

# gSKIN® Anwendungsbeschreibung: Messung vs. Berechnung

## Einleitung

Die Energieeffizienz von Gebäuden und die Dokumentation der verwendeten Materialien hat sich in den vergangenen Jahrzehnten stark verbessert. Bei manchen älteren Gebäuden liegen sämtliche Gebäudehüllen – Aufbau Daten vor, so dass eine Berechnung der Energieeffizienz und des U-Wertes möglich ist. Die berechneten theoretischen Werte unterscheiden sich aber oft von denen in der Realität gemessenen, da bestimmte Arten von Isolationsmaterialien, wie zum Beispiel Insulationsschaum, sich nach einiger Zeit verflüchtigen oder sich ihre Eigenschaften verändern können.

In dieser Fallstudie wird die U-Wert Berechnungsmethode auf Basis der theoretischen Werte mit der Wärmeflussmessung mit Hilfe des gSKIN Sensor zur U-Wert Bestimmung verglichen. Das Messobjekt ist eine Bürowand im Technopark, einem Geschäftsgebäude in Zürich. Das Gebäude wurde 1990 auf Basis der neusten Energiestandards gebaut. Das Ziel dieser Fallstudie ist es, die Abweichungen des theoretischen Wertes zu dem gemessenen Wert zu bestimmen.

## Bewertung des Messobjekts

Das Gebäude wurde seit seiner Errichtung 1990 nicht renoviert. Die Wand besteht aus mehreren Schichten (Abbildung 1). Die erste Schicht besteht aus Beton (180 mm; 1) danach kommt eine Glaswolle-Schicht (100 mm; 2) gefolgt von einem Hohlraum (40 mm; 3) und zum Abschluss eine Gipsplatte (10 mm; 4).

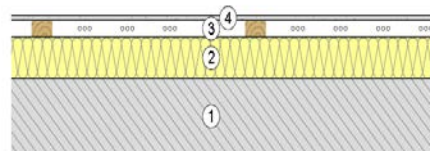


Abbildung 1: Aufbau der Wand

## Berechnungsmethode

Der theoretische U-Wert wird online berechnet (u-wert.net), anhand des Materials und der Stärke der Wand. Der theoretische U-Wert ist 0.31 W/m<sup>2</sup>K.

## Messaufbau

Die nach Westen gerichtete Wand ist durch die umliegenden Gebäude frei von Sonneneinstrahlung. Der Raum in dem die Messung durchgeführt wurde, wird tagsüber benutzt. Die Messdauer beträgt 72 Stunden und entspricht somit ISO 9869.

Der Wärmeflussensor wird an der Innenseite der Wand angebracht. Der Innentempersensoren wird daneben in einem Abstand von 3-4 cm zur Wand angebracht. Der Außentempersensoren wird an der Außenseite, in einem Abstand von 3-4 cm zur Wand, angebracht.



Abbildung 2: Messaufbau; Wärmeflussensor und Innentempersensoren, unten rechts: Außentempersensoren

## Ergebnisse

Das Ergebnis der U-Wertmessung wird in der folgenden Abbildung wiedergegeben. Der Graph beinhaltet den Wärmefluss, die Innentemperatur, die Außentemperatur und den U-Wert.

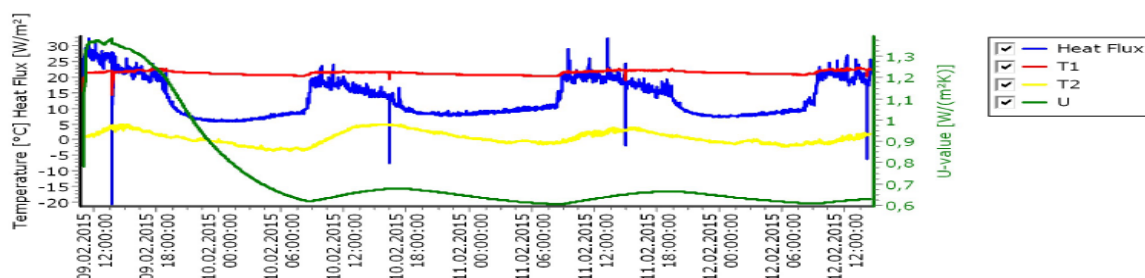


Abbildung 3: Ergebnis der U-Wertmessung, nach ISO 9869 (Report auf Basis von greenTEG Software v1.00.03, 2015)

In Abbildung 3 wird deutlich, dass der Wärmefluss ein Muster aufweist, das sich jeden Tag wiederholt und von der thermischen Masse der Wand abhängt. Morgens, wenn die Heizung angestellt wird, steigt die Temperatur und dementsprechend der Wärmefluss. Während der Nacht findet der umgekehrte Prozess statt. Um eine genaue Messung bei einer dickeren Wand oder einem Objekt mit einer hohen thermischen Masse durchzuführen, ist es wichtig, die Messung während 72 Stunden (oder einen anderen Multiplikator von 24) durchzuführen. Diese Schwankungen wurden zudem durch die tägliche Lüftung des Raums verstärkt. Die Standardabweichung der letzten 24 Stunden betrug nur 2.65%, was unter den geforderten 5% nach ISO 9869 liegt. Der gemessene U-Wert beträgt  $0.63 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### Vergleich

Die folgende Tabelle vergleicht den berechneten U-Wert, den gemessenen U-Wert und den geforderten U-Wert für eine Minergie Sanierung. Zusätzlich werden die verlorene Wärme pro  $\text{m}^2$ , die Heizkosten pro Wand  $\text{m}^2$  und die gesamten Heizkosten angegeben. Für die Berechnung der Heizkosten wurden die durchschnittlichen Heiztage der letzten zwei Jahre im Norden der Schweiz genutzt und mit einem Preis von  $\text{€}0.10 / \text{kWh}$  und einer Wandfläche von  $400 \text{ m}^2$  verrechnet.

	U-Wert ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	Wärmeverlust <sup>1</sup> ( $\text{kWh/m}^2$ jährlich)	Heizkosten ( $\text{€}/\text{m}^2$ jährlich)	Gesamt (€/Jahr)
<b>Theoretischer Wert</b>	0.31	25.69	~ € 2.60	€ 1,030.-
<b>Gemessener Werte</b>	0.63	53.20	~ € 5.30	€ 2,090.-
<b>Minergie Vergleich</b>	0.25	20.72	~ € 2.10	€ 830.-

<sup>1</sup> Wetter Daten : Gebiet: Zürich-Kloten; Durchschnittstemperatur:  $19 \text{ °C}$ ; [www.degreedays.net](http://www.degreedays.net)

### Analyse

Der in-situ gemessene U-Wert ist mehr als doppelt so hoch wie der theoretische Wert. Die Isolation der Wand ist schlechter als angenommen wodurch ein Unterschied von  $\text{€} 2.70$  pro  $\text{m}^2$  entsteht. Wenn der gemessene U-Wert für alle Wände repräsentativ ist, sind die Heizkosten um  $\text{€} 1000,-$  höher als durch die Berechnung angenommen. Eine Minergie Sanierung würde in diesem Büro die Heizkosten um  $\text{€} 1200,-$  pro Jahr senken. Um eine genaue und verlässliche Kosteneinsparung zu berechnen, müssen durch zusätzliche Messungen die U-Werte aller Wände bestimmt werden. Mit den danach vorliegenden Werten könnte ein Handwerker dann genauere Kosteneinsparungen errechnen.

Der Unterschied zwischen dem theoretischen und dem gemessenen Wert ist schwer zu erklären. Die Dämmeigenschaft von Glaswolle verändert sich kaum mit dem Alter, das Eindringen von Feuchtigkeit könnte jedoch zu Veränderungen und zur Verschlechterung der Dämmeigenschaft geführt haben. Eine weitere Ursache können Fehler bei der Auftragung des Dämmmaterials gewesen sein. Die vom Gebäudemanagement zur Verfügung gestellten Daten über die Isolierung mussten an die gelisteten Materialien des U.wert.net Rechners angepasst werden, wobei es zu Fehlern gekommen sein kann. Eine genaue und tiefgehende Analyse müsste durchgeführt werden, um den Unterschied besser erklären zu können.



#### Fazit

Eine erfolgreiche Messung wurde durchgeführt die allen Vorgaben der ISO 9869 Norm entspricht. Die Ergebnisse der Messung können daher als verlässlich angesehen werden. Obwohl alle Informationen zur Gebäudeisolierung vorliegen, war der gemessene U-Wert mehr als doppelt so hoch wie der theoretisch Errechnete. Dadurch wird deutlich, dass Berechnungen, die nur auf den verwendeten Materialien beruhen, oftmals ein falsches Bild des Wärmeverhaltens eines Gebäudes wiedergeben und zusätzliche Nachforschungen und Messungen erforderlich sind.