

Studiengang Mechatronik

Modul 16:

# FEM – Finite Elemente Methode

- 7. Übung -

Prof. Dr. Enno Wagner

15. Dezember 2025

## **Untersuchung Wärmeleitproblem**

- Wärmeleitung in ebener Platte
- Kennenlernen der thermischen Randbedingungen
- Simulation Aufheizvorgang

## **Konstruktion einer Prozessorkühlung**

- Freie Übungsaufgabe

## Wärmeleitplatte

- Hauptmaße: 40 x 100 mm
- symmetrisch aufgebaut
- Dicke der Platte: 10 mm

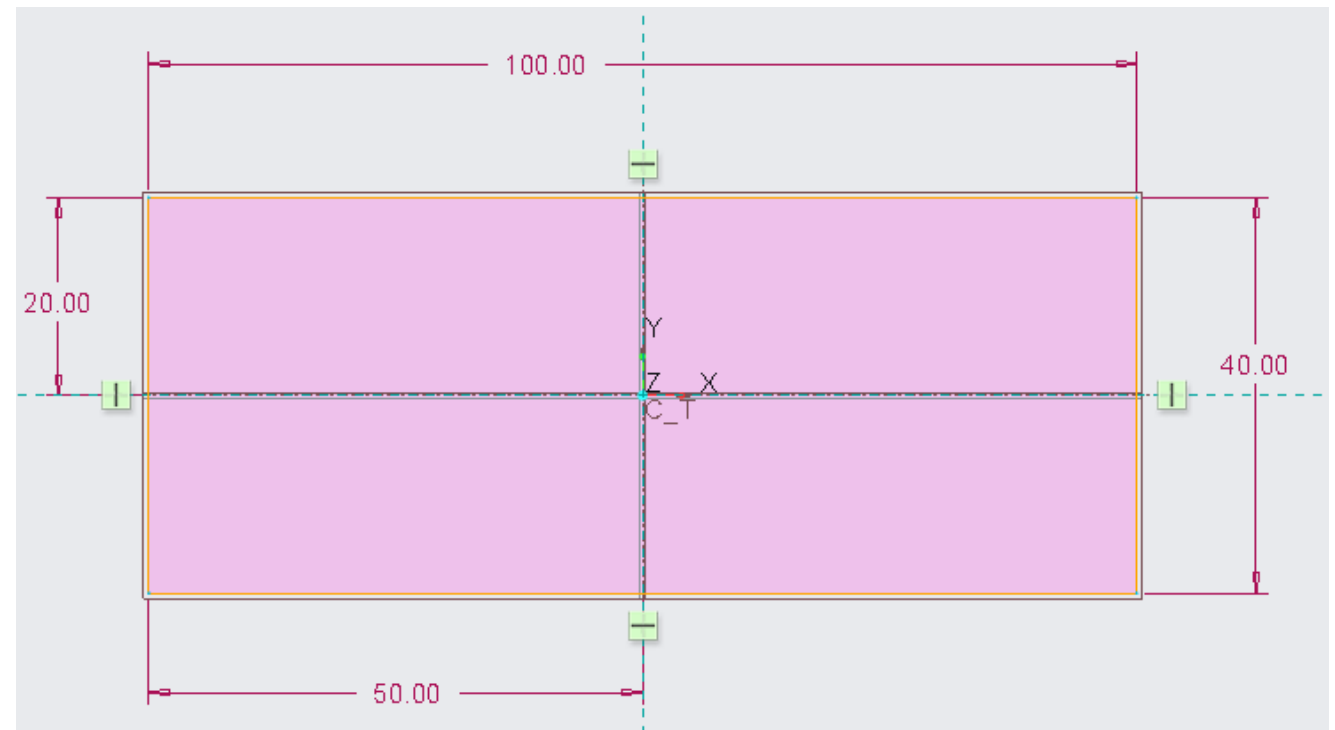
### Materialangaben:

Werkstoff: Aluminium

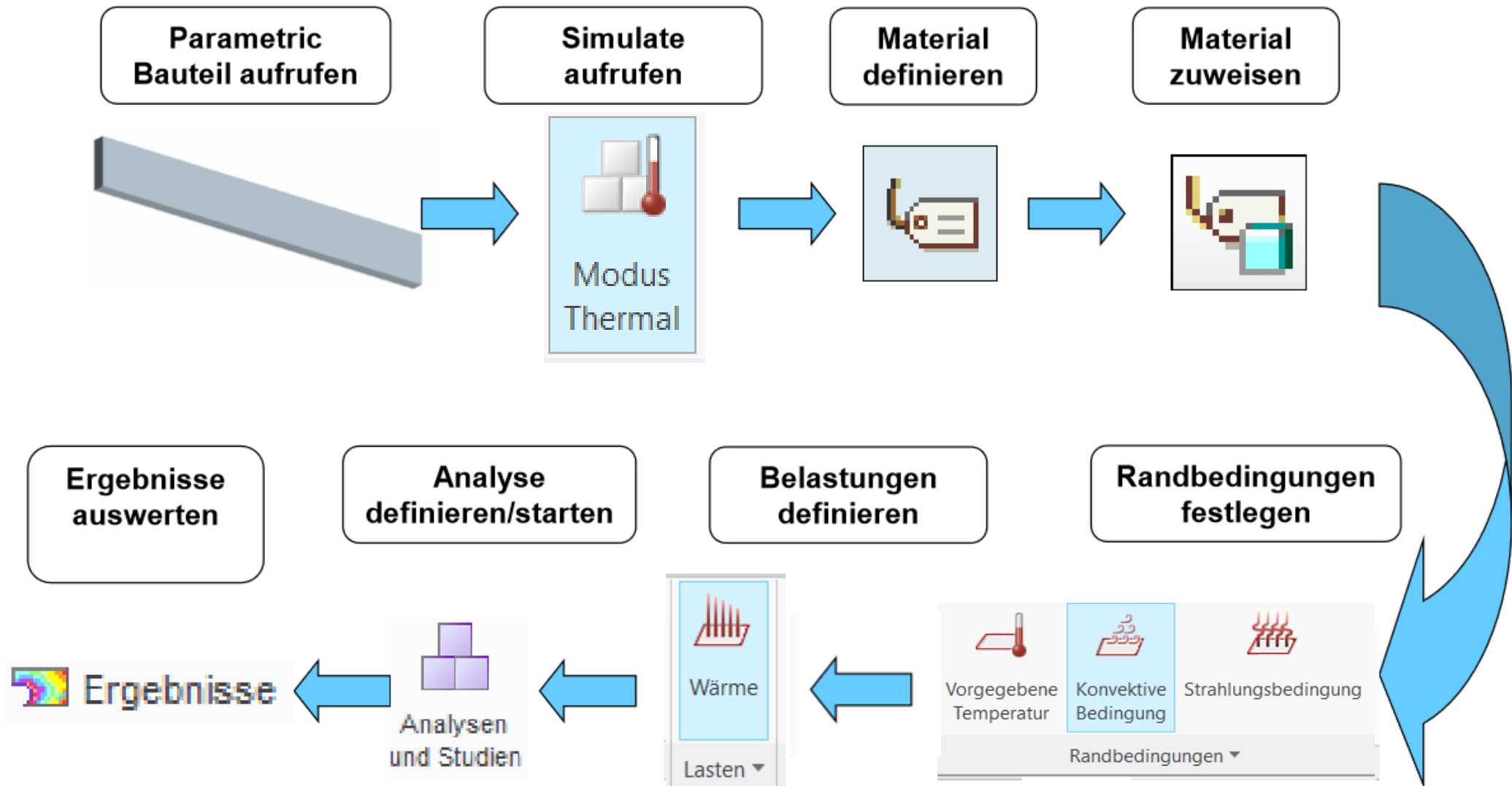
Wärmeleitfähigkeit:  $\lambda = 230 \text{ W/(mK)}$

Spez. Wärmekapazität:  $c = 896 \text{ J/(kgK)}$

Dichte:  $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$

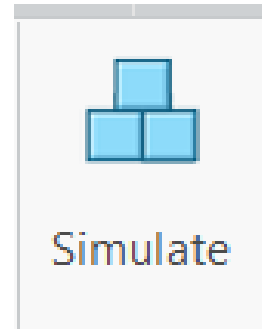


# Vorgehen bei der FEM „Thermal“



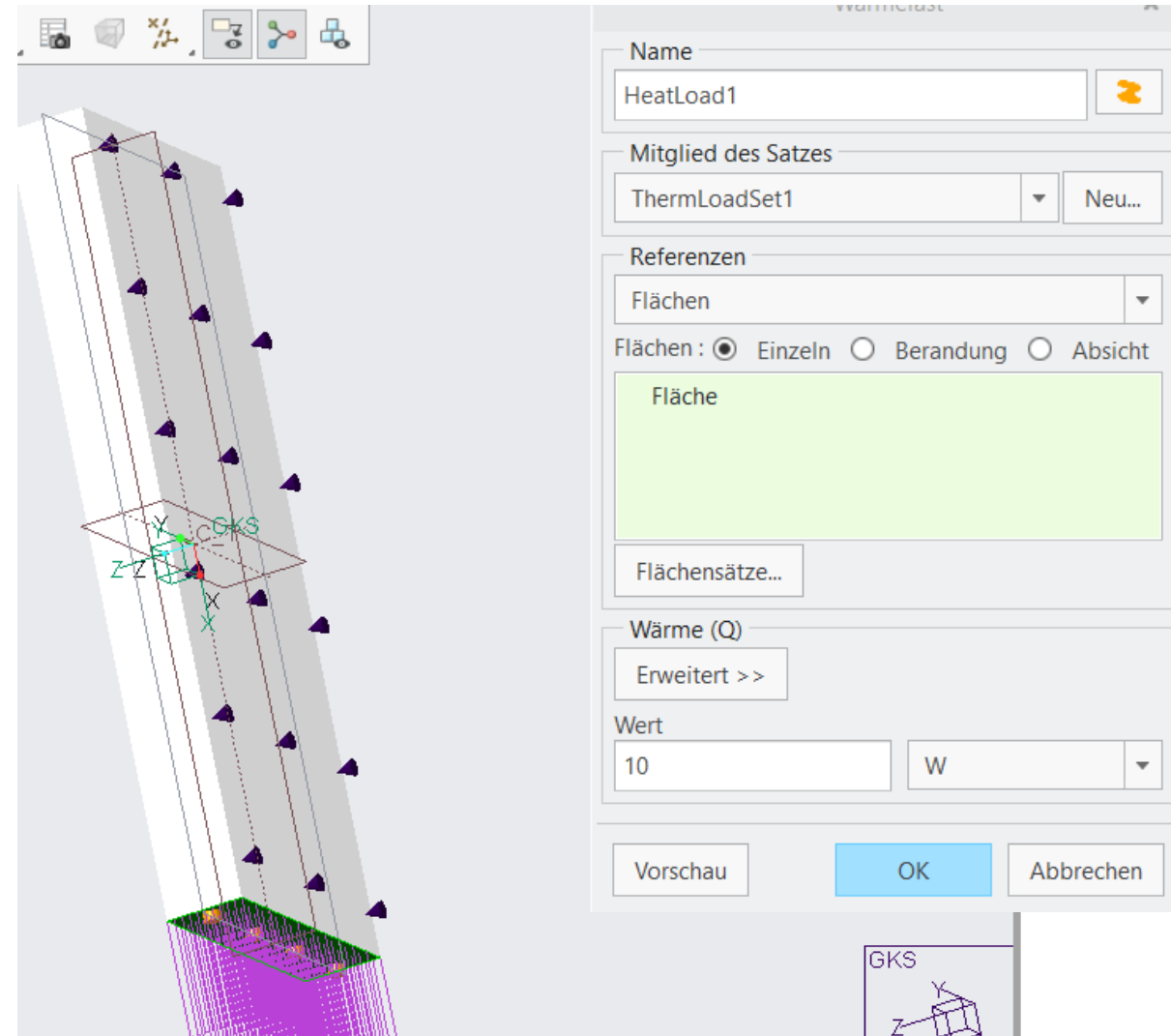
Simulate aufrufen

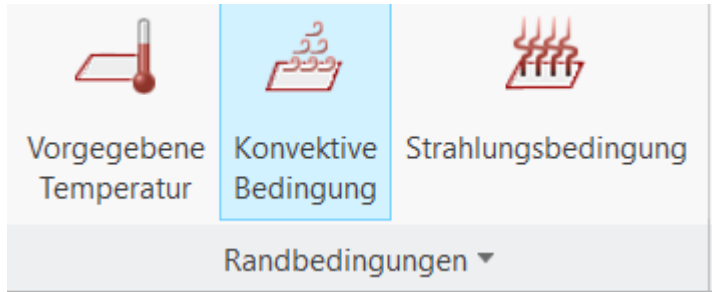
Modus: Thermal



## Wärmelast definieren

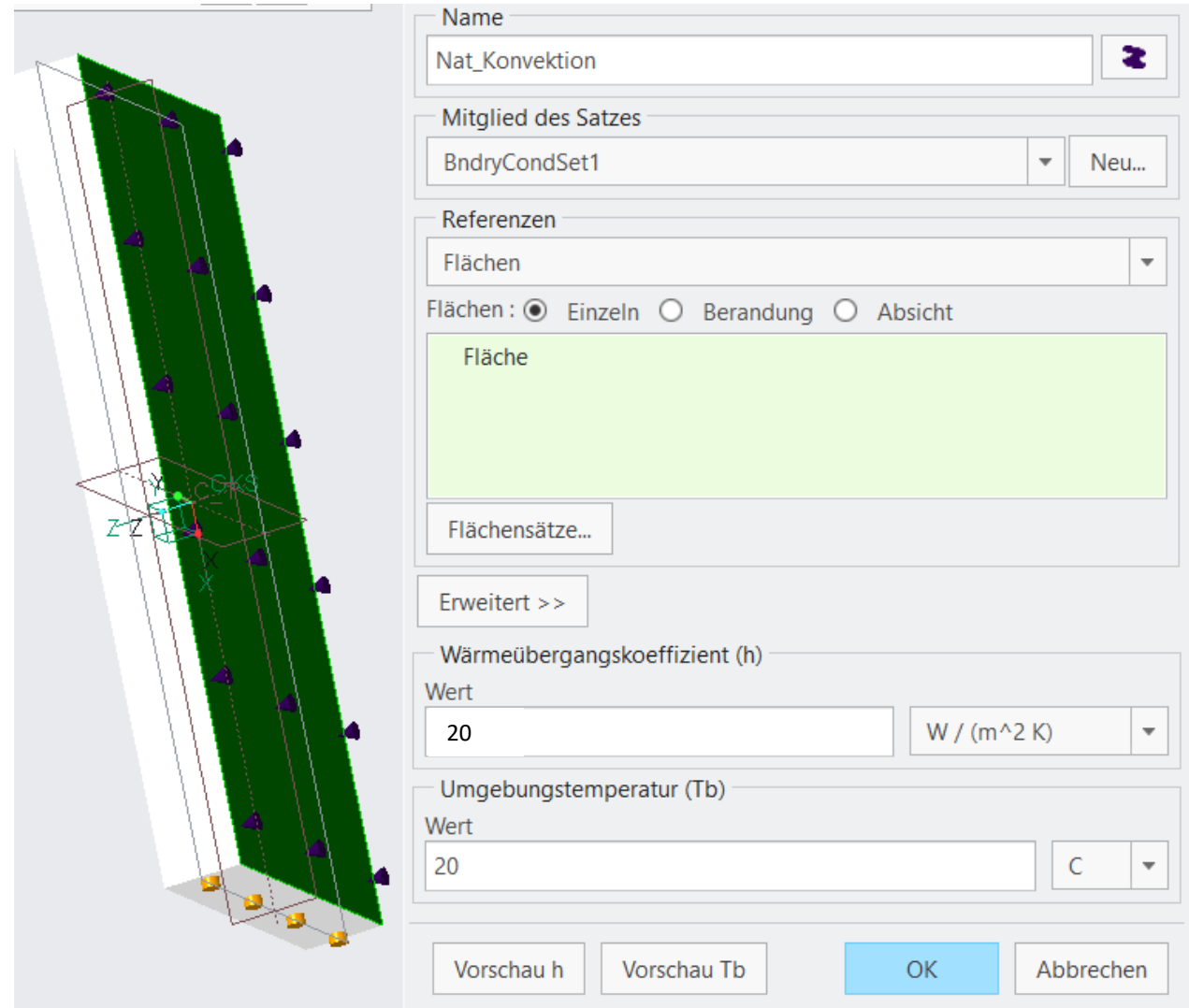
- Last „Wärme“ auswählen
- Name: „HeatLoad1“
- Untere Fläche anwählen
- Wert: 10 W





## Flächenbereiche für Natürliche Konvektion definieren

- Randbedingung Konvektive Bed.
- Große Seitenfläche wählen
- Wert:  $20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Umgebungstemperatur:  $20^\circ\text{C}$



## Neue stationäre Wärmeanalyse

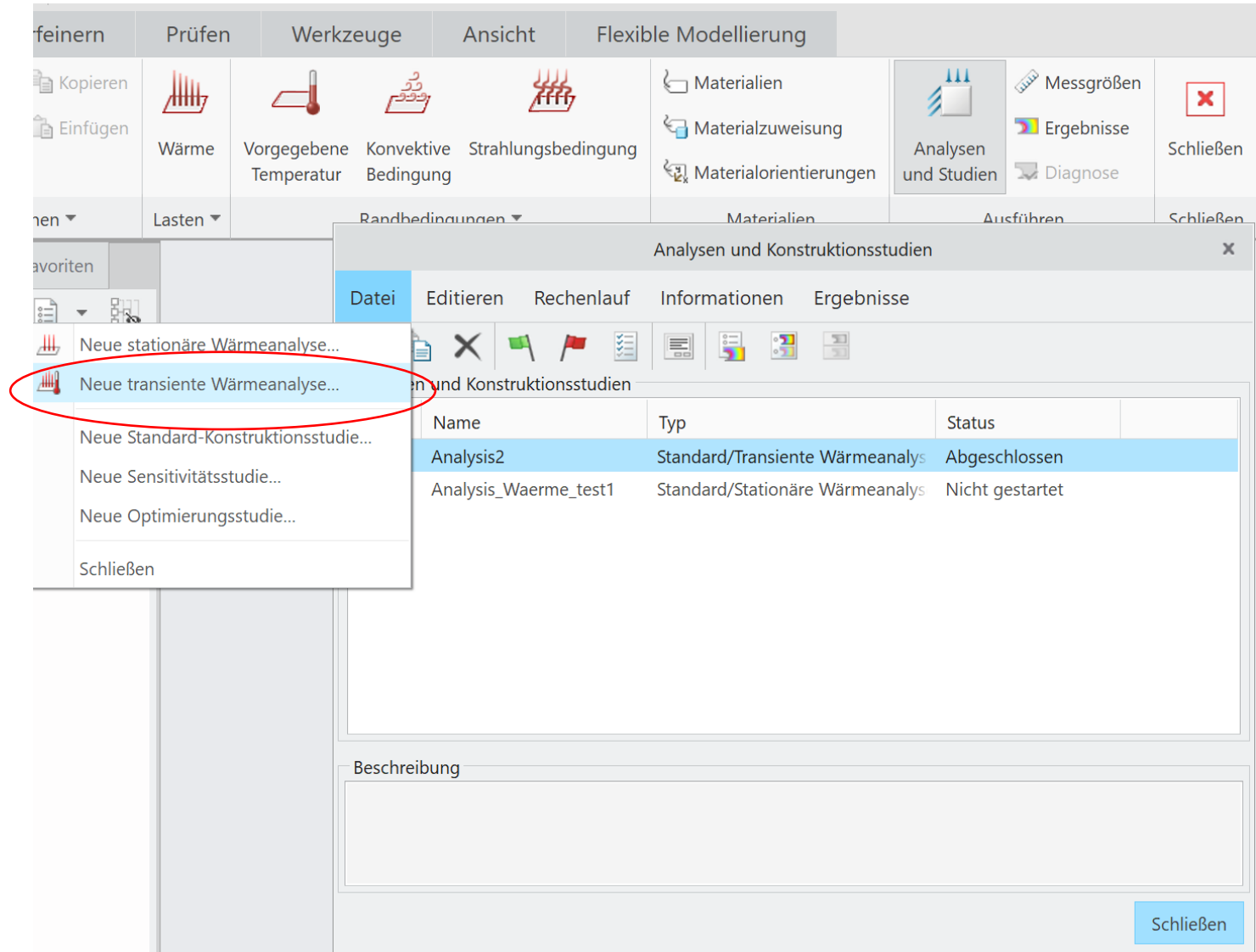
### Alternativ:

## Neue transiente Wärmeanalyse

=> Zeitverlauf (neu!)

Starttemperatur: 20°C

Genauigkeit 0,001



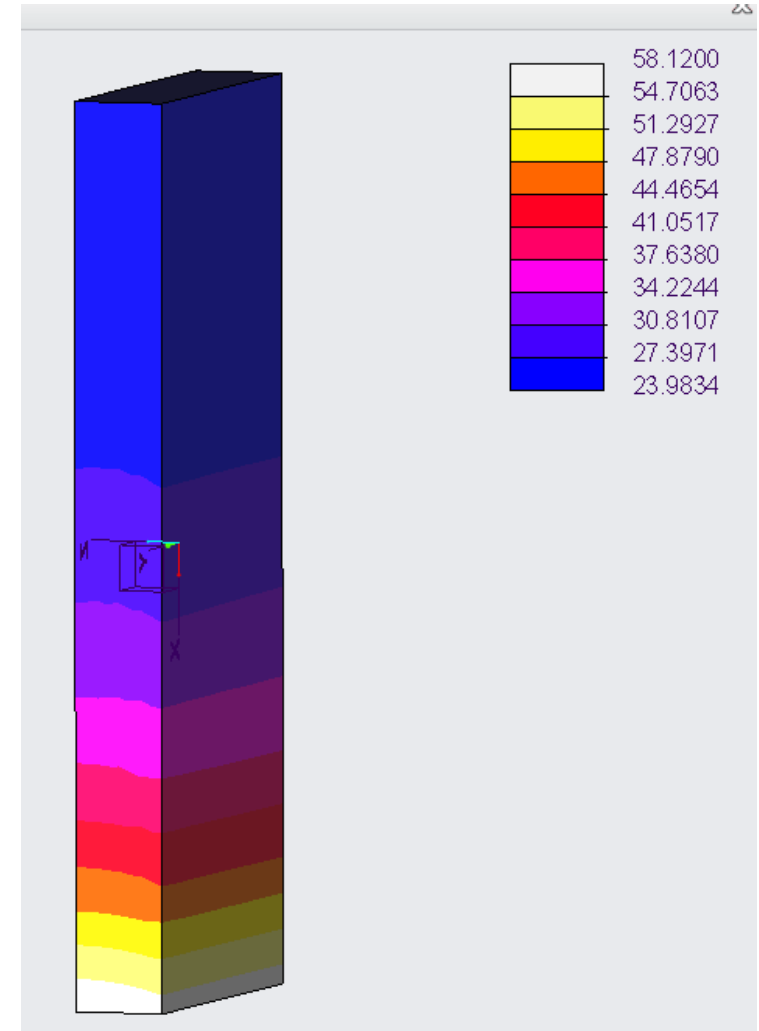


## Ergebnis

- Farbfeld Temperatur anzeigen

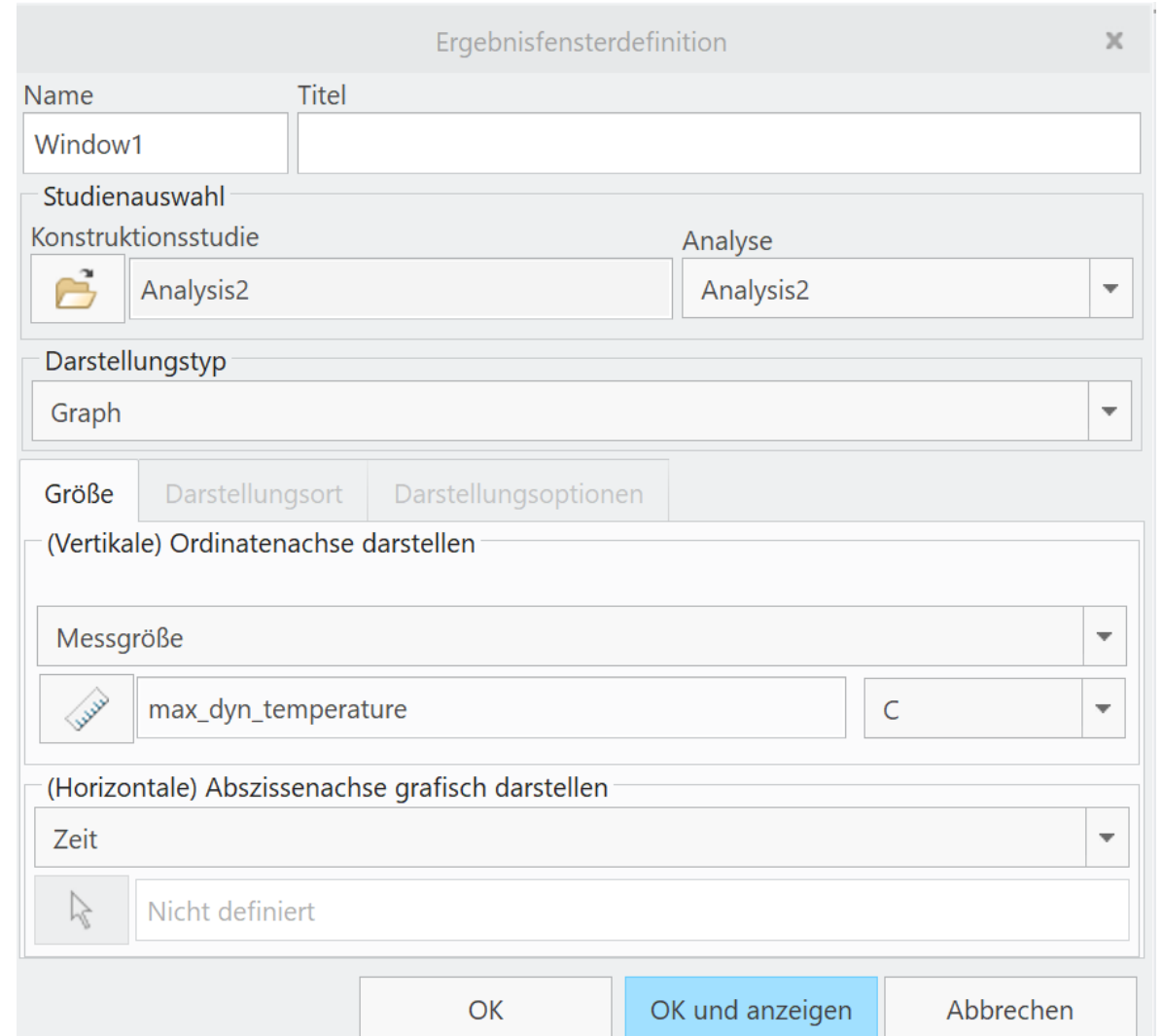
### Interpretation:

- Gute Wärmeleitung über Materialdicke
- Schlechte Wärmeleitung über die Höhe
- Ab der halben Höhe Raumtemperatur angenähert
- Lokale Erhitzung bei Wärmeeintrag unten



## Darstellung des Zeitverlaufs

- Ergebnisfenster-Definition
- Darstellungstyp: Graph
- Messgröße => max\_dyn\_temp.
- Darstellung über die Zeit

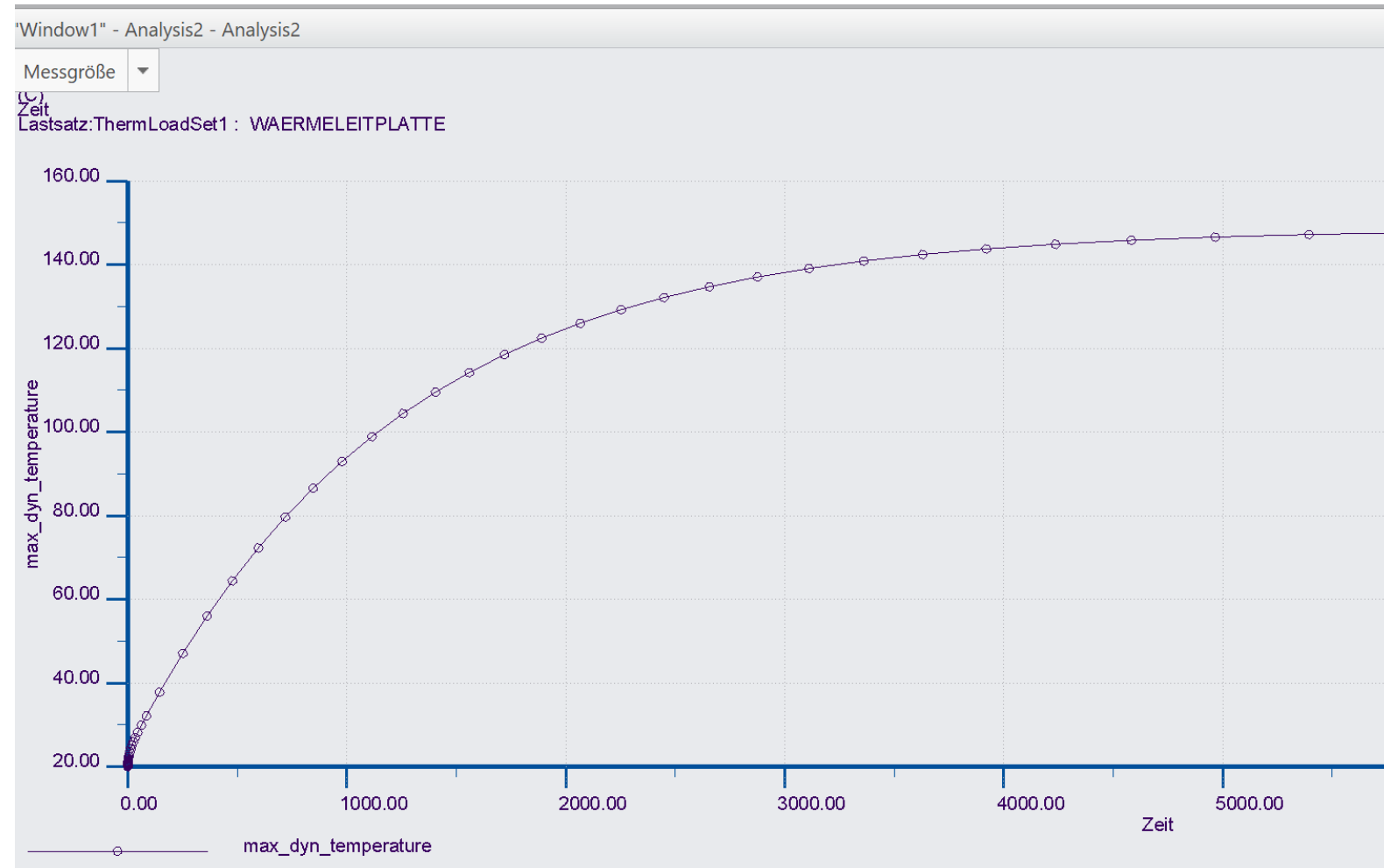


The screenshot shows the 'Ergebnisfensterdefinition' (Result Window Definition) dialog box. It has a title bar with a close button. The dialog is divided into several sections:

- Name**: A text field containing 'Window1'.
- Titel**: An empty text field.
- Studienauswahl**: A section containing a folder icon, a text field with 'Analysis2', and a dropdown menu with 'Analyse' and 'Analysis2' (selected).
- Darstellungstyp**: A dropdown menu with 'Graph' selected.
- Größe**: A tabbed section with three tabs: 'Größe', 'Darstellungsort', and 'Darstellungsoptionen'. The 'Größe' tab is active.
- (Vertikale) Ordinatenachse darstellen**: A section with a dropdown menu for 'Messgröße' (selected), a text field with 'max\_dyn\_temperature', and a dropdown menu with 'C' (selected).
- (Horizontale) Abszissenachse grafisch darstellen**: A section with a dropdown menu for 'Zeit' (selected) and a text field with 'Nicht definiert'.
- Buttons**: At the bottom right, there are three buttons: 'OK', 'OK und anzeigen' (highlighted in blue), and 'Abbrechen'.

## Darstellung

- Temperatur Zeitverlauf
- Über Ansicht => zoomen
- Abschätzung: Wie lange braucht die Platte um einen stationären Zustand zu erreichen?



# **Zusatzaufgabe**

## Konstruktion einer Prozessorkühlung

## Prozessor (CPU)

Abmessungen: 50 x 50 x 5 (mm)

Eckenfase: 2x45°

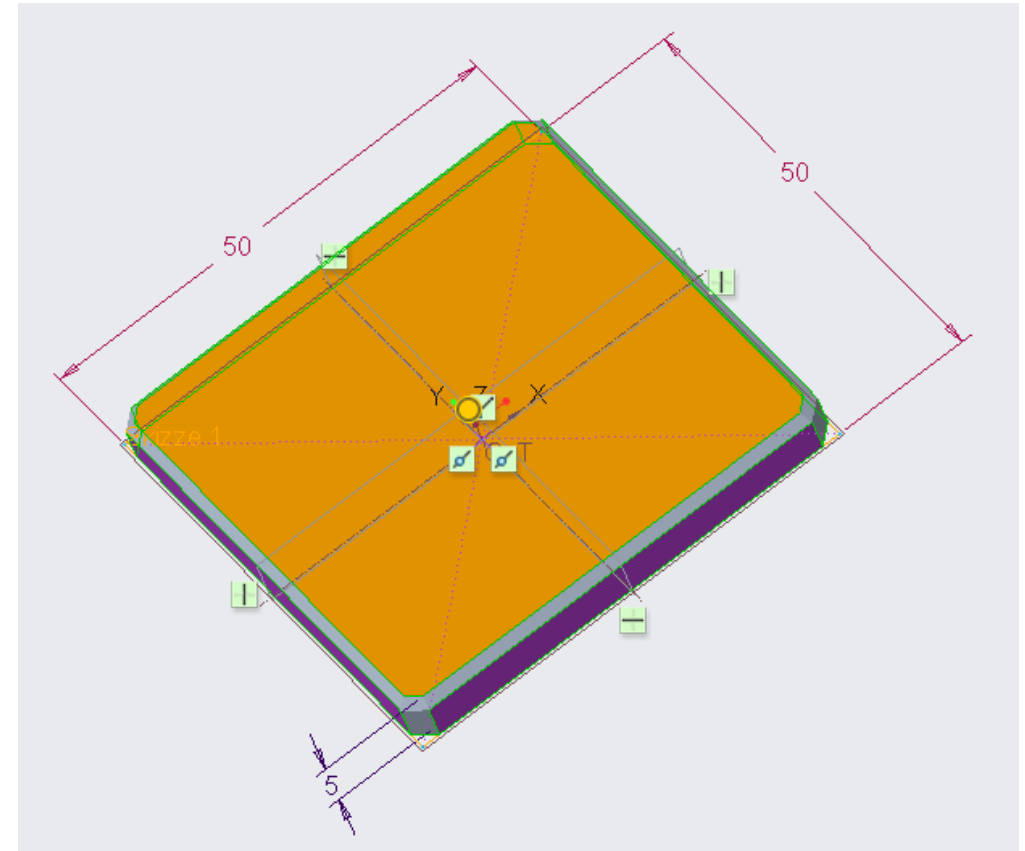
Kantenfase Oberseite: 1x45°

Material: Silizium

Thermische Leistung: 30 W

Max. CPU Temperatur: 85°C

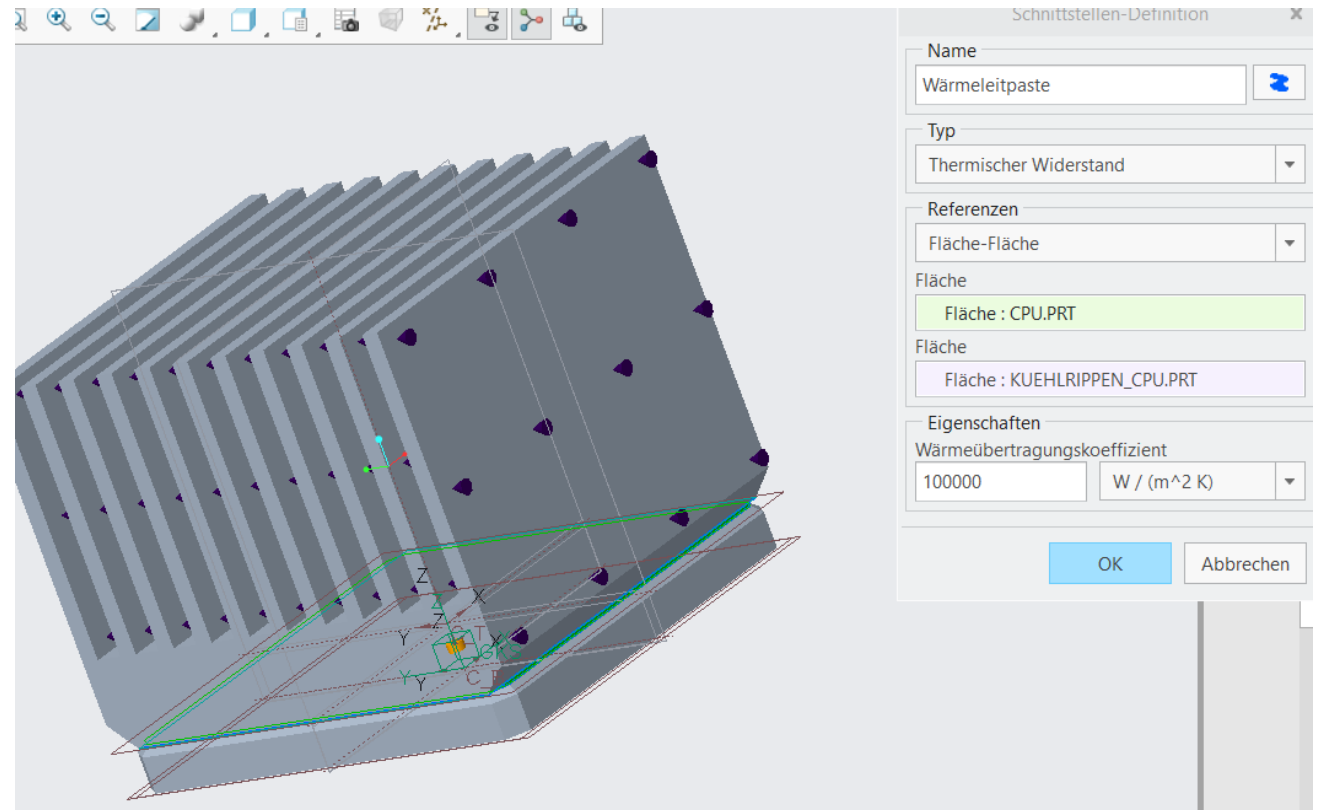
Umgebungstemperatur: 30°C



## Aufgaben:

1. Gestalten Sie ein geeigneten Wärmeübertrager
2. Finden Sie realistische Werte für die Wärmeübergangskoeffizienten (Literatur, Internet, etc.)

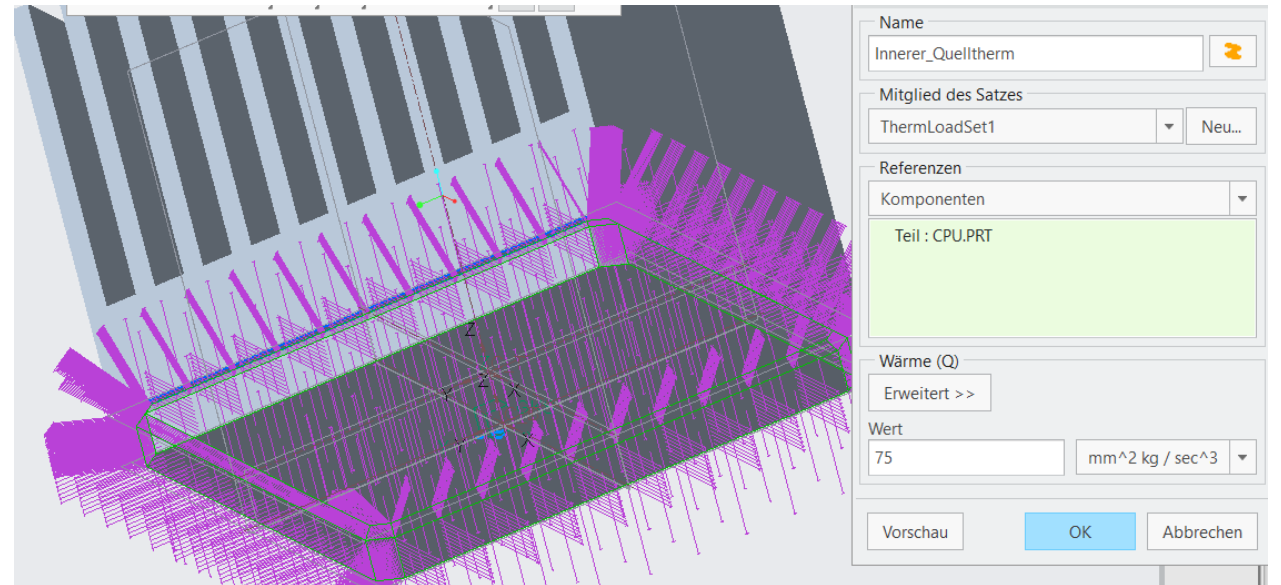
## Schnittstelle zwischen zwei Komponenten (Zusammenbau)



# Interner Quellterm

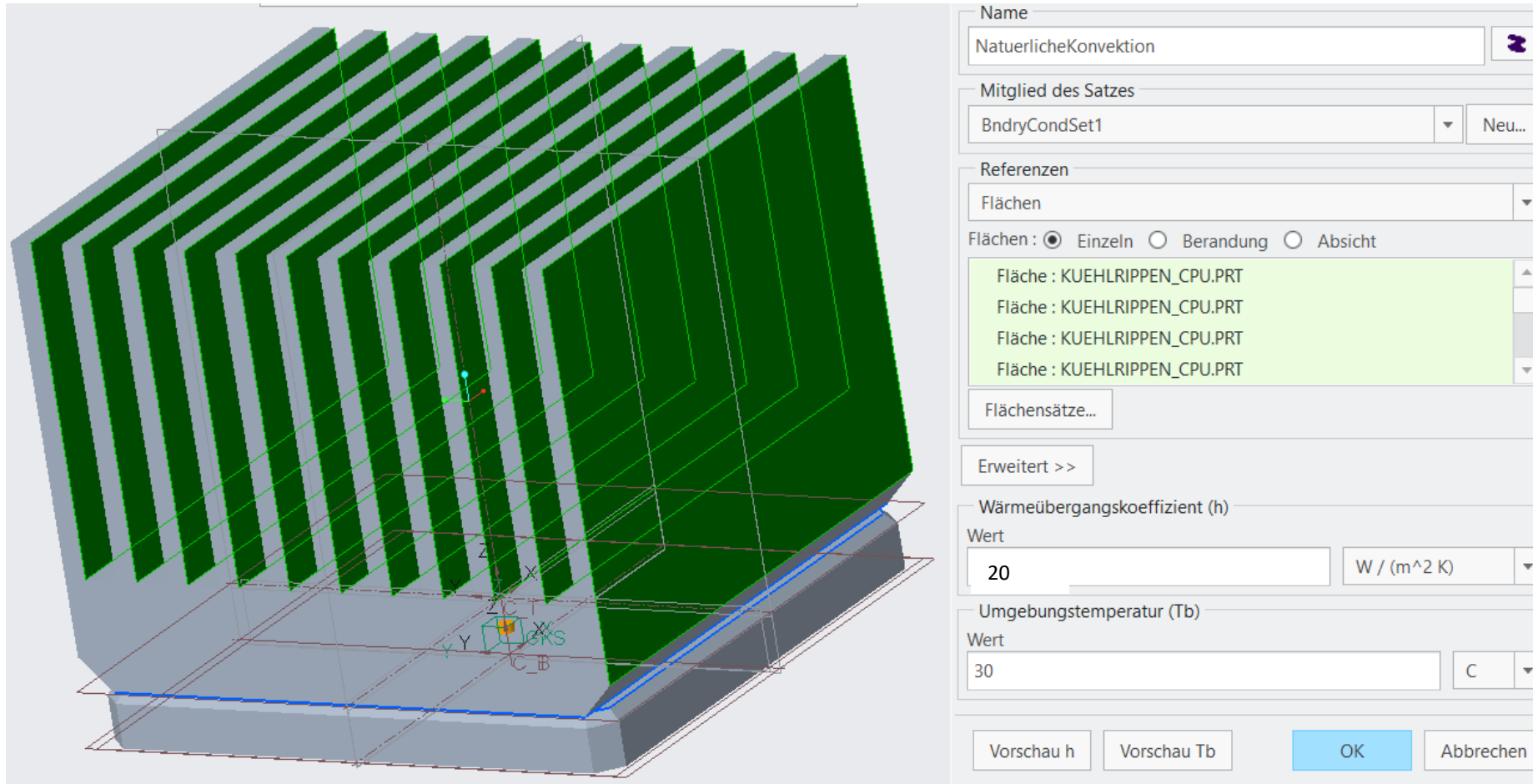
In der Komponente

In der CPU werden 30 W erzeugt





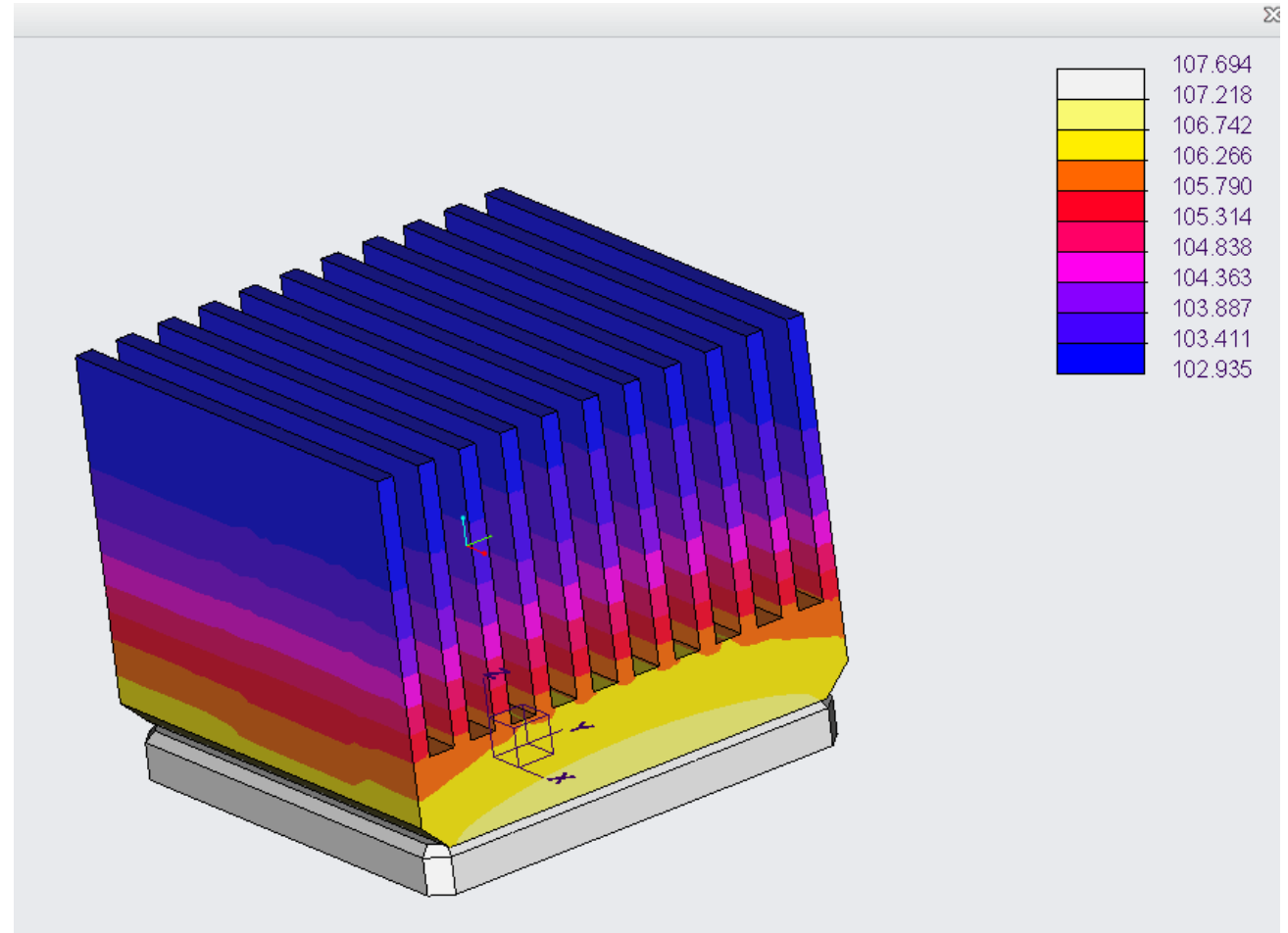
# Randbedingung natürliche Konvektion



## Ergebnis (Beispiel)

$$\alpha = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$T_{\max} = 107 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



Viel Erfolg !

## **Hinweis**

Diese Folien sind ausschließlich für den internen Gebrauch im Rahmen der Lehrveranstaltung an der Frankfurt University of Applied Sciences bestimmt. Sie sind nur zugänglich mit Hilfe eines Passwortes, dass in der Vorlesung bekannt gegeben wird.