

# Benutzerhandbuch Berechnungen der Bauphysik

# SOFTWARE ENGINEERING BELEG 19/20

<b>Projektleiter</b>	Denis Klassowski
<b>Entwickler</b>	Yewgenij Baburkin Max Ullmann
<b>Architekt</b>	Christian Lehmann
<b>Tester</b>	Christian Grieß
<b>Technical writer</b>	Michael Däbler
<b>Deployment</b>	Felix Fritzsche
<b>Analyst</b>	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, dm, 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 $R_T$
$\lambda_i$	Wärmeleitfähigkeit des Materials i	$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	Stoffeigenschaft, welche den Wärmestrom durch ein Material bestimmt
$\vartheta_e$	Außentemperatur	$^{\circ}\text{C}$	Temperatur der Außenluft
$\vartheta_i$	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. Sofern Sie mit Ihren Eingaben zufrieden sind, klicken Sie im mittleren Bereich auf „Berechnen“.
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 $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Schicht 2	0,150 m	0,03 $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Schicht 3	0,115 m	1,20 $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

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  $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$

$R_{si}$ : 0,0400  $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$

$R_{ges}$ : 0,0000  $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$

U: 0,0000  $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

Bauphysik

Datei Sprache Modus

Neuer Tab +

R

$R_{se}$ : 0,0000  $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$

$R_{si}$ : 0,0000  $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$

$R_{ges}$ : 0,0000  $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$

U: 0,0000  $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$


this is a placeholder

Berechnen (Dummy)

Schicht 1


Dicke: 0,000 m  $\lambda$ : 0,010  $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$   $R_i$ : 0,0000  $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$  ☐ R gegeben

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



Schicht 1

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



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

Schicht 1

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

Schicht 2

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

Schicht 3

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

6. Wenn Sie mit Ihrer Eingabe fertig sind, drücken Sie bitte auf „**Berechnen**“  
Sie sollten folgende Ausgabe erhalten:

R

$R_{se}$ :   $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$

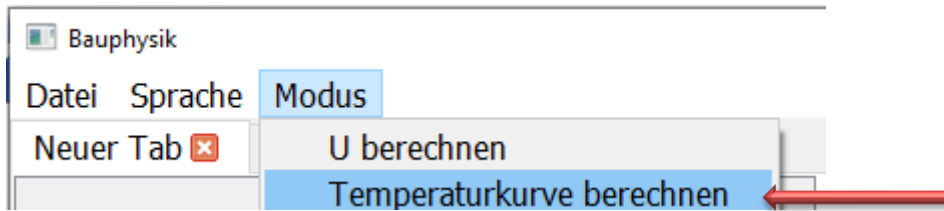
$R_{si}$ :   $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$

$R_{ges}$ :   $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$

U:   $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$



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



### Temperatur-Berechnung

8. Nun können Sie eine Außen und Innentemperatur eintragen

Verwenden wir hierfür diese Beispielwerte:

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

R	$R_{se}$ :	0,1300	$m^2KW^{-1}$
	$R_{si}$ :	0,0400	$m^2KW^{-1}$
	$R_{ges}$ :	5,5819	$m^2KW^{-1}$
	U:	0,1739	$Wm^{-2}K^{-1}$
Temp	außen:	-4,00	°C
	innen:	19,00	°C

9. Drücken Sie im Anschluss erneut auf „**Berechnen**“

Sie sollten folgende Ausgabe erhalten:

-3.48 °C			
0,175	m	$\lambda$ :	0,360 $Wm^{-1}K^{-1}$
$R_1$ :	0,4861	$m^2KW^{-1}$	<input type="checkbox"/> R gegeben
-1.54 °C			
0,150	m	$\lambda$ :	0,030 $Wm^{-1}K^{-1}$
$R_2$ :	5,0000	$m^2KW^{-1}$	<input type="checkbox"/> R gegeben
18.46 °C			
0,115	m	$\lambda$ :	1,200 $Wm^{-1}K^{-1}$
$R_3$ :	0,0958	$m^2KW^{-1}$	<input type="checkbox"/> R gegeben
18.84 °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	$R_{se}$ :	<input type="text" value="0,1300"/>	$\text{m}^2\text{KW}^{-1}$
	$R_{si}$ :	<input type="text" value="0,0400"/>	$\text{m}^2\text{KW}^{-1}$
	$R_{ges}$ :	<input type="text" value="0,0000"/>	$\text{m}^2\text{KW}^{-1}$
	U:	<input type="text" value="0,0000"/>	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

4. Geben Sie nun die Werte Ihrer Schichten ein.

**HINWEIS:** Achten Sie bitte auf die Einheit!

Als Standardwert ist Meter (m) gewählt.

Schicht 1					<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>			
Dicke:	<input type="text" value="1,000"/>	<input type="text" value="cm"/>	$\lambda$ :	<input type="text" value="0,510"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	$R_i$ :	<input type="text" value="0,0196"/>	$\text{m}^2\text{KW}^{-1}$	<input type="checkbox"/> R gegeben
Schicht 2					<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>			
Dicke:	<input type="text" value="6,000"/>	<input type="text" value="cm"/>	$\lambda$ :	<input type="text" value="0,040"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	$R_i$ :	<input type="text" value="1,5000"/>	$\text{m}^2\text{KW}^{-1}$	<input type="checkbox"/> R gegeben
Schicht 3					<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>			
Dicke:	<input type="text" value="24,000"/>	<input type="text" value="cm"/>	$\lambda$ :	<input type="text" value="0,790"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	$R_i$ :	<input type="text" value="0,3038"/>	$\text{m}^2\text{KW}^{-1}$	<input type="checkbox"/> R gegeben
Schicht 4					<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>			
Dicke:	<input type="text" value="8,000"/>	<input type="text" value="cm"/>	$\lambda$ :	<input type="text" value="0,040"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	$R_i$ :	<input type="text" value="2,0000"/>	$\text{m}^2\text{KW}^{-1}$	<input type="checkbox"/> R gegeben
Schicht 5					<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>			
Dicke:	<input type="text" value="1,500"/>	<input type="text" value="cm"/>	$\lambda$ :	<input type="text" value="0,700"/>	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	$R_i$ :	<input type="text" value="0,0214"/>	$\text{m}^2\text{KW}^{-1}$	<input type="checkbox"/> R gegeben

5. Drücken Sie nun auf „**Berechnen**“  
Sie sollten folgende Ausgabe erhalten:

R	$R_{se}$ :	<input type="text" value="0,1300"/>	$m^2KW^{-1}$
	$R_{si}$ :	<input type="text" value="0,0400"/>	$m^2KW^{-1}$
	$R_{ges}$ :	<input type="text" value="3,8448"/>	$m^2KW^{-1}$
	U:	<input type="text" value="0,2491"/>	$Wm^{-2}K^{-1}$

## WEITERE BEISPIELE [Mit Bilderanleitung]

### 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 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
Schicht 2	24,0 cm	0,560 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
Schicht 3	5,0 cm	0,045 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
Schicht 4	1,0 cm	0,700 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

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	$R_{se}$ :	<input type="text" value="0,1300"/>	$m^2KW^{-1}$
	$R_{si}$ :	<input type="text" value="0,0400"/>	$m^2KW^{-1}$
	$R_{ges}$ :	<input type="text" value="0,0000"/>	$m^2KW^{-1}$
	U:	<input type="text" value="0,0000"/>	$Wm^{-2}K^{-1}$
Temp	außen:	<input type="text" value="4,00"/>	°C
	innen:	<input type="text" value="21,00"/>	°C

#### 4. Geben Sie nun die Werte Ihrer Schichten ein.

°C					
Schicht 1					
Dicke:	2,000	cm	λ:	0,350	Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
				R <sub>1</sub> :	0,0571 m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
					<input type="checkbox"/> R gegeben
°C					
Schicht 2					
Dicke:	24,000	cm	λ:	0,560	Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
				R <sub>2</sub> :	0,4286 m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
					<input type="checkbox"/> R gegeben
°C					
Schicht 3					
Dicke:	5,000	cm	λ:	0,045	Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
				R <sub>3</sub> :	1,1111 m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
					<input type="checkbox"/> R gegeben
°C					
Schicht 4					
Dicke:	1,000	cm	λ:	0,700	Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
				R <sub>4</sub> :	0,0143 m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
					<input type="checkbox"/> R gegeben
°C					

#### 5. Drücken Sie nun auf „Berechnen“

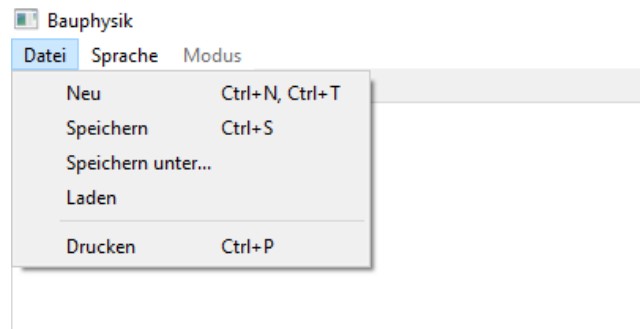
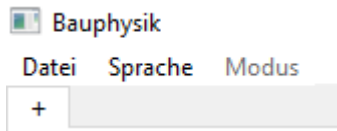
Sie sollten folgende Ausgabe erhalten:

R	R <sub>se</sub> :	0,1300	m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
	R <sub>si</sub> :	0,0400	m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
	R <sub>ges</sub> :	1,6111	m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
	U:	0,5614	Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
Temp	außen:	4,00	°C
	innen:	21,00	°C

5.24 °C					
Schicht 1					
Dicke:	2,000	cm	λ:	0,350	Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
				R <sub>1</sub> :	0,0571 m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
					<input type="checkbox"/> R gegeben
5.79 °C					
Schicht 2					
Dicke:	24,000	cm	λ:	0,560	Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
				R <sub>2</sub> :	0,4286 m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
					<input type="checkbox"/> R gegeben
9.88 °C					
Schicht 3					
Dicke:	5,000	cm	λ:	0,045	Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
				R <sub>3</sub> :	1,1111 m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
					<input type="checkbox"/> R gegeben
20.48 °C					
Schicht 4					
Dicke:	1,000	cm	λ:	0,700	Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
				R <sub>4</sub> :	0,0143 m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup>
					<input type="checkbox"/> R gegeben
20.62 °C					

# REGISTERKARTENBESCHREIBUNG

[Funktionalitäten werden noch implementiert]



<b>1 Registerkarte „Datei“</b> Klicken Sie auf die Registerkarte „Datei“. Dort stehen Ihnen zahlreiche Befehle (wie „Drucken“, „Speichern“ und „Laden“) zur Verfügung.
<b>2 Sprache</b> Sie können im oberen Bereich die Sprache ändern. Aktuell sind die Sprachen Deutsch und Englisch möglich.
<b>3 Modus</b> 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.

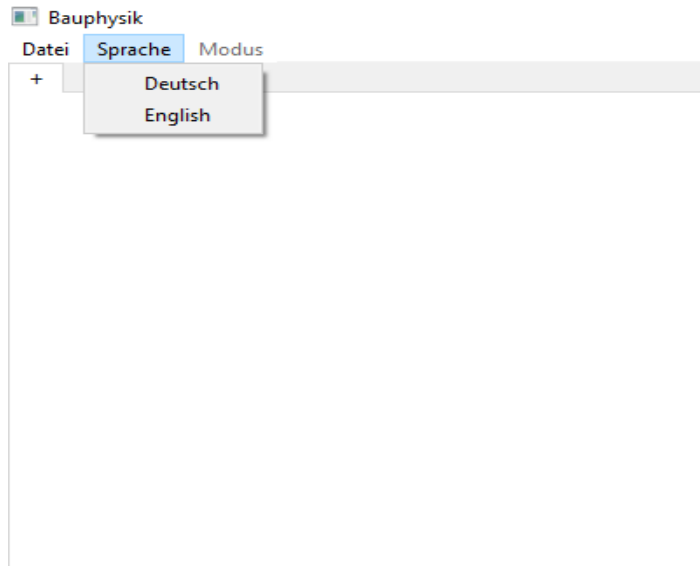
<b>1 Registerkarte „Datei“:</b> Klicken Sie auf die Registerkarte „Datei“ um diverse Funktionen aufzurufen	<b>4 Registerkarte „Laden“:</b> Zeigt eine Liste der zuletzt gespeicherten Berechnungen an. Sie können gespeicherte Berechnungen aufrufen.
<b>2 Registerkarte „Neu“:</b> Auf der Registerkarte „Neu“ finden Sie zahlreiche Optionen und Vorlagen zum Erstellen neuer Berechnungen	<b>5 Registerkarte „Drucken“:</b> 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.
<b>3 Registerkarte „Speichern“:</b> Auf der Registerkarte „Speichern/ Speichern unter“ stehen Ihnen eine Reihe von möglichen Speicheroptionen zur Verfügung	

# ZUSÄTZLICHE FUNKTIONALITÄTEN

Spracheinstellung [wird noch implementiert]

Sie können im oberen Bereich die Sprache ändern.

Aktuell sind die Sprachen Deutsch und Englisch möglich.



Druckeinstellungen [wird noch implementiert]

Druckervorschau

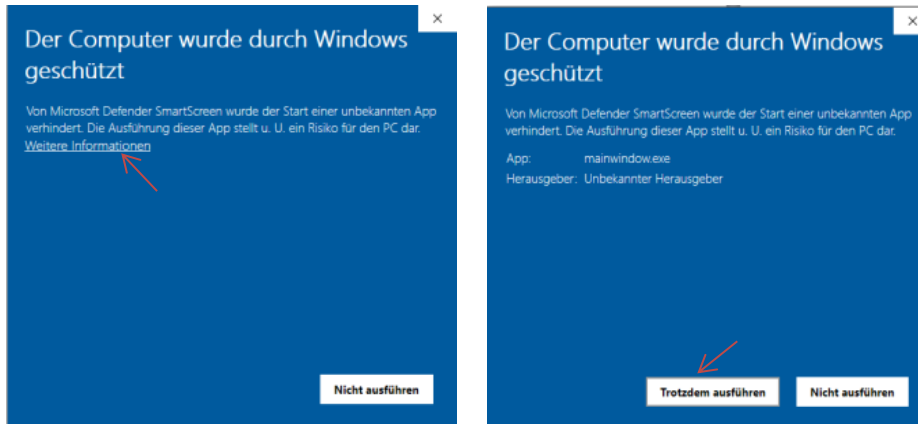
...



# 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.

## Sonstiges

-

# TECHNISCHER SUPPORT

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