

# U-Wert Bestimmung für eine unbekannte Gebäudehülle mit dem gSKIN® U-Value KIT der greenTEG AG

Dr. Zoltán Nagy, Architektur und Gebäudesysteme, ETH Zürich

<http://systems.arch.ethz.ch> | [nagy@arch.ethz.ch](mailto:nagy@arch.ethz.ch) | +41 44 633 29 26

## Einleitung

Die Bestimmung von U-Werten ist notwendig um die Transmissionswärmeverluste, resp. den Heizwärmebedarf (SIA 380/1) für ein Objekt zu bestimmen. Der U-Wert ist der Kehrwert des linearen Wärmewiderstandes und wird für eine mehrschichtige Wand mit [1]

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_i \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{sa}}$$

angegeben, wobei  $\lambda_i$  und  $d_i$  die Wärmeleitungsfähigkeit [W/mK] resp. die Dicke [m] der Schicht  $i$  sind, und  $R_{si}$  und  $R_{sa}$  die inneren und äusseren Wärmeübergangswiderstände [m<sup>2</sup>K/W] darstellen. Falls der Aufbau der Wand, d.h. Dicke der Schicht, sowie Material, genau bekannt sind, lässt sich mit obiger Formel der U-Wert berechnen. Für  $R_{si}$  und  $R_{sa}$  wird auf Erfahrungswerte zurückgegriffen, z.B. für eine senkrechte, nicht hinterlüftete Wand gilt  $R_{si} + R_{sa} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  [1].

Bei älteren, und evtl. bereits renovierten Gebäuden gibt es oftmals keine Angaben über den Wandaufbau, so dass dieser gesamthaft aus Erfahrungswerten abgeschätzt werden muss, was zu erheblichen Fehlern führen kann, die sich auch auf die nachfolgende Berechnung des Heizwärmebedarfs auswirken.

In dieser Studie soll daher gezeigt werden, wie sich das greenTEG U-Value KIT für die Bestimmung von U-Werten von unbekanntem Wandaufbauten bzw. Fenstern einsetzen lässt. Die Messung des U-Wertes mittels der Wärmeflussmethode erlaubt es auf Basis von Messungen mit einem Wärmeflussensor sowie zwei Temperatursensoren genauere Prognosen über das energetische Verhalten des Gebäudes zu machen.

### Objektbeschreibung

Das untersuchte Objekt ist ein MFH aus den 1960er Jahren, das mehrfach renoviert wurde; zuletzt wurden 2010 die Fenster erneuert und die Aussenwände isoliert. Es liegen keine Angaben über die Massnahmen vor.



Abbildung 1: Wärmeflussmessungen zur U-Wert Bestimmung. (Oben) Messobjekt – Pfeil kennzeichnet die Messstelle. (Unten) Links: Innenmessung / Rechts: Aussenmessung

## Messaufbau

An der Nordseite wurde eine Aussenwand gemessen. Der Wärmefluss-sensor wurde an der Innenseite der Wandmitte befestigt. Der innere Temperatursensor wurde nahe dem Wärmefluss-sensor befestigt, ca 3-4cm von der Wand entfernt. Der äussere Temperatursensor wurde ebenfalls, ca 3-4cm von der Wand entfernt, befestigt und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt.

An jeder Stelle wurde mindestens während 72h gemessen, damit die Messdauer der ISO 9869 Norm genüge. Zusätzlich wurde eine längere Messung vorgenommen, in der die Innenbedingungen variiert wurden, um die Wichtigkeit der konstanten Bedingungen zu verdeutlichen. Die Messungen wurden mit der mitgelieferten greenTEG Software (V0.01.07) ausgewertet.

## Resultate

Abbildung 2: 1. Messung bei konstanten Verhältnissen (einmaliges Lüften am 29.12.2014)

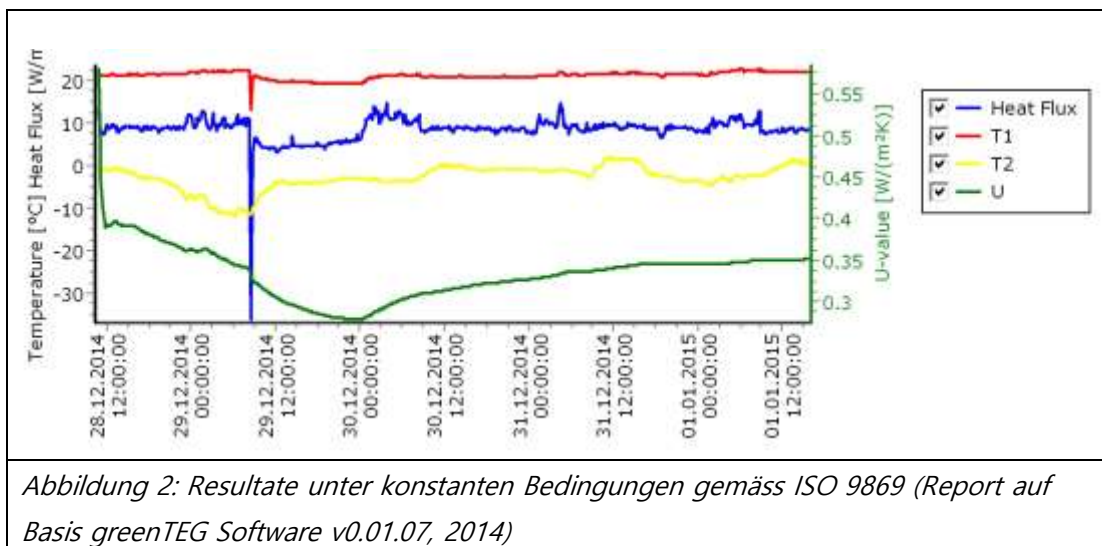


Abbildung 2: Resultate unter konstanten Bedingungen gemäss ISO 9869 (Report auf Basis greenTEG Software v0.01.07, 2014)

Abbildung 3: 2. Messung, mit Fenster öffnen (Lüften) und Heizung abstellen während der Messdauer

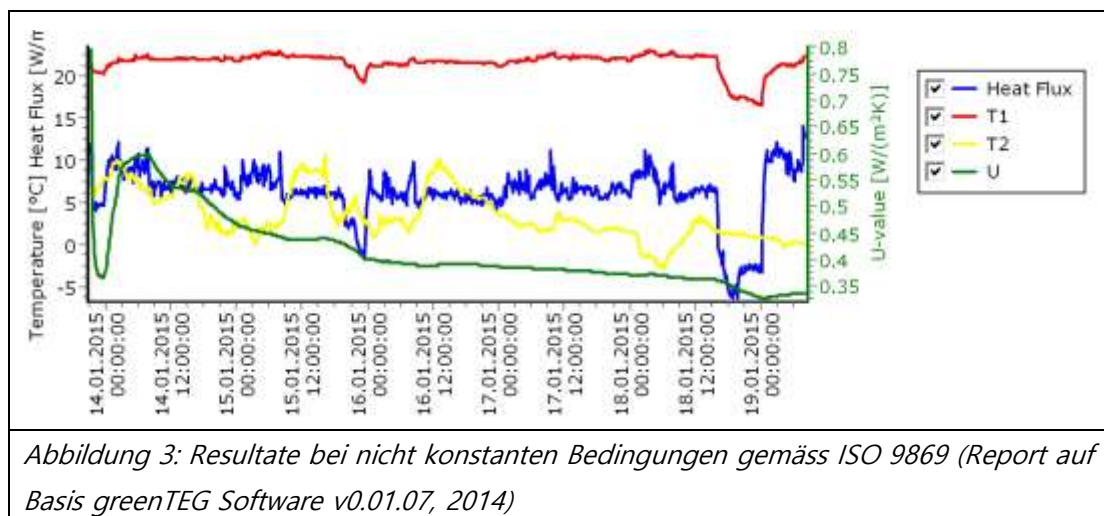


Abbildung 3: Resultate bei nicht konstanten Bedingungen gemäss ISO 9869 (Report auf Basis greenTEG Software v0.01.07, 2014)

Aus obiger Abbildung der 2. Messung ist zu erkennen, dass die Anforderungen der ISO Norm (bspw. möglichst konstante Innentemperaturen, keine direkte Sonneneinstrahlung auf die Sensoren, etc.) wichtige Grundlagen für eine erfolgreiche U-Wert Messung bilden. Die Nachfolgende Tabelle fasst die Resultate zusammen:

Messung	U-Wert [W/(m²K)]	Messdauer [h]	Std.Abw.U [%]	dU24 [%]	ISO 9869 erfüllt
1. Messung	0.35	100.67	3.2	1.76	ja
2. Messung	0.34	130.50	6.9	9.10	nein

### Schlussfolgerung

Der ermittelte U-Wert der Wand liegt bei 0.35 W/(m²K) und wurde gemäss der ISO 9869 Norm bestimmt. Das ist ein typischer Wert für sanierte Gebäude, jedoch noch über dem von Minergie geforderten 0.15 W/(m²K).

Wie in Abb.3 ersichtlich ist, ist es für die Messung wichtig, dass die Messbedingungen, so konstant wie möglich gehalten werden. Das Öffnen der Fenster, resp. die Abstellung der Heizung hat die U-Wert Messung nach ISO Norm verunmöglicht. Es hat die Standardabweichung der Messwerte der letzten 24h angehoben und somit die strengen Vorschriften

der ISO Norm 9869 gebrochen, obwohl die Messperiode deutlich länger war als 72h.

Schlussendlich ist zu sagen, dass der ISO konforme Wert vom ISO-Nicht-konformen Wert nur um 0,01 W/m<sup>2</sup>K abweicht, und somit für den Praktiker wohl als "gleich" angesehen werden kann; jedoch ist ein grosser Unterschied bei der Standardabweichung der letzten 24h zu sehen, so dass dadurch die 2. Messung nicht mehr als ISO konform gilt.

### **Referenzen**

[1] U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog, Neubauten, Bundesamt für Energie, 2002