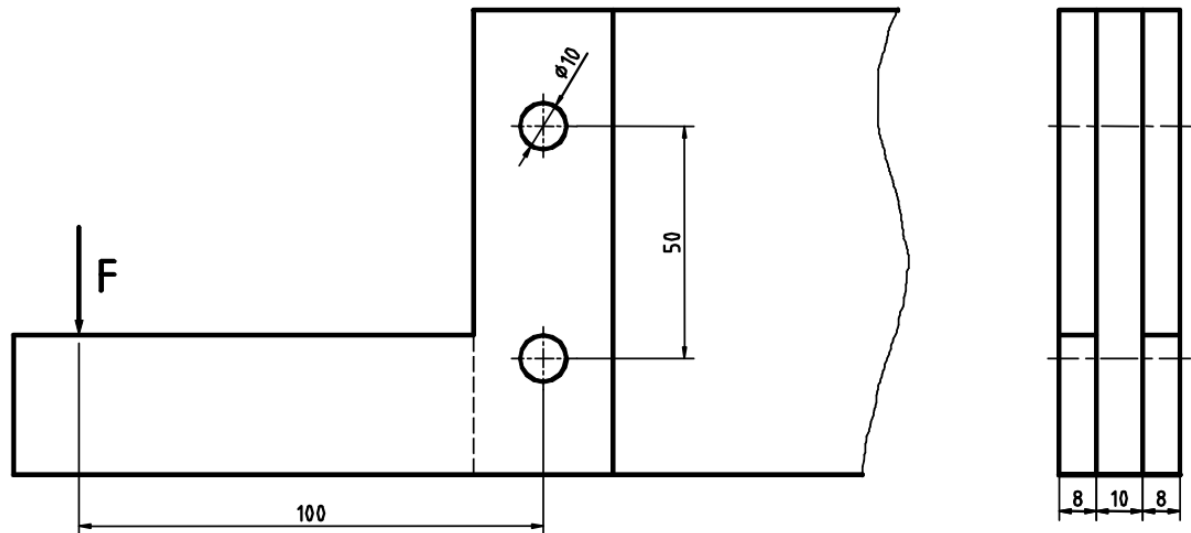


Übungsaufgabe NT 001

Bei der dargestellten Winkelkonsole sind zwei L-förmige Bleche mit einer Blechstärke von 8 mm von links und rechts an einen Flachstahl mit einer Stärke von 10 mm genietet. Die beiden Vollniete bestehen aus St 36 und besitzen einen Durchmesser von $d = 10$ mm.



E-NT 1 Zeichnen Sie das Freikörperbild und berechnen Sie die Kraft, mit der die beiden Niete belastet werden, wenn auf die Konsole eine Kraft von $F = 10.000$ N wirkt (Annahme: Beide Niete werden gleich stark belastet).

E-NT 2 Prüfen Sie, ob die Nietverbindung hält. Gehen Sie dabei von Lastfall H aus. Wenn Sie Aufgabenteil 1 nicht gelöst haben, nehmen Sie eine Kraft von 20.000 N auf jeden Niet an.

Formeln:

Lochleibungsdruck σ_l :

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Niete
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung τ_a :

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 $A_{\text{Niet}} = d^2 \cdot \frac{\pi}{4}$ = Querschnittsfläche des Niets

Optimale Blechdicke t_{opt} :

$$F = \tau_{a \text{ zul}} \cdot n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}} = \sigma_{l \text{ zul}} \cdot n \cdot d \cdot t_{\text{opt}}$$

$\Rightarrow$

$$t_{\text{opt}} = \frac{d \cdot \pi \cdot m \cdot \tau_{a \text{ zul}}}{4 \cdot \sigma_{l \text{ zul}}}$$

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

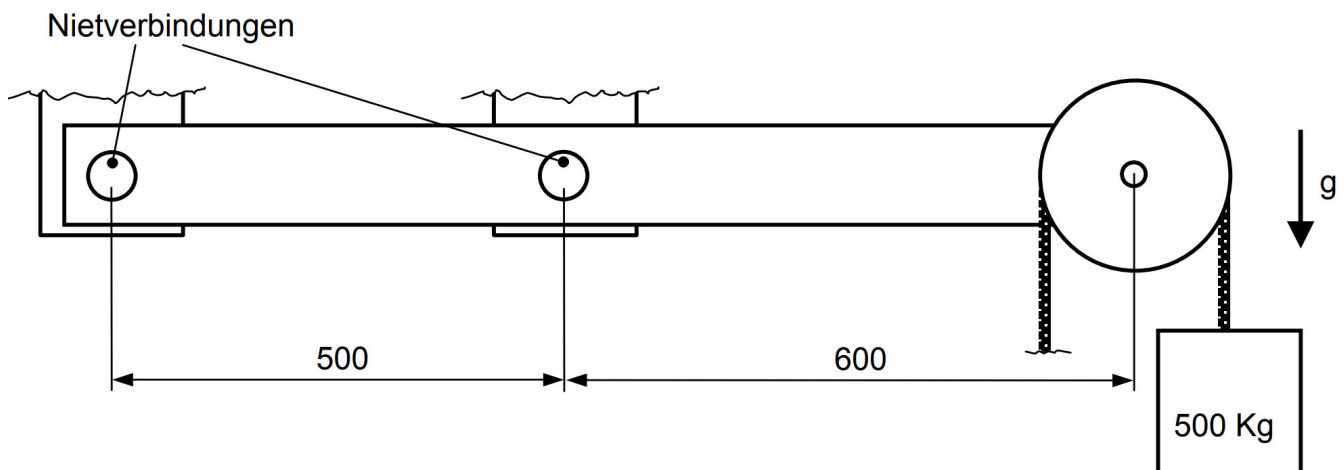
Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

Übungsaufgabe NT 002

E-NT 1 Skizzieren Sie eine zweischnittige Überlappungsnietzung.

Berechnung einer Nietverbindung:

Die folgende Abbildung visualisiert zwei zweischnittige Nietverbindungen. Das dargestellte Gewicht ist an einem Seil befestigt, welches über eine reibungsfrei gelagerte Rolle geführt wird. Das System befindet sich im Gleichgewichtszustand. Die Gewichte des Stabes und der Rollen können vernachlässigt werden. Beide Nieten sollen identisch sein und aus dem Werkstoff St 36 bestehen. Verwenden Sie den Lastfall H.



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Niete
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

E-NT 2 Bestimmen Sie die beiden resultierenden Kräfte, die auf die beiden Nieten wirken.

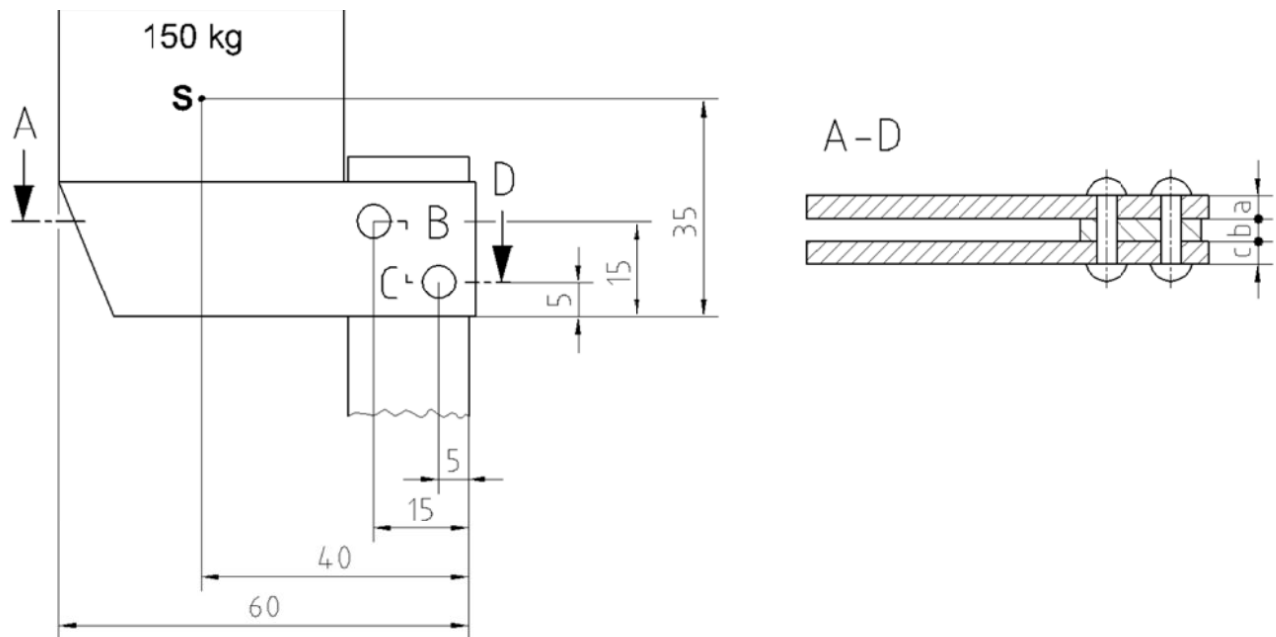
 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente III Übungsaufgaben Niete (NT)	Kl. ME III Üb Datum: 05.06.25 Name: Künne

E-NT 3 Leiten Sie eine Formel ab, die die optimale Blechdicke t_{opt} der Anschlusskonsole charakterisiert.

Bemerkung: Optimale Blechdicke bedeutet, dass bei der vorhandenen Spannung sowohl der Lochleibungsdruck als auch die Abscherspannung gerade noch nicht die jeweils zulässigen Werte überschreiten.

E-NT 4 Bestimmen Sie bei einer Sicherheit von 1,6 die optimale Blechdicke und den Durchmesser der beiden Niete. (Beide Niete sollen identisch sein!)

Übungsaufgabe NT 003



Berechnung einer Nietverbindung:

Die dargestellte Wandkonsole und die Niete bestehen aus dem Werkstoff ST 36. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen. Der Schwerpunkt der Last von 150 kg ist in der Zeichnung mit einem S gekennzeichnet. Alle übrigen Gewichte können vernachlässigt werden. Einige relevante Formeln sind auf der übernächsten Seite aufgeführt.

- E-NT 1** Zeichnen Sie das Freikörperbild und leiten Sie die Kräfte ab, die auf die beiden Niete wirken.
- E-NT 2** Bestimmen Sie den minimalen Durchmesser des höher belasteten Niets bei einer Sicherheit von 2. **Berücksichtigen Sie dazu nur die Abscherspannung.** Falls Sie E-NT 1 nicht gelöst haben, rechnen Sie mit $F = 12.000\text{N}$.
- E-NT 3** Bestimmen Sie die optimalen Blechdicken, d. h. die Variablen a, b und c für den höher belasteten Niet. Dabei sollen a und c identisch sein.
 Bemerkung: Optimale Blechdicke bedeutet, dass bei der vorhandenen Spannung sowohl der Lochleibungsdruck als auch die Abscherspannung gerade noch nicht den jeweils zulässigen Wert überschreitet.

Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

- σ_l = Lochleibungsdruck
- $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
- n = Anzahl der tragenden Niete
- F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
- d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
- $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

- τ_a = Abscherspannung
- $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
- m = Schnittigkeit
- A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente III Übungsaufgaben Niete (NT)	Kl. ME III Üb Datum: 05.06.25 Name: Künne

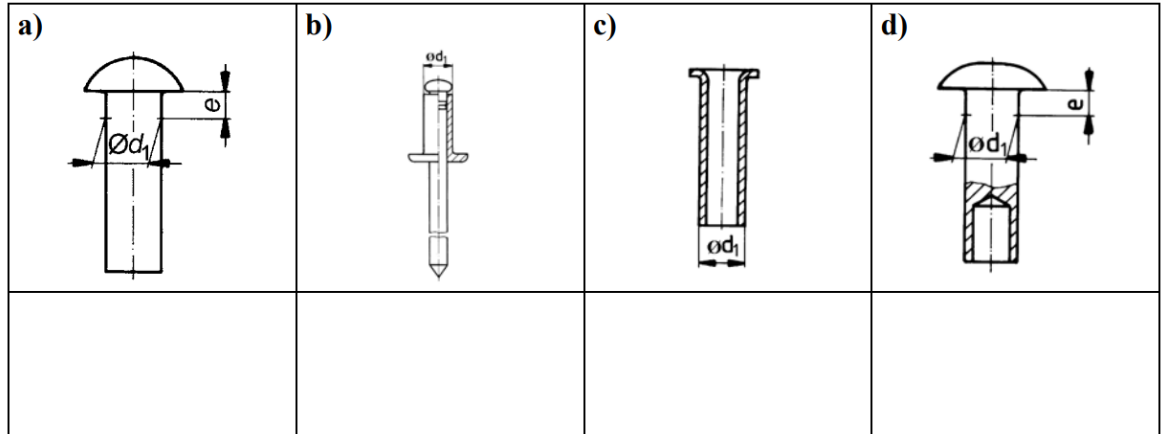
Übungsaufgabe NT 004

- E-NT 1 Nennen Sie drei Vorteile von Nietverbindungen.
- E-NT 2 Nennen Sie drei Nachteile von Nietverbindungen.

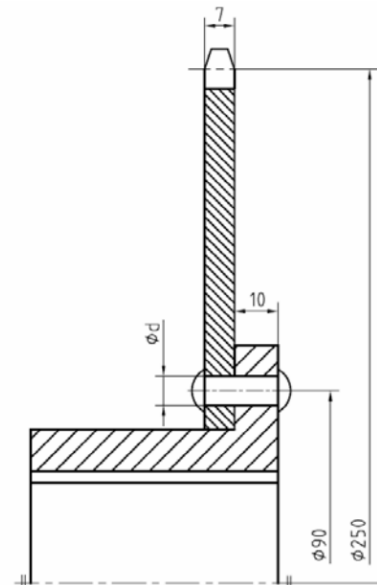
Übungsaufgabe NT 005

E-NT 1 Nennen Sie jeweils vier Vor- und Nachteile von Niet- gegenüber Schweißverbindungen.

E-NT 2 Um welche (prinzipiellen) Nietformen handelt es sich bei den folgenden Abbildungen?



E-NT 3 Das dargestellte Kettenrad ist durch 4 am Umfang verteilte Nieten mit einer Nabe verbunden. Es läuft mit einer konstanten Drehzahl von 60 min^{-1} um. Die Nieten bestehen aus dem Werkstoff ST 36. Wie groß muss der Durchmesser d der Nieten mindestens sein, damit bei einer Sicherheit von 2 eine Maximalleistung von 4 KW übertragen werden kann? Die auftretenden Achskräfte können vernachlässigt werden. Verwenden Sie den Lastfall H.



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Nieten
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

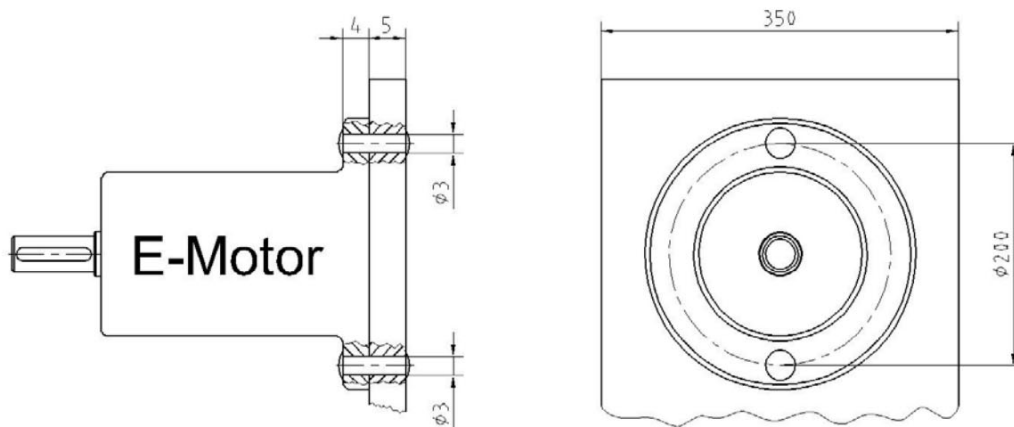
Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

Übungsaufgabe NT 006

- E-NT 1** Wie kann eine **kraftschlüssige** Nietverbindung hergestellt werden? Erläutern Sie kurz die Vorgehensweise.
- E-NT 2** Beschreiben Sie kurz die Vorgehensweise bei der Nietlochherstellung für eine **besonders hohe** Belastung. Gehen Sie dabei davon aus, dass in das Werkstück mehrere Nietlöcher eingebracht werden sollen.
- E-NT 3** Die folgende Darstellung zeigt einen Elektromotor, der durch zwei Nieten mit einer Konsole verbunden ist. Die Gewichtskraft des Motors und evtl. auftretende Axial- und Radialkräfte am Flansch können vernachlässigt werden. Die Drehzahl des Motors beträgt 720 min^{-1} . Beide Nieten sollen identisch sein und aus dem Werkstoff St 36 bestehen. Verwenden Sie den Lastfall H.

Wie groß ist die maximal übertragbare Leistung des Motors bei einer Sicherheit von 4? Überprüfen Sie dazu den Lochleibungsdruck und die Abscherspannung.



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

- σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Niete
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

- τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm^2 :

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

Übungsaufgabe NT 007

E-NT 1 Eine Lenkrolle mit einem Gehäuse aus Stahlblech ist mit einer vernieteten Radachse ausgestattet. D. h. die Radachse besteht aus einem Stahlniet, welcher von einer Gehäusesseite durch die Rolle zur anderen Gehäusesseite führt. Das Gehäuse selbst ist symmetrisch aus einem 2 mm Stahlblech hergestellt. Welchen Durchmesser muss der Niet besitzen, damit das Rad ein Gewicht von 150 kg aufnehmen kann? Berücksichtigen Sie eine Sicherheit von 2,0. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen. Sowohl der Niet als auch das Gehäuse bestehen aus ST 36.

Aus einem Stahlniet
bestehende Radachse



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Niete
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

Übungsaufgabe NT 008

E-NT 1 Die rechts abgebildete Leiter besteht aus 9 Leitersprossen, die auf jeder Seite mittels eines Niets mit dem Holm verbunden sind. D. h. jede Sprosse verfügt über zwei Niete. Die Nieten bestehen aus dem Werkstoff ST 36. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen.

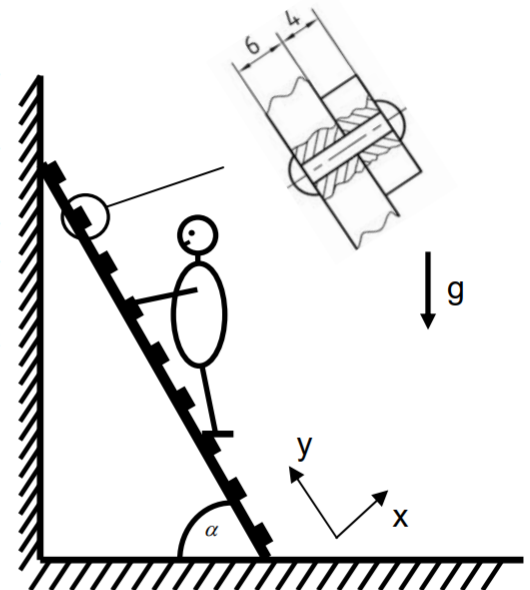
Stellen Sie eine Funktion auf, wie groß der Durchmesser der Niete in Abhängigkeit des Anlegewinkels α sein muss, wenn der Sicherheitsfaktor 6 beträgt. Es wird von einer maximalen Gewichtskraft eines Menschen von 150 kg ausgegangen, wobei diese vereinfacht gesehen lediglich über die Füße eingebracht wird. Gehen Sie von einer formschlüssigen Verbindung aus. **Die Reibung ist zu vernachlässigen.**

Bem.: Berücksichtigen Sie den

Lochleibungsdruck und die Abscherspannung!

Auf der übernächsten Seite sind einige Formeln aufgeführt.

Die Rechnung vereinfacht sich wesentlich, wenn Sie das Koordinatensystem wie in der Zeichnung angedeutet verwenden und die Summe der Kräfte aufstellen.



Stellen Sie eine Formel auf, wie groß die Vorspannkraft in Abhängigkeit des Winkels α sein muss. Hierzu fehlt ein weiterer Werkstoffkennwert. Wie lautet dieser (als zweite Unbekannte neben α)?

E-NT 2 Die oben skizzierte Nietverbindung (Aufgabe E-NT 1) soll **kraftschlüssig** realisiert werden. Dazu sind die Niete mit einer entsprechenden Vorspannkraft zu beaufschlagen.

E-NT 3 Wie kann die Vorspannkraft bei der Montage der Niete realisiert werden? Beschreiben Sie kurz die Vorgehensweise bei der Herstellung der Nietung.

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Niete
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

LÖSUNG zu Übungsaufgabe NT 008

E-NT 1 Die rechts abgebildete Leiter besteht aus 9 Leitersprossen, die auf jeder Seite mittels eines Niets mit dem Holm verbunden sind. D. h. jede Sprosse verfügt über zwei Niete. Die Nieten bestehen aus dem Werkstoff ST 36. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen.

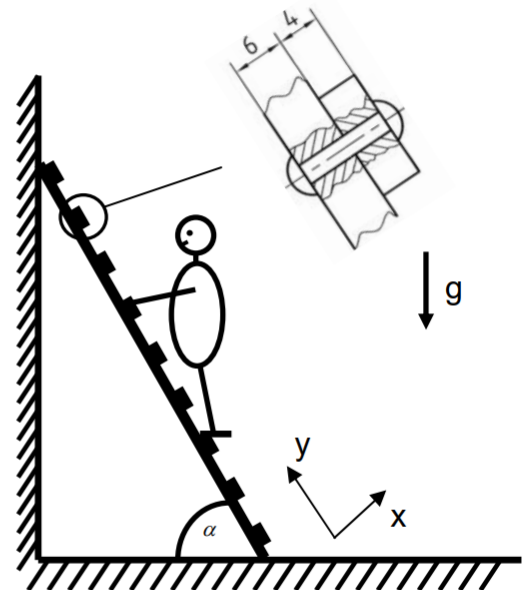
Stellen Sie eine Funktion auf, wie groß der Durchmesser der Niete in Abhängigkeit des Anlegewinkels α sein muss, wenn der Sicherheitsfaktor 6 beträgt. Es wird von einer maximalen Gewichtskraft eines Menschen von 150 kg ausgegangen, wobei diese vereinfacht gesehen lediglich über die Füße eingebracht wird. Gehen Sie von einer formschlüssigen Verbindung aus. **Die Reibung ist zu vernachlässigen.**

Bem.: Berücksichtigen Sie den

Lochleibungsdruck und die Abscherspannung!

Auf der übernächsten Seite sind einige Formeln aufgeführt.

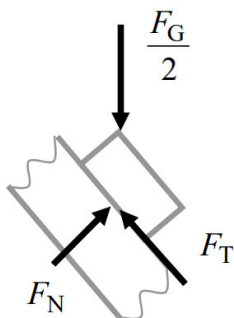
Die Rechnung vereinfacht sich wesentlich, wenn Sie das Koordinatensystem wie in der Zeichnung angedeutet verwenden und die Summe der Kräfte aufstellen.



Stellen Sie eine Formel auf, wie groß die Vorspannkraft in Abhängigkeit des Winkels α sein muss. Hierzu fehlt ein weiterer Werkstoffkennwert. Wie lautet dieser (als zweite Unbekannte neben α)?

Lösung:

FKB:



Kräftegleichgewicht :

$$\sum F_x : \sin(\alpha) \cdot F_N - \cos(\alpha) \cdot F_T = 0$$

$$\sum F_y : \cos(\alpha) \cdot F_N + \sin(\alpha) \cdot F_T - \frac{F_G}{2} = 0$$

$$\Leftrightarrow \cos(\alpha) \cdot F_N = -\sin(\alpha) \cdot F_T + \frac{F_G}{2}$$

$$\Leftrightarrow F_N = -\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} \cdot F_T + \frac{F_G}{2 \cos(\alpha)}$$

in die erste Formel einsetzen :

$$\sin(\alpha) \cdot \left(-\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} \cdot F_T + \frac{F_G}{2 \cdot \cos(\alpha)} \right) - \cos(\alpha) \cdot F_T = 0$$

$$\begin{aligned}
 & -\frac{\sin^2(\alpha)}{\cos(\alpha)} \cdot F_T + \frac{\sin(\alpha) \cdot F_G}{2 \cos(\alpha)} - \cos(\alpha) \cdot F_T = 0 \\
 \Leftrightarrow & -\frac{\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha)}{\cos(\alpha)} \cdot F_T + \frac{\sin(\alpha) \cdot F_G}{2 \cdot \cos(\alpha)} = 0 \\
 \Leftrightarrow & -\frac{F_T}{\cos(\alpha)} + \frac{\sin(\alpha) \cdot F_G}{2 \cdot \cos(\alpha)} = 0 \\
 \Leftrightarrow & F_T = \frac{\sin(\alpha)}{2} \cdot F_G \\
 \Leftrightarrow & F_T = \frac{\sin(\alpha)}{2} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 150 \text{ kg} = \underline{\underline{735,75 \cdot \sin(\alpha) \text{ N}}}
 \end{aligned}$$

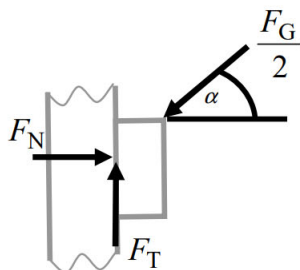
Lochleibungsdruck :

$$\begin{aligned}
 \sigma_1 &= \frac{F \cdot S}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{1 \text{ zul}} \Leftrightarrow 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \geq \frac{\sin(\alpha) \cdot 735,75 \text{ N} \cdot 6}{1 \cdot d \cdot 4 \text{ mm}} \Leftrightarrow d \geq \frac{\sin(\alpha) \cdot 735,75 \text{ N} \cdot 6}{360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 4 \text{ mm}} \\
 \Leftrightarrow & \underline{\underline{d \geq \sin(\alpha) \cdot 3,066 \text{ mm}}}
 \end{aligned}$$

Abscherspannung :

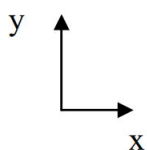
$$\begin{aligned}
 \tau_A &= \frac{F \cdot S}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \\
 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} &\geq \frac{\sin(\alpha) \cdot 735,75 \text{ N} \cdot 6}{1 \cdot 1 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}} \Leftrightarrow d^2 \geq \frac{\sin(\alpha) \cdot 735,75 \text{ N} \cdot 6 \cdot 4}{160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \pi} \Leftrightarrow d^2 \geq \sin(\alpha) \cdot 35,129 \text{ mm}^2 \\
 \Leftrightarrow & \underline{\underline{d \geq 5,927 \cdot \sqrt{\sin(\alpha)} \cdot \text{mm}}}
 \end{aligned}$$

Alternativ: Koordinatensystem wie in der Aufgabenstellung:



$$\begin{aligned}
 \sum F_x &= 0 : F_T - \frac{F_G}{2} \cdot \sin(\alpha) = 0 \\
 \Leftrightarrow & F_T = \frac{F_G}{2} \cdot \sin(\alpha)
 \end{aligned}$$

danach weiter wie oben



 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente III Übungsaufgaben Niete (NT)	Kl. ME III Üb Datum: 05.06.25 Name: Künne

E-NT 2 Die oben skizzierte Nietverbindung (Aufgabe E-NT 1) soll **kraftschlüssig** realisiert werden. Dazu sind die Niete mit einer entsprechenden Vorspannkraft zu beaufschlagen. Stellen Sie eine Formel auf, wie groß die Vorspannkraft in Abhängigkeit des Winkels α sein muss. Hierzu fehlt ein weiterer Werkstoffkennwert. Wie lautet dieser (als zweite Unbekannte neben α)?

Lösung:

$$F_T = \mu \cdot F_{\text{vorsp}} \Leftrightarrow F_{\text{vorsp}} = \frac{F_T}{\mu} \Leftrightarrow F_{\text{vorsp}} = \frac{735,75 \cdot \sin(\alpha) \cdot N}{\mu}$$

→ μ wird benötigt.

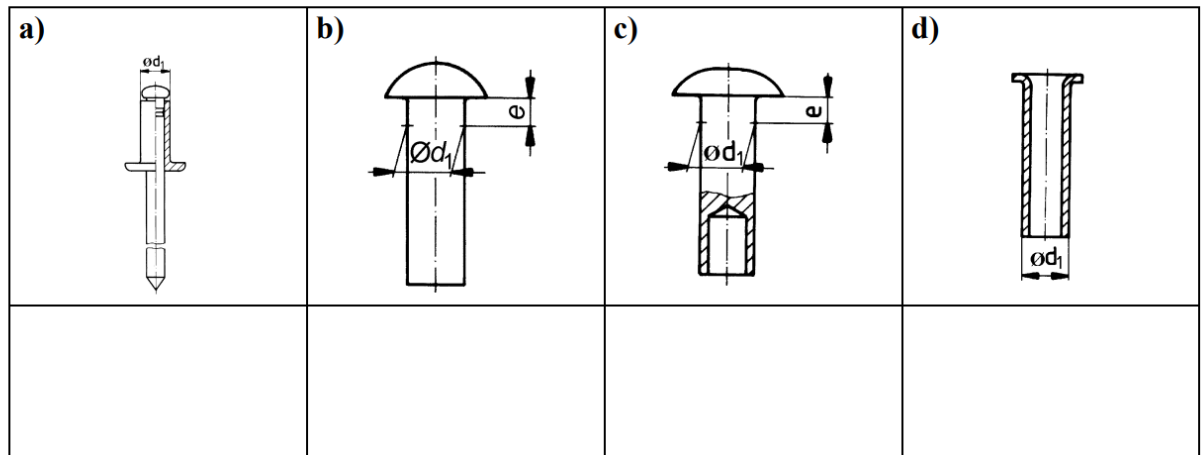
E-NT 3 Wie kann die Vorspannkraft bei der Montage der Niete realisiert werden? Beschreiben Sie kurz die Vorgehensweise bei der Herstellung der Nietung.

Lösung:

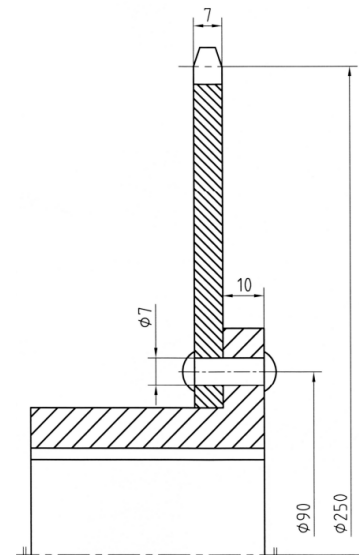
- Niet wird „hellrotglühend“ verarbeitet (ca. 1.000 °C)
- gestauchter Nietschaft füllt zunächst Nietloch komplett aus; mit Abkühlung des Niets schrumpft der Nietschaft sowohl in Achs- als auch in Querrichtung
- durch axiales Schrumpfen werden die zu verbindenden Werkstücke aneinander gepresst
- Kraftübertragung mittels Reibkraft quer zur Nietrichtung

Übungsaufgabe NT 009

- E-NT 1** Wie kann eine **kraftschlüssige** Nietverbindung hergestellt werden? Erläutern Sie kurz die Vorgehensweise.
- E-NT 2** Um welche (prinzipiellen) Nietformen handelt es sich bei den folgenden Abbildungen?



- E-NT 3** Das dargestellte Kettenrad ist durch 8 am Umfang verteilte Nieten mit einer Nabe verbunden. Es läuft mit einer konstanten Drehzahl von 90 min^{-1} um. Die Nieten bestehen aus dem Werkstoff ST 36. Wie groß ist die vorhandene Sicherheit, wenn eine Maximalleistung von 3 kW zu übertragen ist? Überprüfen Sie sowohl den Lochleibungsdruck als auch die Abscherspannung. Die auftretenden Achskräfte können vernachlässigt werden. Verwenden Sie den Lastfall H.
- Einige Formeln sind auf der folgenden Seite angegeben.**



Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Nieten
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

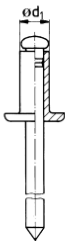
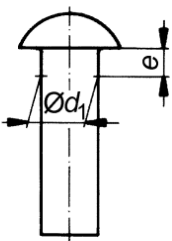
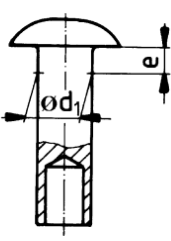
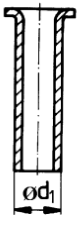
LÖSUNG zu Übungsaufgabe NT 009

E-NT 1 Wie kann eine kraftschlüssige Nietverbindung hergestellt werden? Erläutern Sie kurz die Vorgehensweise.

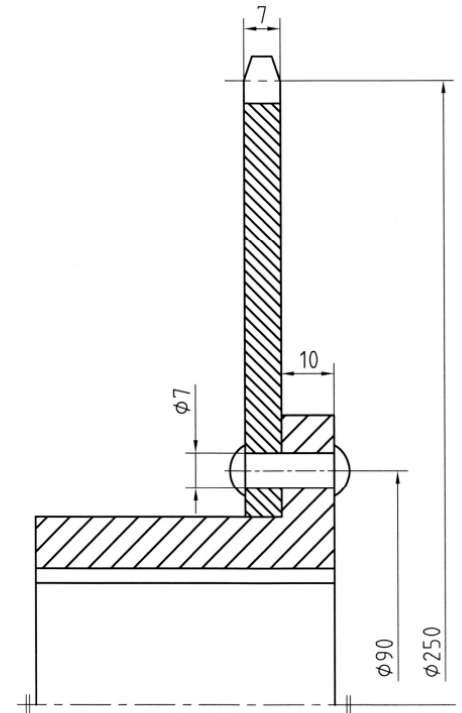
Lösung:

- Niet „hellrotglühend“ verarbeitet (ca. 1000 °C)
- gestauchter Nietschaft füllt zunächst Nietloch komplett aus; mit Abkühlung des Niets, schrumpft der Nietschaft sowohl in Achs- als auch in Querrichtung
- durch axiales schrumpfen werden die zu verbindende Werkstücke aneinander gepresst

E-NT 2 Um welche (prinzipiellen) Nietformen handelt es sich bei den folgenden Abbildungen?

a) 	b) 	c) 	d) 
<i>Blindniet</i>	<i>Vollniet</i>	<i>Halbhohlriet</i>	<i>Hohlriet</i>

E-NT 3 Das dargestellte Kettenrad ist durch 8 am Umfang verteilte Nieten mit einer Nabe verbunden. Es läuft mit einer konstanten Drehzahl von 90 min^{-1} um. Die Nieten bestehen aus dem Werkstoff ST 36. Wie groß ist die vorhandene Sicherheit, wenn eine Maximalleistung von 3 kW zu übertragen ist? Überprüfen Sie sowohl den Lochleibungsdruck als auch die Abscherspannung. Die auftretenden Achskräfte können vernachlässigt werden. Verwenden Sie den Lastfall H. Einige Formeln sind auf der folgenden Seite angegeben.



Lösung:

Berechnung des Momentes:

$$P = M \cdot \omega \Leftrightarrow M = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{3000 \text{ Nm/s}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{90}{\text{min}} \cdot \frac{1}{60 \text{ s/min}}} = 318,31 \text{ Nm}$$

Berechnung der Umfangskraft F_t bei 90 mm:

$$M = \frac{F_t \cdot d}{2} \Leftrightarrow F_t = \frac{M \cdot 2}{d} = \frac{318,31 \text{ Nm} \cdot 2}{0,09 \text{ m}} = 7073,56 \text{ N}$$

Überprüfung auf Überschreitung des Lochleibungsdrucks:

$$320 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \geq \frac{7073,56 \text{ N} \cdot \text{s}}{8 \cdot 7 \text{ mm} \cdot 7 \text{ mm}} \Leftrightarrow 320 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \geq 18,045 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \Leftrightarrow s = 17,734$$

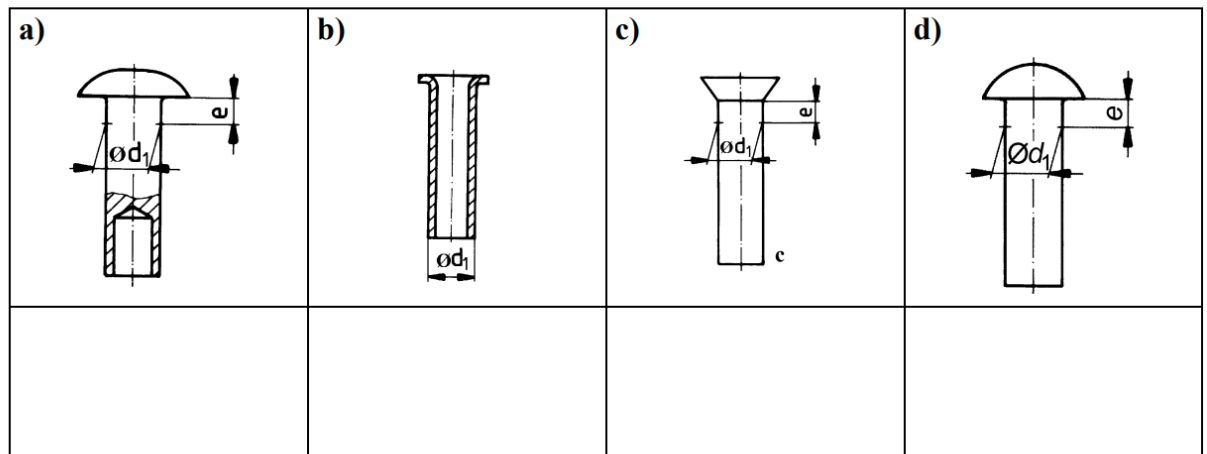
Überprüfung auf Überschreitung der Abscherspannung:

$$140 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \geq \frac{7073,56 \text{ N} \cdot \text{s}}{8 \cdot 1 \cdot (7 \text{ mm})^2 \cdot \frac{\pi}{4}} \Leftrightarrow 140 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \geq 22,98 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \Leftrightarrow s = 6,093$$

Werkstoff	$\tau_a \text{ zul}$		$\sigma_l \text{ zul}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

Übungsaufgabe NT 010

E-NT 1 Um welche (prinzipiellen) Nietformen handelt es sich bei den folgenden Abbildungen?



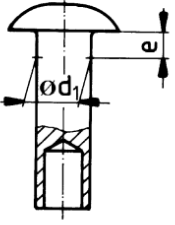
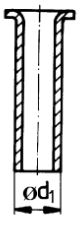
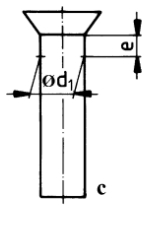
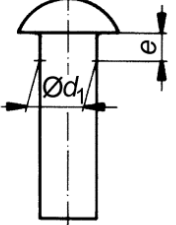
E-NT 2 Beschreiben Sie kurz die Vorgehensweise bei der Nietlochherstellung für eine **besonders hohe** Belastung. Gehen Sie dabei davon aus, dass in das Werkstück mehrere Nietlöcher eingebracht werden sollen.

E-NT 3 Eine Nietverbindung ist nur von einer Seite aus zugänglich. Haben Sie eine Möglichkeit, die Nietverbindung trotzdem herzustellen?

E-NT 4 Charakterisieren Sie kurz sogenannte „Stanzniete“

LÖSUNG zu Übungsaufgabe NT 010

E-NT 1 Um welche (prinzipiellen) Nietformen handelt es sich bei den folgenden Abbildungen?

a) 	b) 	c) 	d) 
<i>Flachrundniet</i>	<i>Rohrniet</i>	<i>Senkniet</i>	<i>Linsenniet</i>

E-NT 2 Beschreiben Sie kurz die Vorgehensweise bei der Nietlochherstellung für eine **besonders hohe** Belastung. Gehen Sie dabei davon aus, dass in das Werkstück mehrere Nietlöcher eingebracht werden sollen.

Lösung:

- Risse im Werkstück vermeiden; selbst kleine Nietlöcher durch Bohren herstellen
- Nach dem Heften gemeinsam auf endgültigen Nietlochdurchmesser bearbeiten (Reiben), damit Nietlöcher fluchtend sind
- Herstellung des Nietlochs durch Stanzen vermeiden, da Rissbildung infolge hoher Druckkräfte; im Stahlbau Stanzen untersagt

E-NT 3 Eine Nietverbindung ist nur von einer Seite aus zugänglich. Haben Sie eine Möglichkeit, die Nietverbindung trotzdem herzustellen?

Lösung:

- Verwendung von Blindnieten

E-NT 4 Charakterisieren Sie kurz sogenannte „Stanzniete“

Lösung:

- Löcher werden beim Nieten in die zu verbindenden Werkstücke gestanzt
- Werkstücke müssen von beiden Seiten zugänglich sein
- Setzen der Stanzniete mittels einer Matrize
- Ausführung als Halbhohl- oder Vollniet

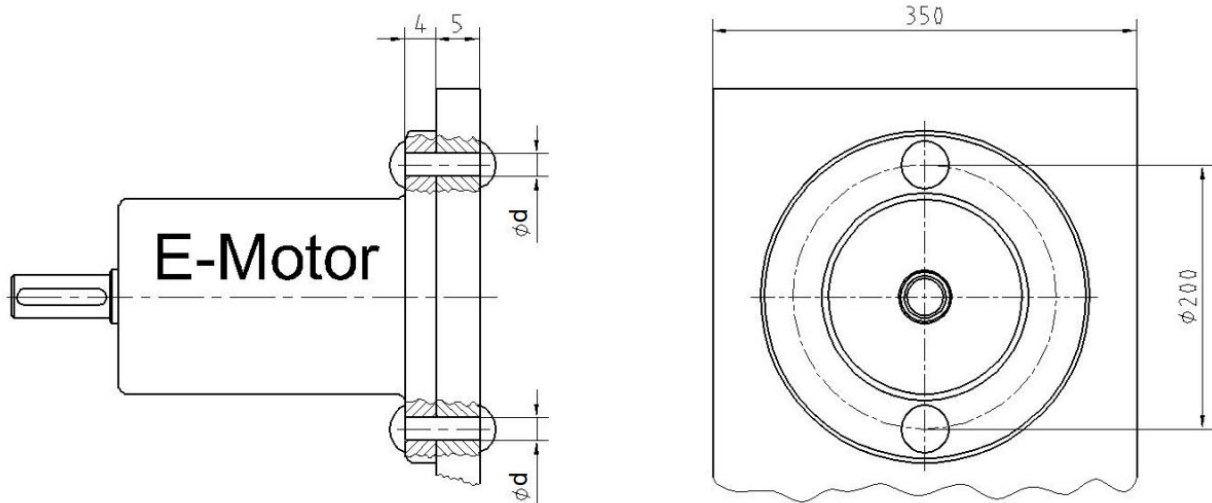
Übungsaufgabe NT 011

E-NT 1 Skizzieren Sie eine zweischnittige Überlappungsnietzung.

E-NT 2 Beschreiben Sie kurz die Vorgehensweise bei der Nietlochherstellung für eine **besonders hohe** Belastung. Gehen Sie dabei davon aus, dass in das Werkstück mehrere Nietlöcher eingebracht werden sollen.

E-NT 3 Die folgende Darstellung zeigt einen Elektromotor, der durch zwei Nieten mit einer Konsole verbunden ist. Die Gewichtskraft des Motors und evtl. auftretende Axial- und Radialkräfte am Flansch können vernachlässigt werden. Das maximale Drehmoment des Motors beträgt 200 Nm. Beide Nieten sollen identisch sein und aus dem Werkstoff St 44 bestehen. Verwenden Sie den Lastfall H.

Welchen Durchmesser müssen die Nieten mindestens aufweisen, damit das Drehmoment bei einer Sicherheit von 2 übertragen werden kann? Überprüfen Sie den Lochleibungsdruck **und** die Abscherspannung.



Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Nieten
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

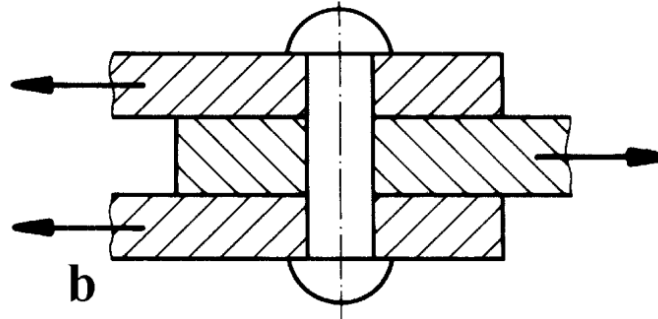
Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

LÖSUNG zu Übungsaufgabe NT 011

E-NT 1 Skizzieren Sie eine zweischnittige Überlappungsnielung.

Lösung:



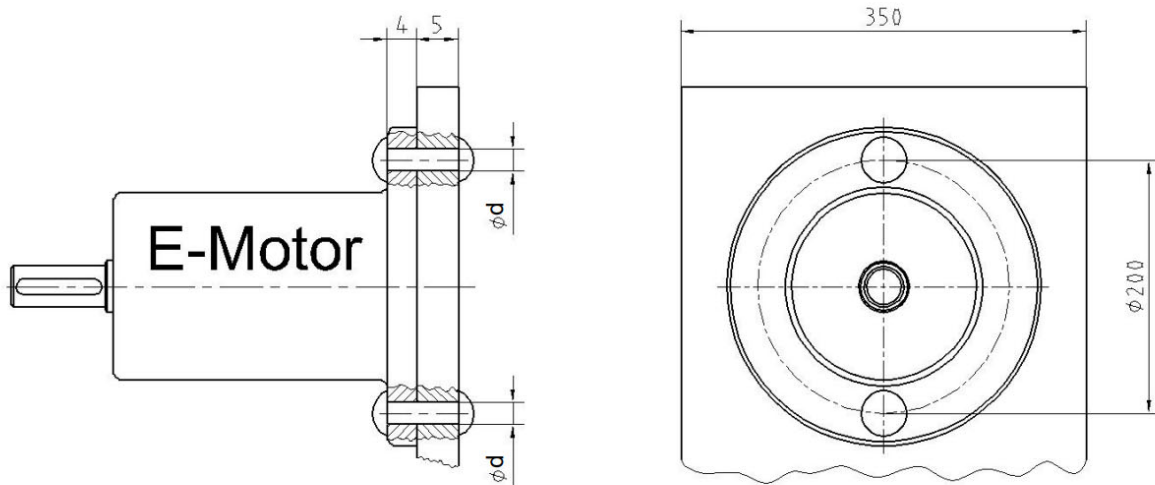
E-NT 2 Beschreiben Sie kurz die Vorgehensweise bei der Nietlochherstellung für eine **besonders hohe** Belastung. Gehen Sie dabei davon aus, dass in das Werkstück mehrere Nietlöcher eingebracht werden sollen.

Lösung:

- Risse im Werkstück vermeiden; selbst kleine Nietlöcher durch Bohren herstellen
- Nach dem Heften gemeinsam auf endgültigen Nietlochdurchmesser bearbeiten (Reiben), damit Nietlöcher fluchtend sind
- Herstellung des Nietlochs durch Stanzen vermeiden, da Rissbildung infolge hoher Druckkräfte; im Stahlbau Stanzen untersagt

E-NT 3 Die folgende Darstellung zeigt einen Elektromotor, der durch zwei Nieten mit einer Konsole verbunden ist. Die Gewichtskraft des Motors und evtl. auftretende Axial- und Radialkräfte am Flansch können vernachlässigt werden. Das maximale Drehmoment des Motors beträgt 200 Nm. Beide Nieten sollen identisch sein und aus dem Werkstoff St 44 bestehen. Verwenden Sie den Lastfall H.

Welchen Durchmesser müssen die Nieten mindestens aufweisen, damit das Drehmoment bei einer Sicherheit von 2 übertragen werden kann? Überprüfen Sie den Lochleibungsdruck **und** die Abscherspannung.



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

- σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Niete
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

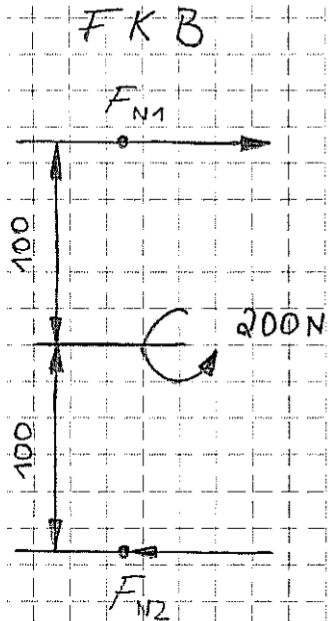
- τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

Lösung:



$$\sum \vec{F}_x = 0 = F_{N1} - F_{N2}$$

$$\Leftrightarrow F_{N1} = F_{N2} = F_N$$

$$\sum M_{F_{N2}} = 0 = -F_{N1} \cdot 200 \text{ mm} + 200 \text{ Nm}$$

$$\Leftrightarrow F_{N1} = \frac{200 \text{ Nm} \cdot 10^3 \text{ mm}}{200 \text{ mm}}$$

$$\Leftrightarrow F_{N1} = 1000 \text{ N} = F_N$$

Überprüfung des Lochleibungsdruckes:

$$\sigma_l = \frac{1.000 \text{ N} \cdot 2}{1 \cdot d \cdot 4 \text{ mm}} \leq 480 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{500}{d} \leq \frac{480}{\text{mm}}$$

$$\Leftrightarrow 500 \text{ mm} \leq 480 \cdot d$$

$$\Leftrightarrow 1,04 \text{ m} \leq d$$

Überprüfung der Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F \cdot 2}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1.000 \text{ N} \cdot 2}{1 \cdot 1 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} \leq 210 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Leftrightarrow d^2 \geq \frac{2.000 \text{ mm}^2}{\frac{\pi}{4} \cdot 210}$$

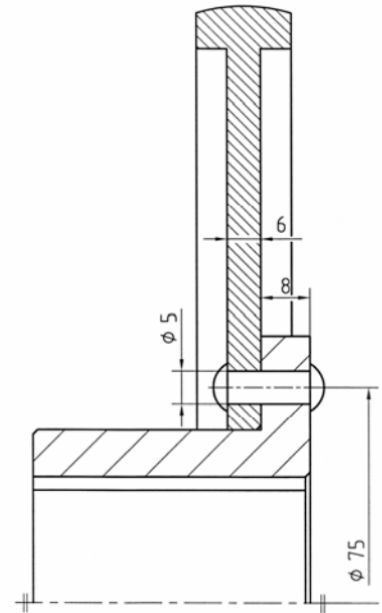
$$\Leftrightarrow d^2 \geq 12,126 \Leftrightarrow d \geq 3,48$$

Übungsaufgabe NT 012

E-NT 1 Die abgebildete Riemenscheibe, die mit einer konstanten Drehzahl von 100 min^{-1} umläuft, ist durch am Umfang verteilte Nieten mit einer Nabe verbunden. Die Nieten bestehen aus dem Werkstoff ST 36. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen. Stellen Sie eine Funktion auf, wie viele Nieten am Umfang in Abhängigkeit der zu übertragenden Leistung bei einer Drehzahl von $n = 100 \text{ min}^{-1}$ benötigt werden.

Bem.: Berücksichtigen Sie nur den Lochleibungsdruck. Die Abscherspannung kann vernachlässigt werden!

Auf der nächsten Seite sind einige Formeln aufgeführt.



Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Nieten
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm^2 :

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

E-NT 2 Skizzieren Sie eine einschnittige Überlappungsnietung.

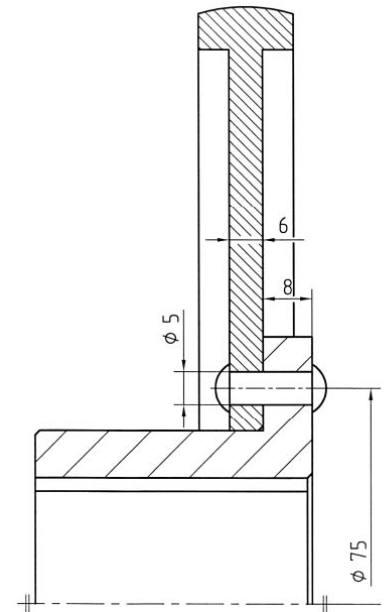
LÖSUNG zu Übungsaufgabe NT 012

E-NT 1 Die abgebildete Riemenscheibe, die mit einer konstanten Drehzahl von 100 min^{-1} umläuft, ist durch am Umfang verteilte Niete mit einer Nabe verbunden. Die Niete bestehen aus dem Werkstoff ST 36. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen.

Stellen Sie eine Funktion auf, wie viele Niete am Umfang in Abhängigkeit der zu übertragenden Leistung bei einer Drehzahl von $n = 100 \text{ min}^{-1}$ benötigt werden.

Bem.: Berücksichtigen Sie nur den Lochleibungsdruck. Die Abscherspannung kann vernachlässigt werden!

Auf der nächsten Seite sind einige Formeln aufgeführt.



Lösung:

1) Bestimmung des zu übertragenden Drehmoments:

$$P = M \cdot \omega = M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \Leftrightarrow M = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot 100 \text{ min}^{-1}} = 0,095 P \cdot s$$

2) Bestimmung der zu übertragenden Kraft:

$$F = \frac{M}{37,5 \text{ mm}} = \frac{0,095 P \cdot s}{37,5 \text{ mm}} = 2,533 \cdot 10^{-3} \frac{P \cdot s}{\text{mm}}$$

3) Überprüfung des Lochleibungsdrucks:

$$\frac{2,533 \cdot 10^{-3} \frac{P \cdot s}{\text{mm}}}{n_{\text{Niet}} \cdot 5 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm}} \leq 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad | \quad n_{\text{Niet}} = \text{Anzahl der Niete}$$

$$\Leftrightarrow n_{\text{Niet}} \geq \frac{2,533 \cdot 10^{-3} \frac{P \cdot s}{\text{mm}}}{5 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm} \cdot 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 2,345 \cdot 10^{-7} \frac{P \cdot s}{\text{N} \cdot \text{mm}} = 2,345 \cdot 10^{-4} \frac{P \cdot s}{\text{N} \cdot \text{m}}$$

Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

- σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Niete
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

- τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

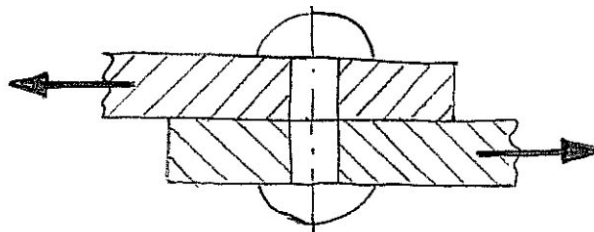
Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

E-NT 2 Skizzieren Sie eine einschnittige Überlappungsniertung.

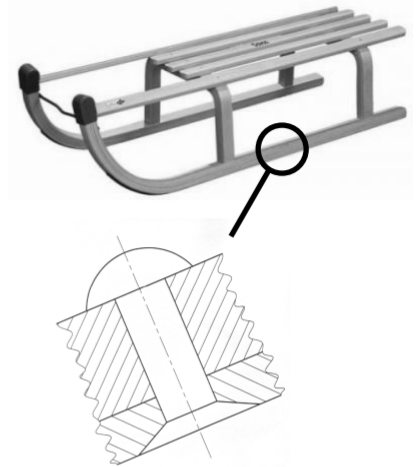
Lösung:



Übungsaufgabe NT 013

E-NT 1 Beim abgebildeten Schlitten sind die zwei Gleitflächen aus ST 36 über einen Flach-Senkkniet (DIN 675) mit dem Holzgründgerüst verbunden. Die Nieten bestehen ebenfalls aus dem Werkstoff ST 36. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen. Die Belastung resultiert aus den Scherkräften, die aus der Reibung zwischen den Kufen und dem Bodenbelag entstehen. Die Nieten sollen die volle Kraft übernehmen. Die Reibkräfte zwischen Kufe und Holz werden aus Sicherheitsgründen vernachlässigt. Um die ungleiche Verteilung aufgrund von Fertigungstoleranzen und elastischen Verformungen zu berücksichtigen, wird von einem Sicherheitsfaktor von 1,8 ausgegangen.

Berechnen Sie die Mindestanzahl an Nieten, die pro Kufe erforderlich ist, wenn die Maximallast (Schlitten + Person) 150 kg beträgt. Gehen Sie von einem Reibbeiwert von $\mu = 0,7$ aus. Der Durchmesser eines Nietschafts beträgt 2 mm, die tragenden Länge in der Gleitfläche 1 mm.



Bem.: Berücksichtigen Sie den Lochleibungsdruck und die Abscherspannung! Berechnen Sie diese nur für die Gleitflächen (nicht für den Niet im Holz)!

Auf der übernächsten Seite sind einige Formeln aufgeführt.

E-NT 2 Nennen Sie jeweils drei Vor- und Nachteile von Nietverbindungen.

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Niete
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

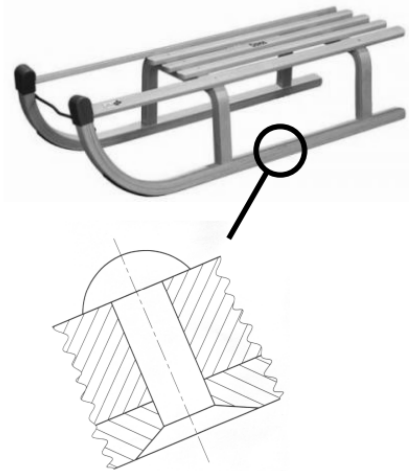
Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

LÖSUNG zu Übungsaufgabe NT 013

E-NT 1 Beim abgebildeten Schlitten sind die zwei Gleitflächen aus ST 36 über einen Flach-Senkkniet (DIN 675) mit dem Holzgrundgerüst verbunden. Die Niete bestehen ebenfalls aus dem Werkstoff ST 36. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen. Die Belastung resultiert aus den Scherkräften, die aus der Reibung zwischen den Kufen und dem Bodenbelag entstehen. Die Niete sollen die volle Kraft übernehmen. Die Reibkräfte zwischen Kufe und Holz werden aus Sicherheitsgründen vernachlässigt. Um die ungleiche Verteilung aufgrund von Fertigungstoleranzen und elastischen Verformungen zu berücksichtigen, wird von einem Sicherheitsfaktor von 1,8 ausgegangen. Berechnen Sie die Mindestanzahl an Nieten, die pro Kufe erforderlich ist, wenn die Maximallast (Schlitten + Person) 150 kg beträgt. Gehen Sie von einem Reibbeiwert von $\mu = 0,7$ aus. Der Durchmesser eines Nietschafts beträgt 2 mm, die tragenden Länge in der Gleitfläche 1 mm.



Bem.: Berücksichtigen Sie den Lochleibungsdruck und die Abscherspannung! Berechnen Sie diese nur für die Gleitflächen (nicht für den Niet im Holz)!

Auf der übernächsten Seite sind einige Formeln aufgeführt.

Lösung:

Kraft pro Stufe:

$$F_S = \frac{150 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{2} \cdot 0,7$$

$$F_S = 515,03 \text{ N} \quad \text{Sicherheit von 1,8: } F_S = 927,05 \text{ N}$$

Überprüfung des Lochleibungsdruckes:

$$\frac{927,05 \text{ N}}{n \cdot 2 \text{ mm} \cdot 1 \text{ mm}} \leq 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Leftrightarrow n \cdot 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \geq \frac{927,05 \text{ N}}{2 \text{ mm} \cdot 1 \text{ mm}}$$

$$\Leftrightarrow n \cdot 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \geq 154,509 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Leftrightarrow n \geq 1,288$$

Werkstoff	$\tau_a \text{ zul}$		$\sigma_l \text{ zul}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

E-NT 2 Nennen Sie jeweils drei Vor- und Nachteile von Nietverbindungen.

Lösung:

Vorteile:

- meist ohne Beschädigung der Bauteile lösbar
- kein Wärmeverzug
- keine Gefügeveränderung
- Verbindung auch ungleicher Werkstoffe
- Einfache Kontrolle

Nachteile:

- Kerbwirkung durch Nietlöcher
- Hoher Arbeits- und Kostenaufwand
- Viel teurer als schweiß- oder Klebeverbindungen
- Stumpfstöße nur mit zusätzlichen Laschen ausführbar

 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente III Übungsaufgaben Niete (NT)	Kl. ME III Üb Datum: 05.06.25 Name: Künne

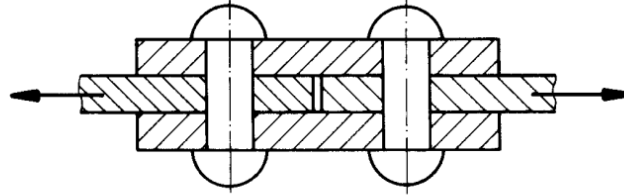
Übungsaufgabe NT 014

- E-NT 1** Skizzieren Sie eine zweischnittige *Laschennietung*.
- E-NT 2** Skizzieren Sie einen Halbhohniet. Wie ist die generelle Vorgehensweise bei der Herstellung einer Verbindung mit einem derartigen Halbhohniet (kurze Erläuterung)?
- E-NT 3** Nennen Sie drei Gestaltungsregeln für Nietverbindungen.
- E-NT 4** Welche Beanspruchung *außer* dem Lochleibungsdruck wird bei der Nachrechnung von Nietverbindungen üblicherweise berücksichtigt?
-

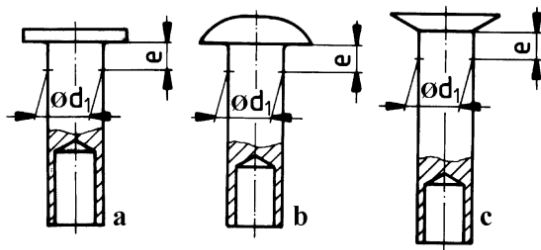
LÖSUNG zu Übungsaufgabe NT 014

E-NT 1 Skizzieren Sie eine zweischnittige Laschennietung.

Lösung:



E-NT 2 Skizzieren Sie einen Halbhohnniet. Wie ist die generelle Vorgehensweise bei der Herstellung einer Verbindung mit einem derartigen Halbhohnniet (kurze Erläuterung)?



Lösung:

- Hauptsächlich kalt verarbeitet
- Niet wird durch das Nietloch gesteckt und mit dem Gegenhalter auf die zu verbindenden Teile gedrückt
- auf der anderen Seite wird der hohle Teil des Niets nach außen gedrückt.

E-NT 3 Nennen Sie drei Gestaltungsregeln für Nietverbindungen.

Lösung:

- Risse im Werkstück vermeiden; selbst kleine Nietlöcher durch Bohren herstellen
- Nach dem Heften gemeinsam auf endgültigen Nietlochdurchmesser bearbeiten (Reiben), damit Nietlöcher fluchtend sind
- Herstellung des Nietlochs durch Stanzen vermeiden, da Rissbildung infolge hoher Druckkräfte; im Stahlbau Stanzen untersagt

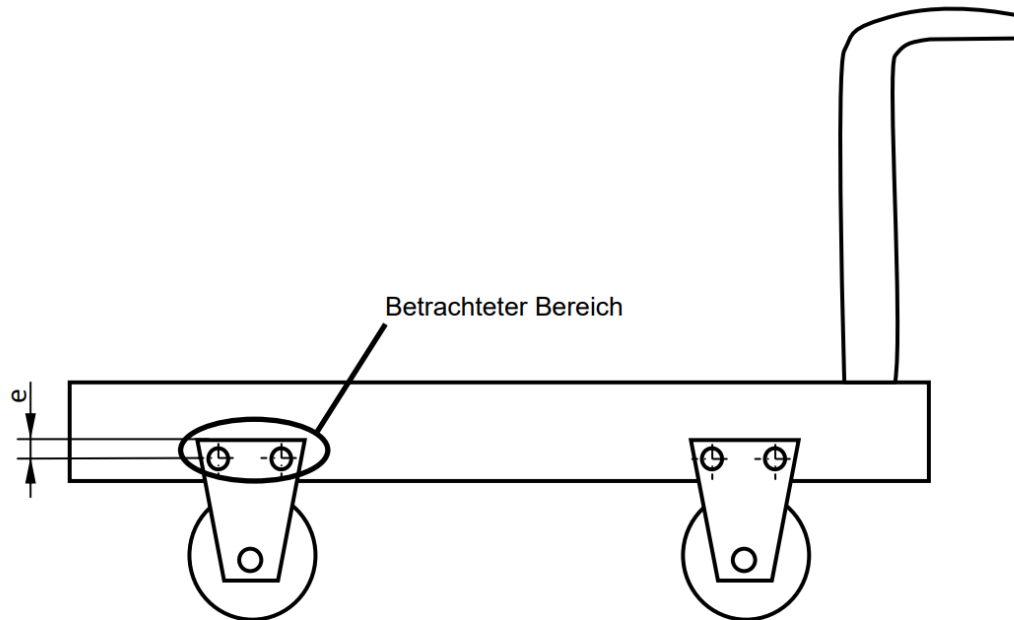
E-NT 4 Welche Beanspruchung *außer* dem Lochleibungsdruck wird bei der Nachrechnung von Nietverbindungen üblicherweise berücksichtigt?

Lösung:

Abscherspannung

Übungsaufgabe NT 015

E-NT 1 Das Rad einer Transportkarre soll mit Nieten am Fahrgestell befestigt werden, wie in der folgenden Abbildung ersichtlich ist:



Das Gewicht der Transportkarre inklusive einer möglichen Last, die sich gleichmäßig auf die insgesamt vier Räder verteilt, beträgt 400 kg. Wie viele Nieten sind bei einer Sicherheit von 3 pro Rad im betrachteten Bereich (s. Zeichnung) erforderlich? Es ist der Lastfall HZ anzunehmen. Sowohl der Niet als auch das Gehäuse bestehen aus ST 36. Der Durchmesser der Nieten beträgt 3 mm, die Dicke des Bleches 2 mm. Die Nietverbindung selbst ist einschnittig ausgeführt. *Auf der übernächsten Seite sind einige Formeln aus dem Skript gegeben.*

E-NT 2 Es zeigt sich, dass der erforderliche Randabstand e aus konstruktiven Gründen nicht eingehalten werden kann. Schlagen Sie zwei unterschiedliche Abhilfemaßnahmen vor, wie dennoch garantiert werden kann, dass die Verbindung hält.

Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

- σ_l = Lochleibungsdruck
- $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
- n = Anzahl der tragenden Niete
- F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
- d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
- $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

- τ_a = Abscherspannung
- $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
- m = Schnittigkeit
- A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

Randabstand e :

$$e \geq \frac{F}{\tau_{a \text{ zul}} \cdot n \cdot 2 \cdot t}$$

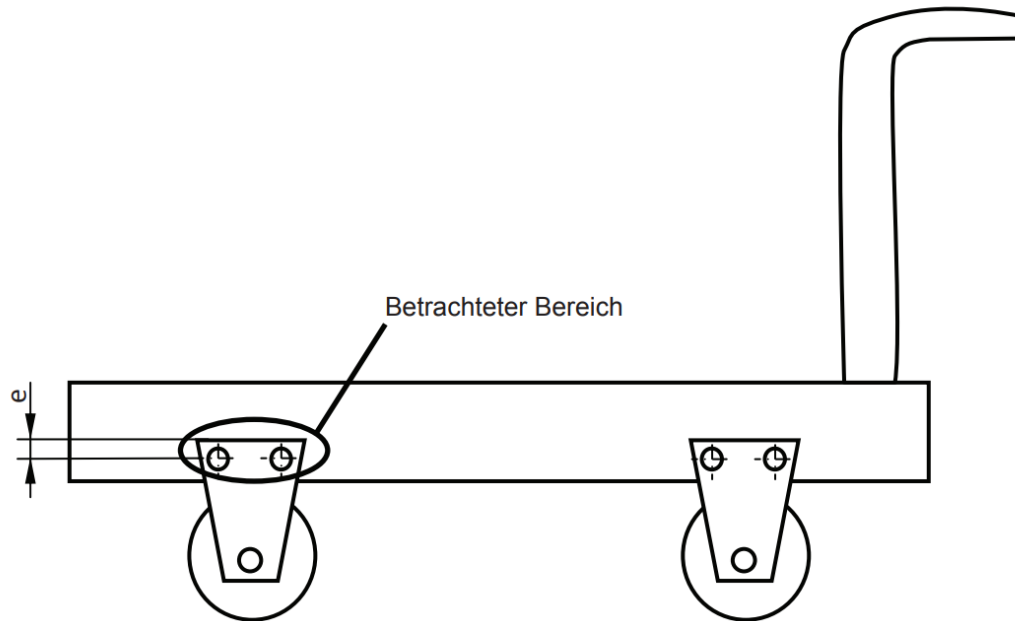
- e = Randabstand
- F = Zugkraft
- $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Schubspannung (Bauteil)
- n = Nietanzahl
- t = kleinste Blechdicke

Der Randabstand e kann auch aus folgenden DIN-Normen entnommen werden:

Stahlbau	DIN 18800 T1
Kranbau	DIN 15018 T2
Alukonstruktionen	DIN 4113 T1

LÖSUNG zu Übungsaufgabe NT 015

E-NT 1 Das Rad einer Transportkarre soll mit Nieten am Fahrgestell befestigt werden, wie in der folgenden Abbildung ersichtlich ist:



Das Gewicht der Transportkarre inklusive einer möglichen Last, die sich gleichmäßig auf die insgesamt vier Räder verteilt, beträgt 400 kg. Wie viele Nieten sind bei einer Sicherheit von 3 pro Rad im betrachteten Bereich (s. Zeichnung) erforderlich? Es ist der Lastfall HZ anzunehmen. Sowohl der Niet als auch das Gehäuse bestehen aus ST 36. Der Durchmesser der Nieten beträgt 3 mm, die Dicke des Bleches 2 mm. Die Nietverbindung selbst ist einschnittig ausgeführt. Auf der übernächsten Seite sind einige Formeln aus dem Skript gegeben.

Lösung:

Belastung eines Rades:

$$F_G = 400 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 3.924 \text{ N}$$

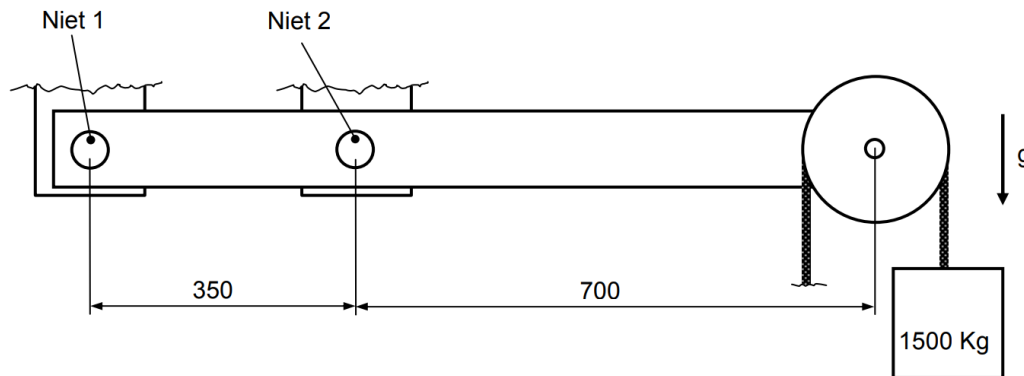
$$F^*_{\text{Rad}} = \frac{3.924 \text{ N}}{4} = 981 \text{ N}$$

Sicherheit von 3: $F^*_{\text{Rad}} = 2.943 \text{ N}$

Übungsaufgabe NT 016

Berechnung einer Nietverbindung:

Die folgende Abbildung zeigt zwei **zweischnittige** Nietverbindungen. Das dargestellte Gewicht ist an einem Seil befestigt, welches über eine reibungsfrei gelagerte Rolle geführt wird. Das System befindet sich im Gleichgewichtszustand. Die Gewichte des Stabes und der Rollen können vernachlässigt werden. Beide Niete haben denselben Durchmesser und sollen aus dem Werkstoff St 36 bestehen. Verwenden Sie den Lastfall H.



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

σ_l = Lochleibungsdruck
 $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
 n = Anzahl der tragenden Niete
 F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
 d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
 $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

τ_a = Abscherspannung
 $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
 m = Schnittigkeit
 A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

E-NT 1 Bestimmen Sie die beiden resultierenden Kräfte, die auf die beiden Nieten wirken.

E-NT 2 Berechnen Sie bei einer Blechdicke von 14 mm und einem Nietdurchmesser von 10 mm für **den Niet 1** den **vorhandenen Lochleibungsdruck**. Hält die Verbindung?

LÖSUNG zu Übungsaufgabe NT 015

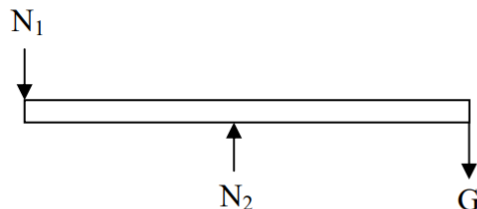
Werte für $\tau_{a\text{ zul}}$ und $\sigma_{l\text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a\text{ zul}}$		$\sigma_{l\text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540

E-NT 1 Bestimmen Sie die beiden resultierenden Kräfte, die auf die beiden Nieten wirken.

Lösung:



$$G = 1500 \text{ kg} \cdot 2 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \underline{\underline{29,43 \text{ kN}}}$$

$$N_1 = \frac{29,43 \text{ kN} \cdot 700 \text{ mm}}{350 \text{ mm}} = 58,86 \text{ kN}$$

$$N_2 = N_1 + G = \underline{\underline{58,86 \text{ kN} + 29,43 \text{ kN} = 88,29 \text{ kN}}}$$

E-NT 2 Berechnen Sie bei einer Blechdicke von 14 mm und einem Nietdurchmesser von 10 mm für **den Niet 1** den **vorhandenen Lochleibungsdruck**. Hält die Verbindung?

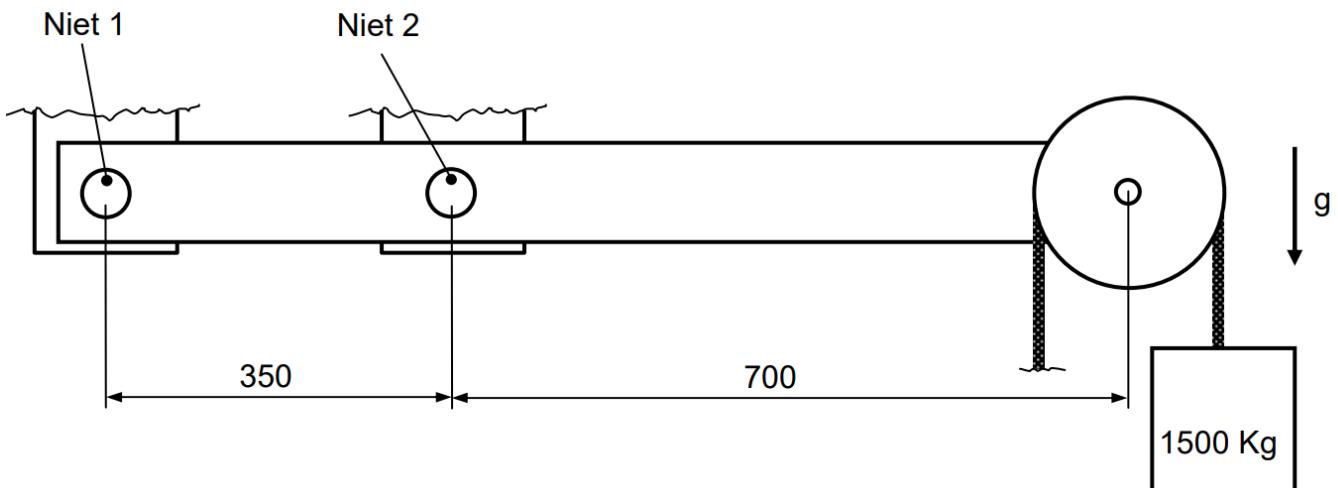
$$\sigma_{ll} = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} = \frac{58,86 \text{ kN}}{1 \cdot 10 \text{ mm} \cdot 14 \text{ mm}}$$

$$\sigma_{ll} = \underline{\underline{420,42 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}$$

$\Rightarrow$ *Verbindung 1 hält.*

Berechnung einer Nietverbindung:

Die folgende Abbildung zeigt zwei **zweischnittige** Nietverbindungen. Das dargestellte Gewicht ist an einem Seil befestigt, welches über eine reibungsfrei gelagerte Rolle geführt wird. Das System befindet sich im Gleichgewichtszustand. Die Gewichte des Stabes und der Rollen können vernachlässigt werden. Beide Niete haben denselben Durchmesser und sollen aus dem Werkstoff St 36 bestehen. Verwenden Sie den Lastfall H.



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

- σ_l = Lochleibungsdruck
- $t_{\min}$ = kleinste tragende Blechdicke
- n = Anzahl der tragenden Niete
- F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
- d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
- $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

- τ_a = Abscherspannung
- $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
- m = Schnittigkeit
- A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets