

Benutzerhandbuch Berechnungen der Bauphysik

SOFTWARE ENGINEERING BELEG 19/20

Projektleiter	Denis Klassowski
Entwickler	Yewgenij Baburkin Max Ullmann
Architekt	Christian Lehmann
Tester	Christian Grieß
Technical writer	Michael Däbler
Deployment	Felix Fritzsche
Analyst	Michael Däbler Lukas Grombole

PRODUKTHINWEIS

In diesem Handbuch werden die Funktionen beschrieben, die das Programm ermöglicht und unterstützt.

BESTIMMUNGSGEMÄSSER GEBRAUCH

Dieses Produkt dient als Berechnungshilfsmittel für bauphysikalische Berechnungen auf dem Computer für den Heim- und Bürogebrauch. Mit unserer Software Bauphysik können Sie Wärmewiderstände und den U-Wert mehrschichtiger Bauteile sowie den Temperaturverlauf im stationären Zustand bequem und flexibel berechnen. Das Programm wurde im Rahmen des Studiums entwickelt und ist ausschließlich für studentische Zwecke vorgesehen.

INHALTSVERZEICHNIS

1 PHYSIKALISCHE GRÖSSEN.....	1
2 ERSTE SCHRITTE	3
3 WEITERE BEISPIELE.....	7
4 REGISTERKARTENBESCHREIBUNG.....	11
5 ZUSÄTZLICHE FUNKTIONALITÄTEN.....	12
6 FEHLERMELDUNGEN.....	13
7 TECHNISCHER SUPPORT.....	13

PHYSIKALISCHE GRÖSSEN

Abkürzung	Bedeutung	Einheit	Erläuterung
d_i	Dicke des Materials	mm, cm, m	Beschreibung der Dicke der jeweiligen Wandschicht
n	Schichtanzahl	1	Anzahl der in Reihe geschalteten Wandschichten
R_{ges}	Summe aller Wärmedurchlasswiderstände	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$	Zwischenwert, Summe aus R_1, R_2, \dots, R_n
R_i	Wärmedurchlasswiderstand des Materials i	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$	Widerstand, den eine Materialschicht dem Wärmestrom entgegengesetzt, Quotient aus Materialdicke und Wärmeleitfähigkeit
R_{se}	Wärmeübergangswiderstand außen	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$	Wärmeübergangswiderstand des Materials an der äußeren Oberfläche
R_{si}	Wärmeübergangswiderstand innen	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$	Wärmeübergangswiderstand des Materials an der inneren Oberfläche
R_T	Wärmedurchgangswiderstand	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$	Widerstand, welcher dem Wärmestrom vom gesamten Bauteil inklusive der Oberflächen entgegengesetzt wird, Summe aus R_{si}, R_{se} und R_{ges}

Abkürzung	Bedeutung	Einheit	Erläuterung
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	Maß für die Wärmedurchlässigkeit eines Bauteils, Kehrwert von R_T
λ_i	Wärmeleitfähigkeit des Materials i	$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	Stoffeigenschaft, welche den Wärmestrom durch ein Material bestimmt
ϑ_e	Außentemperatur	$^{\circ}\text{C}$	Temperatur der Außenluft
ϑ_i	Innentemperatur	$^{\circ}\text{C}$	Temperatur im Luftraum an der Wandinnenseite

ERSTE SCHRITTE


Befolgen Sie bei der ersten Verwendung Ihres Programmes diese Anweisungen:



HINWEIS: Grundlegende Bedienungsanweisungen finden Sie in der gedruckten Quick Start Anleitung, die bei der Übergabe des Programmes enthalten ist.

Ausführen des Programmes

Es ist keine Installation notwendig. Sie können die .exe Datei direkt von Ihrem Computer starten.

1. Klicken Sie auf die **.exe** Datei und führen Sie diese aus. 
- 1.1 Falls eine Windowsmeldung auftritt, klicken Sie bitte auf ‚weitere Information‘
- 1.2 Anschließend bestätigen Sie die Ausführung mittels ‚Trotzdem ausführen‘
- 1.3 Diese Meldung kann aufgrund eines Virenschutzes/ Defender entstehen.
- 1.4 Für die künftige Verwendung wird diese Meldung nicht mehr auftreten.

Berechnungen ausführen

2. Nun können Sie schon Ihre ersten Berechnungen durchführen, dafür wählen Sie die gewünschte Berechnung aus.
3. Es wird ein Tab geöffnet in welchem Sie nun arbeiten können.
Tragen Sie zunächst Ihre Werte ein. Beachten Sie hierbei, dass Ihre Eingaben keine Fehler enthalten.
4. Ihre Daten werden live berechnet, sie müssen keine Berechnung bestätigen.
5. Falls Ihre Eingabe keine Fehler enthält, [mögliche Fehlerquellen/ Fehlermeldungen finden Sie im Abschnitt: Fehlermeldungen] wird die Berechnung durchgeführt und die Ergebnisse angezeigt.

Weitere Berechnungen

6. Falls Sie eine weitere Berechnung starten möchten, können Sie Ihre aktuelle Berechnung überschreiben, falls Sie das nicht wünschen, drücken Sie im oberen Bereich auf „+“, es wird ein neuer Tab geöffnet, wählen Sie bitte wieder Ihre gewünschte Berechnung aus und wiederholen Sie die Schritte 3-5.

Änderung der Berechnungsart

7. Falls Sie Ihre aktuelle Berechnung ändern wollen (z. B. U/ Temperatur) gehen Sie bitte im oberen Bereich auf Modus. Ihre bereits eingegebenen Daten bleiben bei diesem Vorgang erhalten.

Hinzufügen von Schichten

8. Zusätzlich können Sie nach Belieben Schichten hinzufügen/ löschen, dafür gehen Sie im unteren rechten Bereich auf „+“/“-“, um Schichten zu ändern. Beim Löschen einer mittleren Schicht schiebt sich die direkt darunterliegende Schicht nach oben.

Speichern von Daten

9. Zum Speichern der Berechnung gehen Sie im linken oberen Bereich auf „Datei“ -> „Speichern/ Speichern unter“ und wählen Sie dann Ihren gewünschten Speicherort.

Drucken von Daten

10. Zum Drucken einer Datei, gehen Sie im linken oberen Bereich auf „Datei“ -> „Drucken“

BEISPIELBERECHNUNG

R-Berechnung

Für das Beispiel verwenden wir folgende Daten:

Eingangsdaten

$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

	Dicke	Wärmeleitfähigkeit
Schicht 1	0,175 m	0,36 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹
Schicht 2	0,150 m	0,03 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹
Schicht 3	0,115 m	1,20 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹

1. Führen Sie die .exe aus
2. Wählen Sie „**Neue R-Berechnung**“ aus
Sie sollten einen neuen Tab erhalten, wo Sie Ihre Berechnungen durchführen können. Das Fenster sollte wie folgt aussehen:
3. Geben Sie im oberen Fenster die Werte von **R_{se}** und **R_{si}** ein

R

R_{se} : 0,1300 m²KW⁻¹

R_{si} : 0,0400 m²KW⁻¹

R_{ges} : 0,0000 m²KW⁻¹

U: 0,0000 Wm⁻²K⁻¹

Bauphysik

Datei Sprache Modus

Neuer Tab +

R

R_{si} : 0,13000 m²KW⁻¹

R_{se} : 0,04000 m²KW⁻¹

R_{ges} : 0,00000 m²KW⁻¹


R_T : 0,17000 m²KW⁻¹


U: 5,88235 Wm⁻²K⁻¹

Schicht 1

Dicke: 0,000 m λ: 0,010 Wm⁻¹K⁻¹ R_1 : 0,00000 m²KW⁻¹ ☐ R gegeben

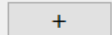
4. Geben Sie nun die Werte Ihrer ersten Schicht ein .



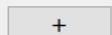
Schicht 1 

Dicke: λ : $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ R_1 : m^2KW^{-1} ☐ R gegeben

5. Um weitere Schichten hinzuzufügen drücken Sie bitte auf das „+“

Schicht 1 

Dicke: λ : $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ R_1 : m^2KW^{-1} ☐ R gegeben

Schicht 2 

Dicke: λ : $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ R_2 : m^2KW^{-1} ☐ R gegeben

Schicht 3 


Dicke: λ : $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ R_3 : m^2KW^{-1} ☐ R gegeben

6. Wenn Sie mit Ihrer Eingabe fertig sind, sollten folgende Ausgabe erhalten:


R	R_{si} :	<input type="text" value="0,13000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{se} :	<input type="text" value="0,04000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{ges} :	<input type="text" value="5,58194"/>	m^2KW^{-1}
	R_T :	<input type="text" value="5,75194"/>	m^2KW^{-1}
	U:	<input type="text" value="0,17385"/>	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

7. Falls Sie Ihre Berechnung um einen Temperaturverlauf erweitern wollen, gehen Sie bitte auf „Modus“ -> „Temperaturkurve berechnen“

Bauphysik

Datei	Sprache	Modus
Neuer Tab 		U berechnen
		Temperaturkurve berechnen

R R_{si} m^2KW^{-1}



Temperatur-Berechnung

8. Nun können Sie eine Außen und Innentemperatur eintragen

Verwenden wir hierfür diese Beispielwerte:

Außentemperatur: -4,0 °C / Innentemperatur: 19 °C

R	R_{si} :	<input type="text" value="0,13000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{se} :	<input type="text" value="0,04000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{ges} :	<input type="text" value="5,58194"/>	m^2KW^{-1}
	R_T :	<input type="text" value="5,75194"/>	m^2KW^{-1}
	U:	<input type="text" value="0,17385"/>	$Wm^{-2}K^{-1}$
Temp	innen:	<input type="text" value="19,00"/>	°C
	außen:	<input type="text" value="-4,00"/>	°C

9. Sie sollten folgende Ausgabe erhalten:

18,48 °C			
Schicht 1			
<div><div><div>+</div><div>-</div></div></div>			
Dicke:	<input type="text" value="0,175"/> m	λ : <input type="text" value="0,360"/> $Wm^{-1}K^{-1}$	R_1 : <input type="text" value="0,48611"/> m^2KW^{-1} <input type="checkbox"/> R gegeben
16,54 °C			
Schicht 2			
<div><div><div>+</div><div>-</div></div></div>			
Dicke:	<input type="text" value="0,150"/> m	λ : <input type="text" value="0,030"/> $Wm^{-1}K^{-1}$	R_2 : <input type="text" value="5,00000"/> m^2KW^{-1} <input type="checkbox"/> R gegeben
-3,46 °C			
Schicht 3			
<div><div><div>+</div><div>-</div></div></div>			
Dicke:	<input type="text" value="0,115"/> m	λ : <input type="text" value="1,200"/> $Wm^{-1}K^{-1}$	R_3 : <input type="text" value="0,09583"/> m^2KW^{-1} <input type="checkbox"/> R gegeben
-3,84 °C			

WEITERE BEISPIELE

R-Berechnung

Für das Beispiel verwenden wir folgende Daten: Eingangsdaten

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

	Dicke	Wärmeleitfähigkeit
Schicht 1	1,0 cm	0,51 W·m-1·K-1
Schicht 2	6,0 cm	0,04 W·m-1·K-1
Schicht 3	24,0 cm	0,79 W·m-1·K-1
Schicht 4	8,0 cm	0,04 W·m-1·K-1
Schicht 5	1,5 cm	0,70 W·m-1·K-1

1. Führen Sie die .exe aus

2. Wählen Sie „**Neue R-Berechnung**“ aus

HINWEIS: Falls Sie das Programm bereits geöffnet haben, können Sie auch im oberen Bereich einen neuen Tab öffnen, drücken Sie dazu auf das „+“

3. Geben Sie im oberen Fenster die Werte von R_{se} und R_{si} ein.

R	R_{si} :	<input type="text" value="0,13000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{se} :	<input type="text" value="0,04000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{ges} :	<input type="text" value="0,00000"/>	m^2KW^{-1}
	R_T :	<input type="text" value="0,17000"/>	m^2KW^{-1}
	U:	<input type="text" value="5,88235"/>	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

4. Geben Sie nun die Werte Ihrer Schichten ein.

HINWEIS: Achten Sie bitte auf die Einheit!

Als Standartwert ist Meter (m) gewählt.

Schicht 1			<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>					
Dicke:	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="cm"/>	λ :	<input type="text" value="0,510"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	R_1 :	<input type="text" value="0,01961"/>	m^2KW^{-1}	<input type="checkbox"/> R gegeben
Schicht 2			<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>					
Dicke:	<input type="text" value="6,00"/>	<input type="text" value="cm"/>	λ :	<input type="text" value="0,040"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	R_2 :	<input type="text" value="1,50000"/>	m^2KW^{-1}	<input type="checkbox"/> R gegeben
Schicht 3			<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>					
Dicke:	<input type="text" value="24,00"/>	<input type="text" value="cm"/>	λ :	<input type="text" value="0,790"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	R_3 :	<input type="text" value="0,30380"/>	m^2KW^{-1}	<input type="checkbox"/> R gegeben
Schicht 4			<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>					
Dicke:	<input type="text" value="8,00"/>	<input type="text" value="cm"/>	λ :	<input type="text" value="0,040"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	R_4 :	<input type="text" value="2,00000"/>	m^2KW^{-1}	<input type="checkbox"/> R gegeben
Schicht 5			<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>					
Dicke:	<input type="text" value="1,50"/>	<input type="text" value="cm"/>	λ :	<input type="text" value="0,700"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	R_5 :	<input type="text" value="0,02143"/>	m^2KW^{-1}	<input type="checkbox"/> R gegeben

5. Sie sollten folgende Ausgabe erhalten:

R	R_{si} :	<input type="text" value="0,13000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{se} :	<input type="text" value="0,04000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{ges} :	<input type="text" value="3,84484"/>	m^2KW^{-1}
	R_T :	<input type="text" value="4,01484"/>	m^2KW^{-1}
	U:	<input type="text" value="0,24908"/>	$Wm^{-2}K^{-1}$

WEITERE BEISPIELE

Temperatur-Berechnung

Für das folgende Beispiel verwenden wir folgende Daten:

$R_{si} = 0,13$

$R_{se} = 0,04$

Innentemperatur: 21 °C

Außentemperatur: 4 °C

	Dicke	Wärmeleitfähigkeit
Schicht 1	2,0 cm	0,350 W·m-1·K-1
Schicht 2	24,0 cm	0,560 W·m-1·K-1
Schicht 3	5,0 cm	0,045 W·m-1·K-1
Schicht 4	1,0 cm	0,700 W·m-1·K-1

1. Führen Sie die .exe aus

2. Wählen Sie „**Neue Temperaturkurvenberechnung**“ aus

HINWEIS: Falls Sie das Programm bereits geöffnet haben, können Sie auch im oberen Bereich einen neuen Tab öffnen, drücken Sie dazu auf das „+“

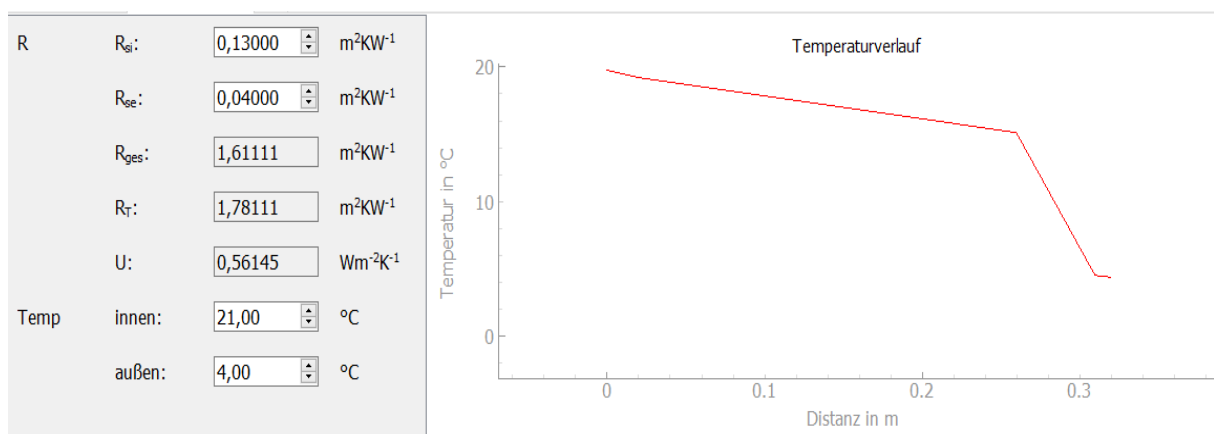
3. Geben Sie im oberen Fenster die Werte von R_{se} , R_{si} , die Außen- und die Innentemperatur ein.

R	R_{si} :	<input type="text" value="0,13000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{se} :	<input type="text" value="0,04000"/>	m^2KW^{-1}
	R_{ges} :	<input type="text" value="0,00000"/>	m^2KW^{-1}
	R_T :	<input type="text" value="0,17000"/>	m^2KW^{-1}
	U:	<input type="text" value="5,88235"/>	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$
Temp	innen:	<input type="text" value="21,00"/>	$^{\circ}\text{C}$
	außen:	<input type="text" value="4,00"/>	$^{\circ}\text{C}$

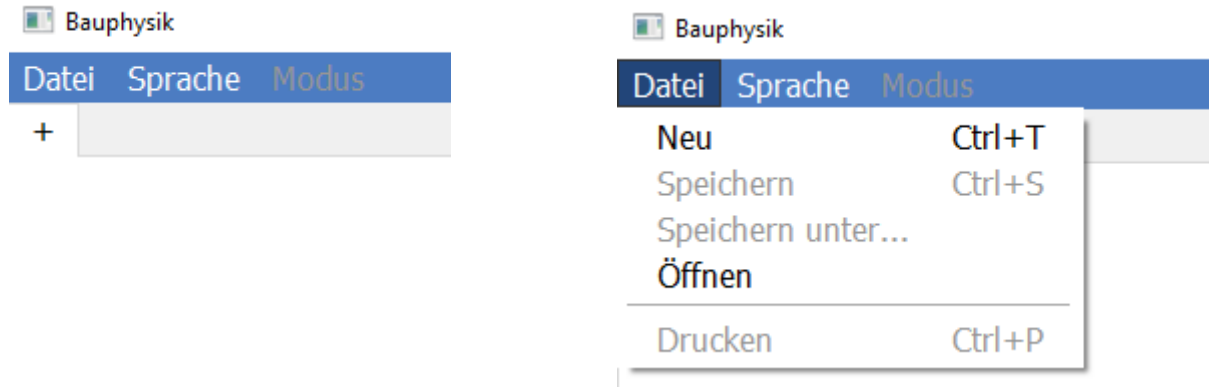
4. Geben Sie nun die Werte Ihrer Schichten ein.

19,76 °C			
Schicht 1			
Dicke:	<input type="text" value="2,00"/> cm	λ :	<input type="text" value="0,350"/> Wm ⁻¹ K ⁻¹
		R_1 :	<input type="text" value="0,05714"/> m ² KW ⁻¹ <input type="checkbox"/> R gegeben
19,21 °C			
Schicht 2			
Dicke:	<input type="text" value="24,00"/> cm	λ :	<input type="text" value="0,560"/> Wm ⁻¹ K ⁻¹
		R_2 :	<input type="text" value="0,42857"/> m ² KW ⁻¹ <input type="checkbox"/> R gegeben
15,12 °C			
Schicht 3			
Dicke:	<input type="text" value="5,00"/> cm	λ :	<input type="text" value="0,045"/> Wm ⁻¹ K ⁻¹
		R_3 :	<input type="text" value="1,11111"/> m ² KW ⁻¹ <input type="checkbox"/> R gegeben
4,52 °C			
Schicht 4			
Dicke:	<input type="text" value="1,00"/> cm	λ :	<input type="text" value="0,700"/> Wm ⁻¹ K ⁻¹
		R_4 :	<input type="text" value="0,01429"/> m ² KW ⁻¹ <input type="checkbox"/> R gegeben
4,38 °C			

5. Sie sollten folgende Ausgabe erhalten:



REGISTERKARTENBESCHREIBUNG



1 Registerkarte „Datei“

Klicken Sie auf die Registerkarte „Datei“. Dort stehen Ihnen zahlreiche Befehle (wie „Drucken“, „Speichern“ und „Laden“) zur Verfügung.

2 Sprache

Sie können im oberen Bereich die Sprache ändern. Aktuell sind die Sprachen Deutsch und Englisch möglich.

3 Modus

Klicken Sie in die Registerkarte „Modus“, wenn Sie in einer aktuellen Berechnung eine Änderung vornehmen wollen. Dort können Sie zwischen einer U- und einer Temperaturberechnung wählen.

1 Registerkarte

„Datei“:
Klicken Sie auf die Registerkarte „Datei“ um diverse Funktionen aufzurufen

2 Registerkarte

„Neu“:
Auf der Registerkarte „Neu“ können Sie eine neue Berechnung erstellen

3 Registerkarte

„Speichern“:
Auf der Registerkarte „Speichern/ Speichern unter“ können Sie Ihre Berechnung speichern.

4 Registerkarte „Laden“:

Zeigt eine Liste der zuletzt gespeicherten Berechnungen an. Sie können gespeicherte Berechnungen aufrufen.

5 Registerkarte „Drucken“:


Klicken Sie auf die Registerkarte „Drucken“ um zu einer benutzerfreundlichen Ansicht zu wechseln, in der die Druckvorschau können Sie gewünschten Berechnungen auswählen. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Drucken“ wenn Sie bereit zum Drucken sind.

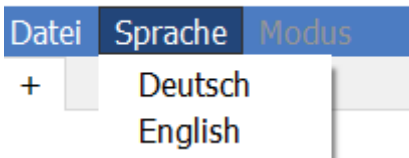
ZUSÄTZLICHE FUNKTIONALITÄTEN

Spracheinstellung [wird noch implementiert]

Sie können im oberen Bereich die Sprache ändern.

Aktuell sind die Sprachen Deutsch und Englisch möglich.

 Bauphysik



Druckeinstellungen

Druckervorschau

Bezeichnung der Konstruktion: Berechnung_1

Material- und Konstruktionsdaten:

Nr. der Schicht	Bezeichnung	Dicke in M	Wärmeleitfähigkeit in $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	Wärmedurchlasswiderstand in m^2KW^{-1}
1	0	0.02	0,35	-0,55
2	0	0.24	0,56	-4,09
3	0	0.05	0,04	-10,61
4	0	0.01	0,70	-0,14

Innenlufttemperatur: $T_i = 21.0 \text{ }^\circ\text{C}$

Außentemperatur: $T_e = 4.0 \text{ }^\circ\text{C}$

Wärm eübergangswiderstand auf der Innenseite: $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$

Wärm eübergangswiderstand auf der Außenseite: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$

Wärm edurchlasswiderstand : $R_{ges} = 1,61 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$

Wärm edurchgangswiderstand : $R_T = 1,78 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$

Wärm edurchgangskoeffizient : $U = 0,56 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

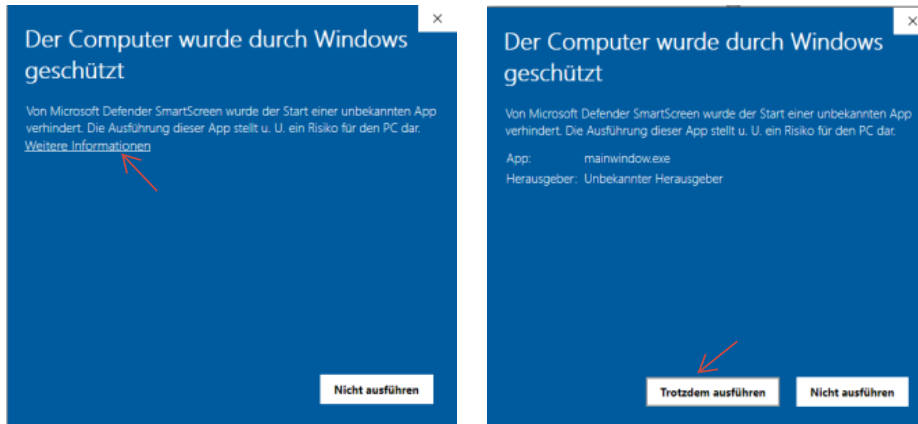
Temperaturen an den Grenzflächen:

k/I	Grenzfläche	$T_{k/I}$ in $^\circ\text{C}$
i/1	...	19,76
1/2	...	19,21
2/3	...	15,12
3/4	...	4,52

FEHLERMELDUNG

Windowsmeldung

Mögliche Windowsmeldung beim erstmaligen Programmstart



Fehlerhafte Eingabe

Das Programm deckt viele ungültige Werte und Fehleingaben ab, z. B. Sonderzeichen, Buchstaben, negative Werte bei der Dicke.

Falls doch eine Fehleingabe zustande kommt, wird eine Fehlermeldung ausgegeben, die den Nutzer auf einen Eingabefehler hinweist.

Programmabsturz

Das Programm läuft im Normalfall stabil, falls es zu einem Programmabsturz kommt, ist es möglich, dass die bereits getätigten Berechnungen gelöscht werden. Ein Absturz kann eventuell bei diesen Schritten erfolgen:

- zu schneller Wechsel der Berechnungsart
- zu viele Schichten
- zu viele Tabs

Durch die Verwendung zu vieler Tabs kann das Programm an Leistung / Geschwindigkeit verlieren.

TECHNISCHER SUPPORT

Bei Fragen zum Programm wenden Sie sich bitte an:
Denis Klassowski