

# FEM Projekt: Strukturanalyse eines Presserahmens

Datum der Erstellung: 07.01.2025

Projektnummer: CAEFEM-WS2425

Berichtnummer: CAEFEM-WS2425-01-Ver03

Gruppennummer: 2

Gruppenmitglieder: Matrikelnummer:

Vilppu Jokinen 771417

Paul Idt 771517

Johannes Xue 770692

# Inhalt

1. Zusammenfassung
2. Unterlagenverzeichnis
3. Aufgabenstellung
4. Grundlagen und Modellbildung
5. Verfeinerungsanalyse
6. Dokumentation der FE-Berechnungen
7. Fazit

# Zusammenfassung

In dieser Präsentation wird die Strukturanalyse eines C-Presserahmens dokumentiert.

Die Strukturanalyse untersucht die Steifigkeit und die Festigkeit des Presserahmens. Bei der Steifigkeit wurde besonders auf die Verformung der unteren Platte und auf den Öffnungswinkel des Rahmens geachtet. Auf Seite der Festigkeit wurden die Vergleichsspannungen die im Rahmen unter Belastung vorkommen untersucht, mit besonderem Fokus auf Rundungen, die sich auf den Seitenplatten des geschweißten Rahmens befinden.

Es wurden Designänderungen vorgeschlagen und überprüft, um den Rahmen an die Anforderungen anzupassen.

# Unterlagenverzeichnis

## Verwendete Software:

[1]: ANSYS 2020 R2

[2]: ANSYS Workbench 2020 R2

[3]: ANSYS Mechanical 2020 R2

## CAD Modell der C-Rahmen-Presse:

[4] Moodle Kurs "4 Computer Aided Engineering – FEM (Block)" (Stand: 09.01.2025)

# Aufgabenstellung

Von der Konstruktionsabteilung einer Firma wurde ein neuer C-Rahmen einer Presse entwickelt, welcher in der Abbildung zu sehen ist.

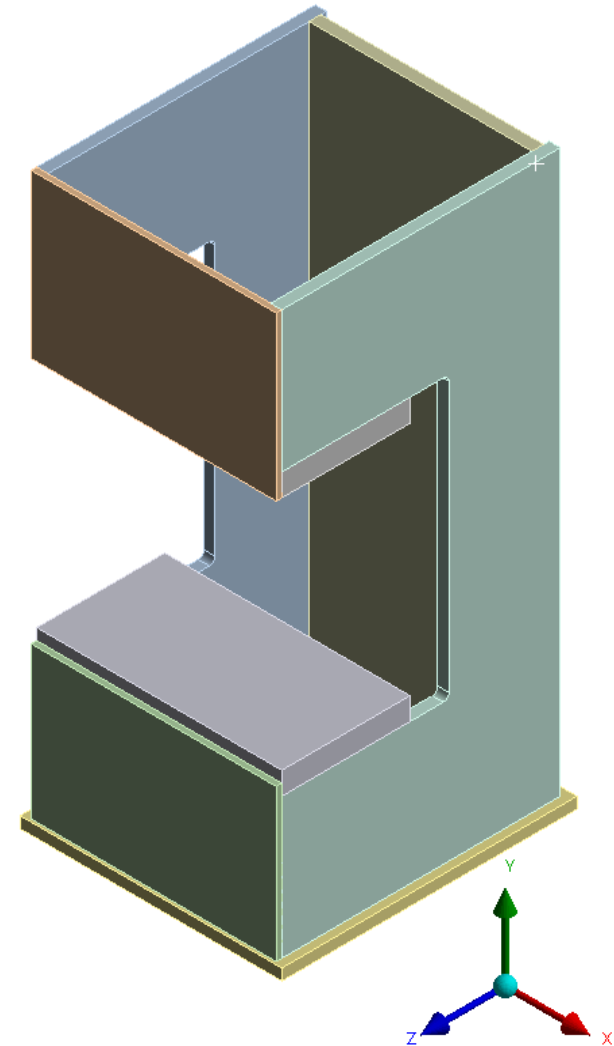
Es soll eine FE-Analyse durchgeführt werden, um die Steifigkeit der Konstruktion zu optimieren.

Dabei steht der Öffnungswinkel des Rahmens bei Belastung und die Verformung der unteren Platte im Fokus der Analysen.

Für die Festigkeit sind die Spannungen im Rahmen zu analysieren, mit besonderer Aufmerksamkeit auf die Rundungen der Seitenplatten, da diese Kerbstellen darstellen.

Schließlich müssen Designänderungen vorgenommen werden, sodass die maximale Durchbiegung der unteren Platte bei Belastung auf 0,05 mm beschränkt wird.

Bezüglich des Rahmens, dürfen die Designänderungen eine maximale Vergleichsspannung von 50 MPa hervorrufen.



# Grundlagen und Modellbildung

## Eingangsparameter

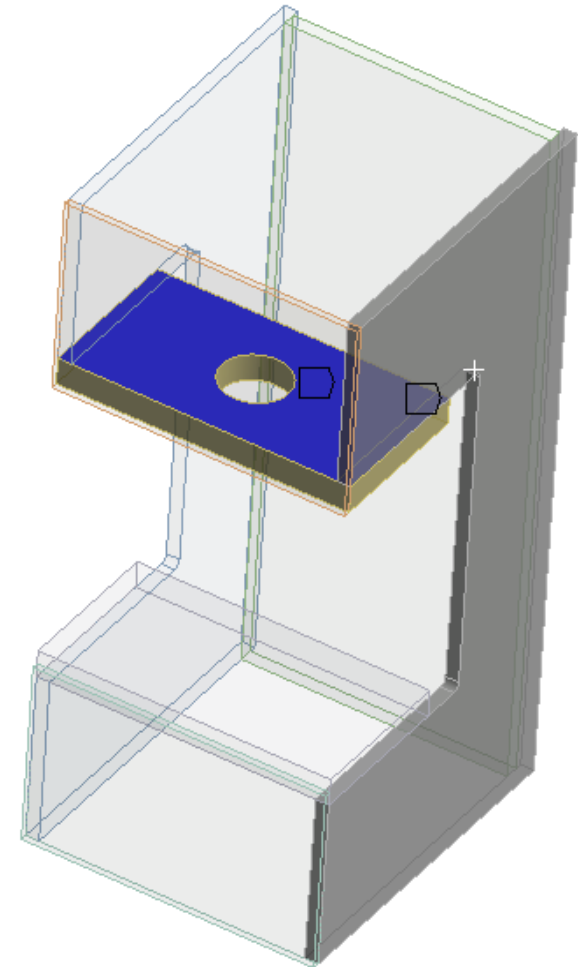
Werkstoff: S235-JR (Annahme)

E-Modul:  $E = 210 \text{ GPa}$

Querkontraktionszahl:  $\nu = 0,3$

Alle Kontaktbereiche haben den Typ "Verbund".  
Zur besseren Veranschaulichung, wird in der Präsentation nur eine Verbindung angezeigt. Das CAD-Modell stammt aus [4].

■ Kontaktbereich 4 (Kontaktkörper)  
■ Kontaktbereich 4 (Zielkörper)

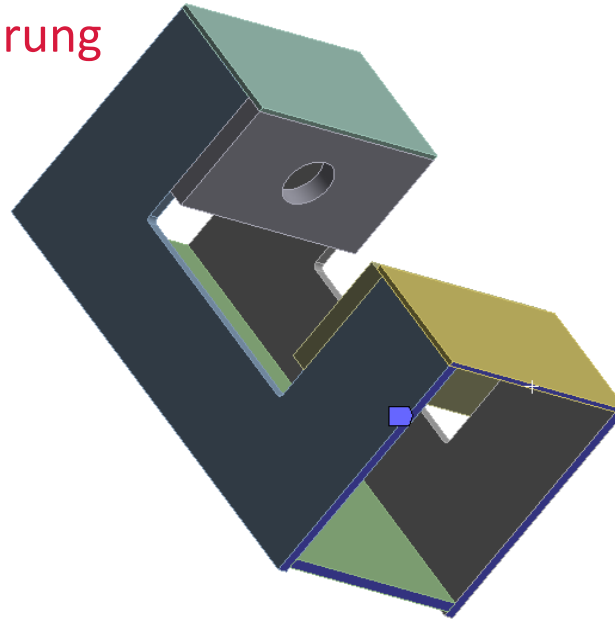
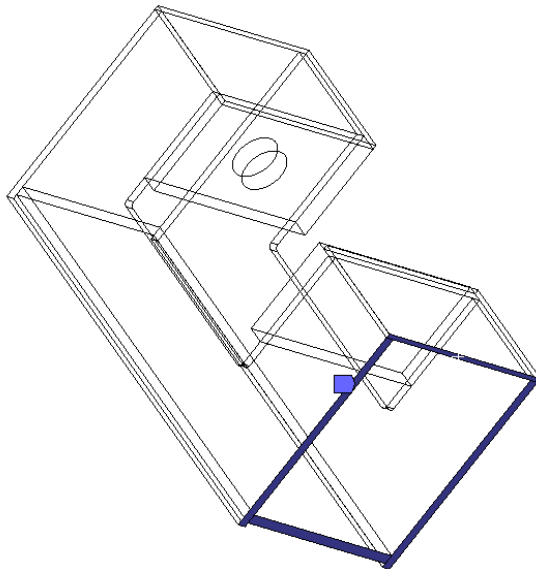


Details von "Kontaktbereich 4"	
<b>Zuweisung</b>	
Zuweisungsmethode	Geometrieauswahl
Kontakt	1 Fläche
Ziel	1 Fläche
Kontaktkörper	Component1\Part 5
Zielkörper	Component7\Part 1
Geschützt	Nein
<b>Definition</b>	
Typ	Verbund
Kontaktfindung	Automatisch
Verhalten	Programmgesteuert
Kontaktfläche trimmen	Programmgesteuert
Trim Toleranz	6,0285 mm
Unterdrückt	Nein

# Grundlagen und Modellbildung

## Vereinfachungen und Lagerung

Um unnötige Rechenzeiten einzusparen, werden am Modell der Presse folgende Vereinfachungen vorgenommen:



Die Grundplatte der Presse gewährleistet dem Modell für die gegebene Belastungsart keine Steifigkeit. Daher wird die gesamte Grundplatte einschließlich der Bohrungen entfernt.

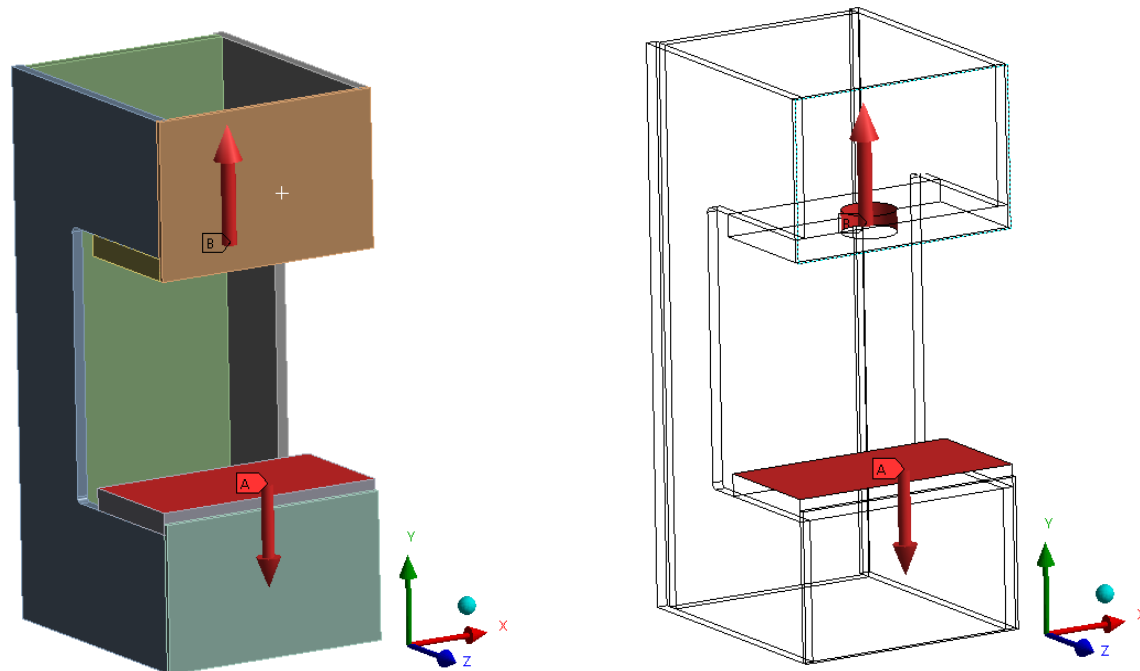
Als Grundfläche für die Lagerung der Presse am Fundament, wird eine "fixierte Lagerung" an der Unterseite des Rahmens festgelegt.

Da das Modell ohnehin keine hohe Komplexität aufweist, wird für die folgenden Berechnungen auf weitere Vereinfachungen verzichtet.

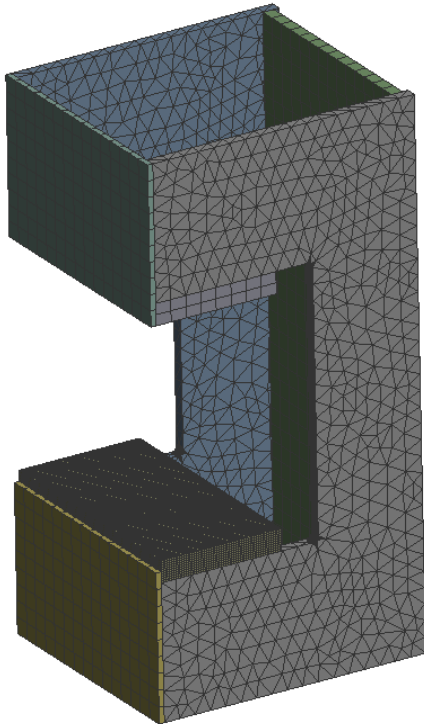
# Grundlagen und Modellbildung

## Krafteinleitung

Der Presserahmen wird von 2 Kräften in Höhe von 100 kN belastet. Diese greifen einmal an der Oberfläche der unteren Platte an und einmal an der Oberfläche der Bohrung des Pneumatik Zylinders.





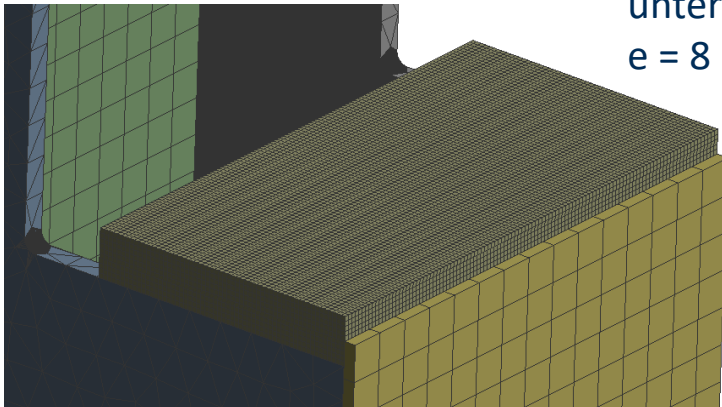


Infolge einer Verfeinerungsanalyse der Elemente werden folgende Elementgrößen unter Verwendung eines **Standardnetzes** genutzt:

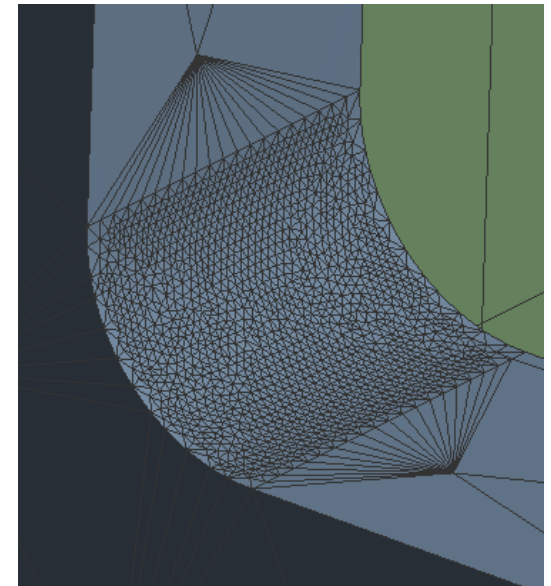
Dabei wurde darauf geachtet, dass die simulierten Ergebnisse bei Verringerung der Elementgröße an einen Wert konvergieren. Sobald die Ergebnisse nicht um mehr als 1% schwanken ist die Konvergenzanalyse beendet.

Allgemeine Elementgröße  
 $e = 60 \text{ mm}$

Elementgröße bei der  
unteren Platte  
 $e = 8 \text{ mm}$



Elementgröße an  
den vier Rundungen  
der Seitenflächen  
 $e = 1 \text{ mm}$

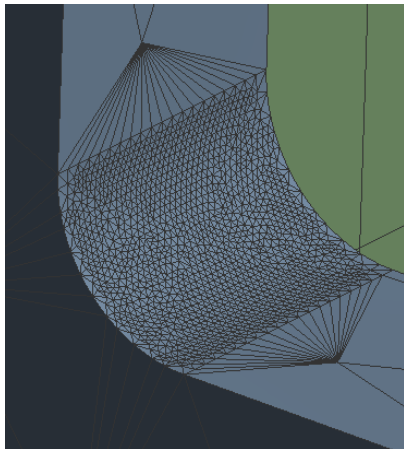


# Ergebnisse nach der Verfeinerungsanalyse

## Vergleichsspannungen

Die maximalen Vergleichsspannungen treten an den Rundungen der Seitenflächen auf. Dies ist der Fall, da die Rundungen eine Kerbwirkung aufweisen.

Die Rundungen erweisen sich, bei der Betrachtung der Vergleichsspannung, als kritische Stellen des Gesamtmodells. Aus diesem Grund wird dort eine lokale Verfeinerung angewandt.



Die Elementgröße beträgt dort  
 $e = 1 \text{ mm}$

### A: Statisch-mechanische Analyse

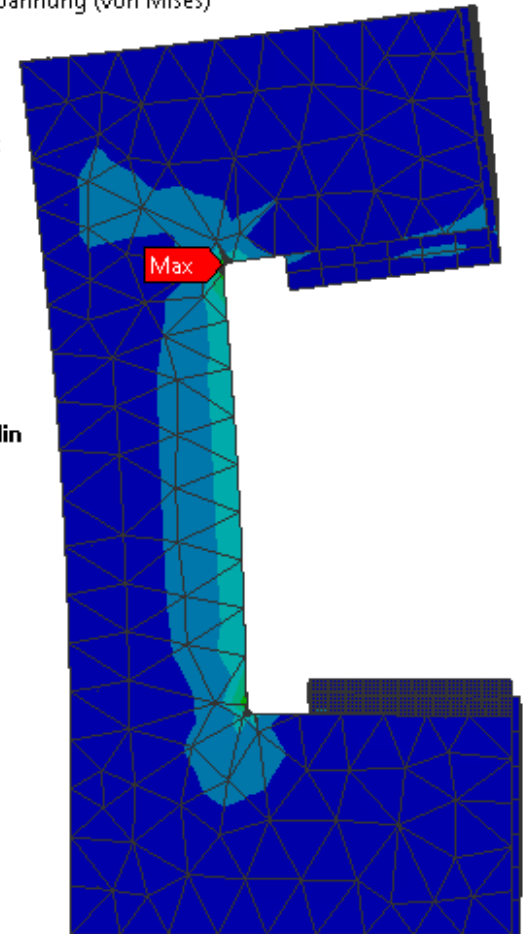
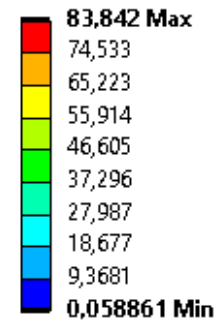
Vergleichsspannung

Typ: Vergleichsspannung (von Mises)

Einheit: MPa

Zeit: 1

08.01.2025 18:05



## Vergleich der Werte vor und nach der Verfeinerungsanalyse

Verfeinerungsanalyse	Vergleichs- spannungen [MPa]	Verschiebung in y- Richtung [mm]		Gesamt- verformung der Platte [mm]	
		Max.	Min.	Max.	Min.
Davor	54,8	0,5476	-0.108	0,1082	0,00004
Danach	83,8	0,5480	-0.092	0,09065	0,00004

Aus dem Vergleich wird ersichtlich, dass die Verfeinerungsanalyse stets anzuwenden ist, um sich an einen realitätsnahen Anhaltswert anzunähern. Eine unzureichende Anpassung der Modelle kann zu einer falschen Auslegung der Konstruktion führen.

# Gesamtverformungen an der unteren Platte

Um Aussagen über die Steifigkeit der unteren Platte treffen zu können, wird die Gesamtverformung des Bauteils betrachtet.

Aus den Berechnungen kommt hervor, dass die Maximalverformung in der Mitte des Profils, an der Stelle des größten Hebelarms auftritt.

Des Weiteren lässt sich sagen, dass die maximalen Verformungen dort auftreten, an denen eine ausreichende Stützung der Platte fehlt.

Die Gesamtverformung der Platte von 0,090651 mm überschreitet den vorgegebenen Maximalwert von 0,05 mm, weshalb Änderungen an der Konstruktion vorgenommen werden müssen.

Ist eine zusätzliche Stützung der Platte durch den Rahmen nicht möglich, kann die Platte dicker gemacht werden.

## A: Statisch-mechanische Analyse

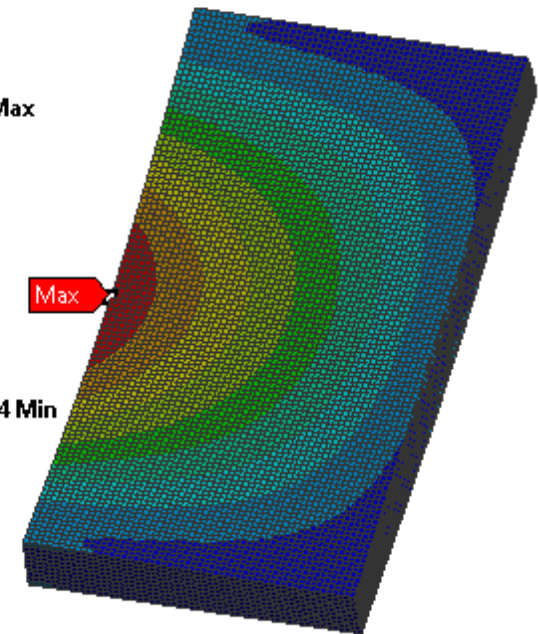
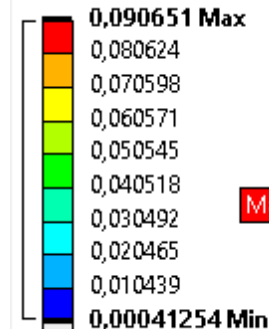
Gesamtverformung

Typ: Gesamtverformung

Einheit: mm

Zeit: 1

07.01.2025 16:30



# Vergleichsspannungen

Um die Festigkeit des Stahlrahmens zu betrachten, werden die Vergleichsspannungen am Gesamtmodell betrachtet.

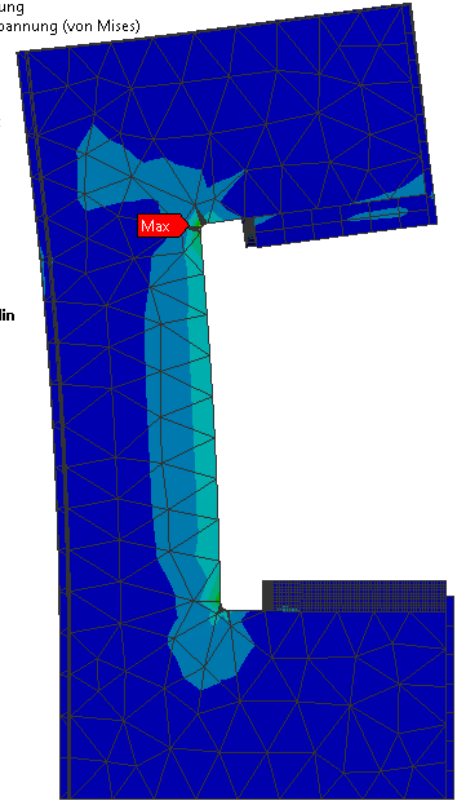
Hierbei wird wie erwartet festgestellt, dass die maximalen Spannungen, an den Rundungen der Seitenplatten auftreten.

Diese betragen 83,8 MPa und sind deutlich oberhalb der geforderten Grenze von 50 MPa.

Eine mögliche Designänderung des Rahmens wäre, die Radien der Rundungen zu vergrößern.

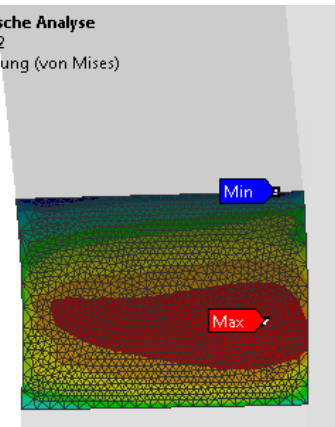
A: Statisch-mechanische Analyse  
Vergleichsspannung  
Typ: Vergleichsspannung (von Mises)  
Einheit: MPa  
Zeit: 1  
08.01.2025 17:36

83,842 Max  
74,533  
65,223  
55,914  
46,605  
37,296  
27,987  
18,677  
9,3681  
0,058861 Min



A: Statisch-mechanische Analyse  
Vergleichsspannung 2  
Typ: Vergleichsspannung (von Mises)  
Einheit: MPa  
Zeit: 1  
08.01.2025 17:35

83,842 Max  
77,415  
70,989  
64,563  
58,136  
51,71  
45,283  
38,857  
32,43  
26,004 Min



# Vergleichsspannungen

## Außerdemige Krafteinleitung

Außerdem fällt beim Vergleich der Spannungen an den Rundungen der beiden Seiten auf, dass diese nicht identisch sind. Dies lässt sich auf eine außerdemige Krafteinleitung durch den Pneumatik Zylinder zurückschießen.

Dies wurde anhand einer Messung des Modells in „Spaceclaim“ überprüft.

Eine außerdemige Krafteinleitung kann durch Anpassung der Bohrung der Befestigungsplatte für den Pneumatik Zylinder angepasst werden.

### A: Statisch-mechanische Analyse

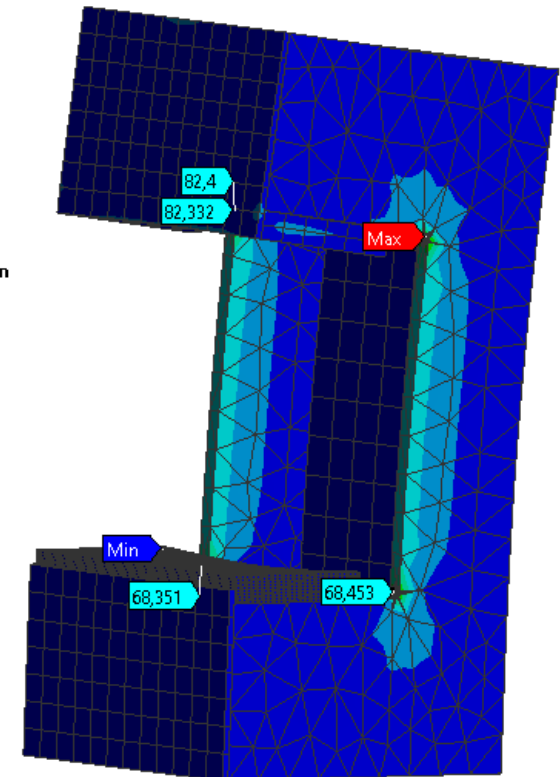
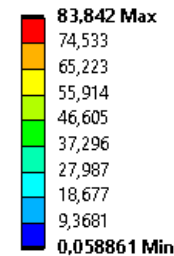
Vergleichsspannung

Typ: Vergleichsspannung (von Mises)

Einheit: MPa

Zeit: 1

08.01.2025 17:30



# Öffnungswinkel

Um den Öffnungswinkel des Stahlrahmens zu bestimmen, werden die Verschiebungen in y-Richtung der oberen Platte betrachtet.

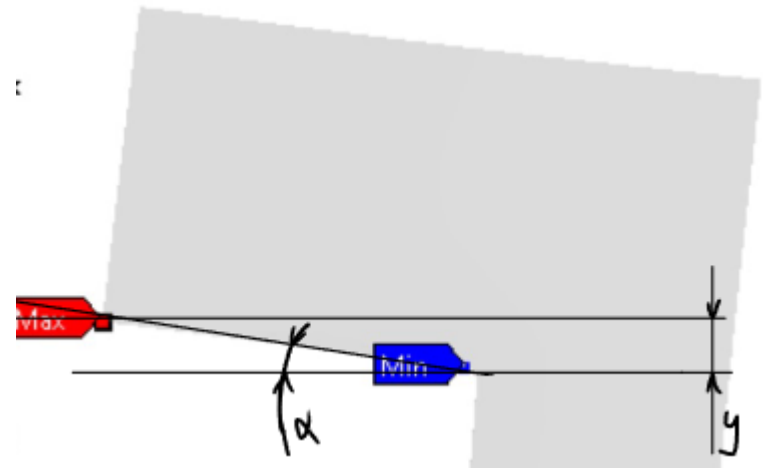
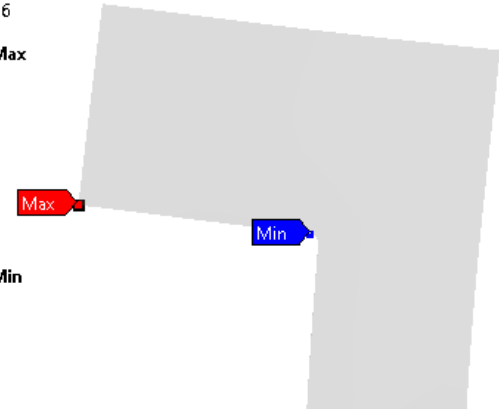
Anschließend wird mit der folgenden Formel der Öffnungswinkel berechnet:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{y}{L}\right)$$

Hierbei ist  $\alpha$  der Öffnungswinkel,  $y$  die Differenz zwischen den maximalen und minimalen Verschiebungen in y-Richtung und  $L$  der Abstand zwischen den Messpunkten. Mit einem Abstand von  $L = 580$  mm beträgt der Winkel  $\alpha = 0,037^\circ$ .

**A: Statisch-mechanische Analyse**  
 Verschiebungskomponente 4  
 Typ: Verschiebungskomponente(Y-Achse)  
 Einheit: mm  
 Globales Koordinatensystem  
 Zeit: 1  
 07.01.2025 17:16

0,51941 Max  
 0,47868  
 0,43796  
 0,39723  
 0,3565  
 0,31578  
 0,27505  
 0,23433  
 0,1936  
 0,15287 Min





# Analyse der Designänderungen

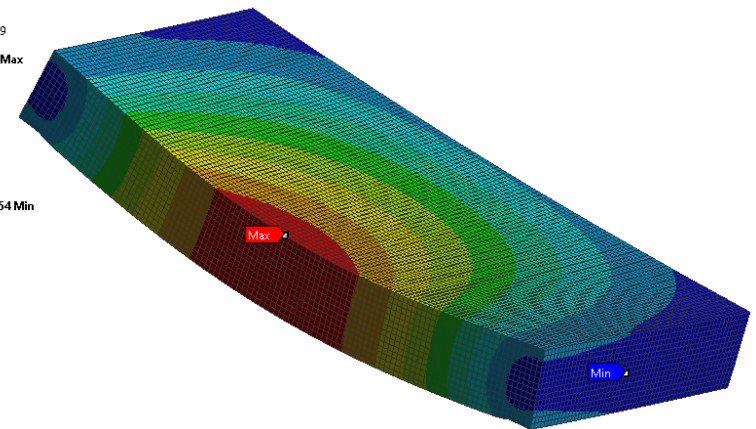
## Verdicken der unteren Platte um 30 mm

Die einfachste Designänderung, die sich zur Erhöhung der Steifigkeit der Unteren Platte anbietet, ist diese dicker zu machen.

Wenn die Platte statt 80 mm nun 110 mm dick ist, fällt die Gesamtverformung der Platte von 0,09065 mm auf 0,04373 mm.

A: Statisch-mechanische Analyse  
Gesamtverformung  
Typ: Gesamtverformung  
Einheit: mm  
Zeit: 1  
07.01.2025 17:39

0,043733 Max  
0,038938  
0,034144  
0,029349  
0,024555  
0,01976  
0,014966  
0,010171  
0,005377  
0,00058254 Min





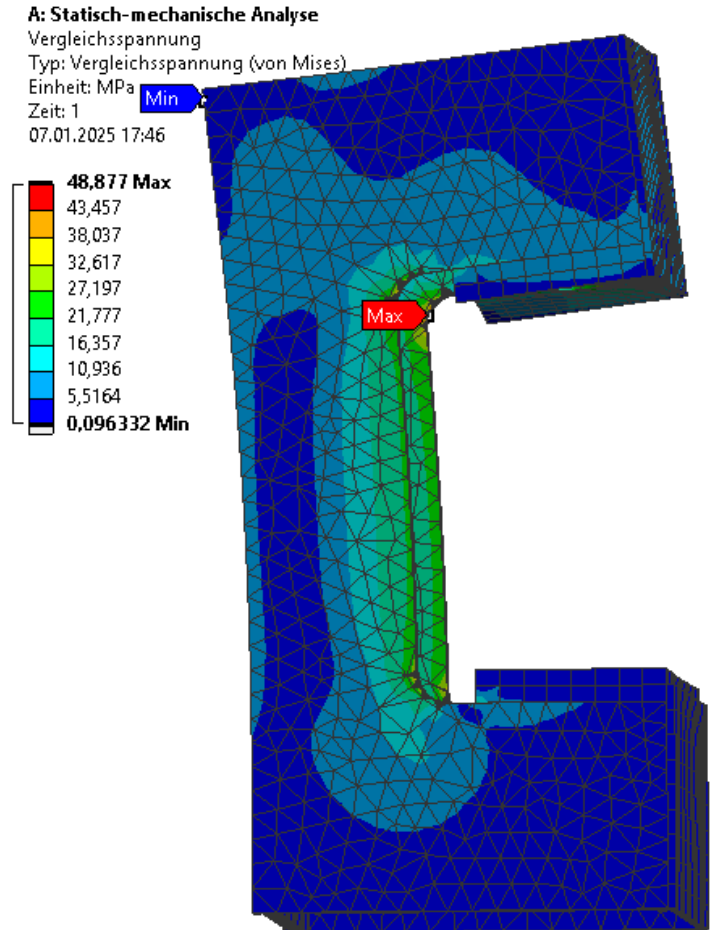
# Analyse der Designänderungen

## Rundung der Seitenplatte vergrößern R75

Um die Kerbwirkung an den Rundungen der Seitenplatten zu verringern, bietet sich an diese Rundungen einfach größer zu machen.

Bei einer Rundung von 75 mm statt 20 mm, sinkt die Kerbspannung von 83,8 MPa auf 48,9 MPa.

Somit würden die Spannungen des gesamten Presserahmens nicht die maximalen Spannungen von 50 MPa überschreiten.



## Fazit

Anhand der durchgeführten FE-Analyse wird festgestellt, dass das ursprüngliche Design der Konstruktionsabteilung nicht den Anforderungen entspricht und Designänderungen erforderlich sind.

Durch Anpassungen des Designs und deren Überprüfung mittels einer weiteren FE-Analyse konnten die Anforderungen hinsichtlich der Steifigkeit der unteren Platte sowie der Festigkeit des Stahlrahmens erfüllt werden. Dazu wurde die dicke der unteren Platte von 80 mm auf 110 mm erhöht und die Radien der Rundungen der Seitenplatten jeweils von R20 auf R75 vergrößert.