wärme-leitwert λ W/m•K	Dicke-bereich cm	Platten-grösse cm x cm	Preis 10 cm CHF/m ²	Montage	Brand-kennziffer	Lieferant	Bemerkungen
Swisspor PIR Premium	PUR Aluminium	0.020	2 – 24	120 x 60	41.00	???	E RF3 (cr)	Sager AG Dornhügelstrasse 10 5724 Dürrenäsch 062 767 8787 info@sager.ch	See Swisspor
PIR ALU	PIR keine	0.022	2 – 26	120 x 60	35.00	???	E RF3 (cr)	Swisspor AG Bahnhofstrasse 50 6312 Steinhausen 056 678 9898 info@swisspor.ch	Auch von Sager erhältlich 36.10
PIR Premium	PIR keine	0.020	2 – 24	120 x 60	41.00	???	E RF3 (cr)	Swisspor AG Bahnhofstrasse 50 6312 Steinhausen 056 678 9898 info@swisspor.ch	Auch von Sager erhältlich
PIR Premium Plus	PIR Aluminium beidseitig	0.018	2 – 18	120 x 60	54.00	???	E RF3 (cr)	Swisspor AG Bahnhofstrasse 50 6312 Steinhausen 056 678 9898 info@swisspor.ch	
Soprema Puren-PIR MV	PIR Mineralvlies	0.026	2 – 20	120 x 60	31.70	???	E RF3 (cr)	Soprema AG Härdlistrasse 2 8957 Spreitenbach 056 418 5930 info@soprema.ch	Stufenfalz oder stumpf
Soprema Puren-PIR ALU	PIR Aluminium beidseitig	0.022	2 – 20	120 x 60	32.50	???	E RF3 (cr)	Soprema AG Härdlistrasse 2 8957 Spreitenbach 056 418 5930 info@soprema.ch	Stufenfalz oder stumpf
Soprema Puren-PIR ALU NovoPIR-S	PIR Aluminium beidseitig	0.020	2 – 20	120 x 60	50.80	???	E RF3 (cr)	Soprema AG Härdlistrasse 2 8957 Spreitenbach 056 418 5930 info@soprema.ch	Stufenfalz oder stumpf
Marmoran PIR Top 023	PIR EPS weiss	0.024	6 – 24	100 x 60	76.46	Dübel Kleben	- RF2	Saint-Gobain Weber AG Täferstrasse 11b	

	beidseitig							5405 Dättwil 056 484 2424 info@weber-marmoran.ch	
Marmoran Hicomcompact 023	PIR EPS weiss beidseitig	0.022	6 – 20	98 x 58	63.00	Dübel Kleben	- RF1 ?	Saint-Gobain Weber AG Täferstrasse 11b 5405 Dättwil 056 484 2424 info@weber-marmoran.ch	
Bauder PIR FA-TE	PUR Aluminium beidseitig	0.022	2 – 16	120 X 60	21.75 EUR 33.70 CHF	???	E RF3 (cr)	Bauder AG Alte Zugerstrasse 16 6403 Küssnacht a/Rigi 041 854 15 60 info@bauder.ag	CHF bei HGC Auch von Sager erhältlich
Bauder PIR M	PUR Mineralvlies beidseitig	0.026	2 – 10 (-24)	120 X 60	19.15 EUR 30.50 CHF	???	E RF3 (cr)	Bauder AG Alte Zugerstrasse 16 6403 Küssnacht a/Rigi 041 854 15 60 info@bauder.ag	Auch von Sager erhältlich (CHF)
Bauder PIR MAX	PUR Aluminium beidseitig	0.020	4 – 16	120 X 60	???	???	E RF3 (cr)	Bauder AG Alte Zugerstrasse 16 6403 Küssnacht a/Rigi 041 854 15 60 info@bauder.ag	

7 Flächen und Kosten

Für die Flächen der Kellerdecken der einzelnen Häuser gelten die folgenden Werte:

Haus	Kellerdecke m ²			Kosten Platten CHF			
	RF1	RF3	Total				
21	80.7	114.6	195.3		4'842	4'584	9'426
23	94.7	124.8	219.5		5'682	4'992	10'674
25	94.7	124.8	219.5		5'682	4'992	10'674
27	104.3	91.0	195.3		6'258	3'640	9'898
29	104.3	91.0	195.3		6'258	3'640	9'898
31	94.7	124.8	219.5		5'682	4'992	10'674
33	118.9	100.6	219.5		7'134	4'024	11'158
Total	692.3	771.6	1463.9		41'538	30'864	72'402

Für die Kosten wurden die folgenden Werte angenommen: RF1: 60.- pro m², RF3: 40.- pro m² incl. MWSt. Für Montagematerialien und andere Kosten sollten ca. 20% dazu gerechnet werden. Die Dicke der Platten beträgt 10 cm.

8 Resultat

Im Abschnitt 2.1 wurde für die Kellerdecken ein U-Wert von 2.268 W/m²•K ermittelt. Mit den vorgeschlagenen Materialien ergibt sich nach der Isolation ein durchschnittlicher U-Wert von 0.235 W/m²•K. Der Abfluss von Wärme durch die Kellerdecken wird also beinahe um einen Faktor 10 reduziert!

Gegenüber der ersten Abschätzung aus dem Jahre 2020 (siehe 3.2) ergibt sich eine leichte Verbesserung des Resultates, da soweit möglich PIR eingesetzt wird anstelle von Glaswolle:

Haus	Fassade	Dach	Fenster	Keller	Treppenhaus	
U-Wert		0.456	0.166	1.500	0.235	1.457
U-Wert gesamt		60%		0.436		