

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Wilhelminenhofstraße 75A, 12459 Berlin

Fachbereich 1
Ingenieurwissenschaften - Energie und Information
Regenerative Energien (B)

U-Wert Bestimmung vom 12.05.2023

Betreuer: Konstantin Thurow

Gruppe: 5

Name	Matrikelnummer
Johannes Tadeus Ranisch	578182
Markus Jablonka	580234
Niels Feuerherdt	577669
Katharina Jacob	578522
Lukas Aust	574051

Inhaltsverzeichnis

1 Versuchsziele	1
2 Versuchsbeschreibung	1
3 Vorbereitungsfragen	1
3.1 Erläutern sie die Begriffe Wärmedurchgangskoeffizient, Wärmeübergangswiderstand, Wärmeleitfähigkeit und Wärmestrahlung	1
3.2 Skizzieren sie den Temperaturverlauf und den Wärmestrom durch eine mehrschichtige Wand. Der Wärmestrom verläuft in Richtung des Temperaturgefälles.	2
3.3 Was sagt der Wärmedurchgangskoeffizient aus?	2
3.4 Wie sollte eine Wand beschaffen sein, damit Temperaturschwankungen auf der Außenseite sich innen möglichst wenig auswirken?	3
3.5 Berechnen sie den Geasamtwärmedurchgangswiderstand für die gegebenen mehrschichtigen Wände (Messreihe 2 Wandaufbau 1 und 2) mit Tabellenwerten aus der einschlägigen Literatur	4
3.6 Überlegen Sie, warum es zu Unterschieden zwischen Ihren nach Norm und nach Messungen berechneten U-Werten kommen kann.	4
4 Versuchsdurchführung	4
5 Auswertung	4
5.1 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeiten und des Wärmedurchgangskoeffizienten für Polystyrol(1,84 cm), Holz (1,22 cm, 2,24 cm) und Glas(0,5 cm)	4
5.2 Berechnen Sie Wärmedurchlasswiderstand R für den zweiten Wandaufbau der 2. Messreihe	5
6 Quellen	6
7 Anhang	7

Abbildungsverzeichnis

1	Animation des Versuchsaufbaus [Versuchsanleitung]	1
2	Skizzen der Temperaturverläufe und Wärmeströme verschiedener Wände	2

Tabellenverzeichnis

1	Berechnete Werte Für die Wärmestromdichte \dot{q} , den Wärmedurchgangskoeffizienten U und die Wärmeleitfähigkeit λ	5
---	---	---

Abkürzungsverzeichnis

PV	Photovoltaik
WR	Wechselrichter
LR	Laderegler
MPP	Maximum Power Point

1 Versuchsziele

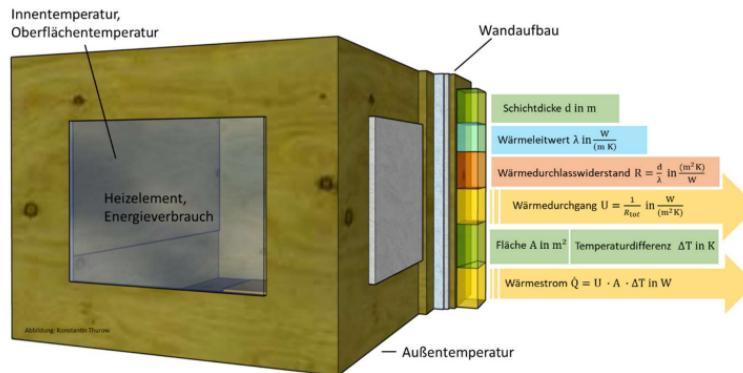


Abbildung 1: Animation des Versuchsaufbaus [Versuchsanleitung]

Mit Blick auf die Ziele der Bundesregierung den Endenergieverbrauch bis 2030 um 24% zu senken gewinnt Energieeffizienz im Bausektor mit rasanter Geschwindigkeit an Relevanz. Die Effizienzklassen für Neubauten legen den Fokus auf Dämmungen und können so in den nächsten Jahrzehnten viel Gas und Kohle einsparen. Dieser Versuch soll ein Versändnis für Dämmstoffe und die Klassifikation dieser durch den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) schaffen. Der Versauchsaufbau besteht aus einem Modellhaus (Abbildung 1) austauschbaren Wänden , einem abnehmbaren Dach und einer Glühlampe als Wärmequelle. Ziel ist es aus den aufgenommenen Temperaturdifferenzen in der Auswertung die Wärmeleitfähigkeit und der Wärmedurchgang der einzelnen Materialien zu bestimmen.

2 Versuchsbeschreibung

3 Vorbereitungsfragen

3.1 Erläutern sie die Begriffe Wärmedurchgangskoeffizient, Wärmeübergangswiderstand, Wärmeleitfähigkeit und Wärmestrahlung

- Wärmedurchgang ist der Wärmeübergang von einem Fluid durch eine Wand auf ein anderes Fluid und wird durch den Wärmedurchgangskoeffizienten beschrieben. Der Wärmedurchgangskoeffizient ist ein stoffspezifischer Wert und wird nach Gleichung 1 berechnet.

$$u = \frac{1}{R_{si} + \sum_{i=1}^N \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \quad (1)$$

- Der Wärmeübergangswiderstand R_s beschreibt die Wärmeübertragung zwischen einem Festkörper und einem Fluid. Er ist als der Kehrwert der Wärmeübergangskoeffizienten definiert.
- Die Wärmeleitfähigkeit λ ist die Stoffeigenschaft eines Materials einen Wärmestrom zu leiten. Sie trifft Aussage darüber wie sich Wärme in einem Stoff ausbreitet und ist auch stoffspezifisch.
- Wärmestrahlung ist eine Art der Wärmeübertragung durch elektromagnetische Wellen im infraroten Bereich.

3.2 Skizzieren sie den Temperaturverlauf und den Wärmestrom durch eine mehrschichtige Wand. Der Wärmestrom verläuft in Richtung des Temperaturgefälles.

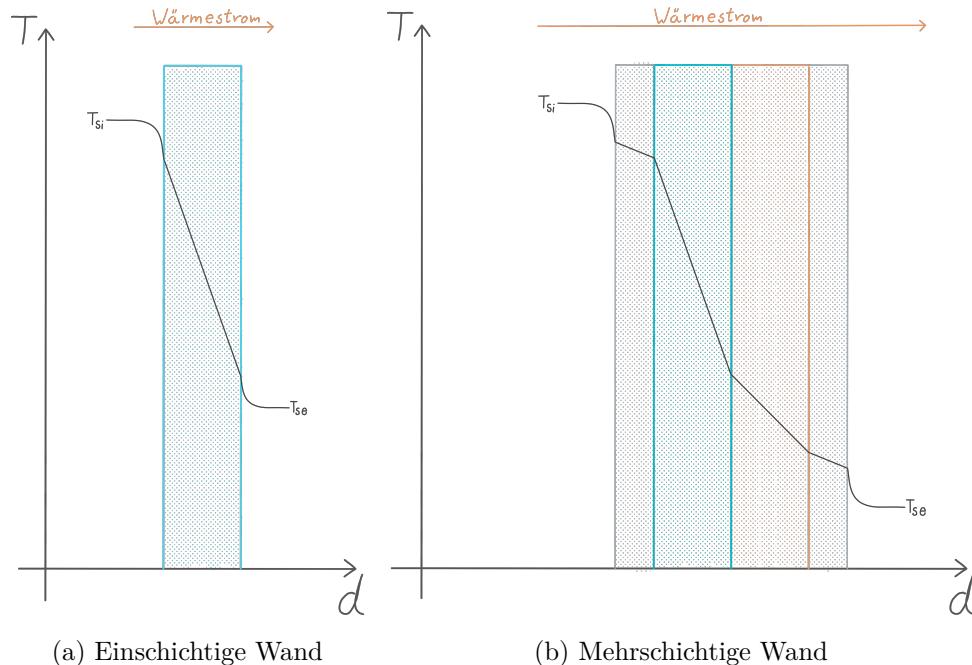


Abbildung 2: Skizzen der Temperaturverläufe und Wärmeströme verschiedener Wände

3.3 Was sagt der Wärmedurchgangskoeffizient aus?

Der Wärmedurchgangskoeffizient U ist eine Kennzahl, die den Wärmedurchgang durch einen Bauteil oder eine Bauteilschicht beschreibt. Er gibt

an, wie viel Wärme pro Zeiteinheit und pro Fläche durch das Bauteil hindurchgeht, wenn ein Temperaturunterschied zwischen den beiden Seiten des Bauteils herrscht. Der U-Wert wird in der Einheit $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ angegeben. Je niedriger der U-Wert ist, desto besser ist die Wärmedämmung des Bauteils. Ein niedriger U-Wert bedeutet, dass weniger Wärmeenergie verloren geht und das Bauteil effizienter dämmt. Der U-Wert berücksichtigt verschiedene Faktoren wie die Materialien, die Dicke der Bauteilschichten, eventuelle Luftspalten und Wärmebrücken. Er wird verwendet, um den Energieverbrauch von Gebäuden zu berechnen, die Effizienz von Wärmedämmmaßnahmen zu bewerten und den Wärmeschutz von Bauteilen zu beurteilen.

3.4 Wie sollte eine Wand beschaffen sein, damit Temperaturschwankungen auf der Außenseite sich innen möglichst wenig auswirken?

Die Physikalisch simpelste Lösung ist es die Wand massiver zu machen, wodurch die Trägheit des Systems erhöht wird. Bei einer hohen Trägheit verhält sich das System wie ein Tiefpassfilter, langsame Temperaturschwankungen sind auf der Innenseite jedoch immer noch merkbar. Die bessere Lösung ist es, die Wandkomposition zu verändern und eine bessere Dämmung einzubauen. Das kann durch mehrschichten und/oder interne Luftsichten erzielt werden. Dies hat den Effekt, dass die Innentemperaturen besser gehalten werden und leichter geregelt werden können.

3.5 Berechnen sie den Gesamtwärmedurchgangswiderstand für die gegebenen mehrschichtigen Wände (Messreihe 2 Wandaufbau 1 und 2) mit Tabellenwerten aus der einschlägigen Literatur

3.6 Überlegen Sie, warum es zu Unterschieden zwischen Ihren nach Norm und nach Messungen berechneten U-Werten kommen kann.

4 Versuchsdurchführung

5 Auswertung

5.1 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeiten und des Wärmedurchgangskoeffizienten für Polystyrol(1,84 cm), Holz (1,22 cm, 2,24 cm) und Glas(0,5 cm)

Zunächst wird die Formel für die Wärmestromdichte benötigt. Diese lautet wie folgt:

$$\dot{q} = \frac{Q}{A} = h_i \cdot (T_{Li} - T_{Wi}) \quad (2)$$

Der Wärmeübergangskoeffizient h_i kann mithilfe des Wärmeübergangswiderstand R_{si} aus DIN4108-4 ($R_{si} = 0,13m^2$) bestimmt werden.

$$h_i = \frac{1}{R_{si}} = \frac{1}{0,13m^2 \cdot K \cdot W^{-1}} \quad (3)$$

Unter der Annahme, dass die Wärmestromdichte von innen nach außen konstant ist, ist der innere Wärmestrom gleich dem gesamten Wärmestrom. Dank diesem Umstand lässt sich der U-Wert mithilfe von 3 gemessenen Temperaturen berechnen.

$$\frac{T_{Li} - T_{Wi}}{R_{si}} = U \cdot T_{Li} - T_{La} \quad (4)$$

nach U umgestellt ergibt sich:

$$U = \frac{T_{Li} - T_{Wi}}{R_{si} \cdot (T_{Li} - T_{La})} \quad (5)$$

Der Wärmeübergangskoeffizient für außen h_e lässt sich mithilfe des spezifischen Wärmestroms bestimmen. Dabei ist $R_{se} = 0,04 \frac{m^2 \cdot K}{W}$ (siehe DIN4108-4)

$$h_e = \frac{q}{T_{Wa} - T_{La}} \quad \text{mit} \quad R_{se} = \frac{1}{h_e} \quad (6)$$

Anschließend lässt sich die Wärmeleitfähigkeit wie folgt berechnen:

$$\lambda = \frac{\dot{q} \cdot d}{(T_{Wi} - T_{Wa})} \quad (7)$$

In Tabelle sind dabei die berechneten Werte dargestellt.

Tabelle 1: Berechnete Werte Für die Wärmestromdichte \dot{q} , den Wärmedurchgangskoeffizienten U und die Wärmeleitfähigkeit λ

Wärmestromdichte \dot{q} in W/m^2	Wärmedurchgangskoeffizient (U) in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Wärmeleitfähigkeit (λ) in $\text{W}/(\text{K} \cdot \text{m})$
Polystyrol 1,84 cm	45,52	1,35
Holz 1,22 cm	114,48	3,40
Holz 2,24 cm	103,14	3,06
Glas 0,5 cm	122,31	3,63

5.2 Berechnen Sie Wärmedurchlasswiderstand R für den zweiten Wandaufbau der 2. Messreihe

Der Wärmewiderstand lässt sich mit folgender Formel berechnen:

$$R = \frac{(T_{\text{Innen}} - T_{\text{Außen}}) \cdot d}{\dot{q}} \quad (8)$$

In Tabelle ist dabei der Wärmewiderstand der verschiedenen Schichten zu sehen.

Noch zu tun Fehler abschätzen. Und Fotos einfügen, sowie

6 Quellen

Literatur

7 Anhang