

Hertzsche Pressung

Musterdokument mit vollständigen Beispielwerten. Es zeigt den Nachweis, den der gekaufte Export für IHRE Eingaben erzeugt - es ist selbst kein Nachweis für ein Bauteil.

Projekt: Musterprojekt

Bauteil/Position: kein reales Bauteil

Bearbeiter: Muster, ohne Freigabe

Zylinder-Ebene (Linienkontakt) - $p_{\max} = 494,8 \text{ N/mm}^2$ - Gesamturteil in Ordnung

Gesamtbewertung: in Ordnung - die maximale Pressung bleibt innerhalb der zulässigen Pressung.

Eingaben

Kontaktfall	Zylinder-Ebene (Linienkontakt)
Radius R1	10 mm
Druckkraft F	1.000 N
Tragende Länge L	15 mm
Körper 1 (E1 / ν 1)	210.000 / 0,3
Körper 2 (E2 / ν 2)	210.000 / 0,3
Streckgrenze Körper 1 (Erzeugnismaß 20 mm)	430 N/mm ²
Streckgrenze Körper 2 (Erzeugnismaß 80 mm)	370 N/mm ²
Zulässige Pressung p_{zul}	617 N/mm ²

Kontaktkennwerte

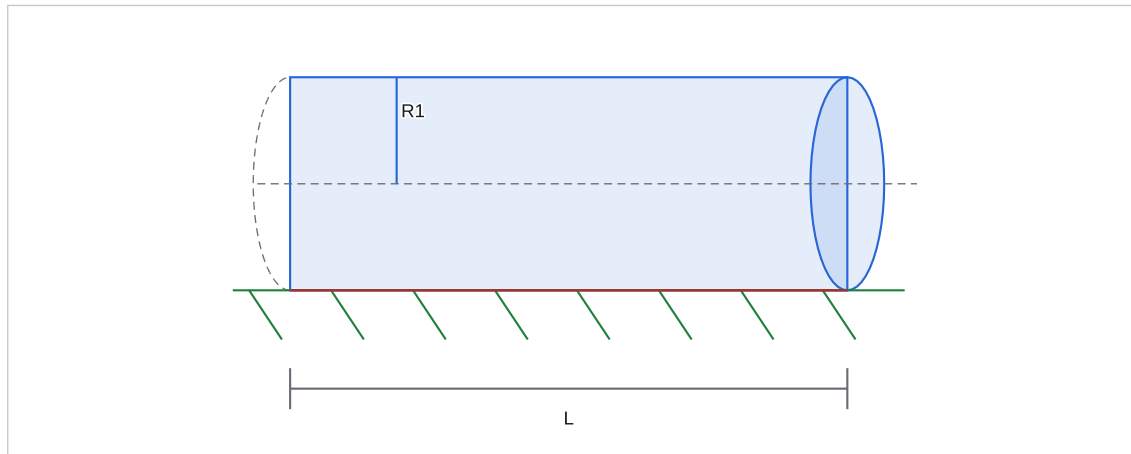
Reduzierter E-Modul E^*	115.385 N/mm ²
Ersatzradius R	10 mm
Maximale Pressung $p_{\max}$	494,8 N/mm ²
Mittlere Pressung p_m	388,6 N/mm ²
Halbe Druckflächenbreite b	0,0858 mm
Linienlast F'	66,7 N/mm
Annäherung δ (Näherung)	2,37 μm
Max. Schubspannung $\tau_{\max}$ (0,3· $p_{\max}$)	148,6 N/mm ²
Tiefe der max. Schubspannung $z(\tau_{\max})$	0,0674 mm
Wechselschubspannung τ_{yz} (0,25· $p_{\max}$)	123,7 N/mm ²
Tiefe der Wechselschubspannung $z(\tau_{yz})$	0,0429 mm

Nachweis gegen die zulässige Pressung

Kriterium	Wert	Grenze	Status
Ausnutzung $p_{\max}/p_{\text{zul}}$	80,2 %	100 %	● in Ordnung
Sicherheit $S = p_{\text{zul}}/p_{\max}$	1,25	1,00	● in Ordnung

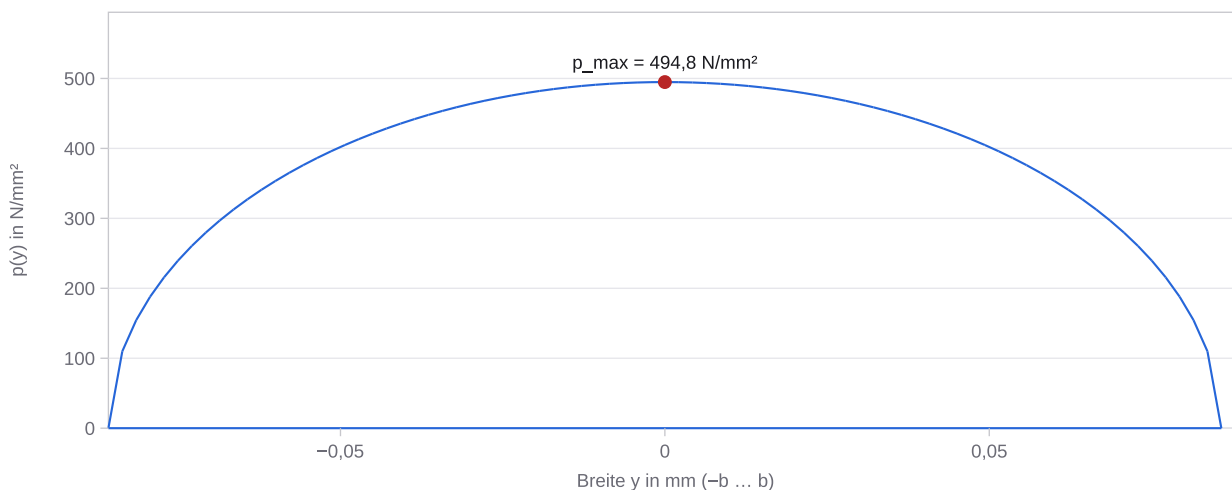
Maßgeblich ist Körper 2 mit $p_{\text{zul}} = 617 \text{ N/mm}^2$; der andere Körper liegt bei 717 N/mm^2 . Beide sehen dieselbe Pressung, nachgewiesen wird gegen das kleinere zulässige Niveau.

Systemskizze: Kontaktfall und Radien



Die Skizze ist schematisch: Die gezeichneten Radien entsprechen nicht den eingegebenen Werten, maßgeblich ist allein der Kontaktfall.

Pressungsverteilung über der Kontaktbreite



Berechnungsgrundlage

Elastizität: Beide Körper federn, ihre Nachgiebigkeiten addieren sich zum reduzierten Modul $1/E^* = (1-\nu_1^2)/E_1 + (1-\nu_2^2)/E_2$. Die Krümmungen addieren sich zum Ersatzradius $1/R = 1/R_1 \pm 1/R_2$ (konkaver Gegenkörper mit negativem Vorzeichen, was die Schmiegun und damit die Kontaktfläche vergrößert). Die Form der Druckverteilung bleibt dabei unverändert halbelliptisch: Die Krümmung geht ausschließlich über den Ersatzradius ein, ein negativer Summand ändert den Wert dieser Summe, nicht die Gestalt der Gleichung (Hütte, Das Ingenieurwissen, Bild 5-47, das die Verteilung am konkaven Fall darstellt).

Linienkontakt: Gerechnet wird mit der Linienlast $F' = F/L$. Die halbe Druckflächenbreite ist $b = \sqrt{(4 \cdot F' \cdot R) / (\pi \cdot E^*)}$, die maximale Pressung $p_{\max} = 2 \cdot F' / (\pi \cdot b)$, die mittlere Pressung $\pi/4$ davon. Die Annäherung ist nur als Palmgren-Näherung für Stahl/Stahl angebbar.

Unter der Oberfläche entsteht die versagensrelevante Schubspannung. Ihr Maximum und die zugehörige Tiefe werden aus dem Tiefenverlauf der Hauptspannungen numerisch bestimmt (für $\nu = 0,3$ etwa $0,31 \cdot p_{\max}$ in $0,48 \cdot a$ beim Punkt- und $0,300$ bis $0,304 \cdot p_{\max}$ in $0,78$ bis $0,79 \cdot b$ beim Linienkontakt, je nach Quelle). Diese Tiefe ist der Bezug für die erforderliche Härtetiefe. Zusätzlich wird die Wechselschubspannung τ_{yz} ausgewiesen ($0,25 \cdot p_{\max}$ in $0,5 \cdot b$ beim Linienkontakt, $0,215 \cdot p_{\max}$ in $0,35 \cdot a$ beim Punktkontakt, nach Niemann): Sie wechselt beim Überrollen ihr Vorzeichen, liegt oberflächennäher und gilt als eigentliche Ursache der Grübchenermüdung (Pitting).

Nachweis: Die Ausnutzung ist $p_{\max}/p_{\text{zul}}$, die Sicherheit $p_{\text{zul}}/p_{\max}$. Der statische Fließbeginn unter der Oberfläche folgt aus dem Verhältnis $\tau_{\max}/p_{\max}$: beim Linienkontakt $p_{\text{zul}} \approx 1,67 \cdot R_{p0,2}$, unabhängig von der Querkontraktionszahl, weil σ_y und σ_z auf der Achse kein ν enthalten. Beim Punktkontakt hängt der Faktor von ν ab und wird je Werkstoff gerechnet: $1,61 \cdot R_{p0,2}$

für Stahl ($\nu = 0,3$), aber $1,77 \cdot R_{p0,2}$ bei $\nu = 0,42$ (POM). Für Wälzbeanspruchung gelten kontextabhängige Richtwerte. Beide Körper sehen dieselbe Pressung, aber jeder sein eigenes zulässiges Niveau: Verglichen werden die zulässigen Pressungen, nicht die Streckgrenzen - über den ν -abhängigen Faktor kann in Ausnahmefällen der Körper mit der größeren Streckgrenze maßgeblich sein. Der E-Modul geht in den Nachweis nicht ein; er senkt über E^* nur die Pressung selbst.

Zu diesem Muster

Alle Werte auf diesen Seiten stammen aus einer frei gewählten Beispielrechnung und gehören zu keinem realen Bauteil. Der gekaufte Export enthält dieselben Abschnitte mit Ihren Eingaben, Ihren Kopfdaten (Projekt, Bauteil, Bearbeiter) und als durchsuchbaren Text. Preise und Umfang: maschinenbaurechner.de/preise

Hinweis: Die Ergebnisse sind Auslegungs- und Orientierungshilfen. Sie ersetzen nicht die eigenverantwortliche Prüfung, Berechnung und Freigabe durch eine fachlich qualifizierte Person. Es gelten die Nutzungsbedingungen auf maschinenbaurechner.de.