

Zahnrad-Nachweis

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

Stirnradpaar: Geometrie und Tragfähigkeits-Schnellcheck

Gesamtbewertung: in Ordnung

Eingaben

Normalmodul mn	3 mm
Zähnezahlen z1 / z2	20 / 60
Profilverschiebung x1 / x2	0 / 0
Schrägungswinkel β	0 °
Zahnbreite b	40 mm
Last	P = 7,5 kW
Ritzeldrehzahl n1	1.450 min ⁻¹
Anwendungsfaktor KA	1,25
Verzahnungsqualität	7-8
Werkstoff Rad 1	16MnCr5 / 18CrNiMo7-6
Werkstoff Rad 2	16MnCr5 / 18CrNiMo7-6
Mindestsicherheiten SFmin / SHmin	1,5 / 1,2

Geometrie je Rad

Größe	Rad 1	Rad 2
Teilkreis d in mm	60	180
Grundkreis db in mm	56,3816	169,1447
Kopfkreis da in mm	66	186
Fußkreis df in mm	52,5	172,5
Wälzkreis dw in mm	60	180
Profilverschiebung x	0	0
Ersatzzähnezahl zn	20	60
Kopfzahndicke s _{an} in mm	2,085	2,357
Mindest-Profilverschiebung x _{min}	-0,1698	-2,5093
Fußformkreis d _{Ff} in mm	56,4602	174,7793
Fußnutzkreis d _{Nf} in mm	56,5784	175,7624
Reserve radial (d _{Nf} - d _{Ff})/2 in µm	59,1	491,6
Reserve Δ_{ξ} auf der Eingriffslinie in mm	0,8681	1,8771

Radpaar

Betriebs-Achsabstand a	120 mm
Null-Achsabstand ad	120 mm
Stirnmodul mt	3 mm
Betriebseingriffswinkel α_{wt}	20 °
Profilüberdeckung ϵ_{α}	1,6708
Sprungüberdeckung ϵ_{β}	0
Gesamtüberdeckung ϵ_{γ}	1,6708
Übersetzung i	3
Kopfspeil c	0,75 mm
Kopfkürzungsfaktor k (Ausweis)	0
Grenzzähnezahl zg	17,1

Zahnkräfte und Lastfaktoren

Ritzeldrehmoment T1	49,39 Nm
Umfangskraft Ft	1.646,4 N
Radialkraft Fr	599,3 N
Axialkraft Fa	0 N
Umfangsgeschwindigkeit v	4,56 m/s
Faktoren KA / KV / KH _β / KF _β	1,25 / 1,2 / 1,5 / 1,25

Zahnfuß-Tragfähigkeit

Größe	Rad 1	Rad 2
Formfaktor YFa	2,8	2,2863
Spannungskorrektur YSa	1,5525	1,7286
Überdeckungsfaktor Y _ε	0,6989	0,6989
Schrägenfaktor Y _β	1	1
σ _{F0} in N/mm ²	41,68	37,9
σ _F in N/mm ²	78,16	71,05
σ _{Flim} in N/mm ²	430	430
Sicherheit SF	11	12,1

Flanken-Tragfähigkeit

Zonenfaktor ZH	2,4946
Elastizitätsfaktor ZE	189,8 √(N/mm ²)
Überdeckungsfaktor Z _ε	0,8811
Schrägenfaktor Z _β	1
σ _{H0}	399,02 N/mm ²
σ _H	598,54 N/mm ²
Sicherheit SH (min)	2,46

Bewertungskriterien

Kriterium	Wert	Grenze	Status
Profilüberdeckung ε _α	1,6708	≥ 1,1	● in Ordnung
Fußeingriffsstörung Rad 1 (Δ _ξ ≥ g _{min})	0,8681 mm	0,06 mm	● in Ordnung
Fußeingriffsstörung Rad 2 (Δ _ξ ≥ g _{min})	1,8771 mm	0,06 mm	● in Ordnung
Unterschnitt Rad 1 (x ≥ x _{min})	0	-	● in Ordnung
Spitzgrenze Rad 1 (s _{an} ≥ 0,2 mn)	2,085 mm	0,6 mm	● in Ordnung
Unterschnitt Rad 2 (x ≥ x _{min})	0	-	● in Ordnung
Spitzgrenze Rad 2 (s _{an} ≥ 0,2 mn)	2,357 mm	0,6 mm	● in Ordnung
Zahnfuß-Sicherheit SF Rad 1	11	1,5	● in Ordnung
Zahnfuß-Sicherheit SF Rad 2	12,1	1,5	● in Ordnung
Flanken-Sicherheit SH Rad 1	2,46	1,2	● in Ordnung
Flanken-Sicherheit SH Rad 2	2,46	1,2	● in Ordnung

Berechnungsgrundlage

Verzahnungsgeometrie der Evolventenverzahnung mit Bezugsprofil nach DIN 867 (Kopfkreise ungekürzt, Kopfkürzungsfaktor nur als Ausweis). Der Tragfähigkeits-Schnellcheck lehnt sich an DIN 3990 bzw. ISO 6336 an: Zahnfußspannung mit Kraftangriff am Zahnkopf (YFa/YSa, Methode C) und Überdeckungsfaktor Y_ε, Flankenpressung im Wälzpunkt. Vereinfachungen: KV pauschal 1,2, KH_β/KF_β aus Qualitätstabelle, KH_α = KF_α = 1, Dauerfestigkeit ohne Lebensdauer-, Schmierstoff- und Größenfaktoren. Ergebnis ist ein Richtwert-Nachweis, kein vollständiger Norm-Nachweis.

Fußeingriffsstörung (Kopfkanteneingriff): Die Flanke ist nur zwischen Fußformkreis d_{Ff} und Kopfkreis eine brauchbare Evolvente, der Eingriff beginnt aber schon am Fußnutzkreis d_{Nf}, den der Kopfkreis des Gegenrads festlegt. Gefordert ist d_{Nf} ≥ d_{Ff} an beiden Rädern (Dubbel, G 8.1.7). Der Fußformkreis folgt aus der nutzbaren Werkzeug-Kopfhöhe h_N = mn · (hfP* - rhoFP* · (1 - sin α_n)). Bewertet wird die Reserve Δ_ξ auf der Eingriffslinie gegen g_{min} = max(0,02 · mn; 0,05 mm), weil die radiale Differenz nahe dem Grundkreis unempfindlich wird; die radiale Differenz wird zusätzlich ausgewiesen. Grenzen: nur

Nennmaß ohne Toleranzen, nur die Fußseite (Kopffasen und Kopfrücknahmen nicht modelliert), nur Außenverzahnung, nur Wälzfräsen mit Zahnstangenwerkzeug ohne Protuberanz und ohne Schleifaufmaß; bei Schrägverzahnung Stirnschnitt-Näherung nach ISO 21771. Bei deutlichem Unterschnitt ist d_{Ff} nicht geschlossen bestimmbar, das Kriterium gilt dann als nicht abgesichert: $\varepsilon_{\alpha, \text{nutz}}$ ist dort nur eine untere Schranke, bewertet wird deshalb die geometrische Profilüberdeckung, und aus der unsicheren Zahl wird kein Nicht-in-Ordnung abgeleitet. Eine Schranke bleibt trotzdem gültig, weil die nutzbare Evolvente frühestens am Grundkreis beginnen kann: Ist schon diese obere Schranke der Reserve negativ, ist die Störung gesichert und wird als nicht in Ordnung geführt, nur ihr Betrag bleibt offen. Liegt eine Störung vor, sind SF und SH gegenstandslos, weil sie ungestörten Evolventeneingriff voraussetzen.

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.