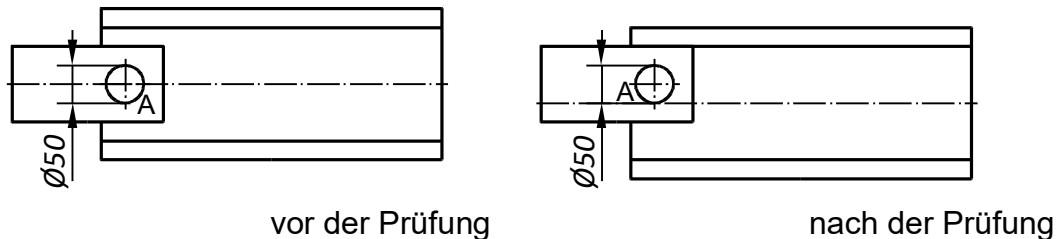




## tgtm HP 2006/07-4: Wandkran

Beim Kunden Bertsch OHG wurde von der Peter Pfote e.K. ein Wandkran montiert. Die technische Überprüfung zur Inbetriebnahme fand am 23.04.2007 statt. Nach Aufbringen einer Prüflast stellen die Prüfer einen Schadensfall fest. Die Lage der Bauteile zueinander hat sich gemäß der Skizze verändert. Die Prüfer betreiben Ursachenforschung und stellen diverse Überlegungen an.



Daten:

Bolzenwerkstoff: C45E; zulässige Flächenpressung = 100 N/mm<sup>2</sup>  
 Sicherheitszahl gegen Abscheren  $v = 4$ ; Träger: I-Profil DIN 1025 -IPE360 - S275JR

- 1 Nennen Sie zwei mögliche Ursachen für den dargestellten Schaden unter der Voraussetzung, dass die Prüflast korrekt gewählt wurde. 2,0
- 2 Die Schadensursache soll zweifelsfrei geklärt werden. Schlagen Sie geeignete Vorgehensweisen, Prüfverfahren und Berechnungen vor, um die Schadensursache eindeutig zu bestimmen. 3,0
- 3 Überprüfen Sie die Dimensionierungen der Bolzenverbindung für  $F_A = 77$  kN. 7,0
- 4 Als Ursache der fehlerhaften Bolzenverbindung kommen jeweils Eigenverschulden oder Fremdverschulden der Peter Pfote e. K. am Bolzen bzw. am Träger in Frage. Stellen Sie für jeden der vier möglichen Fälle eine Schadensursache und deren Schadensbild dar. 4,0
- 5 Um derartige Schadensfälle künftig zu vermeiden, soll die Konstruktion der Wandbefestigung verbessert werden. Skizzieren Sie zwei Verbesserungsvorschläge und beschreiben Sie die technische Verbesserung. 4,0

Aufgrund des Schadensfalls ergibt sich für die kaufmännische Seite eine Reihe von Problemen. Der Kunde (Bertsch OHG) ruft empört an und beschwert sich, dass der Kran nicht einsatzbereit ist.

- 6 Begründen Sie, ob eine Vertragsverletzung vorliegt. 1,0
- 7 Ist es im Hinblick auf die Rügefrist von Bedeutung, ob es sich bei dem Kunden um eine Privatperson oder um eine OHG handelt? Skizzieren Sie die Rechtslage unter Nennung der entsprechenden Paragraphen. 2,0
- 8 Welche Ansprüche hat die Bertsch OHG gegenüber Peter Pfote? 3,0
- 9 Herr Bertsch möchte sofort vom Vertrag zurücktreten. Prüfen Sie, ob er das tun kann. Nennen Sie hierbei die entsprechenden Paragraphen. 2,0
- 10 Wann verjähren die Forderungen auf Zahlung und die Gewährleistungsfrist für den Kran? Nennen Sie jeweils die allgemeine Regelung und das genaue Datum. 2,0



## Lösungsvorschläge

*Festigkeit (7 P): Bolzen überprüfen gegen Flächenpressung und Scherung  
Allgemein (9 P): Überlegungen zu Schadensursache und ihrer Feststellung  
Konstruktion (4 P): Verbesserungsvorschlag*

### 1 Mögliche Schadensursachen

- Die Bolzenverbindung kann unzureichend ausgelegt sein hinsichtlich Abscherung oder Flächenpressung, z.B. Bolzendurchmesser, Stegbreite oder Laschenbreite sind zu klein.
- Bolzen, Träger oder Lasche können fehlerhaft gewesen sein, z.B. Werkstofffehler oder zu geringe Maße.
- Die Verbindung kann falsch gefertigt und/oder montiert sein, z.B. zu große Bohrung, zu kleiner Bolzen, mangelnde Vergütung ..

### 2 Ursachenforschung

Verbindung zerlegen – feststellen, welche Bauteile und wie beschädigt sind – Fertigungsmaße prüfen – bei beschädigten Teilen Werkstoffkennwerte und konstruktive Auslegung inklusive Berechnungen prüfen.

### 3 Dimensionierungen der Bolzenverbindung

Hinweis 1: „Dimensionieren“ bedeutet in der Technik „die Maße festlegen“ [Duden 2006]. „Dimensionierung“ steht dort nicht.

Annahme 2: Der Kreis Ø50 steht für eine Bohrung und damit den Bolzendurchmesser, auch wenn im 'Nachher'-Bild die Bohrung des verschobenen I-Trägers nicht sichtbar geworden ist. Wenn man den Kreis Ø50 als Bolzenkopf nimmt, muss man den Bolzendurchmesser schätzen.

Hinweis 3: Aus der Skizze ist nicht erkennbar, ob 1 oder 2 Laschen verwendet werden, bzw. ob die Bolzenverbindung 1- oder 2-schnittig ist. Im Lösungsvorschlag sind beide Möglichkeiten gerechnet, für Schüler genügt eine von beiden.

Gegen Abscherung:

3,0

$R_e = 430 \text{ N/mm}^2$  (C45E<16 mm → [EuroTabM] „Vergütungsstähle“)

$\tau_{aF} = 0,6 \cdot R_e$  ( → [EuroTabM] „Abscherung, Beanspruchung“)

$$\tau_{aF} = 0,6 \cdot R_e = 0,6 \cdot 430 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 258 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\tau_{aF}}{V} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{1[2] \cdot S} \Rightarrow$$

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aF}}{V} = \frac{258 \text{ N/mm}^2}{4} = 64,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_A}{1[2] \cdot \tau_{azul}} = \frac{77 \text{ kN}}{1[2] \cdot 64,5 \text{ N/mm}^2} = 1094 [597] \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1094 [597] \text{ mm}^2}{\pi}} = 39,0 [27,6] \text{ mm}$$

In beiden Fällen ist die erforderliche Querschnittsfläche des Bolzens deutlich geringer als die gegebene, der Bolzendurchmesser also ausreichend ausgelegt.

Gegen Flächenpressung:

Stegbreite  $s = 8,0 \text{ mm}$  (IPE360 → [EuroTabM] „IPE-Träger“)

$$A = d \cdot s = 50 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm} = 400 \text{ mm}^2$$

$$p_{zul} > p = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{F}{p_{zul}} = \frac{77 \text{ kN}}{100 \text{ N/mm}^2} = 770 \text{ mm}^2$$



Die gegebene Fläche ist kleiner als die erforderlich, also kommt die Flächenpressung als eine Fehlerursache infrage.

Hinweis 4: Man kann auch andere beteiligte Größen außer der Fläche vergleichen.

Hinweis 5: Wer zuerst die Flächenpressung rechnet, hat Glück gehabt und kann sich die Berechnung auf Abscherung sparen.

4 und folgende fehlen