

Grundlagen - Berechnung

Radialkraft

Radialkräfte bewirken eine Veränderung der Pressung an der Kontaktflächen. In Kraftrichtung erhöht sich die Pressung auf der einen Seite und wird auf der anderen Seite entsprechend reduziert. Dies ist abhängig vom Betrag der Radialkraft sowie der Steifigkeit der Teile. Näherungsweise kann folgende Gleichung verwendet werden um die Druckänderung zu berechnen:

$$\Delta p_w = 0,75 \frac{F_{AX}}{d_w l_K}$$

Die geänderten Pressungen $p_{Wmin,max}$ ergeben sich daher aus folgender Gleichung:

$$p_{Wmin,max} = p_w \pm \Delta p_w$$

Die minimale Pressung p_{Wmin} sollte mindestens 30 N/mm² betragen um Spaltkorrosion zu vermeiden. Zudem muss das Material für eine maximale Pressung p_{Wmax} ausgelegt sein.

Biegemoment

Hier verhält es sich ähnlich wie bei Radialkräften. Wobei die veränderte Pressung an den Enden der Verbindung am größten ist. Auch hier sind Betrag und Steifigkeiten von Bedeutung. Dies führt zu folgender Näherung:

$$\Delta p_{w,N} = 4,5 \frac{M_B}{d_w l_K^2}$$

Die geänderten Pressungen ergeben sich wie zuvor aus:

$$p_{w,Nmin,max} = p_{w,N} \pm \Delta p_{w,N}$$

Für minimale und maximale Pressung gelten die gleichen Bedingungen wie zuvor. Es ist zu beachten, dass gegebenenfalls eine Änderung der Pressung durch Radialkraft dazu kommt!

Wellen- und Nabenberechnung

Im Katalog finden Sie Angaben zur erzeugten Flächenpressung der einzelnen Spannsätze. Durch die erzeugte radiale Pressung wird die Nabe verformt. Wobei Nachgiebigkeit der Welle sowie die Flächen glättung noch hinzukommen. Bei Vollwellen ist die Nachgiebigkeit zu vernachlässigen, jedoch kommt es bei Hohlwellen zu größerer Verformung und damit auch zu größeren Spannungen in der Welle. Dies ist neben den sonstigen Lasten zu berücksichtigen.

Die Vergleichsspannungen in der Nabe können nach verschiedenen Hypothesen wie z.B. GEH ermittelt werden. Auf den folgenden Seiten finden sich Tabellen, aus denen sich erforderliche Nabengrößen anhand von Pressung, Form und Dehngrenze ermitteln lassen. Es wird von einem ungeschwächten Nabenquerschnitt ausgegangen! Die Berechnung ist vereinfacht, enthält keine zusätzliche Sicherheit und deckt nur den Bereich von statischen Belastungen ab. Diverse Berechnungsmethoden für verschiedenste Fälle sind in der Ingenieur-Fachliteratur zu finden. Spezialisierte Software ermöglicht dies ebenfalls. Bei komplexer Geometrie lassen sich aber vielfach nur durch verifizierte FEM belastbare Ergebnisse ermitteln.

Die Mindeststreckgrenzen von Vollwellen sollte mindestens 2 * PW betragen, die Dehngrenze des Nabenmaterials wenigstens 1 * PN. Diese Werte dienen der Orientierung, stellen Mindestanforderungen dar und können Berechnungen zur jeweiligen Anwendung nicht ersetzen. Sie entbinden auch nicht davon!

Kerbwirkung

Generell entsteht durch die radiale Pressung des Spannsatzes Kerbwirkung an den Bauteilen. Diese hängt im Wesentlichen von dem aufgetragenen Druck ab. An der Welle ist die Kerbwirkung meist deutlich höher als an der Nabe, da die Pressung hier höher ist. Die Faktoren liegen im Bereich von 1,2 bis 1,8 bei der Welle. Dies kann z.B. durch geeignete konstruktive Maßnahmen, beispielsweise Entlastungskerbene, gemindert werden.

Bohrung in der Welle (Hohlwelle)

Eine große Bohrung dB in der Welle oder die Verwendung einer Hohlwelle reduziert die Steifigkeit des Bauteils gegen radiale Pressung. Grundsätzlich sollte eine Wellenbohrung nicht größer als 0,3 dW sein.