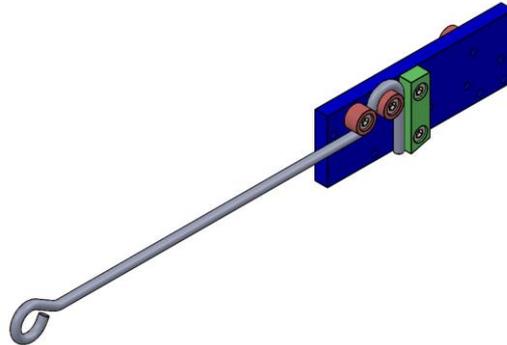


**Kaltbiegen von Sturmhaken: „Biegevorrichtung optimieren und Arbeitsschritte planen“**



Fach	Fertigungstechnik
Jahrgangsstufe	11
Lernfeld	LF 7: Herstellen von Umformteilen
Querverweise zu weiteren Lernfeldern des Lehrplans	LF 5: Herstellen von Blechbauteilen (Jahrgangsstufe 11) LF 8: Demontieren und Montieren von Baugruppen in der Werkstatt (Jahrgangsstufe 11)
Zeitraumen	3 – 4 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Tabellenbuch, Taschenrechner, Arbeitsblätter, Lineal, Geodreieck, Minenbleistifte, Textmarker, Zeichnungen  Mit einem Klick auf die QR-Codes gelangen Sie zu den 3D-Modellen im <a href="#">mebis-Kurs</a> . Bitte beachten Sie, dass Sie für eine korrekte Darstellung das Programm SOLIDWORKS 2020 von Dassault Systèmes benötigen.



### Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen die Herstellung von Umformteilen. Dazu erstellen Sie auftragsbezogen Skizzen und Zeichnungen. (LF 7)
- planen die Herstellung eines mehrteiligen Blechbauteiles unter Berücksichtigung von Funktion, Form und Materialauswahl. (LF 5)
- planen die Demontage und Montage von Bauelementen und Baugruppen einer Metallbau- und Stahlbaukonstruktion. (LF 8)
- planen die Arbeitsschritte unter Berücksichtigung der erforderlichen Bauteile, Werkzeuge, Prüfmittel, Herstellerangaben und Sicherheitsmaßnahmen. (LF 8)



### Phasen der vollständigen Handlung

#### 1. Orientieren:

Die SuS verschaffen sich einen Überblick über die Lernsituation „Sturmhaken“.

#### 2. Informieren:

Sie informieren sich mit Hilfe von Tabellen und Formeln über die Mindest-Biegeradien an Blechen und Werkzeugen und die Rückfederung von Blechen.

Sie informieren sich anhand von Zeichnungen über den Aufbau einer Biegevorrichtung.

Sie informieren sich anhand einer Vorgangsbeschreibung über das Biegen des Sturmhakens mit Hilfe einer Biegevorrichtung.

#### 3. Planen:

Sie stellen die zum Berechnen benötigten Formeln auf.

Sie wählen die aus Tabellen technologische Kennwerte (Mindest-Biegeradius und Rückfederungsfaktor) aus.

Sie entnehmen den Einzelteilzeichnungen der Biegevorrichtung die benötigten Maße.

#### 4. Durchführen:

Sie erstellen Anleitungen und Richtlinien zum Bedienen der Biegevorrichtung.

Sie erstellen einen konstruktiven Verbesserungsvorschlag zum Bedienen der Biegevorrichtung.

Sie erstellen einen Arbeitsplan zum Fertigen der Sturmhaken.



### **5. Kontrollieren und Bewerten:**

Sie überprüfen die Auslegung der Biegevorrichtung hinsichtlich des Mindest-Biegeradius und der Rückfederung.

Sie prüfen, ob die gefertigten Sturmhaken den Zeichnungsvorgaben entsprechen.

Sie beurteilen zwei Fertigungs-Varianten im Hinblick auf deren Wirtschaftlichkeit und Fertigungsqualität.

## Aufgabe

### **1.2 Kaltbiegen von Sturmhaken:** **„Biegevorrichtung optimieren und Arbeitsschritte planen“**

#### **Ihr Auftrag**

Ein Kunde gibt die Fertigung von 15 Stück massiver Sturmhaken (Bild, rechts) in Auftrag.



Ein 3D-Modell des Sturmhakens können Sie über den nebenstehenden QR-Code betrachten.



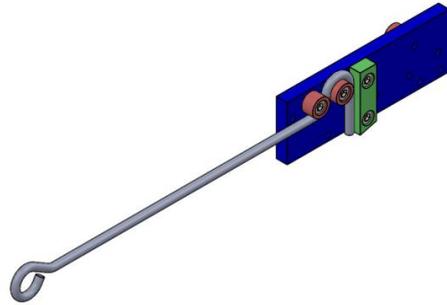
Die Sturmhaken dienen dem Sichern von (Eingangs-)Türen nach dem Öffnen, ähnlich der nachfolgend gezeigten Lösung.



(Jurahalle, Neumarkt)

Sie bekommen von ihrem Ausbilder den Auftrag, sich über Aufbau und Bedienung der zum Biegen der Sturmhaken vorgesehenen Biegevorrichtung zu informieren (Bild, rechts).

Sie sollen die Biegevorrichtung optimieren, Bedienungshinweise und Arbeitsplan erstellen sowie Fertigungsvarianten beurteilen.

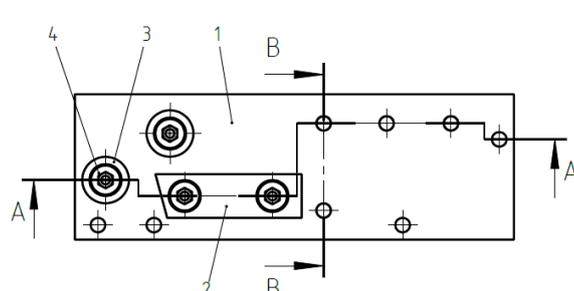
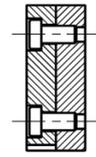
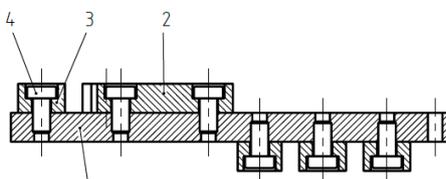
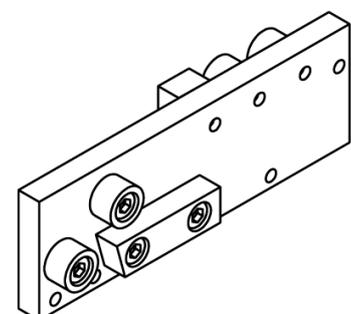
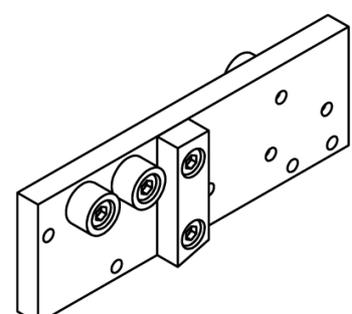
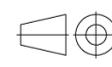


Vor der Lieferung der Sturmhaken an den Kunden, ist deren Form- und Maßhaltigkeit zu überprüfen.

10. Machen Sie sich mit der Zeichnung der „Biegevorrichtung für Sturmhaken“ vertraut.

*Die Zusammenbauzeichnung der Biegevorrichtung mit den zugehörigen Einzelteilzeichnungen finden Sie unter dem QR-Code.*



1	2	3	4																					
A				 <p style="text-align: center;">B-B</p>																				
B	 <p style="text-align: center;">A-A</p>																							
C																								
D	 <p style="text-align: center;">M 1:2</p>																							
E	<p>Allgemeintoleranz ISO 2768-mH</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>Menge</th> <th>Benennung</th> <th>Bemerkungen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Grundplatte</td> <td>150x50x10, E295</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>Anschlagleiste</td> <td>50x15x10, E295</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>Biegedorn</td> <td>∅ 16x10, E295</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td>DIN 6912 - M6 x 12 --- 6.5N</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Pos.	Menge	Benennung	Bemerkungen	1	1	Grundplatte	150x50x10, E295	2	2	Anschlagleiste	50x15x10, E295	3	4	Biegedorn	∅ 16x10, E295	4	8	DIN 6912 - M6 x 12 --- 6.5N		
Pos.	Menge	Benennung	Bemerkungen																					
1	1	Grundplatte	150x50x10, E295																					
2	2	Anschlagleiste	50x15x10, E295																					
3	4	Biegedorn	∅ 16x10, E295																					
4	8	DIN 6912 - M6 x 12 --- 6.5N																						
F	Verantwortl. Abt. 	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von																				
		Dokumentenart Fertigungszeichnung		Dokumentenstatus freigegeben																				
		Titel, zusätzlicher Titel Biegevorrichtung für Sturmhaken		And. A	Ausgabedatum 06.03.2022																			
				Spr. de	Blatt 1																			







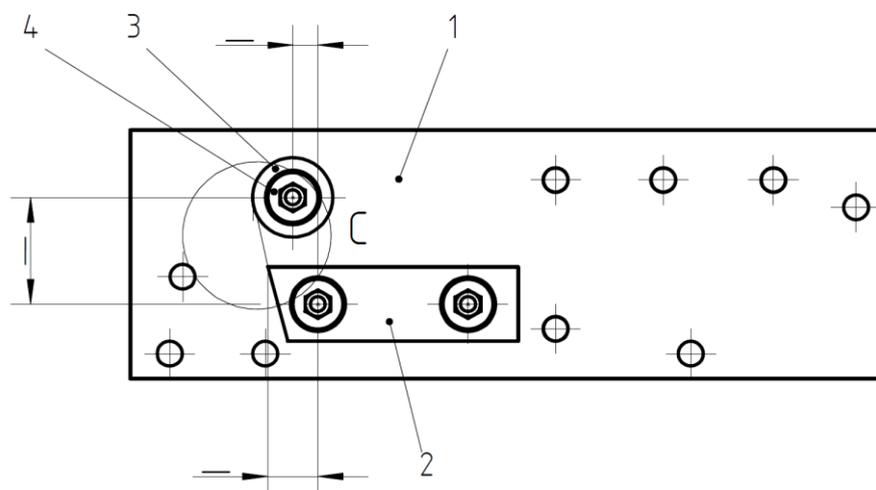
12. Überprüfen Sie den Platz der Biegevorrichtung für das Überbiegen des Rundstahls zum Biegen der Bogenlänge  $l_2$  des Sturmhakens.

a) Ermitteln Sie dafür die der Vorderansicht angetragenen Maße anhand der Einzelteilzeichnungen von Grundplatte (Pos. 1), Anschlagleiste (Pos. 2) und Biegedorn (Pos. 3).

Die Einzelteilzeichnungen der Biegevorrichtung finden Sie unter dem QR-Code.

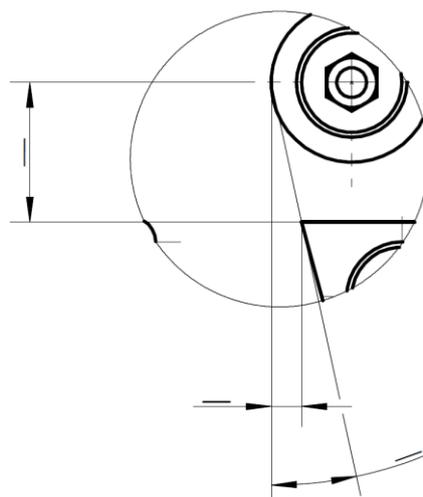


Vorderansicht:



b) Bestimmen Sie mittels der Maße aus Teilaufgabe a) die beiden Längenmaße im Detail C.

Detail C:





13. Die Sturmhaken sollen nun mit Hilfe der Biegevorrichtung gebogen werden (Bild, exemplarisch).

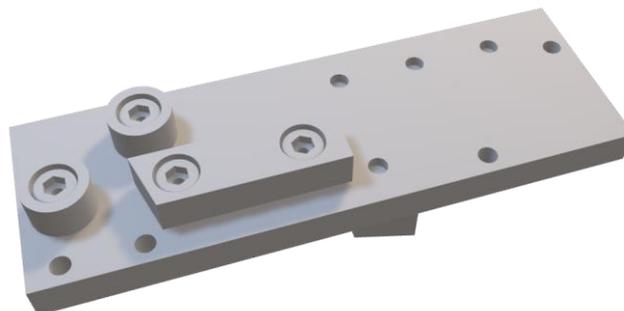


Informieren Sie sich über die „Arbeitsweise beim Biegen des Sturmhakens“.

**Beachten Sie stets folgende „Arbeitsweise beim Biegen des Sturmhakens“!**

- Das Biegen des Rundstahls muss enganliegend um den Biegedorn (Pos. 3) erfolgen.
- Halten Sie beim Biegen den Rundstahl immer auf Zug.
- Um die Rückfederung auszugleichen, ist der Rundstahl über den Biegewinkel  $\alpha_2$  hinaus zu Verformen (Überbiegen).
- Überbiegen Sie den Rundstahl in kleinen Schritten. Nähern Sie sich so dem Biegewinkel  $\alpha_2$  vorsichtig an.
- Der Biegewinkel  $\alpha_2$  ist erreicht, wenn der „freie“ bzw. gebogene Schenkel die in der Grundplatte (Pos. 1) eingebrachte zugehörige „Kontroll-Bohrung“ gerade so berührt.  
WICHTIG: Blicken Sie senkrecht auf die Grundplatte!
- **Der Rundstahl darf nicht zurückgebogen werden, dadurch nimmt die Belastbarkeit des Sturmhakens ab!**

Betrachten Sie auch das 3D-Modell der Biegevorrichtung.



Zum 3D-Modell gelangen Sie über den nebenstehenden QR-Code.



14. Informieren Sie sich nachfolgend über den Aufbau der Biegevorrichtung (in 4 Schritten: Aufbau 1, ...) und zum Biegen der Sturmhaken (in 6 Schritten). Die zugehörigen Zeichnungen können Sie über den QR-Code (rechts) einsehen.

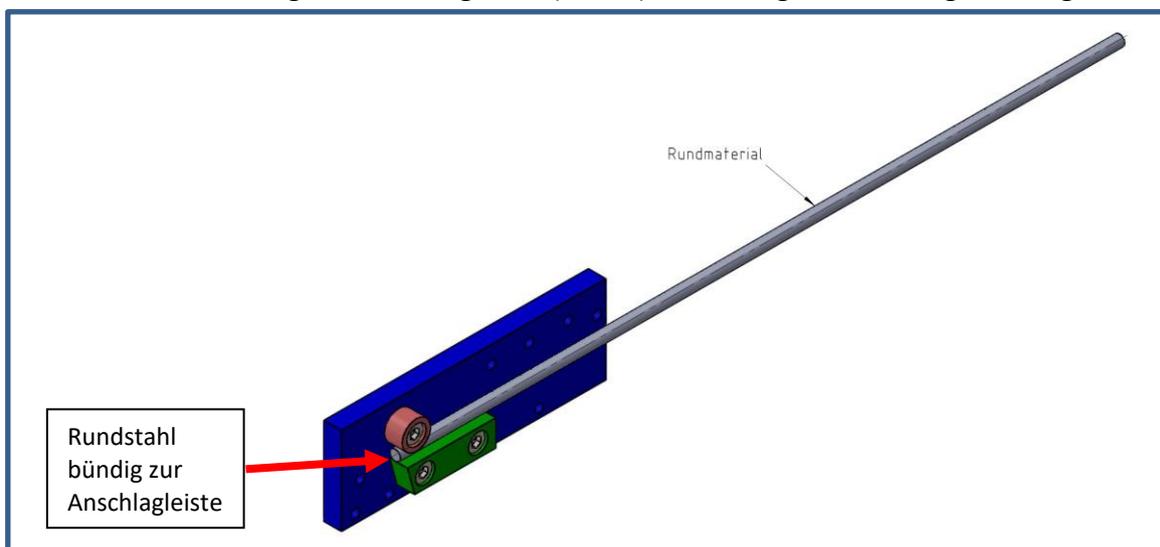


### Aufbau 1:

Auf der Vorderseite der Grundplatte (Pos. 1) werden zunächst eine Anschlagleiste (Pos. 2) und ein Biegedorn (Pos. 3) mit den Zylinderschrauben DIN 6912- M6 x 12 (Pos. 4) montiert (siehe 2. Schritt, Vorderansicht). Die Biegedorn ist zur Anschlagleiste so auszurichten, dass sich der Rundstahl (das Rundmaterial) mit leichtem Spiel einlegen lässt.

### 1. Schritt – Einlegen des Rundstahls

Der Rundstahl ist bündig zur Anschlagleiste (Pos. 2) in die Biegevorrichtung einzulegen.



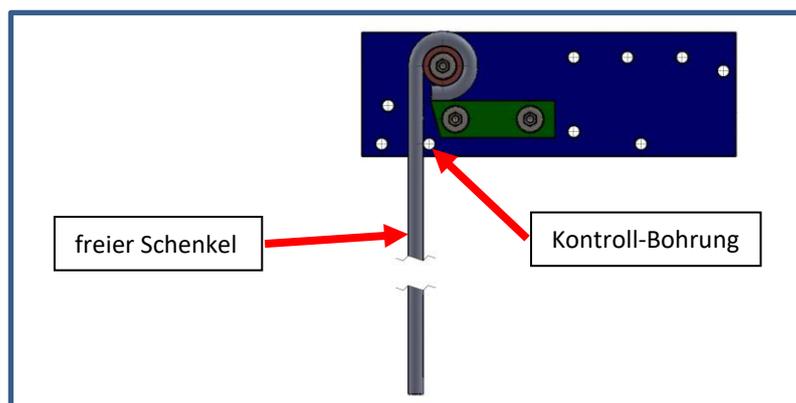
### 2. Schritt – Erste Biegung für Sturmhaken

Übertragen Sie die Winkel für die „Bogenlänge  $l_2$ “ aus Aufgabe 11g) und 11h):

- $\alpha_1 = \underline{\hspace{2cm}}$  (Winkel zum Überbiegen des Rundstahls)
- $\alpha_2 = \underline{\hspace{2cm}}$  (Biegewinkel am Sturmhaken)

Nach dem Biegen des Rundstahls wird der Biegewinkel  $\alpha_2$  anhand der gezeigten Kontroll-Bohrung geprüft.

### Vorderansicht:



### Aufbau 2:

Ein zweiter Biegedorn (Pos. 3) wird mit einer Zylinderschraube DIN 6912- M6 x 12 (Pos. 4) auf der Vorderseite der Grundplatte (Pos. 1) montiert (siehe 3. Schritt, Vorderansicht). Der Biegedorn ist so auszurichten, dass sich der Rundstahl mit leichtem Spiel einlegen lässt.

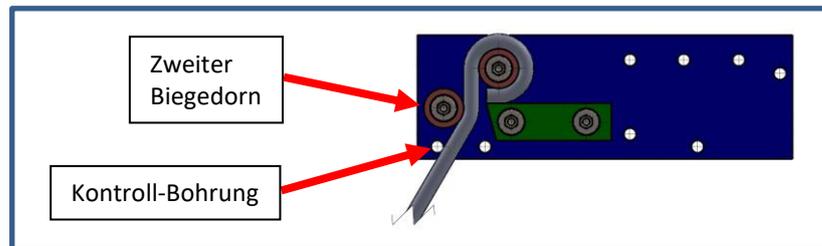
### 3. Schritt – Zweite Biegung für Sturmhaken

Übertragen Sie die Winkel für die "Bogenlänge  $l_4$ " aus Aufgabe 11g) und 11h):

- $\alpha_1 = \underline{\hspace{2cm}}$  (Winkel zum Überbiegen des Rundstahls)
- $\alpha_2 = \underline{\hspace{2cm}}$  (Biegewinkel am Sturmhaken)

Nach dem Biegen des Rundstahls wird der Biegewinkel  $\alpha_2$  anhand der gezeigten Kontroll-Bohrung geprüft.

### Vorderansicht:



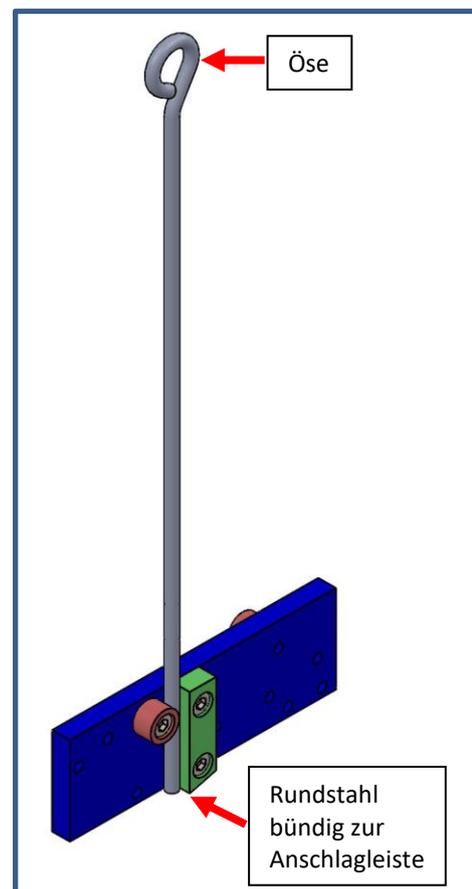
### Aufbau 3:

Auf der Rückseite der Grundplatte (Pos. 1) wird die zweite Anschlagleiste (Pos. 2) und der dritte Biegedorn (Pos. 3) mit Zylinderschrauben DIN 6912- M6 x 12 (Pos. 4) montiert (siehe 5. Schritt, Rückansicht).

Die Biegedorn ist zur Anschlagleiste so auszurichten, dass sich der Rundstahl mit leichtem Spiel einlegen lässt.

### 4. Schritt – Einlegen des Rundstahls mit Öse

Der freie Schenkel des Rundstahls wird bündig zur Anschlagleiste (Pos. 2) in die Biegevorrichtung eingelegt.



14.1. Beim „Einlegen des Rundstahls mit Öse“ (4. Schritt) in die Biegevorrichtung muss die Öffnung der Öse auf der linken Seite liegen. Um dies zu gewährleisten, erstellen Sie ...

a) ... eine kurze Bedienungsanleitung für das „Einlegen des Rundstahls mit Öse“.

Merkmale:

- Schreiben Sie in kurzen Sätzen.
- Schreiben Sie in der Gegenwart.
- Verwenden Sie die Bauteilbezeichnungen (Grundplatte, Anschlagleiste, Biegedorn...).

---



---



---



---

b) ... einen Vorschlag für ein Hinweisschild auf der Biegevorrichtung (siehe Rückansicht, rechts).

Hinweise:

- Verwenden Sie Symbole.
- Formulieren Sie stichpunktartig.

---

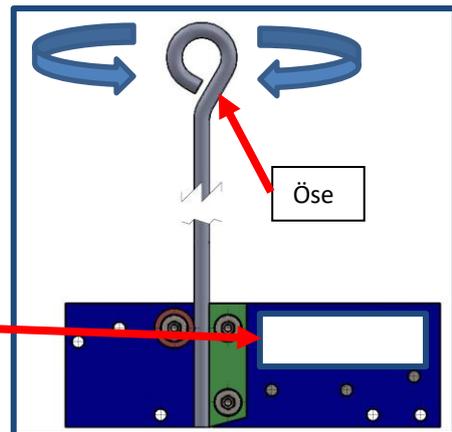


---



---

Rückansicht:



14.2. Beim „Einlegen des Rundstahls mit Öse“ (4. Schritt) in die Biegevorrichtung darf die Öse nicht verdreht zur Auflagefläche der Grundplatte (Pos. 1) liegen. Alle weiteren Biegungen würden damit auch verdreht angebracht. Um dies zu verhindern, Erstellen Sie ...

a) ... eine kurze Bedienungsanleitung.

Merkmale:

- Schreiben Sie in kurzen Sätzen.
- Schreiben Sie in der Gegenwart.
- Verwenden Sie die Bauteilbezeichnungen (Grundplatte, Anschlagleiste, Biegedorn...).

---



---



---



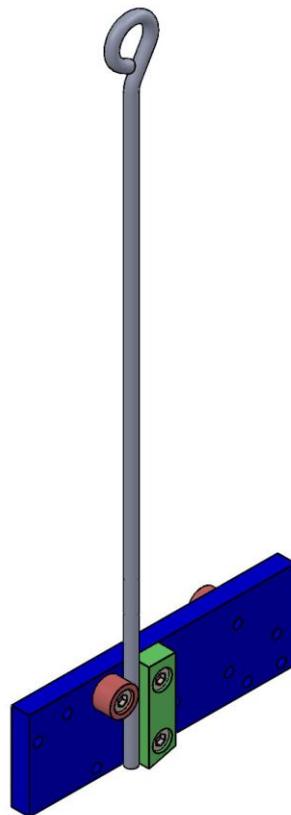
---

b) ... einen konstruktiven Vorschlag.

Vorgehensweise:

- Zeichnen oder Skizzieren Sie ihre Lösung in die 3D-Ansicht (unten).
- Zeichnen (= Arbeiten mit Lineal) oder Skizzieren (= Freihand zeichnen) Sie mit Bleistift.
- Beschriften Sie ihre Bauteile normgerecht. Zeichnen Sie jeweils einen „Bezugsstrich“.
- Achten Sie auf Sauberkeit.

3D-Ansicht:



c) Erstellen Sie eine kurze Arbeitsplanung und Funktionsbeschreibung ihrer Lösung aus b).

Merkmale:

- Schreiben Sie in kurzen Sätzen.
- Schreiben Sie in der Gegenwart.
- Verwenden Sie die Bauteilbezeichnungen (Grundplatte, Anschlagleiste, Biegedorn...).

---



---



---



---

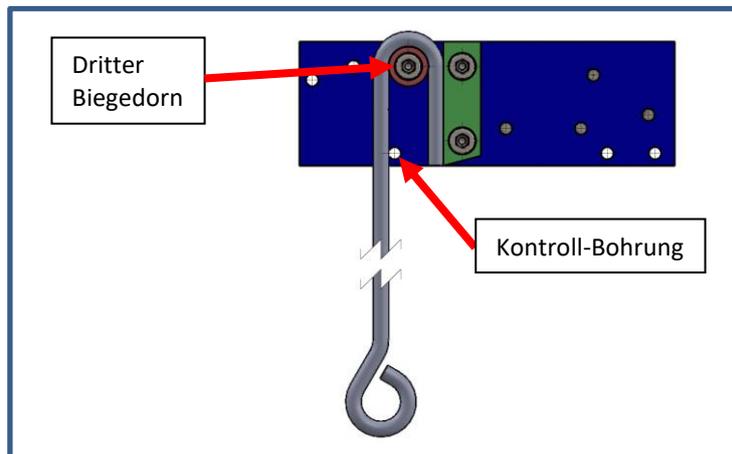
## 5. Schritt – Dritte Biegung für Sturmhaken

Übertragen Sie die Winkel für die "Bogenlänge  $l_6$ " aus Aufgabe 11g) und 11h):

- $\alpha_1 = \underline{\hspace{2cm}}$  (Winkel zum Überbiegen des Rundstahls)
- $\alpha_2 = \underline{\hspace{2cm}}$  (Biegewinkel am Sturmhaken)

Nach dem Biegen des Rundstahls wird der Biegewinkel  $\alpha_2$  anhand der gezeigten Kontroll-Bohrung geprüft.

Rückansicht:



Aufbau 4:

Der vierte Biegedorn (Pos. 3) wird mit einer Zylinderschraube DIN 6912- M6 x 12 (Pos. 4) auf der Vorderseite der Grundplatte (Pos. 1) montiert (siehe 6. Schritt, Rückansicht). Der Biegedorn ist so auszurichten, dass sich der Rundstahl mit leichtem Spiel einlegen lässt.

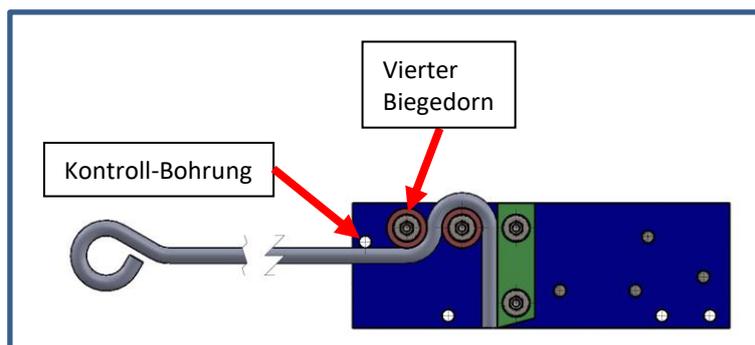
## 6. Schritt – Vierte Biegung für Sturmhaken

Übertragen Sie die Winkel für die "Bogenlänge  $l_7$ " aus Aufgabe 11g) und 11h):

- $\alpha_1 = \underline{\hspace{2cm}}$  (Winkel zum Überbiegen des Rundstahls)
- $\alpha_2 = \underline{\hspace{2cm}}$  (Biegewinkel am Sturmhaken)

Nach dem Biegen des Rundstahls wird der Biegewinkel  $\alpha_2$  anhand der gezeigten Kontroll-Bohrung geprüft.

Rückansicht:



15. Überprüfen Sie den gefertigten Sturmhaken auf Maß- und Formhaltigkeit mit Hilfe geeigneter Messmittel.

Tipps: Zur Hilfestellung kann eine Messprotokoll erstellt werden.



Alternativ: Prüfung der Sturmhaken mittels „Prüfschablone“ (Maßstab 1:1).

Drucken Sie die Prüfschablone maßstäblich aus. Sie finden diese unter dem QR-Code.



16. Erstellen Sie einen Arbeitsplan für die Herstellung des Sturmhakens.

Hilfsmittel: Explosionsansicht mit Stückliste (siehe nächste Seite, Zeichnung im Anhang)

Nr.	Arbeitsschritte	Werkzeuge, Hilfsmittel
1	Rundstahl auf Länge schneiden und entgraten	Säge, Feile
2	Grundplatte einspannen (Vorderansicht bzw. Vorderseite oben)	Schraubstock
3	Erste Anschlagleiste und ersten Biegedorn auf Grundplatte ausrichten und montieren	Sechskantschrauben, Inbusschlüssel, Rundstahl
4	Rundstahl einlegen, ausrichten und von Hand biegen (erste Biegung)	Biegevorrichtung (BV)
5	Stellung des freien Schenkels prüfen	Kontrollbohrung in BV
6	Zweiten Biegedorn auf Grundplatte ausrichten und montieren	Sechskantschrauben, Inbusschlüssel, Rundstahl
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		



## Lösungen

### 1.2 Kaltbiegen von Sturmhaken: „Biegevorrichtung optimieren und Arbeitsschritte planen“

11. Der Radius am Biegedorn (Pos. 2) ist rechnerisch zu überprüfen.

b) Berechnen Sie nun das Verhältnis „ $R_2 : s$ “.

Annahme: Blechdicke  $s =$  Drahtdurchmesser  $d$

$$R_2 : s = 8 \text{ mm} : 6 \text{ mm} = 1,33$$

$$R_2 : s = \underline{\quad 1,33 \quad}$$

c) Entnehmen Sie anhand des Verhältnisses „ $R_2 : s$ “ den Rückfederungsfaktor  $k_r$  der Tabelle aus Teilaufgabe a).

Hinweis: Der Werkstoff DC04 (St 14) kommt in seinen Eigenschaften dem Material des Rundstahls, S235JR, am nächsten.

$$k_r = \underline{\quad 0,99 \quad}$$

d) Berechnen Sie den „theoretischen“ Radius  $R_1$  am Biegedorn (Pos. 2) mit Hilfe der Formel aus Teilaufgabe a) und der Werte aus den Teilaufgaben b) und c).

$$R_1 = k_r \cdot (R_2 + 0,5 \cdot s) - 0,5 \cdot s$$

$$R_1 = 0,99 \cdot (8 \text{ mm} + 0,5 \cdot 6 \text{ mm}) - 0,5 \cdot 6 \text{ mm}$$

$$R_1 = 0,99 \cdot 11 \text{ mm} - 3 \text{ mm}$$

$$R_1 = 7,89 \text{ mm}$$



h) Berechnen Sie ausgehend von den Biegewinkeln  $\alpha_2$  die einzelnen Winkel  $\alpha_1$  zum Überbiegen des Rundstahls (Winkel vor der Rückfederung).

Hinweis: Verwenden Sie die Berechnungsformel aus Teilaufgabe g).

Bogenlänge $l_2$ :	$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k_r} = \frac{270^\circ}{0,99} \approx 272,7^\circ$
Bogenlänge $l_4$ :	$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k_r} = \frac{30^\circ}{0,99} \approx 30,3^\circ$
Bogenlänge $l_6$ :	$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k_r} = \frac{90^\circ}{0,99} \approx 90,9^\circ$
Bogenlänge $l_7$ :	$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k_r} = \frac{180^\circ}{0,99} \approx 181,8^\circ$

12. Überprüfen Sie den Platz der Biegevorrichtung für das Überbiegen des Rundstahls zum Biegen der Bogenlänge  $l_2$  des Sturmhakens.

c) Berechnen Sie den im Detail C bemaßten Winkel mit Hilfe der Winkelfunktionen.

$\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$
$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} \right)$
$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{3 \text{ mm}}{14 \text{ mm}} \right)$
$\alpha = 12,09^\circ$

Der ermittelte Winkel steht in der Biegevorrichtung zum Überbiegen des Rundstahls in der ersten Biegung zur Verfügung.

d) Vergleichen Sie in Teilaufgabe c) berechneten Winkel mit dem zum Überbiegen nötigen Winkel  $\alpha_1$  (siehe Teilaufgabe 11h). Steht ausreichend Platz zum Überbiegen des Rundstahl zur Verfügung? Begründen Sie.

**Aus 11h): Bogenlänge  $l_2$ :  $\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k_r} = \frac{270^\circ}{0,99} \approx 272,7^\circ$ ,**

**d.h. der Rundstahl muss um ca.  $2,7^\circ$  überbogen werden.**

**Der zur Verfügung stehen „Platz“ von ca.  $12,1^\circ$  ist also ausreichend.**

14. Informieren Sie sich nachfolgend über den Aufbau der Biegevorrichtung (in 4 Schritten: Aufbau 1, ...) und zum Biegen der Sturmhaken (in 6 Schritten). Die zugehörigen Zeichnungen können Sie über den QR-Code (rechts) einsehen.

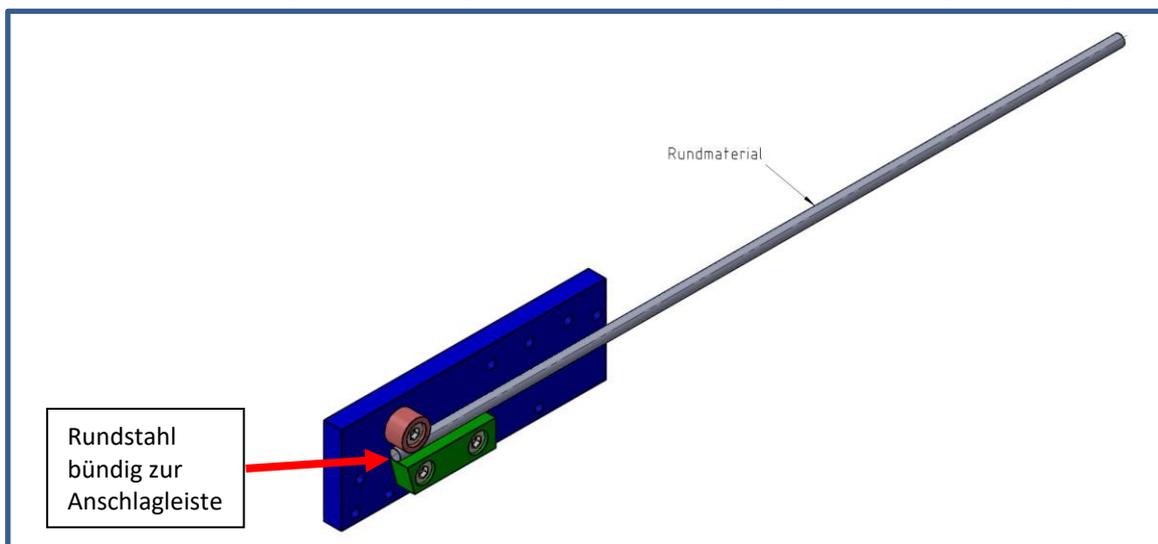


### Aufbau 1:

Auf der Vorderseite der Grundplatte (Pos. 1) werden zunächst eine Anschlagleiste (Pos. 2) und ein Biegedorn (Pos. 3) mit den Zylinderschrauben DIN 6912- M6 x 12 (Pos. 4) montiert (siehe 2. Schritt, Vorderansicht). Die Biegedorn ist zur Anschlagleiste so auszurichten, dass sich der Rundstahl (das Rundmaterial) mit leichtem Spiel einlegen lässt.

### 1. Schritt – Einlegen des Rundstahls

Der Rundstahl ist bündig zur Anschlagleiste (Pos. 2) in die Biegevorrichtung einzulegen.



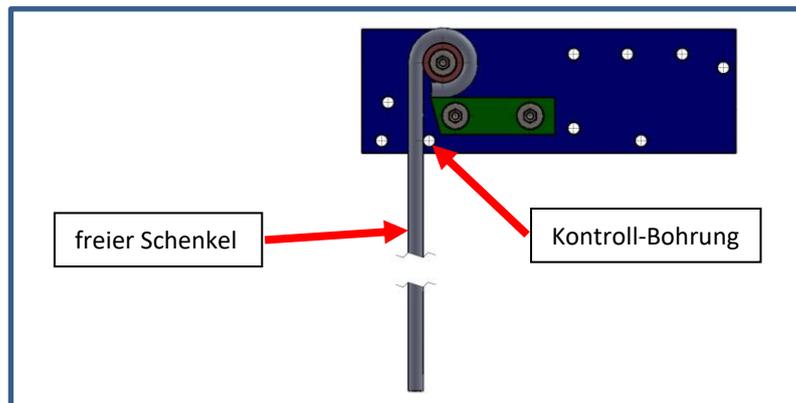
## 2. Schritt – Erste Biegung für Sturmhaken

Übertragen Sie die Winkel für die „*Bogenlänge*  $l_2$ “ aus Aufgabe 11g) und 11h):

- $\alpha_1 = \underline{\quad 272,7^\circ \quad}$  (*Winkel zum Überbiegen des Rundstahls*)
- $\alpha_2 = \underline{\quad 270^\circ \quad}$  (*Biegewinkel am Sturmhaken*)

Nach dem Biegen des Rundstahls wird der Biegewinkel  $\alpha_2$  anhand der gezeigten Kontroll-Bohrung geprüft.

Vorderansicht:



Aufbau 2:

Ein zweiter Biegedorn (Pos. 3) wird mit einer Zylinderschraube DIN 6912- M6 x 12 (Pos. 4) auf der Vorderseite der Grundplatte (Pos. 1) montiert (siehe 3. Schritt, Vorderansicht). Der Biegedorn ist so auszurichten, dass sich der Rundstahl mit leichtem Spiel einlegen lässt.

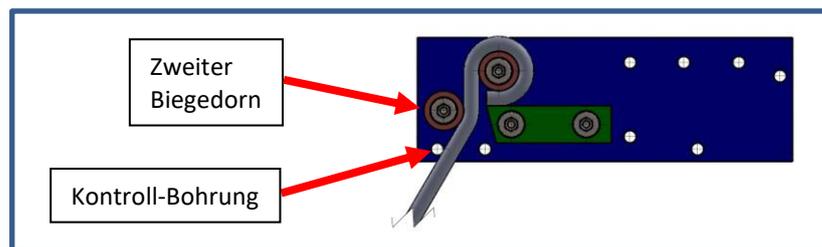
### 3. Schritt – Zweite Biegung für Sturmhaken

Übertragen Sie die Winkel für die "Bogenlänge  $l_4$ " aus Aufgabe 11g) und 11h):

- $\alpha_1 = \underline{30,3^\circ}$  (Winkel zum Überbiegen des Rundstahls)
- $\alpha_2 = \underline{30^\circ}$  (Biegewinkel am Sturmhaken)

Nach dem Biegen des Rundstahls wird der Biegewinkel  $\alpha_2$  anhand der gezeigten Kontroll-Bohrung geprüft.

Vorderansicht:



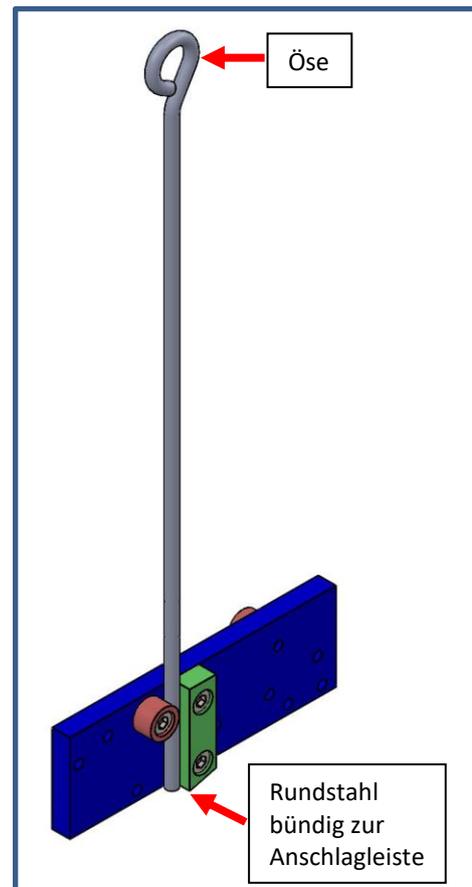
### Aufbau 3:

Auf der Rückseite der Grundplatte (Pos. 1) wird die zweite Anschlagleiste (Pos. 2) und der dritte Biegedorn (Pos. 3) mit Zylinderschrauben DIN 6912- M6 x 12 (Pos. 4) montiert (siehe 5. Schritt, Rückansicht).

Die Biegedorn ist zur Anschlagleiste so auszurichten, dass sich der Rundstahl mit leichtem Spiel einlegen lässt.

### 4. Schritt – Einlegen des Rundstahls mit Öse

Der freie Schenkel des Rundstahls wird bündig zur Anschlagleiste (Pos. 2) in die Biegevorrichtung eingelegt.



14.1. Beim „Einlegen des Rundstahls mit Öse“ (4. Schritt) in die Biegevorrichtung muss die Öffnung der Öse auf der linken Seite liegen. Um dies zu gewährleisten, erstellen Sie ...

a) ... eine kurze Bedienungsanleitung für das „Einlegen des Rundstahls mit Öse“.

Merkmale:

- Schreiben Sie in kurzen Sätzen.
- Schreiben Sie in der Gegenwart.
- Verwenden Sie die Bauteilbezeichnungen (Grundplatte, Anschlagleiste, Biegedorn...).

**Legen Sie den Rundstahl mit dem freien Schenkel nach unten zwischen Anschlagleiste und Biegedorn in die Biegevorrichtung ein. Drehen Sie den Rundstahl so, dass die Öffnung der Öse links liegt. Positionieren Sie den Rundstahl so, dass er plan (=eben) auf der Grundplatte und bündig zur Anschlagleiste liegt.**

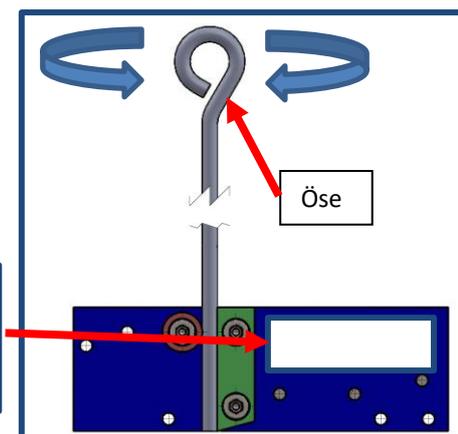
b) ... einen Vorschlag für ein Hinweisschild auf der Biegevorrichtung (siehe Rückansicht, rechts).

Hinweise:

- Verwenden Sie Symbole.
- Formulieren Sie stichpunktartig.

**Rundstahl mit Öffnung der Öse „links“ (←) einlegen!**  
**Anlage auf Grundplatte / an Anschlagleiste beachten!**

Rückansicht:



14.2. Beim „Einlegen des Rundstahls mit Öse“ (4. Schritt) in die Biegevorrichtung darf die Öse nicht verdreht zur Auflagefläche der Grundplatte (Pos. 1) liegen. Alle weiteren Biegungen würden damit auch verdreht angebracht. Um dies zu verhindern, Erstellen Sie ...

a) ... eine kurze Bedienungsanleitung.

Merkmale:

- Schreiben Sie in kurzen Sätzen.
- Schreiben Sie in der Gegenwart.
- Verwenden Sie die Bauteilbezeichnungen (Grundplatte, Anschlagleiste, Biegedorn...).

**Blicken Sie möglichst exakt von der Seite auf die Biegevorrichtung.**

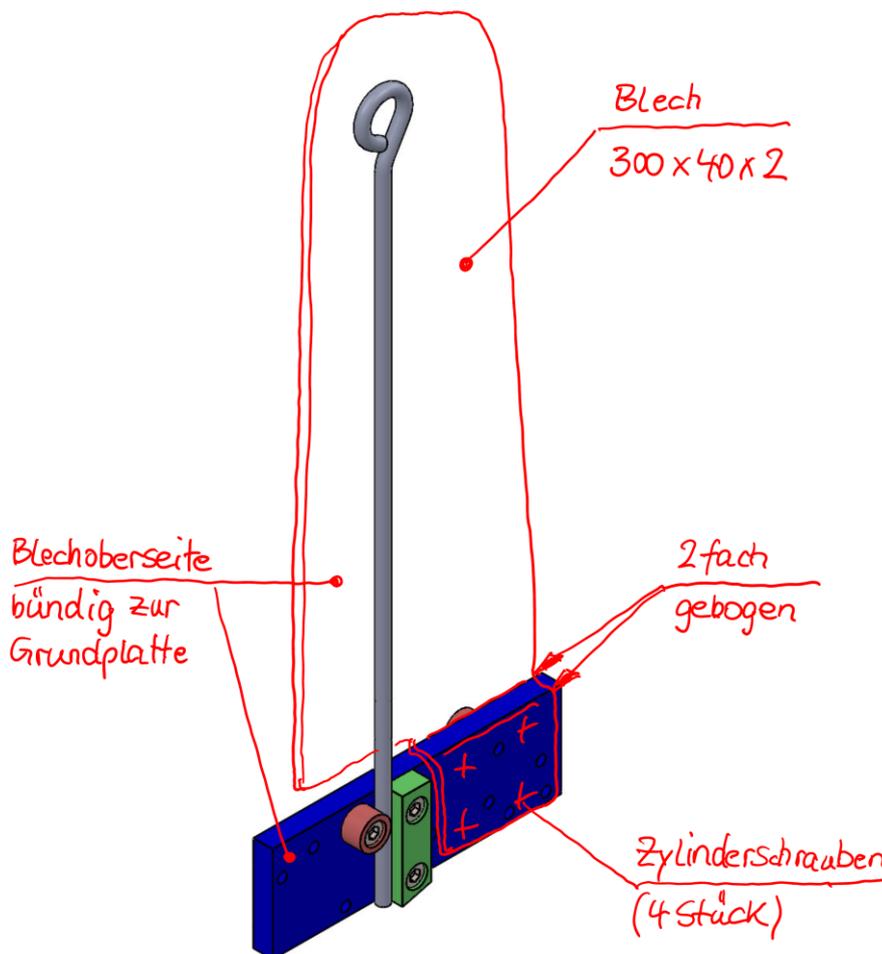
**Richten Sie die Öse des Rundstahls parallel zur Grundplatte der Biegevorrichtung aus, indem Sie den Rundstahl vorsichtig drehen.**

b) ... einen konstruktiven Vorschlag.

Vorgehensweise:

- Zeichnen oder Skizzieren Sie ihre Lösung in die 3D-Ansicht (unten).
- Zeichnen (= Arbeiten mit Lineal) oder Skizzieren (= Freihand zeichnen) Sie mit Bleistift.
- Beschriften Sie ihre Bauteile normgerecht. Zeichnen Sie jeweils einen „Bezugsstrich“.
- Achten Sie auf Sauberkeit.

3D-Ansicht:



c) Erstellen Sie eine kurze Arbeitsplanung und Funktionsbeschreibung ihrer Lösung aus b).

Merkmale:

- Schreiben Sie in kurzen Sätzen.
- Schreiben Sie in der Gegenwart.
- Verwenden Sie die Bauteilbezeichnungen (Grundplatte, Anschlagleiste, Biegedorn...).

**Arbeitsplan: Das Blech (300x40x2) auf Höhe der Anschlagleiste aussparen.**

**Nun die Verschraubung des Blechs auf der Grundplatte vorbereiten (4 Zylinderschr.).**

**Weiter das Blech exakt bündig zur Oberseite der Grundplatte biegen und befestigen.**

**-> Die offene Seite des gebogenen Schenkels wird durch das Blech nun exakt ausgerichtet!**

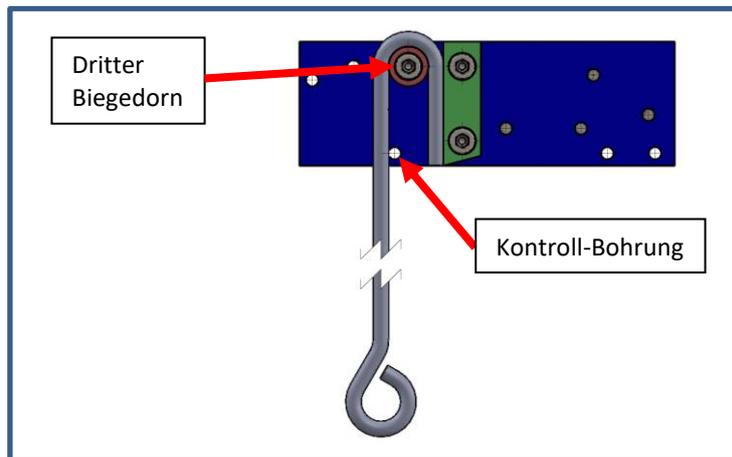
## 5. Schritt – Dritte Biegung für Sturmhaken

Übertragen Sie die Winkel für die "Bogenlänge  $l_6$ " aus Aufgabe 11g) und 11h):

- $\alpha_1 = \underline{90,9^\circ}$  (Winkel zum Überbiegen des Rundstahls)
- $\alpha_2 = \underline{90^\circ}$  (Biegewinkel am Sturmhaken)

Nach dem Biegen des Rundstahls wird der Biegewinkel  $\alpha_2$  anhand der gezeigten Kontroll-Bohrung geprüft.

Rückansicht:



Aufbau 4:

Der vierte Biegedorn (Pos. 3) wird mit einer Zylinderschraube DIN 6912- M6 x 12 (Pos. 4) auf der Vorderseite der Grundplatte (Pos. 1) montiert (siehe 6. Schritt, Rückansicht). Der Biegedorn ist so auszurichten, dass sich der Rundstahl mit leichtem Spiel einlegen lässt.

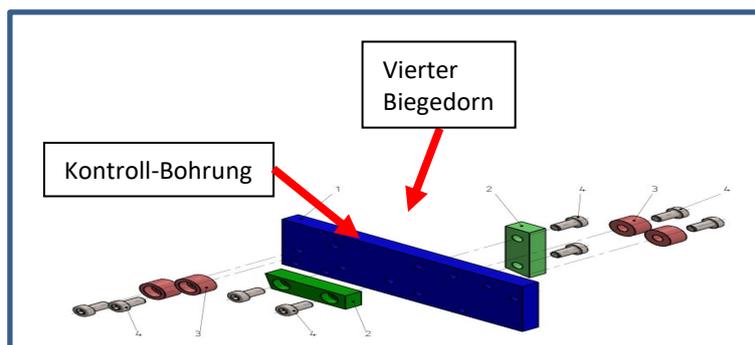
## 6. Schritt – Vierte Biegung für Sturmhaken

Übertragen Sie die Winkel für die "Bogenlänge  $l_7$ " aus Aufgabe 11g) und 11h):

- $\alpha_1 = \underline{181,8^\circ}$  (Winkel zum Überbiegen des Rundstahls)
- $\alpha_2 = \underline{180^\circ}$  (Biegewinkel am Sturmhaken)

Nach dem Biegen des Rundstahls wird der Biegewinkel  $\alpha_2$  anhand der gezeigten Kontroll-Bohrung geprüft.

Rückansicht:



15. Überprüfen Sie den gefertigten Sturmhaken auf Maß- und Formhaltigkeit mit Hilfe geeigneter Messmittel.

Tip: Zur Hilfestellung kann eine Messprotokoll erstellt werden.

Alternativ: Prüfung der Sturmhaken mittels „Prüfschablone“ (Maßstab 1:1).  
Drucken Sie die Prüfschablone maßstäblich aus. Sie finden diese unter dem QR-Code.



16. Erstellen Sie einen Arbeitsplan für die Herstellung des Sturmhakens.

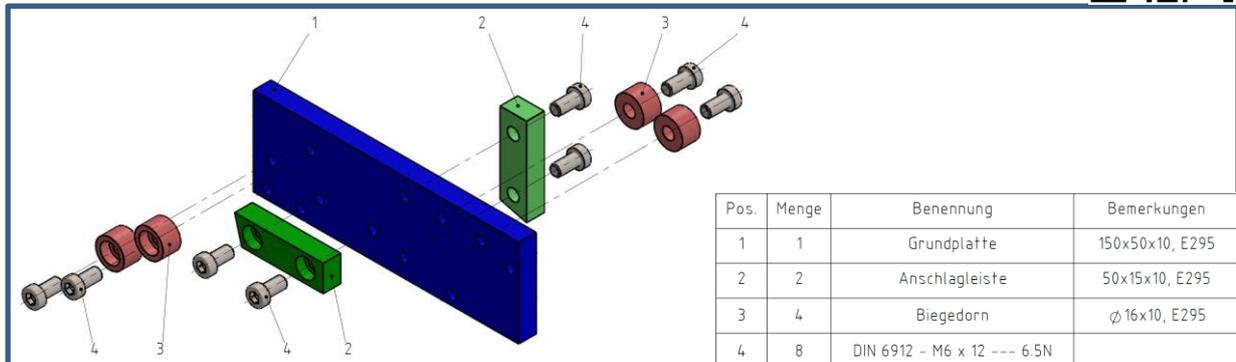
Hilfsmittel: Explosionsansicht mit Stückliste (siehe nächste Seite, Zeichnung im Anhang)

Nr.	Arbeitsschritte	Werkzeuge, Hilfsmittel
1	Rundstahl auf Länge schneiden und entgraten	Säge, Feile
2	Grundplatte einspannen (Vorderansicht bzw. Vorderseite oben)	Schraubstock
3	Erste Anschlagleiste und ersten Biegedorn auf Grundplatte ausrichten und montieren	Sechskantschrauben, Inbusschlüssel, Rundstahl
4	Rundstahl einlegen, ausrichten und von Hand biegen (erste Biegung)	Biegevorrichtung (BV)
5	Stellung des freien Schenkels prüfen	Kontrollbohrung in BV
6	Zweiten Biegedorn auf Grundplatte ausrichten und montieren	Sechskantschrauben, Inbusschlüssel, Rundstahl
7	<b>Rundstahl einlegen, ausrichten und von Hand biegen (zweite Biegung)</b>	<b>Biegevorrichtung (BV)</b>
8	<b>Stellung des freien Schenkels prüfen</b>	<b>Kontrollbohrung in BV</b>
9	<b>Grundplatte umspannen (Rückansicht bzw. Rückseite oben)</b>	<b>Schraubstock</b>
10	<b>Zweite Anschlagleiste und dritten Biegedorn auf Grundplatte ausrichten und montieren</b>	<b>Sechskantschrauben, Inbusschlüssel, Rundstahl</b>
11	<b>Rundstahl einlegen, ausrichten und von Hand biegen (dritte Biegung)</b>	<b>Biegevorrichtung (BV)</b>
12	<b>Stellung des freien Schenkels prüfen</b>	<b>Kontrollbohrung in BV</b>
13	<b>Vierten Biegedorn auf Grundplatte ausrichten und montieren</b>	<b>Sechskantschrauben, Inbusschlüssel, Rundstahl</b>
14	<b>Rundstahl einlegen, ausrichten und von Hand biegen (vierte Biegung)</b>	<b>Biegevorrichtung (BV)</b>
15	<b>Stellung des freien Schenkels prüfen</b>	<b>Kontrollbohrung in BV</b>
16	<b>Prüfen des gefertigten Sturmhakens auf Maß- und Formhaltigkeit</b>	<b>Prüfschablone im Maßstab 1:1</b>
17		

## Explosionsansicht und Stückliste:



Die Biegevorrichtung in Explosionsansicht finden Sie auch unter dem QR-Code.



17. Beurteilen Sie die nachfolgend beschriebenen „Varianten 1 und 2“ des Biegens der 15 Stück Sturmhaken im Hinblick auf die Faktoren „Zeit“, „Wiederholgenauigkeit“, „Maß- und Formgenauigkeit“ und „Ausschuss“.

Variante 1: Wie in Aufgabe 14 beschrieben, muss die Biegevorrichtung zum Biegen eines Sturmhakens schrittweise aufgebaut werden. Ist ein Sturmhaken fertig, muss, um einen weiteren Sturmhaken fertigen zu können, der zweite und vierte Biegedorn (Pos. 3) wieder von der Grundplatte (Pos. 1) abgebaut werden.

Variante 2: Alternativ könnten für alle Rundstähle zunächst die erste Biegung erfolgen. Danach wird der zweite Biegedorn auf die Grundplatte montiert und an alle Rundstähle die zweite Biegung angeformt. Für die dritte und vierte Biegung wird analog vorgegangen.

### **Variante 1:**

**Die Fertigung benötigt mehr Zeit, da die Vorrichtung für das Biegen der 15 Sturmhaken**

**jeweils teilweise (zweiter und vierter Biegedorn) zurückgebaut werden muss. Die**

**Wiederholgenauigkeit der Fertigung könnte leiden, da die Abfolge der Biegungen wechselt**

**(1-2-3-4-1-2-3-4-...). VORTEIL: Die Fertigung lässt sich anhand des ersten Sturmhakens**

**prüfen. Abweichungen bei Maß- und Formgenauigkeit können bei Fertigung des zweiten**

**Sturmhakens abgestellt werden -> geringer Ausschuss!**

### **Variante 2:**

**Der Zeitaufwand der Fertigung ist geringer, die Wiederholgenauigkeit voraussichtlich**

**besser, denn an jedem Sturmhaken wird nacheinander die gleiche Biegung angebracht (1-**

**1-1-1-...) -> gleichbleibende Maß- und Formgenauigkeit. VORSICHT: Es besteht die Gefahr**

**von 100% Ausschuss, falls die Vorrichtung falsch eingerichtet bzw. bedient wird!**

Beispiele für Produkte und Lösungen der Schülerinnen und Schüler

Erstellt von der Klasse MMB11 (Metallbauer/innen)  
(Schuljahr 2021/22, Staatliche Berufsschule in Neumarkt/OPf.)

Biegevorrichtung (Vorderansicht):



Biegevorrichtung (Rückansicht):



Sturmhaken (nicht maßstäblich):





### Hinweise zum Unterricht

#### Vorbemerkungen:

- Die Biegevorrichtung wird als gegeben angenommen. Alternativ kann die Fertigung der Vorrichtung geplant werden und in der Werkstatt erfolgen.
- Der komplette Zeichnungssatz zur Biegevorrichtung findet sich als Anhang zur Lernsituation. Umfang: Zusammenbauzeichnung, Explosionsansicht, Einzelteilzeichnungen, Biegen der Sturmhaken (Schritte 1-6), Prüfschablone.
- **Die Aufgaben des Teils 2 bauen auf die Aufgaben aus Teils 1 auf!**

#### Wiederholtes Grundwissen:

- Winkelfunktionen

#### Unterrichtsformen:

- Die Aufgaben 14.1, 14.2, 15, 16 und 17 bieten sich für eine Partnerarbeit an, aufgrund höherer Anforderungen.

#### Hinweise zum Unterricht:

- Die bestimmten Biegewinkel (am Sturmhaken) und berechneten Winkel zum Überbiegen (des Rundstahl) werden in Aufgabe 14 den Biegeschritten zugeordnet. Die theoretischen Berechnungen werden dabei mit den praktischen Tätigkeiten, dem Biegen der Radien, verknüpft. Die Größe der „Winkel“ zeigt an, wie stark (der Rundstahl) umgeformt werden muss.
- Die Konstruktion zu Aufgabe 14.2 erfordert räumliches Vorstellen und Problemlösungskompetenz. Erklärungen zur Aufgabenstellung und Anregungen zur Lösungsfindung sind vermutlich notwendig / nützlich.
- Der Arbeitsplan in Aufgabe 16 soll den Ablauf des Biegens der Sturmhaken in Aufgabe 14 zusammenfassen.
- Die Antwortvorschläge zu Aufgabe 17 können aufgrund der offenen Aufgabenstellung sehr variieren. Aufgabe der Lehrkraft ist es, diese zusammenzuführen.

### Querverweise zu anderen Fächern/Fachrichtungen

#### Fertigungstechnik, 10. Jahrgangsstufe:

- Halbzeuge (Rundstahl),
- Eigenschaften metallischer Werkstoffe (Kaltumformen)

#### Bauelemente, 10. Jahrgangsstufe:

- Lesen von berufstypischen Gesamt- und Gruppenzeichnungen
- Funktionszusammenhänge von Baugruppen beschreiben



### Quellen- und Literaturangaben

Die Aufgabe und alle nicht anders gekennzeichneten Texte wurden für den Arbeitskreis „Umsetzungshilfe für Lehrkräfte zur Vermittlung von mathematischen und zeichnerischen Grundlagen im Rahmen des Lernfeldunterrichts“ am Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) erstellt. Alle Rechte für Bilder und Texte liegen beim ISB, München 2021.

- Autoren: Fehrmann, Ignatowitz, D. Köhler, F. Köhler, Lämmlin, Pahl, Steinmüller, Weingartner, Tabellenbuch für Metallbautechnik, Verlag Europa-Lehrmittel, 10. Auflage 2018, ISBN 978-3-8085-1617-1
- Autor: Ralph Kießling, Konstruktionen zum Sturmhaken und zur Biegevorrichtung, mit dem 3D-CAD-Programm SOLIDWORKS 2020 von Dassault Systèmes



## Illustrierende Aufgaben

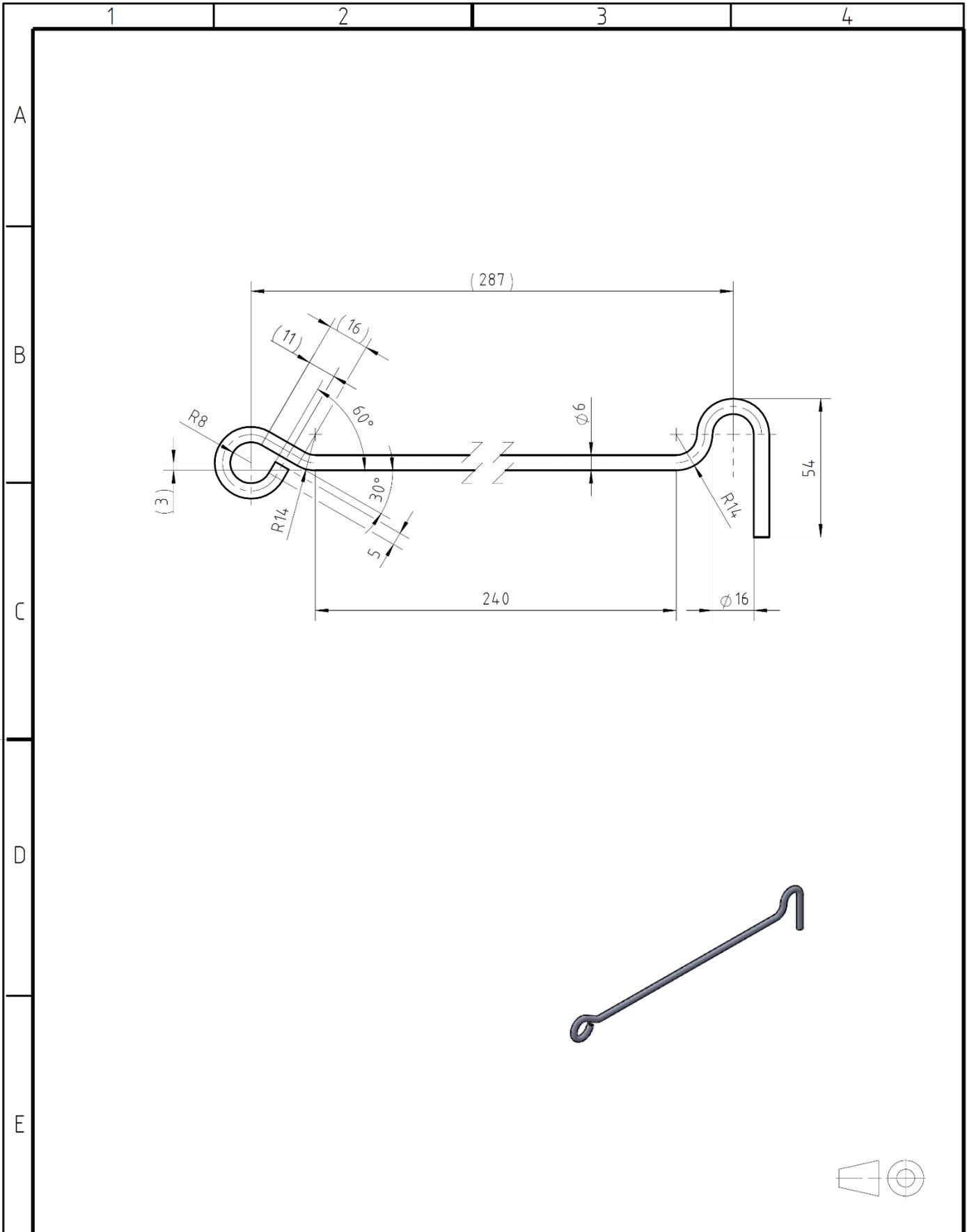
Berufsschule, Metallbauer, Fertigungstechnik, LF7, Jahrgangstufe 11

### Anhang

Den kompletten Zeichnungssatz finden Sie auf den nächsten Seiten.

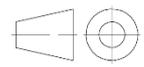
Die maßstäbliche Prüfschablone (M 1:1, DIN A3) für den gefertigten Sturmhaken erhalten Sie über den QR-Code.





Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

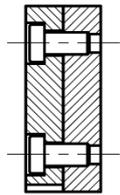
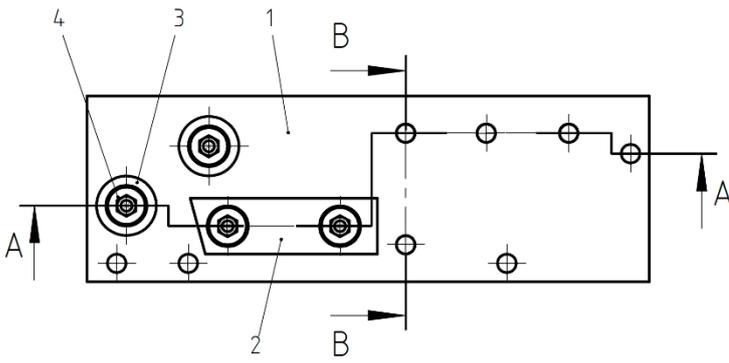
M 1:2



F	Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von						
			Dokumentenart Fertigungszeichnung	Dokumentenstatus freigegeben						
			Titel, zusätzlicher Titel Sturmhaken		<table border="1"> <tr> <td>And.</td> <td>Ausgabedatum</td> <td>Spr.</td> <td>Blatt</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>06.03.2022</td> <td>de</td> <td>1</td> </tr> </table>	And.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt	A
And.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt							
A	06.03.2022	de	1							

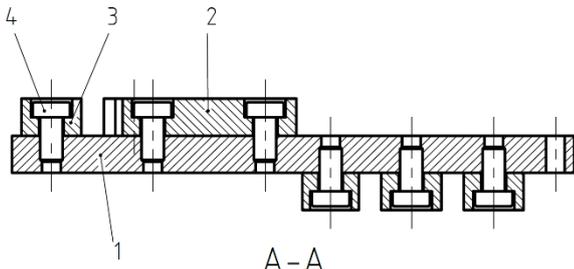
1 2 3 4

A



B-B

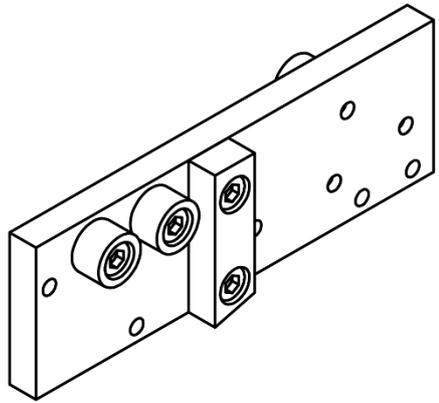
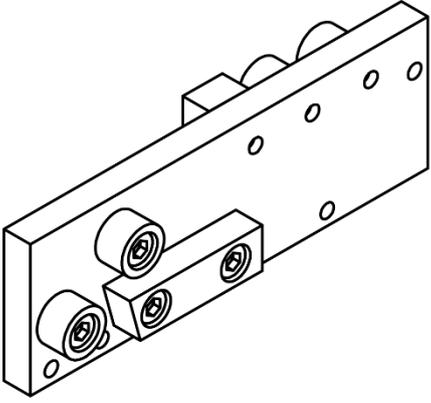
B



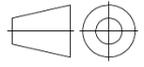
A-A

C

D



E



M 1:2

Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

Pos.	Menge	Benennung	Bemerkungen
1	1	Grundplatte	150x50x10, E295
2	2	Anschlagleiste	50x15x10, E295
3	4	Biegedorn	∅ 16x10, E295
4	8	DIN 6912 - M6 x 12 ---- 6.5N	

F



Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von	
		Dokumentenart Fertigungszeichnung	Dokumentenstatus freigegeben	
		Titel, zusätzlicher Titel Biegevorrüstung für Sturmhaken		
		And. A	Ausgabedatum 06.03.2022	Spr. de
				Blatt 1

1 2 3 4

A

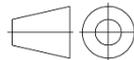
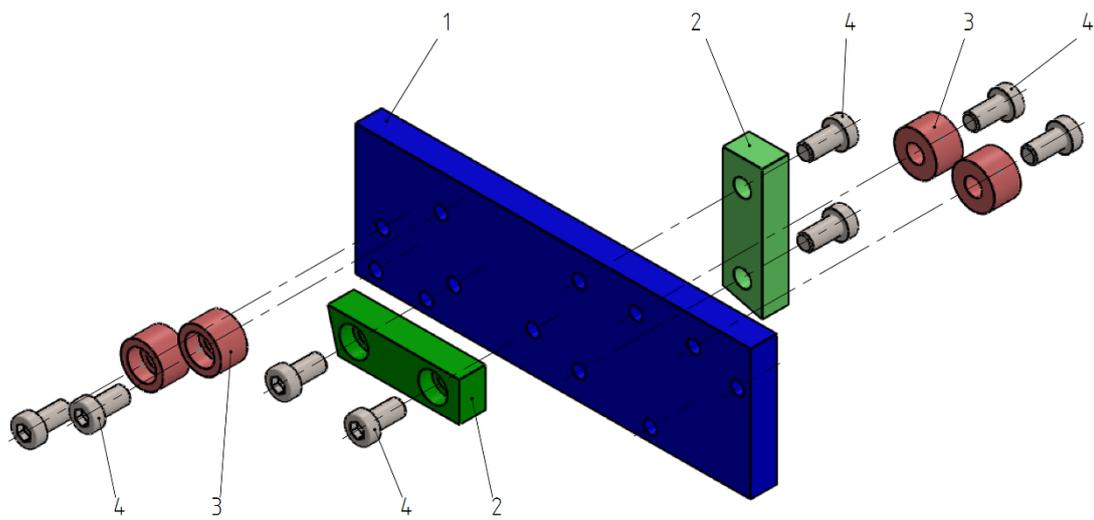
B

C

D

E

F

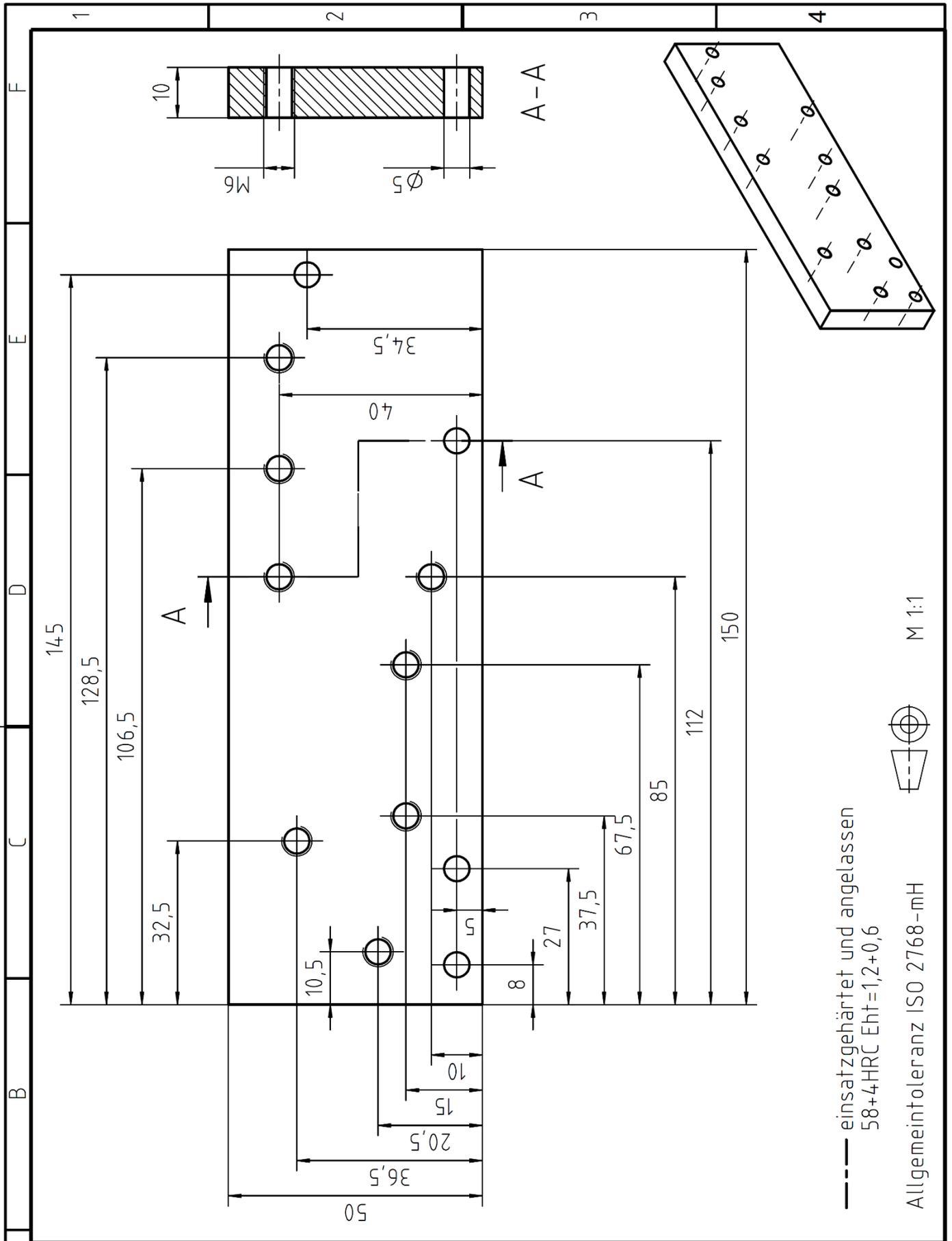


M 1:2

Pos.	Menge	Benennung	Bemerkungen
1	1	Grundplatte	150x50x10, E295
2	2	Anschlagleiste	50x15x10, E295
3	4	Biegedorn	∅ 16x10, E295
4	8	DIN 6912 - M6 x 12 --- 6.5N	

Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von							
		Dokumentenart Fertigungszeichnung		Dokumentenstatus freigegeben						
		Titel, zusätzlicher Titel Biegevorrichtung für Sturm- haken - Explosionsansicht		<table border="1"> <tr> <td>Änd.</td> <td>Ausgabedatum</td> <td>Spr.</td> <td>Blatt</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>06.03.2022</td> <td>de</td> <td>1</td> </tr> </table>	Änd.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt	A	06.03.2022
Änd.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt							
A	06.03.2022	de	1							



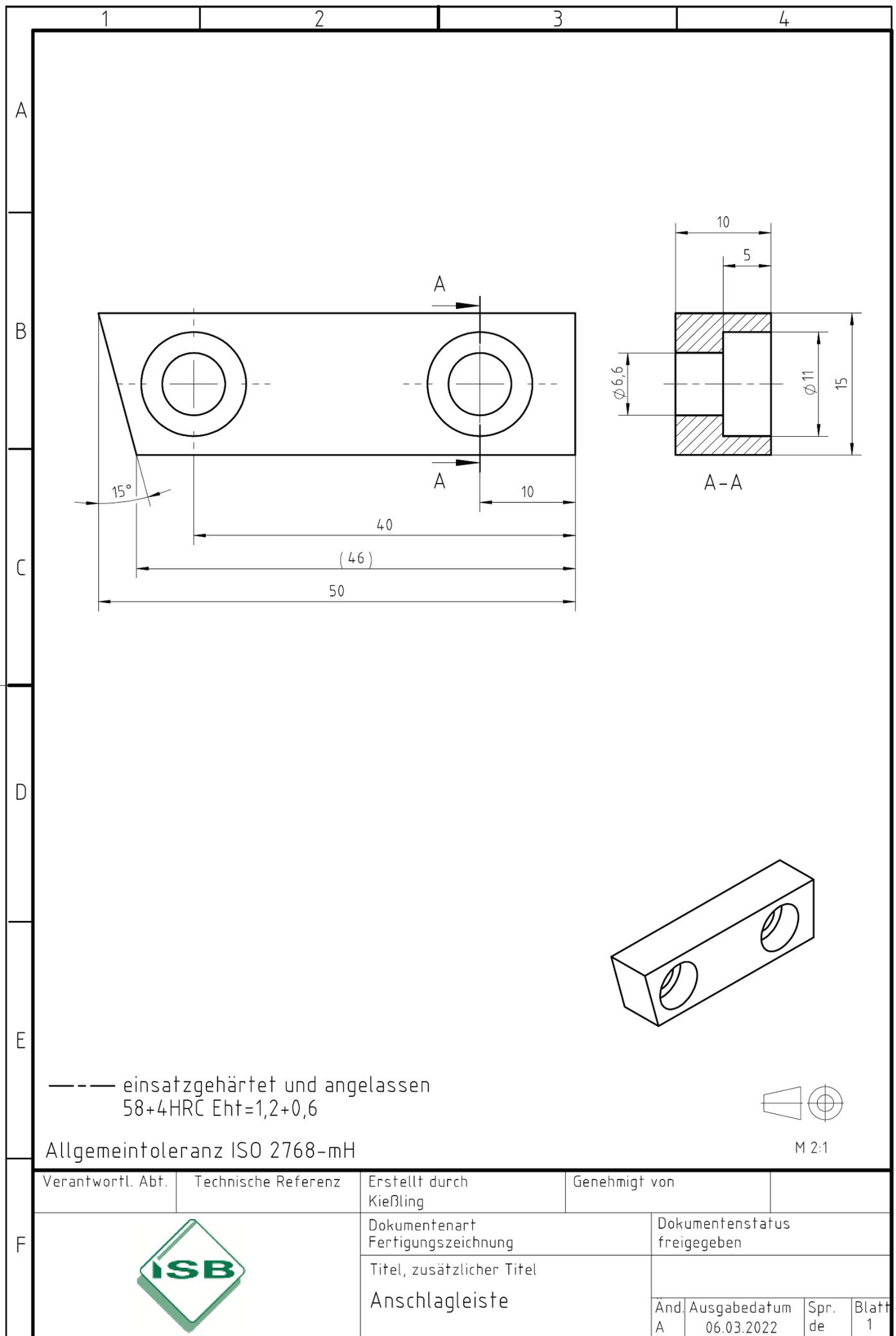
— einsatzgehärtet und angelassen  
 58+4HRC Eht=1,2+0,6



Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

M 1:1

A	Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von	
		Dokumententyp Fertigungszeichnung		Dokumententyp freigegeben	
		Titel, zusätzlicher Titel Grundplatte		And.	Ausgabedatum
			A	06.03.2022	de
					Blatt 1



1

2

3

4

A

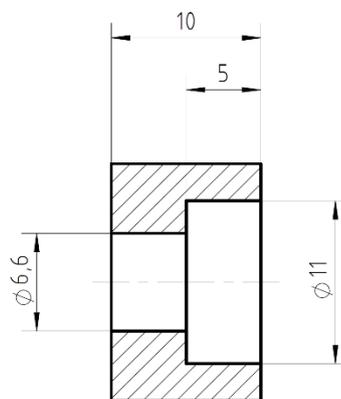
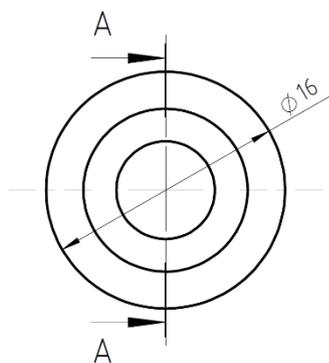
B

C

D

E

F



A-A



----- einsatzgehärtet und angelassen  
58+4HRC Eht=1,2+0,6



Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

M 2:1

Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von	
	Dokumentenart Fertigungszeichnung	Dokumentenstatus freigegeben		
	Titel, zusätzlicher Titel Biegedorn		And. Ausgabedatum A 06.03.2022	Spr. de
			Blatt 1	

1

2

3

4

A

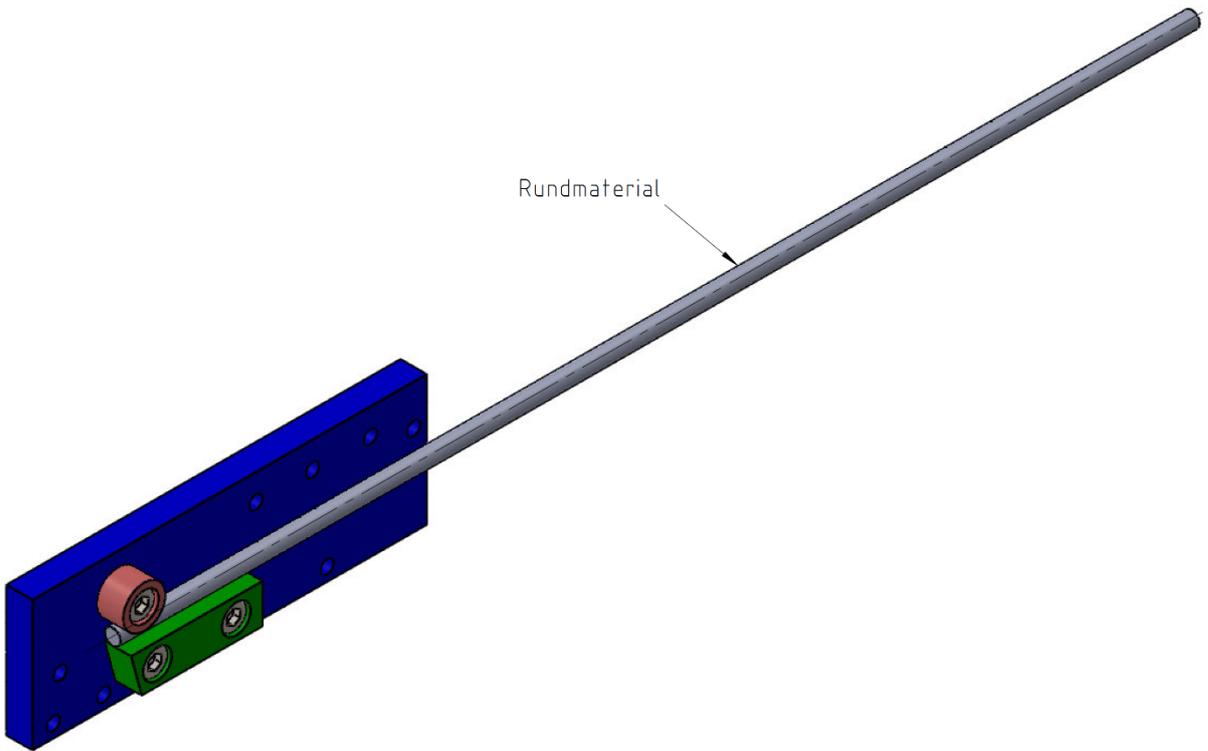
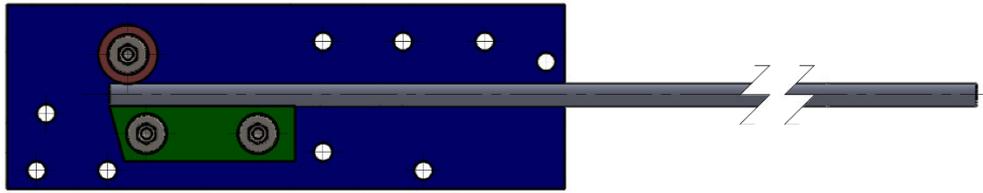
B

C

D

E

F



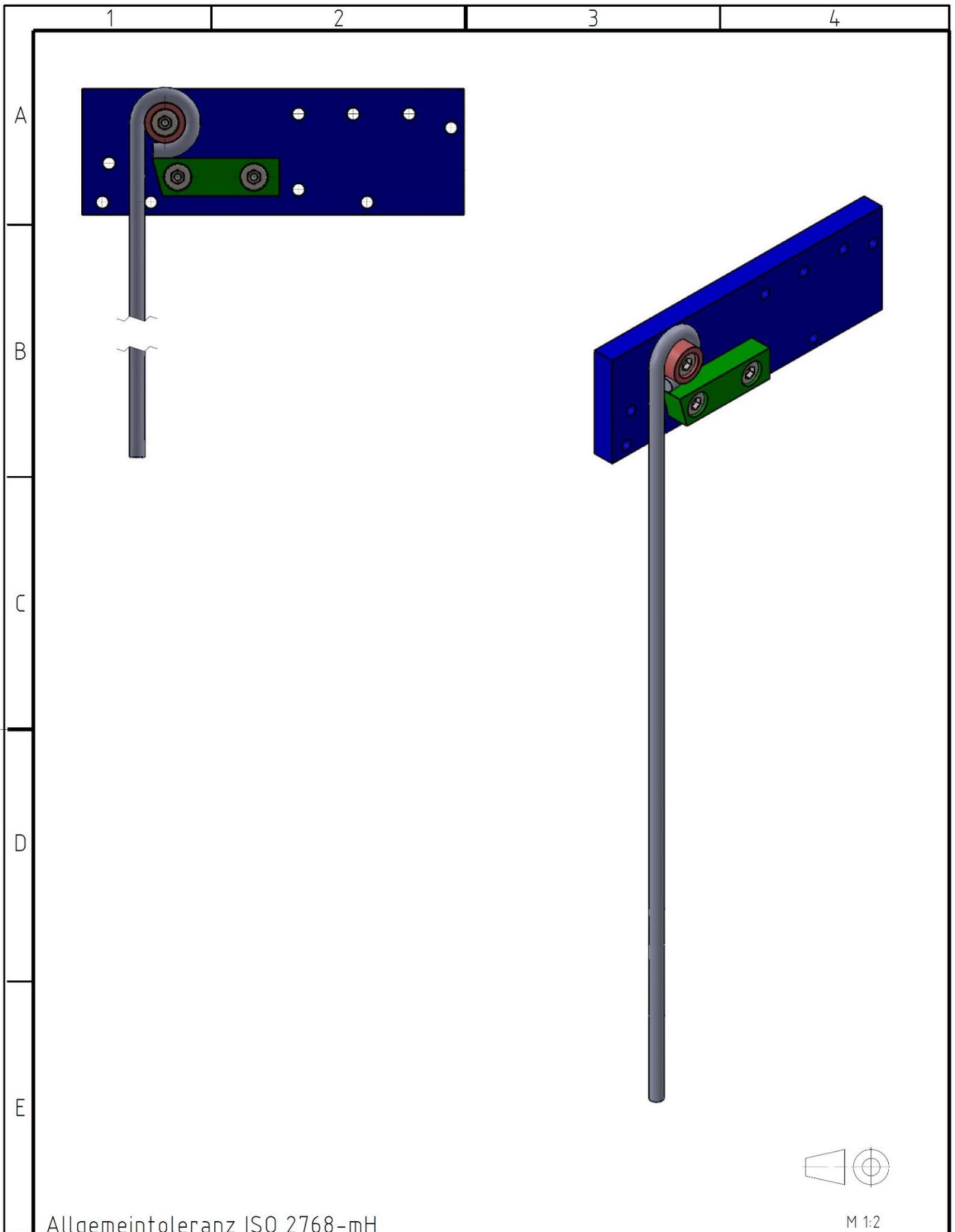
Rundmaterial



Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

M 1:2

Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von			
		Dokumentenart Fertigungszeichnung  Titel, zusätzlicher Titel Biegen des Sturmhakens - Schritt 1	Dokumentenstatus freigegeben			
			Änd.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt
			A	06.03.2022	de	1



Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

M 1:2

F	Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von
			Dokumentenart Fertigungszeichnung	Dokumentenstatus freigegeben
				Titel, zusätzlicher Titel Biegen des Sturmhakens - Schritt 2
		And. Ausgabedatum A 06.03.2022	Spr. de	Blatt 1

1

2

3

4

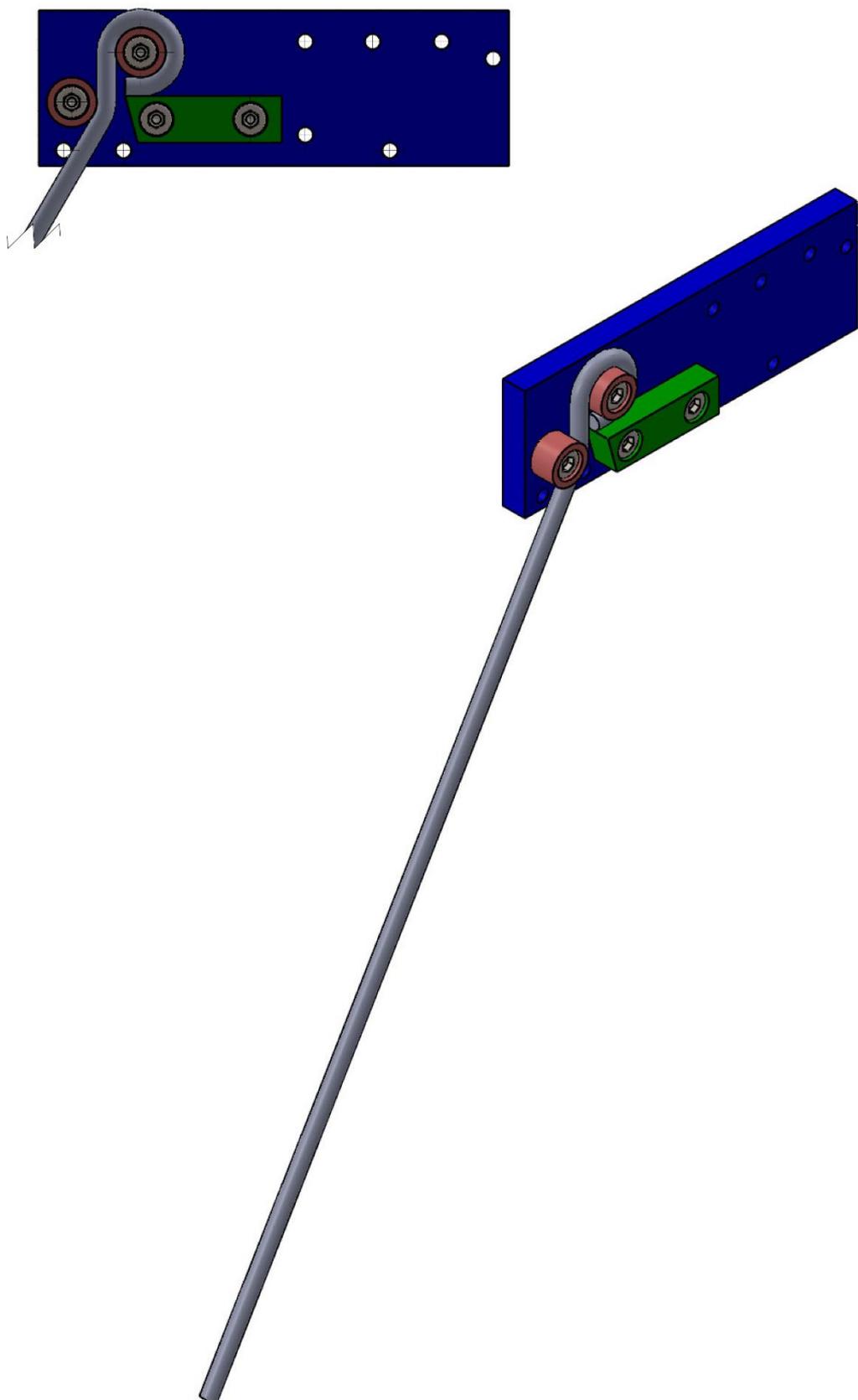
A

B

C

D

E



Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

M 1:2

Verantwortl. Abt.

Technische Referenz

Erstellt durch  
Kießling

Genehmigt von

F



Dokumentenart  
Fertigungszeichnung

Dokumentenstatus  
freigegeben

Titel, zusätzlicher Titel  
Biegen des Sturmhakens -  
Schritt 3

Änd.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt
A	06.03.2022	de	1

1

2

3

4

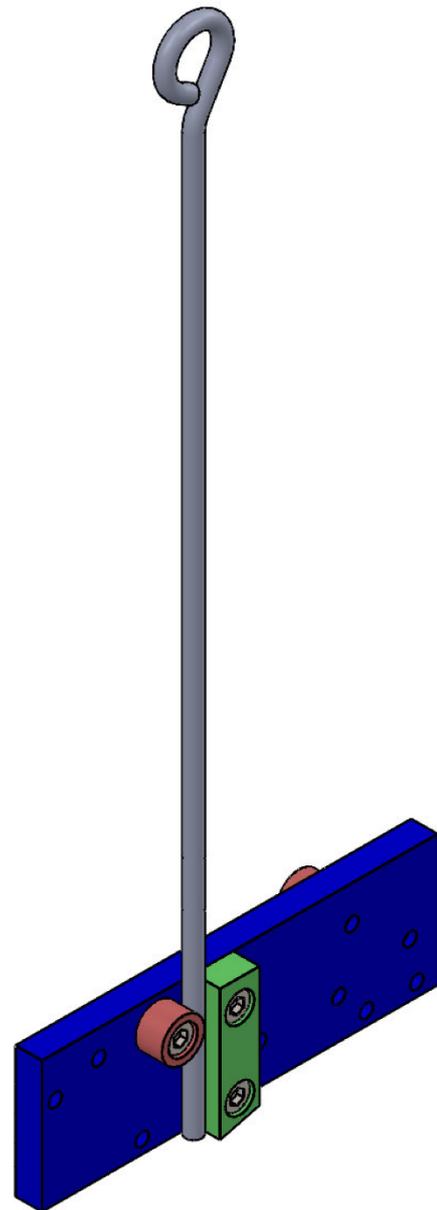
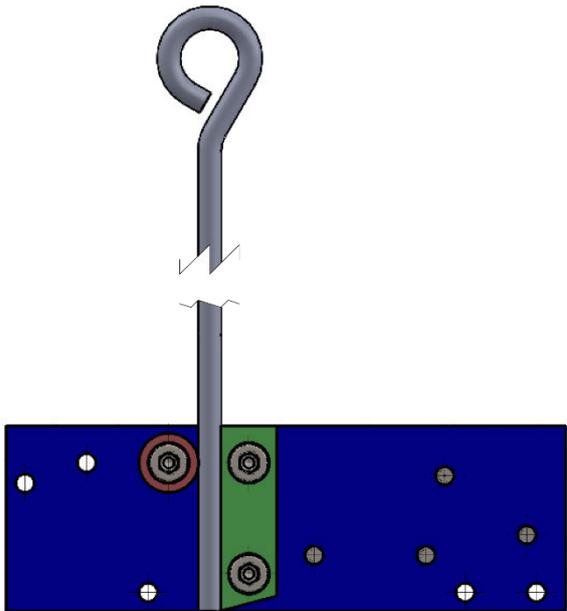
A

B

C

D

E



M 1:2

Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von			
F		Dokumentenart Fertigungszeichnung	Dokumentenstatus freigegeben			
		Titel, zusätzlicher Titel Biegen des Sturmhakens - Schritt 4	Änd.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt
			A	06.03.2022	de	1

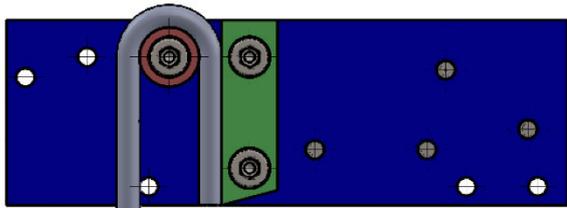
1

2

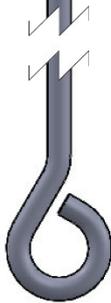
3

4

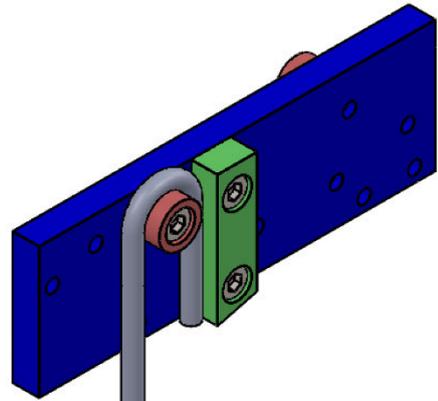
A



B



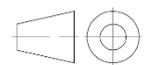
C



D



E



Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

M 1:2

F

Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von	
	Dokumentenart Fertigungszeichnung		Dokumentenstatus freigegeben	
	Titel, zusätzlicher Titel Biegen des Sturmhakens - Schritt 5		And.	Ausgabedatum
	A	06.03.2022	Spr. de	Blatt 1

1 2 3 4

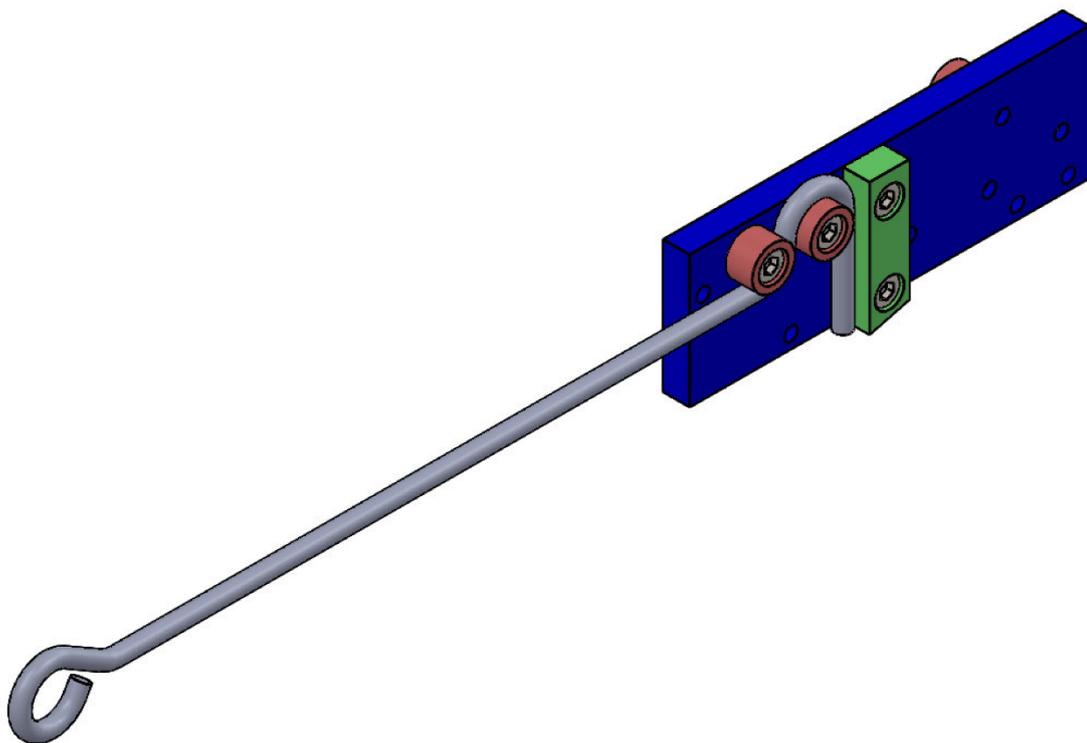
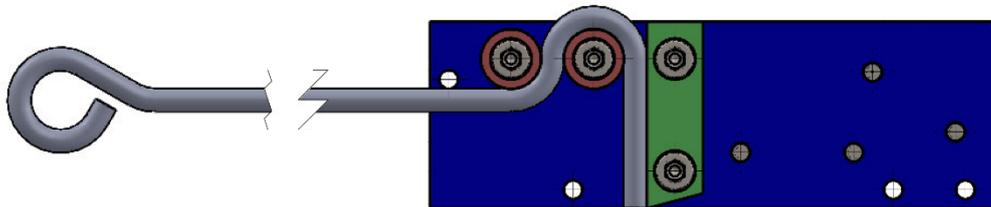
A

B

C

D

E



Allgemeintoleranz ISO 2768-mH

M 1:2

F

Verantwortl. Abt.	Technische Referenz	Erstellt durch Kießling	Genehmigt von		
		Dokumentenart Fertigungszeichnung	Dokumentenstatus freigegeben		
		Titel, zusätzlicher Titel Biegen des Sturmhakens - Schritt 6			
		And.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt
		A	06.03.2022	de	1