Studiengang Mechatronik

Modul 16:

# FEM – Finite Elemente Methode

## - 6. Übung -

Prof. Dr. Enno Wagner

5. Dezember 2024





- Konstruktion einer Brennstoffzellen-Endplatte
- Schraubenköpfe als Auflager
- Aufbringen eines Gasdruckes
- Simulation und Kontrolle Druchbiegung
- Konstruktion: Verstärkung der Platte
- Simulation verschiedener Drücke



# 6. Übungsaufgabe

#### Endplatte

- Hauptmaße: 100 x 100 mm
- symmetrisch aufgebaut
- In den Ecken 4 Schraubenlöcher für M8
- Lochabstand: 80 x 80 mm
- Dicke der Platte: 5 mm
- Vertiefung Rückseite: 50 x 50 mm, 2 tief
- Radien in allen Ecken: R = 5 mm

#### <u>Angaben</u>

Material: Aluminium





#### **Rückseite Endplatte**

- Vertiefung (Gasraum)
- Fläche mittig
- Abmessung: 50 x 50 mm
- Tiefe: 2 mm
- Radien: 5 mm





- Gestalten Sie Sie zunächst die einfache Endplatte in Creo
- Lassen Sie auf die Vertiefung der Rückseite einen Gasdruck von 20 bar wirken
- Halten Sie die Platte mittels Schrauben + Unterlegscheiben fest
- Simulieren Sie die Verformungen und Spannungen
- Verstärken Sie nun die Platte mit einer Struktur aus Stegen und erhöhen Sie die Plattendicke (s = 8 mm)
- Simulieren Sie erneut und Werten Sie maximale Spannung und Verformung aus (zur Gewährleistung der Dichtheit, dürfen Sie sich Ränder der Endplatte maximal 0,1 mm durchbiegen).





FEM – Prof. Dr. Enno Wagner





#### **CAD Konstruktion der Platte**

- Arbeitsverzeichnis => Ordner FEM
- Neues Teil: "BZ\_Endplatte"
- Arbeiten Sie im Skizziermodus mit einer Linienkette und parallelen Linien
- Fügen Sie die Radien in einem späteren Schritt hinzu





Bohrungen

#### Bohrungen hinzufügen

- Durchgangsbohrung für M8
- Durchmesser: 8,2 mm
- Abstand vom Rand:
  - je 10 mm





Bohrungen

- Bohrungen an Symmetrieebenen spiegeln
  - => 2x Spiegeln
  - => Insgesamt 4 Bohrungen





#### Schrauben Auflager

- M8er Schrauben mit Unterlegscheibe d<sub>2</sub> = 16 mm
- Konzentrische Kreise um Bohrungen mit  $\varnothing$  = 16 mm

=> spätere Randbedingung





### Gasraum Rückseite

#### Gasraum auf Rückseite konstruieren

- Skizze Rückseite
  - Vertiefung (2 mm)
  - Fläche: 50 x 50 mm
  - Radius: R = 5 mm
  - Hilfsviereck
  - 4 Linien + Rundungen tangential







#### => Creo Simulate aufrufen





#### Material

#### **Material zuweisen**

- al\_aluminium
  - E-Modul: 73.000 Mpa
  - Zug-Streckgrenze: 120 Mpa
  - Versagenskriterium: Gestaltänderungsenergie von Mises

|  | Materiaivorschau<br>Name  |              |                     |      |   |  |
|--|---------------------------|--------------|---------------------|------|---|--|
|  | AL_ALUMINIUM              | AL_ALUMINIUM |                     |      |   |  |
|  | Beschreibung              | Beschreibung |                     |      |   |  |
|  | Aluminium                 |              |                     |      |   |  |
|  | Dichte 2.79e-09           | to           | tonne/mm^3          |      |   |  |
|  | Verschiedenes Farb        | peffekt      | kt Benutzerdefinier |      |   |  |
|  | Strukturmechanisch        |              | Thermal             |      |   |  |
| )  | Symmetrie Isotrop         |              |                     |      |   |  |
| Cox s  | Spannungs-Dehnungs-Reakti | on Line      | inear 💌             |      | * |  |
|  | GKS Querkontraktions      | zahl 0.33    | ).33                |      |   |  |
| the second secon | Elastizitätsmo            | odul 730     | 00                  | MPa  | - |  |
|  | Wärmeausdehnungskoeffiz   | ient 2.3e    | e-05                | /C   | • |  |
|  | Mechanismendämpf          | ung          |                     | sec/ | • |  |
| Ker  | Materialgrenzwerte        |              |                     |      |   |  |
|  | Zug-Streckgrenze * 120    | )            | MPa                 |      | - |  |
|  | Zugspannung               |              | MPa                 |      | • |  |
|  | Druckspannung             |              | MPa                 |      | • |  |
|  | * Erforderliche Felder    |              |                     |      |   |  |
|  | Versagenskriterium        |              |                     |      |   |  |
|  | Gestaltänderungsenergie   | (von Mise    | s)                  |      | * |  |



## Druck-Kraft aufbringen

### Druckkraft definieren

- Last "Druck" auswählen
- Name: "Gasdruck"
- Fläche Rückseit Gasraum anwählen

Kraft/

Moment

• Druck: 20 bar





## Flächenbereiche Definieren

# Flächenbereiche für Schraubenauflager definieren

- Modell verfeinern
- Oberseite auswählen
- Kreis um Schraube auswählen
- 3x Wiederholen





## Randbedingung Auflager Schrauben

#### **Randbedingung definieren**

- Neue Randbedingung
- 4x Schraubenfläche anwählen
- Z-Richtung Sperren
- Evtl. auch X- und Y-Richtung





#### Netz verfeinern

- Modell verfeinern
- Flächen wählen
  - Oberseite
  - Unterseite
  - Gasraum
- Elementgröße: 5 mm





#### Ergebnis

- Sehr starke Verformung
- Streckgrenze überschritten!
- Aluplatte würde "Platzen" wie ein Luftballon
- Starke lokale
  Spannungsspitzen





Konstruktive Verstärkung

- Simulate verlassen
- Teil => Skizze auf Oberseite
- Konstruktionslinien
  - Diagonale
  - Abstand vom Rand





#### Skizziermodus

- Symmetrie nutzen => ¼ zeichnen
- Rand-Stege: Breite 5 mm
- Diagonal-Strebe: Breite 6 mm





Extrudieren

• Höhe = 15 mm

Rundungen hinzufügen

• R = 5 mm





Profil 2x spiegeln







#### Rundungen hinzufügen

- Bearbeitung mit 10er Fräser
- R = 5 mm





#### Änderung der Profildicke

• S = 8 mm





#### Verstärkte Platte

- Regenerieren
- Speichern
- Simulate aufrufen





#### Netz neu generieren

- Alle Flächen anwählen
- Elementgröße: 5 mm
- 17.000 Elemente





Streckgrenze überschritten !!













• Bei welchem Druck hält die Endplatte noch stand?

Ergebnis bei xx bar => ok





#### 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.