

Schraubenauslegung für die Verbindung Halteblech zu Siebträgeraufnahme

Die Siebträgeraufnahme wird von unten an das Halteblech angesetzt und es werden 12 Stck. M4 Senkkopfschrauben (A2-70 bzw. A4-70 -> Streckgrenze 450 N/mm²) angestrebt.

Der Außendurchmesser der Siebträgeraufnahme beträgt 98 mm, das Halteblech sollte das nicht überschreiten. Der Lochkreisdurchmesser für die Verschraubung Halteblech/Siebträgeraufnahme wird dadurch 91 mm.

Über die beiden Flügel am Siebträger müssen 5000 N Druckkraft aufgenommen werden und es werden 5000 N Klemmkraft benötigt, damit das System bis 16 bar dicht bleibt.

Die Kräfte werden durch 2 x 4 Schrauben auf 3 Uhr und 9 Uhr Position aufgebracht und durch 2 x 2 Schrauben auf 0 und 6 Uhr zusätzlich fixiert. Das Halteblech benötigt die Senkungen für die Schraubenköpfe, das eliminiert die Spannstifte.

Positionen der Schrauben:

3 Uhr / 9 Uhr: Abweichend davon - 30° - 10° + 10° + 30°

0 Uhr / 6 Uhr: Abweichend davon - 10° + 10°

Eine M4 Schraube benötigt Durchmesser 7 mm für die Wandstärke und 3,2 mm Mutterhöhe bei 0,7 mm Gewindesteigung.

Die Senkkopfschraube hat einen 8 mm Schraubenkopfdurchmesser, damit kann man die Schrauben auch im Abstand von 10 mm setzen. Die Rechnung oben ist mit ca. 16 mm.

Der Brühgruppeneinsatz wird ebenfalls von unten an das Halteblech gesetzt und mit 4 oder 6 M4 Senkkopfschrauben bei einem Lochkreis 48 mm verschraubt.

Die genauen Positionen dazu ergeben sich aus der Positionierung von Wasserzulauf, Rückspülanschluss und Drucksensor.

Überprüfung des Spannungsquerschnittes anhand der Vorauslegung nach Kübler.

$$A_S = \frac{F_B + F_{Kl}}{\frac{R_{p0,2}}{\kappa \cdot k_A} - \beta \cdot E \cdot \frac{f_Z}{l_K}}$$

Für die Auslegung wird angenommen bzw. angesetzt:

$$F_B = 5000/8 \text{ N} = 625 \text{ N}$$

$$F_{Kl} = 5000/8 \text{ N} = 625 \text{ N}$$

$$R_{p0,2,A2-70} = 450 \text{ N/mm}^2$$

Reduktionsfaktor $\kappa = 1,19$ (normale Schraube bei üblichen Reibwerten)

Anziehungsfaktor $k_A = 1,6$ (messender Drehmomentschlüssel)

Reduktionsfaktor $\beta = 1,1$ (nach Norm wird es ist M4 x 30 eine Schaftschraube, es ist zusätzlich der ungünstigere Fall)

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ (Stahl)}$$

$$f_Z = 0,009 \text{ mm} \text{ (eine Trennfuge, keine Mutter sondern Einschraubverbindung)}$$

$$l_K = 25 \text{ mm} \text{ (gemäß Skizze von Felix Kistler)}$$

Das ergibt einen erforderlichen Spannungsquerschnitt $A_S = 5,2 \text{ mm}^2$ und bestätigt die bisher angenommenen 8 Stck. tragenden M4 x 30 Verschraubungen.

Das erforderliche Anzugsmoment berechnet sich zu

$$M_A = F_{VM} \cdot \left[0,159 \cdot P + \mu_{ges} \cdot \left(0,577 \cdot d_2 + \frac{d_K}{2} \right) \right]$$

mit

$$F_{VM} = k_A \cdot \left[F_{Kl} + F_B \cdot (1 - \Phi_K) + F_Z \right]$$

und

$$F_Z = \frac{f_Z}{\delta_S + \delta_T}$$

Womit die Nachgiebigkeiten von Schraube und Teile benötigt werden.

Die Nachgiebigkeit der Schraube setzt sich zusammen aus den Nachgiebigkeiten

- Schraubenkopf δ_K
- Schaft δ_{Schaft}
- nicht geschraubtes Gewinde δ_G
- eingeschraubtes Gewinde δ_{Ge}
- eingeschnittenes Gewinde δ_M mit E-Modul von Messing

$$\delta_K = \frac{0,4 \cdot d}{E \cdot A_N} = 0,6061 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$$

$$\delta_{Schaft} = \frac{30 \text{ mm} - 14 \text{ mm}}{E \cdot A_N} = 6,0613 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$$

$$\delta_G = \frac{25 \text{ mm} - (30 \text{ mm} - 14 \text{ mm})}{E \cdot A_{3,Tab}} = 5,53 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$$

$$\delta_{Ge} = \frac{0,5 \cdot d}{E \cdot A_{3,Tab}} = 1,2289 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$$

$$\delta_M = \frac{0,33 \cdot d}{E \cdot A_N} = 1,0501 \cdot 10^{-6} \frac{mm}{N}$$

$$\delta_S = 14,476 \cdot 10^{-6} \frac{mm}{N}$$

$$A_N = 12,57 \text{ mm}^2$$

$$A_{3,Tab} = 7,75 \text{ mm}^2$$

Für die Nachgiebigkeit der Teile gilt es festzustellen

$$d_w = 7 \text{ mm} \leq D_A = 7 \text{ mm} < d_w + l_K = 32 \text{ mm}$$

womit für den Ersatzquerschnitt

$$A_{ers} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_w^2 - d_h^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_w \cdot (D_A - d_w) \cdot [(x + 1)^2 - 1] = 22,58 \text{ mm}^2$$

mit

$$x = \sqrt[3]{\frac{l_K \cdot d_w}{D_A^2}} = 1,5286$$

angesetzt wird.

$$d_w = 7 \text{ mm}$$

$$d_h = 4,5 \text{ mm}$$

$$D_A = 7 \text{ mm}$$

Die Nachgiebigkeit der Teile wird dann zu

$$\delta_T = \frac{l_k}{E \cdot A_{ers}} = 5,2722 \cdot 10^{-6} \frac{mm}{N}$$

Im Weiteren wird das Kraftverhältnis zu

$$\Phi_K = \frac{\delta_T}{\delta_T + \delta_S} = 0,267$$

und der Setzkraftverlust

$$F_Z = \frac{f_Z}{\delta_S + \delta_T} = 455,7 \text{ N}$$

Was zu einer erforderlichen Montagevorspannkraft

$$F_{VM} = k_A \cdot \left[F_{Kl} + F_B \cdot (1 - \Phi_K) + F_Z \right] = 2462 \text{ N}$$

führt. Die Zulässigkeit dieser Montagevorspannkraft ist noch zu überprüfen.

Woraus sich ein Anzugsmoment von

$$M_A = F_{VM} \cdot \left[0,159 \cdot P + \mu_{ges} \cdot \left(0,577 \cdot d_2 + \frac{d_K}{2} \right) \right] = 2,65 \text{ Nm}$$

mit

$$\begin{aligned} d_2 &= 8,96 \text{ mm} \\ d_k/2 &= 2,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

ergibt.