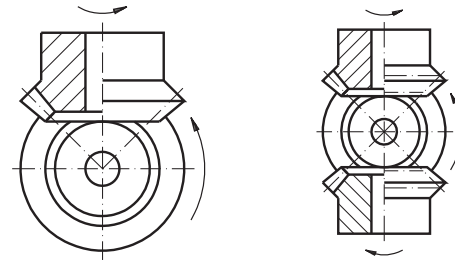


## Allgemeine Grundlagen für Kegelräder

Durch Kegelradverzahnungen wird eine schlupffreie Kraftübertragung zwischen zwei rechtwinklig geführten Wellen ermöglicht. Lieferbar aus Vorrat sind Übersetzungsverhältnisse von 1:1 bis max. 1:5 (je nach Werkstoff). Der Modul ist im Gegensatz zu Stirnzahnrädern nicht genormt, sondern wird nach maschinentechnischen Gesichtspunkten ausgewählt. Der Modul ist am Kegelrad keine konstante Größe, sondern verändert sich mit dem Durchmesser.



Drehrichtungen

### Kegelräder mit geraden Zähnen

Zu suchen	Bekannte Einheit	Formel
Modul = m	Teilung	$\frac{t}{\pi}$
	Teilkreis-Ø und Zähnezah	$\frac{d}{z}$
Teilkreis-Ø = d	Zähnezah und Modul	$z \cdot m$
Teilkegelwinkel Rad 1 = $\delta_{01}$	Zähnezah Rad 1 und Rad 2	$\frac{z_1}{z_2} = \tan \delta_{01}$
Teilkegelwinkel Rad 2 = $\delta_{02}$	Achswinkel und Teilkegelwinkel Rad 1	$\delta_a - \delta_{01}$
Zahnkopfwinkel = $\chi_k$	Teilkegelwinkel und Zähnezah	$\frac{2 \cdot \sin \delta_{01}}{z} = \tan \chi_k$
	Modul und Spitzenent- fern. (Teilkegellänge) $R_a$	$\frac{m}{R_a} = \tan \chi_k$
Kopfkreis-Ø = $d_a$	Teilkreis-Ø	$d + (2m \cdot \cos \delta_{01})$
	Teilkegelwinkel und Modul Zähnezah, Teilkegel- winkel und Modul	$z \cdot m + (2m \cdot \cos \delta_{01})$

Werkstoffqualitäten: Angaben hierüber bei den einzelnen Kegelradgruppen.

### Kegelräder mit geraden Zähnen

Zu suchen	Bekannte Einheit	Formel	
Kopfkegelwinkel = $\delta_k$	Teilkegelwinkel und Zahnkopfwinkel	$\delta_{01} + \chi_k$	
Spitzenentfernung Teilkegellänge = $R_a$	Teilkreis-Ø und Teilkegelwinkel	$\frac{d}{2 \cdot \sin \delta_{01}}$	
Rad 1 = Rad 2 =	großes Rad kleines Rad		
Drehmoment = $Md$ in Nm	Leistung und Drehzahl	Rad 1	Rad 2
		$9550 \frac{P}{n_1}$	$9550 \frac{P}{n_2}$

Zahnbreite maximal 0,4 x Spitzenentfernung  $R_a$  (Teilkegellänge). Für Kegelräder, deren Achswinkel größer oder kleiner ist als  $90^\circ$ , gilt für die Berechnung der Teilkegelwinkel:

$$\frac{z_2}{z_1 \cdot \sin \delta_a} + \cot \delta_a = \cot \delta_{01}$$

#### Anmerkungen:

Wenn  $\delta_{01}$  bekannt ist:  $\delta_{k2} = \delta_a - (\delta_{01} - \chi_k)$   
Zahnkopfwinkel ist bei beiden Rädern gleich:  $\chi_k = \chi_{k1} = \chi_{k2}$

Tangens = tan, Cotangens = cot

## Unterscheidungsmerkmale bogenverzahnter Kegelräder (Spiralkegelrad)

### Klingelberg Zylo-Palloid-Verzahnung:

Die Herstellung erfolgt in einem pausenlosen Wälzfräsverfahren mit einem zweiteiligen Stirnmesserkopf. Die Flankenlinien der Räder entsprechen dem Bogen einer verlängerten Epizykloide.

### Klingelberg Palloid-Verzahnung:

Die Fertigung wird mit einem kegigen Wälzfräser bei pausenlosem Teilen durchgeführt. Die Flankenlinien der Räder entsprechen dem Bogen einer verlängerten Evolvente. Zylo-Palloid- und Palloid-Verzahnungen sind untereinander nicht austauschbar.

### Ab Lager lieferbar:

Zylo-Palloid-Verzahnung Mod. 0,6 bis 1,5.  
Palloid-Verzahnung Mod. 2,0 bis 3,5.

Durch die Spiralverzahnung ist eine große Laufruhe gegeben, da immer mehrere Zähne gleichzeitig im Eingriff sind. Der Tragkern sollte im unbelasteten Zustand, in Längsrichtung gesehen, auf Zahnmitte liegen. Das Tragbild weitet sich unter Last ziemlich gleichmäßig zum Innen- und Außendurchmesser aus. Durch die geschliffenen Anlageflächen der Naben und Bohrungen ist ein genaues Einstellen des Einbaumaßes E gewährleistet.

Bei Übersetzungen ungleich 1 : 1 ist der auf der Zeichnung eingetragene Drehsinn zu bevorzugen (günstigere Richtung der Axialkräfte).

## Empfehlungen für die Schmierung von Kegelradsätzen

Umfangsgeschwindigkeit	Schmierungsart	Schmierstoff
bis 1 m/s	Auftragschmierung	Haftschmierstoff
bis 4 m/s	Tauchschmierung/Sprühschmierung	Fett/Haftschmierstoff
bis 15 m/s	Tauchschmierung	Öl
über 15 m/s	Druckumlauf- oder Spritzschmierung	Öl

## Hinweise zu Drehmomentangaben

Die Tragfähigkeitsberechnungen der Kegelräder basieren auf den Grundlagen der Größchentragfähigkeit (Pittings) der Zahnflanken sowie der auftretenden Zahnfußspannung. Berechnungsgrundlage ist DIN 3991.

Bei Übersetzungen ungleich 1 : 1 gilt das angegebene max. Drehmoment für das kleinere Rad.

Es wurden folgende Berechnungsannahmen gemacht:

Berechnungsfaktor/Einflussgröße	Abkürzung	Wert	Bemerkung
Berechnungsverfahren	-	-	DIN 3991
Normaleingriffswinkel	-	20° (17,5° bei Spiralverzahnung Modul 0,6 bis 1,5)	
Schrägungswinkel	-	0° (38° bei Spiralverzahnung)	
DIN Qualität	-	8	
Flankensicherheit	$S_H$	1,0 (außer bei Zink)	Dauerfest 10.000 h (bei Stahlwerkstoffen)
Zahnfußsicherheit	SF	1,5	Dauerfest 10.000 h (bei Stahlwerkstoffen)
Anwendungsfaktor	$K_A$	1,25	Industriegetriebe, gleichmäßige, leichte Stöße
Dynamikfaktor	$K_V$	1,0	Im Regelfall ohne großen Einfluss
Breitenlastverteilung	$K_{H\beta}$	1,5 (1 für Azetalharz, Ms58 und ZnAl 4 Cu1)	beidseitige Lagerung
Schmierstoff/Rauheit Geschwindigkeitsfaktor	$Z_L * Z_V * Z_R$	1	- ausreichende Ölschmierung - relative Rauheit $R_{Z100} = 10$ - Umfangsgeschwindigkeit 8 m/s
Lebensdauerfaktor	$Z_N$	1	Dauerfestigkeit 10.000 h (Bei Stahlwerkstoffen)
Betriebstemperatur für Kunststoffzahnrad	$T_{Betr}$	bis 60°C	die Werkstoffkennwerte von Kunststoffzahnradern sind stark temperaturabhängig

Die Tragfähigkeit eines Kegelrades hängt von vielen Faktoren ab. Die angegebenen Drehmomente stellen Richtwerte dar, um die Auswahl zu erleichtern. Bei Bedarf ist für den jeweiligen Anwendungsfall eine spezifische Festigkeits- und Tragfähigkeitsberechnung durchzuführen. Die Verschleißlebensdauer wird je nach Betriebsbedingungen durch entsprechende Fett/Ölschmierung beeinflusst. Beachten Sie weiterhin, dass es bei unzureichender Schmierung zum Fressen der Zahnradflanken kommen kann.



### Wichtig!

Bitte überprüfen Sie das zulässige Moment immer getrennt sowohl für die Ritzel- als auch für die Radseite! Für Kunststoffkegelräder wird aufgrund der größeren Elastizität mit einem  $K_{H\beta}$  von 1 gerechnet. Für Messing und Zink wird ebenfalls ein  $K_{H\beta}$  von 1 angesetzt, da für diese Werkstoffe ein gutes Einlaufverhalten vorausgesetzt wird. Für Zinkdruckguss-Kegelräder wurde für die Drehmomentberechnung nur die Fußfestigkeit berücksichtigt.

Aufgrund der Werkstoffeigenschaften sind diese Räder nur bedingt für Dauerbetrieb geeignet.



## Für die verwendeten Werkstoffe werden folgende Kennwerte zugrunde gelegt:

Werkstoff	zulässige Biegeschwefestigkeit $\sigma_{bw}$ in N/mm <sup>2</sup>	Zulässige Flankenpressung $\sigma_{Hlim}$ in N/mm <sup>2</sup>
Azetalharz	28 (VDI-2545)	40 (VDI-2545)
ZnAl4Cu1	60	150
Ms58 (2.0401)	100	250
11SMnPb30 (alt: 9SMn28K)	150	350
C45 normalisiert	200	590
42CrMo4 gehärtet	350	1360
16MnCr5 einsatzgehärtet	400	1630
X10CrNiS18 9	200	400
(1.4305, rostfrei, austenitisch)		