

Wo kann man welche bestehende Konstruktion wie nachdämmen?

Text **Walter Schläpfer*** Redaktion **Robert Helmy** Bilder **SMGV-Partner**

Zertifikatsarbeit

Der Applica-Beitrag über die Nachdämmung bestehender Konstruktionen basiert auf einer Zertifikatsarbeit im Rahmen des CAS-Studiengangs Bauphysik 2011 an der Fachhochschule Nordwestschweiz. Die Arbeit wurde von Bruno De Bortoli, Energieberater, Roman Brunner, Technischer Berater Karl Bubenhofer AG, und Walter Schläpfer, Bereichsleiter Technische Dienste Gipsergewerbe beim SMGV, verfasst. Sie kann als PDF-Dokument bei Walter Schläpfer, Bereichsleiter Technische Dienste Gipsergewerbe beim SMGV, w.schlaepfer@smgv.ch, bezogen werden.

Bauherren, die sanieren lassen, sollten gleich auch die Dämmung des Gebäudes nach neusten Richtlinien ins Auge fassen. Hat sich der Bauherr oder Planer nicht selbst schon bewusst mit der Thematik auseinandergesetzt, ist es am Unternehmer, ihn auf zusätzliche Dämmmassnahmen aufmerksam zu machen. Erstens ist sie ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll, zweitens aber auch ein interessantes Tätigkeitsfeld für den Unternehmer. Auch ohne bauphysikalische Untersuchungen kann man bei Regelkonstruktionen grob beurteilen, welche Sanierungsvariante empfehlenswert ist.

Auf die Schweiz kommen in den nächsten Jahren gleichzeitig mehrere massive energiepolitische Herausforderungen zu. Einerseits steuern wir gemäss Walter Steinmann, Direktor des Bundesamtes für Energie, durch die Abschaltung der beiden Atomkraftwerke Beznau I und II sowie den generellen Ausstieg aus der Atomenergie ab dem Jahre 2019 auf eine Stromversorgungs-

lücke zu. Andererseits sind wir nach wie vor sehr stark von Bezügen der nicht erneuerbaren und langsam versiegenden fossilen Energien aus dem Ausland abhängig.

Der Staat fördert vor diesem Hintergrund sowohl die Entwicklung von neuen erneuerbaren Energien als auch alle möglichen Energiesparmassnahmen. Letztere wirken sich beim Gebäudepark besonders nachhaltig aus, verbraucht dieser allein über 40% der Gesamtenergie. Die Anforderungen an die energetische Optimierung der Neubauten und des bestehenden Gebäudeparks steigen laufend. Der Staat unterstützt solche Massnahmen beispielsweise im Rahmen des nationalen Gebäudeprogramms mit finanziellen Beiträgen.

Grosser Bedarf an Instandsetzungen

Viele der bestehenden und bewährten Gebäudedämmungen im Bestand weisen ein Alter von über 40 Jahren auf und bedürfen einer Instandsetzung. Anstelle einer Pinselrenovation oder gar eines Rückbaus bietet sich als ökologisch und ökonomisch wesentlich sinnvollere Variante eine Zusatzdämmung mit einer neuen Wärmedämmung ausser oder innen an.

Wie gross das noch ungenutzte Potenzial der energetischen Optimierung ist, untermauert eine durch die ETH

* Der Autor ist Bereichsleiter Technische Dienste Gipsergewerbe beim Schweizerischen Maler- und Gipserunternehmer-Verband SMGV. w.schlaepfer@smgv.ch



Nach positiv verlaufenen Haftzugtests werden die HiCompact-Dämmplatten von Marmoran direkt vollflächig auf die alte Deckbeschichtung aufgeklebt. (Bild: Saint-Gobain Weber)



Aufdoppelung der vorschriftsgemäss verlegten Dämmplatten an der Fassade und im Sockelbereich. (Bild: Saint-Gobain Weber)



Dieses im Jahr 1985 in Beromünster erbaute Einfamilienhaus wies zu dieser Zeit mit einem U-Wert von $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ eine sehr gute Dämmung aus. Für heutige Begriffe ist das zu wenig. Mit der Aufdoppelung konnte der U-Wert auf $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ gesenkt werden, was zu spürbaren Einsparungen bei den Heizkosten geführt hat. (Bild: Saint-Gobain Weber)

durchgeführte statistische Erhebung zu Fassadensanierungen, die bis ins Jahr 2000 erfolgten. Sie zeigt, dass nur rund 10 Prozent der bis 1975 gebauten Einfamilienhäuser und etwa 20 Prozent der Mehrfamilienhäuser zwischen 1986 und 2000 energetisch saniert wurden. Es ist nicht allzu verwegen, die Resultate, die auf Untersuchungen in fünf Kantonen zurückgehen, auf die ganze Schweiz zu übertragen und zu vermuten, dass mindestens 80% aller Liegenschaften in der Schweiz die Anforderungen nach den heutigen Energievorschriften noch nicht erfüllen und nachgedämmt werden sollten.

Mit einer nachträglichen energetischen Optimierung der Gebäudehülle – ob aussen oder innen – können Aussenwandkonstruktionen ökonomisch und ohne viel Bauabfall zu produzieren wieder auf den neuesten Stand der Anforderungen an den Wärmeschutz gebracht werden. Dies bedingt im Vorfeld sorgfältige technische und bauphysikalische Abklärungen. Durch hygrothermische Simulationen können die Einflüsse einer nachträglichen Dämmmassnahme auf den Feuchtehaushalt der Gebäudehülle bereits bei der Projektierung ermittelt und beurteilt werden.

Welche Variante der Zusatzdämmung ist empfehlenswert?

Eine Gruppe Studierender des Zertifikatslehrgangs Bauphysik 2011 an der Fachhochschule Nordwestschweiz, darunter der Autor, haben sich im Rahmen ihrer Zertifikatsarbeit zum Ziel gesetzt, Planern und Handwerkern eine Auswahl an praxisnahen und gut verständlichen Regelkonstruktionen zu liefern, auf deren Basis sich die hygrothermischen Veränderungen beurteilen und planen lassen. Sie haben drei Arten von häufig im Bestand anzutreffenden Aussenwänden gewählt und Regelkonstruktionen, in diesem Fall nachträgliche Dämmungen, mit verschiedenen Dämmstoffen beurteilt. Aus der Arbeit resultieren Empfehlungen für Praktiker, die allerdings nicht den Anspruch erheben, objektspezifische bauphysikalische Untersuchungen zu ersetzen.

Unter die Lupe genommen wurden Wandaufbauten mit bereits vorhandener Wärmedämmung. Es sind dies:

- Einsteinmauerwerke mit verputzter Aussenwärmedämmung
- Zweischalenmauerwerke
- Verbandmauerwerke mit Vorsatzschale respektive Vormauerung innen →



Das seitliche Einschieben in die bereits befestigten FixUP der vorhergehenden Dämmplatte sichert die präzise Positionierung, die Dämmplatte kann aber noch justiert werden.



Greutol empfiehlt für Aufdoppelungen Geotherm System FixUP.PU. Auf die Rückseite der Dämmplatte wird der PU-Klebschaum umlaufend aufgetragen. Das System erhält zusätzlich Stabilität durch Fixierelemente, die seitlich in eine Nut eingepasst werden.

Wandaufbauten mit bestehenden ungenügenden Wärmedämmungen im Bestand

Die Einsteinsmauerwerke mit verputzter Aussenwärmedämmung sind seit den 1980er-Jahren im Wohnungsbau als kostengünstige, energieeffiziente und technisch wenig anspruchsvolle Ausführungsvarianten weit verbreitet. Auch das Zweischalenmauerwerk gehört seit Jahrzehnten zu den wichtigsten Fassadenkonstruktionen im Wohnungsbau. Durch die Aufteilung der Aussenwand in drei Schichten konnte spezifisch und optimal auf die jeweiligen Anforderungen eingegangen werden. Zudem erlaubt dieser Aufbau die volle Ausnutzung der positiven Eigenschaften, welche das Backsteinmaterial mitbringt. Nicht zuletzt ist auch das Verbandmauerwerk mit Vorsatzschale respektive Vormauerung eine bei energetischen Modernisierungen häufig anzutreffende Aussenwandkonstruktion. Sie besteht aus einem massiven, 250 mm dicken Verbandmauerwerk mit einer 20 mm dicken Dämmschicht, meistens Kork-

platten und einer inneren Vormauerung aus 60 mm dicken Zelltonplatten.

Das Ampelsystem

Die Zertifikatsarbeit liefert verständliche und nachvollziehbare Beurteilungsgrundlagen, ob der Unternehmer eine nachträgliche zusätzliche Wärmedämmmassnahme bedenkenlos ausführen kann oder ob er diese noch objektspezifisch durch einen Bauphysiker im Detail prüfen lassen sollte. Wie eine Ampel, die grün, gelb oder rot leuchtet, teilen die Autoren die in Frage kommenden Zusatzdämmungen in empfehlenswerte (grün), nur mit detaillierter bauphysikalischer Untersuchung empfohlene (gelb) und nicht empfohlene Varianten (rot) ein. Die empfohlenen Varianten zeichnen sich dadurch aus, dass sich der Gesamtwasserhaushalt innerhalb von 5 Jahren im Bauteil oder der einzelnen Schicht einpendelt. Bei den bedingt empfohlenen Varianten dauert es 6 bis 10 Jahre, bei den nicht empfohlenen über 10 Jahre, was wegen der Leitfähigkeit von Wasser mit einer starken Reduktion des Wärmeleitwiderstandes der Dämmung einhergeht.

Als definierte Anforderungen für die zu berechnenden energetischen Nachbesserungen wurden der heute geforderte Wärmedurchgangskoeffizient oder U-Wert von 0,20 W/m²K (aktuelle Gebäudeprogramm-Anforderung) und ein nochmals erhöhter und zukünftig vielleicht auch bald gesetzlich verankerter Wert von 0,12 W/m²K angenommen. Bei den Berechnungen des dynamischen Wärme- und Feuchtetransports kam die Software WUFI® Pro 5.1 des Fraunhofer Instituts für Bauphysik zur Anwendung. →

Diese Aufbauten sind hygrisch unbedenklich und somit empfehlenswert:

- Einpendeln des Gesamtwassergehaltes innerhalb 5 Jahren im Bauteil oder der einzelnen Schicht.

Hier ist eine detaillierten Untersuchung im Einzelfall angezeigt:

- Einpendeln des Gesamtwassergehaltes innerhalb 6–10 Jahren im Bauteil oder der einzelnen Schicht.
- Reduktion des Wärmeleitwiderstandes der Dämmung.

Diese Varianten können nicht empfohlen werden:

- Einpendeln des Gesamtwassergehaltes nach 10 Jahren im Bauteil oder der einzelnen Schicht.
- Starke Reduktion des Wärmeleitwiderstandes der Dämmung.

Die im Beitrag untersuchten Zusatzdämmungen wurden mit einer Art Ampelsystem bewertet. Grüne Varianten sind unbedenklich, rote Varianten werden nicht empfohlen.



Prüfung des Untergrundes mit Probeöffnung des alten Wärmedämm-Verbundsystems.
(Bild: Sto)



Anschrauben der Aufdoppelung mit Dämmplattendübeln. Die Dübel werden versenkt und anschliessend zum Beispiel mit StoThermo-Rondellen abgedeckt. Dies bewirkt eine Minimierung der Dübelabzeichnung. (Bild: Sto)

Rechnerische Rahmenbedingungen

Für die gewählten Aussenwand-Konstruktionsvarianten wurden stets dieselben Randbedingungen verwendet, um die Regelwerke untereinander vergleichen zu können. Neben dem typischen Mittelland-Standort Zürich wurde auch Davos mit deutlich abweichenden Klimabedingungen für die Berechnungen in Betracht gezogen.

Die Wassergehalte der bestehenden Schichten im eingeschwungenen Zustand, also zum Zeitpunkt, zu welchem die natürliche Ausgleichsfeuchte erreicht ist, wurden mittels Berechnungen über 10 Jahre ermittelt und

als durchschnittliche Werte bei den Anfangsbedingungen der Bestandsschichten angepasst. Den neuen Bauteilschichten wurde jeweils die typische Bauteilfeuchte zugewiesen.

Das Einschwingen der Wasserbilanz erfolgte bei beiden Standorten bereits nach ca. 4 Jahren. Diese Daten wurden anschliessend verwendet, um die Sanierungsvarianten zu simulieren.

Als Orientierung wurde die Exposition Nord-West gewählt und die Fasadeneigung mit 90° bestimmt. Bei der Gebäudehöhe ging man von einem kleinen Gebäude bis zehn Meter Höhe aus, welches eine Regenbelastung von 0,07 s/m aufweist. Zum Vergleich: Bei einem hohen Gebäude liegt dieser Wert im unteren Bereich bei 0,05 s/m, im oberen Teil des Objektes bei 0,1 s/m.

Bei den Oberflächenübergangskoeffizienten für Farbton und Produkte setzte man gängige Werte ein.

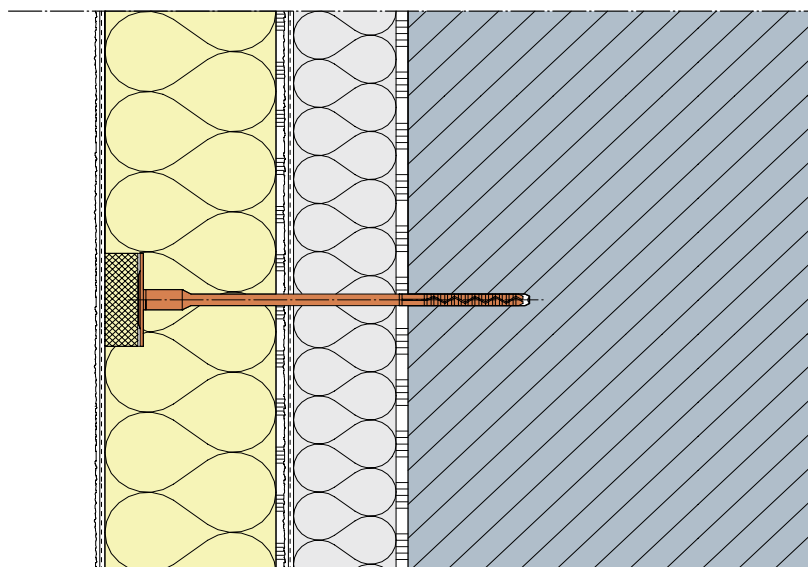
Für jede Ladung.



Von aussen nach innen:

- Wärmeübergangswiderstand R_s :
0,0588 $\text{m}^2\text{K/W}$ (Aussenwand)
- Wasserdampfdurchlässigkeit:
Sd-Wert pro Meter (gemäss Konstruktion)
- kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl = 0,4 (entspricht Putz normal hell)
- langwellige Strahlungsemissionszahl = 0,9 (entspricht Putz normal hell)
- anhaftender Anteil des Regens = 0,7
- Wärmeübergangswiderstand R_s :
0,125 $\text{m}^2\text{K/W}$ (Innenwand)
- Wasserdampfdurchlässigkeit:
Sd-Wert pro Meter (gemäss Konstruktion)

Die Klimadaten basieren auf Klimadaten, die vom Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, MeteoSchweiz, zur Verfügung gestellt wurden. Den Berechnungen der Zertifikatsarbeit liegt ein «kaltes Jahr» zugrunde. Zudem gingen die Autoren aus Gründen der Sicherheit und in Unkenntnis des jewei-



Die Aufdoppelung im Querschnitt. Zu sehen ist die neue Dämmung, welche auf die bestehende geklebt und gedübelt wird, sowie die Rondelle, welche den Dübel abdeckt. (Bild: Sto)

ligen Nutzerverhaltens von einer hohen Feuchtelast innen aus.

Um die Vergleichbarkeit der eingesetzten Dämmstoffe und Konstruktionen zu gewährleisten, wurden in den Berechnungen wenn immer möglich dieselben Dämmstoffe (EPS = expandierter Polystyrol-Hartschaum, Mineralwolle, PU/PIR = Polyurethan- und Polyisocyanurat-Hartschaum, Mineralschaum) verwendet.

Regelkonstruktionen für energetische Nachbesserungen

Die Erkenntnisse der Berechnungen, die auf den nachfolgenden Seiten prä-

sentiert werden, liefern unterstützende Anhaltspunkte zur Grobbeurteilung einer möglichen Sanierungsvariante. Trotzdem ist es im Zweifelsfall unerlässlich, vor jeder Sanierungsmassnahme objektspezifisch den U-Wert nach Norm SIA 380/1, die Taupunktage, die Wärmebrücken, die Dämmstoffeigenschaften, den Schichtaufbau mit Sd-Wert gemäss dem technischen Merkblatt «Renovation und Aufdoppelung von verputzten Aussenwärmedämmungen» des Schweizerischen Maler- und Gipserunternehmer-Verbandes sowie die hygrothermischen Veränderungen sorgfältig zu beurteilen. ■

Und jedes Budget.

Der Ford Transit bietet neben seinem grossen und vielseitig nutzbaren Laderaum sensationell tiefe Betriebskosten von nur 27 Rappen/km all-inclusive. Dazu erfüllen alle Ford Transit Modelle die Euro-5-Abgasnorm und sind schnell verfügbar.



TRANSIT START-UP

AB FR. **18'990.-¹** FR./KM **-.27²**

Nettopreise exkl. MWST für gewerbliche Kunden mit Handelsregistereintrag. Angebot bei teilnehmenden Händlern gültig bis 31.12.2012. ¹ Transit 260S Start-up, 100 PS/74 kW, 6-Gang. ² Business Partner Berechnungsbeispiel: Full Service Leasing Fr. 558.-/Monat. Finanzierung mit 3.9 % (48 Monate/25'000 km/Jahr) inklusive Wartung/Verschleiss, Versicherung, Reifen.



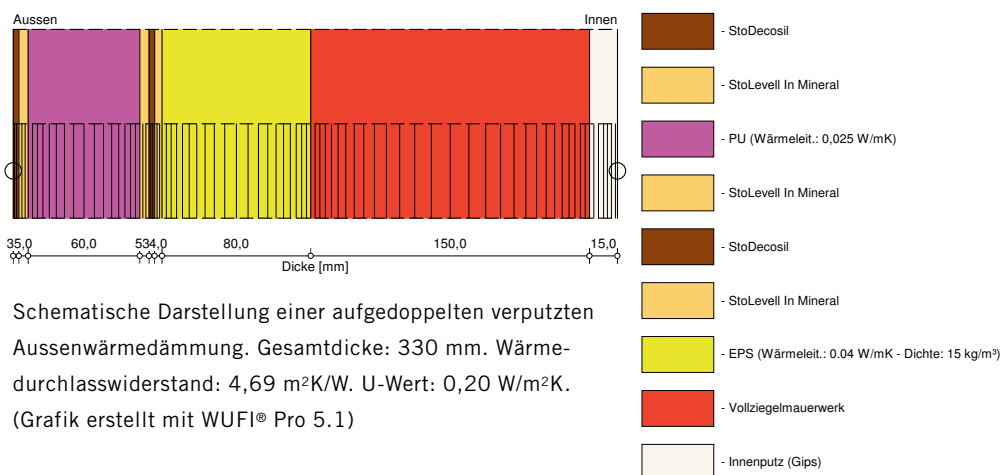
ford.ch/transit

Bestehende VAWD mit 60 mm PU-Dämmung aufdoppeln oder innen nachdämmen

(Ws) Diese häufig angewandte Bestandes-Aussenwandkonstruktion mit einem U-Wert von $0,401 \text{ W/m}^2\text{K}$ wurde mit vier verschiedenen Dämmstoffen an zwei unterschiedlichen Klimastandorten sowohl von aussen wie auch als Alternative von innen gemäss den beiden U-Wert-Anforderungen ($0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ und $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$) durch Simulation rechnerisch nachgedämmt. Das heisst, es wurden $4 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$ separate Berechnungen durchgeführt. Die Berechnungen liefern deutliche und einfach zu interpretierende Ergebnisse.

Bei einer Zusatzdämmung innen ist unabhängig vom Klimastandort und der verwendeten Dämmung bis zu einem U-Wert von $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ mit keiner Auffeuchtung der Aussenwandkonstruktion zu rechnen. Wird der U-Wert auf $0,12$ erhöht, ist eine Innendämmung mit Mineralfaser-Dämmung nicht mehr zu empfehlen. Alle anderen Dämmstoffe müssen objektbezogen sehr sorgfältig nachgeprüft werden.

Sehr vorteilhaft sehen die Ergebnisse bei Aufdoppelungen mit einer zusätzlichen VAWD aus. Sowohl in Zürich wie in Davos können alle Aussendämmungen grundsätzlich angewendet und die beiden U-Werte $0,2$ und $0,12$ erreicht werden.



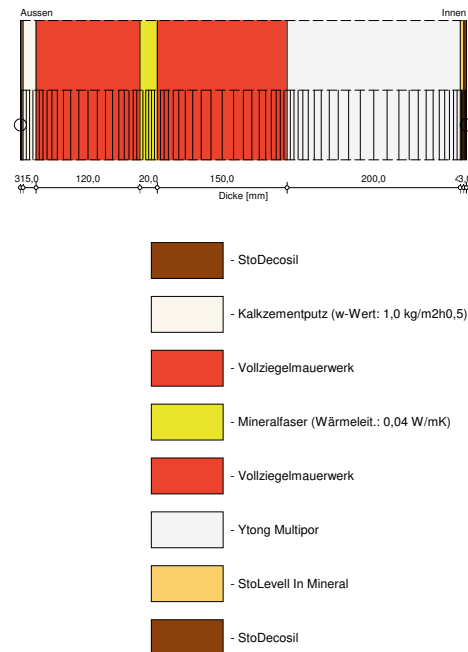
Klimastandort/U-Wert		Mineralfaser 0.04	EPS 0.04	PU/PIR 0.025	Mineralschaum 0.043
Innendämmung	Zürich innen $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	100	100	60	120
	Zürich innen $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$	240	240	150	260
	Davos innen $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	100	100	60	120
	Davos innen $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$	240	240	150	260
Aussendämmung	Zürich aussen $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	100	100	60	120
	Zürich aussen $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$	240	240	140	260
	Davos aussen $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	100	100	60	120
	Davos aussen $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$	240	240	140	260

Nachdämmen einer VAWD auf Einsteinmauerwerk, U-Wert ca. $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Die Werte in den Kästchen stehen für die zusätzlichen Dämmdicken.

Bestehendes Zweischalenmauerwerk neu mit Mineralschaum 200 mm innen und aussen nachdämmen

Klimastandort/U-Wert	Mineralfaser 0.04	EPS 0.04	PU/PIR 0.025	Mineralschaum 0.043
Innendämmung	160	160	120	200
	300	300	200	360
	160	160	120	200
	300	300	200	360
Aussendämmung	160	160	120	200
	300	300	200	360
	160	160	120	200
	300	300	200	360

Nachdämmen eines Zweischalenmauerwerks, U-Wert ca. 0,8 W/m²K. Die Werte in den Kästchen stehen für die zusätzlichen Dämmdicken.



Schematische Darstellung eines innen nachgedämmten Zweischalenmauerwerks. Gesamtdicke: 520 mm. Wärmedurchlasswiderstand: 5,37 m²K/W. U-Wert: 0,18 W/m²K. (Grafik erstellt mit WUFI® Pro 5.1)

(Ws) Auch diese weit verbreitete Aussenwandkonstruktion mit einem U-Wert von 0,86 W/m²K wurde mit vier verschiedenen Dämmplatten an zwei unterschiedlichen Klimastandorten sowohl von aussen wie auch von innen auf die

beiden geforderten U-Werte durch Simulation rechnerisch nachgedämmt (4 × 2 × 2 × 2 = 32 separate Berechnungen).

Wird innen eine Zusatzdämmung in Betracht gezogen, so sind insbesondere

am Klimastandort Zürich (Mittelland) die Möglichkeiten recht beschränkt. Ein U-Wert von 0,12 kann mit einer Innendämmung nur unter speziellen Bedingungen und sorgfältigen Abklärungen ausgeführt werden. →

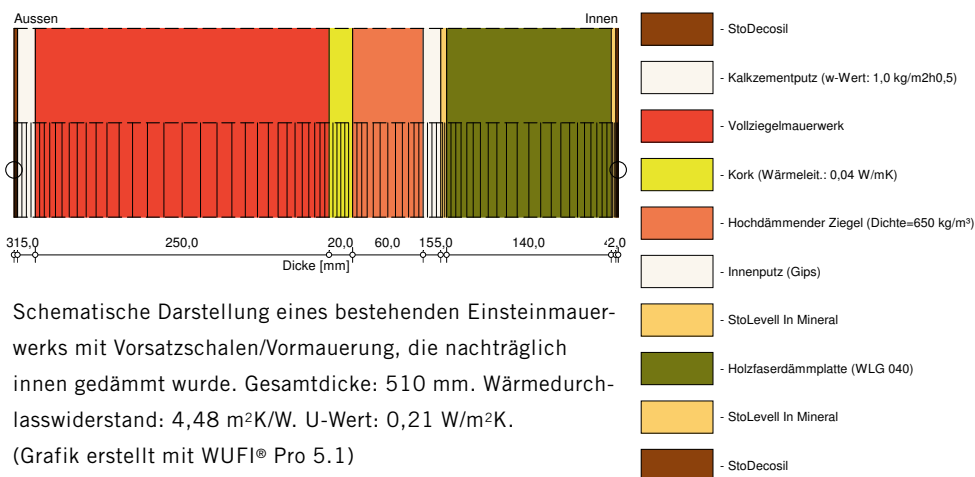


120
MILLIONEN
FÜR
UNSERE
KUNDEN

Bestehendes Verbandmauerwerk mit Vormauerung mit Holzfaserdämmplatte innen nachdämmen

(Ws) Diese Konstruktion verfügt bereits über eine minimale Innendämmung, mit einem jedoch ungenügenden U-Wert von $0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Im Rahmen der Zertifikatsarbeit wurden nur die Varianten mit Zusatzdämmungen innen berechnet. Die Ergebnisse sind eindeutig. Unabhängig vom Klimastandort können bis zu einem U-Wert von $0,20$ alle aufgeführten Dämmungen verwendet werden. Beim U-Wert $0,12$ kann es zu Auffeuchtungen in der Aussenwandkonstruktion kommen. Bei diesem U-Wert sind sorgfältige objektspezifische Abklärungen notwendig.



Fortsetzung von Seite 12

Am Klimastandort Davos können im Gegensatz dazu mit diffusionshemmenden Dämmstoffen Innendämmungen bis zu einem U-Wert von $0,12$ realisiert werden.

Bei der Aussendämmung sind die Dämmstoffe PU/PIR und Mineralschaum am Klimastandort Zürich speziell sorgfältig abzuklären und zu überprüfen.

Klimastandort/U-Wert

Zürich innen $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
Zürich innen $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Davos innen $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
Davos innen $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

	Mineralfaser 0.04	Holzweichfaser 0.042	PU/PIR 0.025
Innendämmung	140	140	100
	280	300	160
	140	140	100
	280	300	160

Nachdämmen eines Verbandmauerwerks mit Vormauerung. Die Werte in den Kästchen stehen für die zusätzlichen Dämmdicken.



Dank genossenschaftlicher Verankerung erhalten unsere Kunden 120 Millionen.

Kunden mit einer MobiPro Betriebs- und Gebäudeversicherung oder einer MobiCar Fahrzeugversicherung freuen sich wieder. Wir beteiligen sie am Erfolg.

Die Mobiliar
Versicherungen & Vorsorge