

# DIN 3991-1:2024-06 (D)

## Tragfähigkeitsberechnung von Kegelrädern - Teil 1: Einführung und allgemeine Einflussfaktoren

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	5
Einleitung .....	7
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen .....	9
3 Begriffe .....	10
4 Symbole und Abkürzungen .....	10
5 Anwendung.....	14
5.1 Berechnungsmethoden .....	14
5.1.1 Allgemeines.....	14
5.1.2 Methode A .....	14
5.1.3 Methode B .....	15
5.1.4 Methode C .....	15
5.2 Sicherheitsfaktoren .....	15
5.3 Anwendungshinweise.....	16
5.3.1 Prüfung.....	16
5.3.2 Fertigungstoleranzen.....	16
5.4 Zu berücksichtigende Systemfaktoren.....	16
5.4.1 Allgemeines.....	16
5.4.2 Schmierung.....	16
5.4.3 Anforderung an umgebende Struktur .....	16
5.4.4 Verformung von Getriebekomponenten.....	16
5.4.5 Werkstoffe und Metallurgie .....	17
5.4.6 Eigenspannung.....	17
5.4.7 Systemdynamiken.....	17
5.4.8 Tragbild .....	17
5.4.9 Korrosion .....	18
5.5 Weitere Einflussfaktoren.....	18
6 Äußere Kraft und Anwendungsfaktor $K_A$ .....	18
6.1 Nenn-Umfangskraft, -Drehmoment, -Leistung.....	18
6.2 Variable Lastbedingungen.....	19
6.3 Anwendungsfaktor $K_A$ .....	19
6.3.1 Allgemeines.....	19
6.3.2 Einflüsse mit Auswirkung auf äußere dynamische Lasten .....	20
6.3.3 Bestimmung von Anwendungsfaktoren.....	20
7 Dynamikfaktor $K_v$ .....	20
7.1 Allgemeines.....	20
7.2 Dimensionierung.....	21
7.3 Herstellung.....	21
7.4 Drehwegabweichung.....	21
7.5 Dynamische Antwort.....	22
7.6 Resonanz .....	22
7.6.1 Allgemeines.....	22
7.6.2 Radkörperresonanz.....	22
7.6.3 Systemresonanz .....	22

7.7	Berechnungsmethoden für $K_v$ .....	23
7.7.1	Allgemeines .....	23
7.7.2	Methode A, $K_{v-A}$ .....	23
7.7.3	Methode B, $K_v - E^*$ .....	24
8	Breitenfaktoren $K_{H\beta}$ , $K_{F\beta}$ .....	29
8.1	Allgemeines .....	29
8.2	Methode A .....	29
8.3	Methode B .....	29
8.4	Methode C .....	30
8.4.1	Breitenfaktor (Flanke), $K_{H\beta-C}$ .....	30
8.4.2	Breitenfaktor (Fuß) $K_{F\beta-C}$ .....	30
8.4.3	Längskrümmungsfaktor $K_{F0}$ .....	31
9	Stirnfaktoren $K_{H\alpha}$ , $K_{F\alpha}$ .....	32
9.1	Allgemeines .....	32
9.2	Methode A .....	33
9.3	Methode B .....	33
9.3.1	Ersatzstirnradverzahnungen mit einer Gesamtüberdeckung $\varepsilon_{v\gamma} \leq 2$ .....	33
9.3.2	Ersatzstirnradverzahnungen mit einer Gesamtüberdeckung $\varepsilon_{v\gamma} > 2$ .....	33
9.4	Methode C .....	33
9.4.1	Allgemeine Bemerkungen .....	33
9.4.2	Voraussetzungen, Annahmen .....	34
9.4.3	Bestimmung der Faktoren .....	34
9.5	Einlaufbetrag $y_\alpha$ .....	35
Anhang A (normativ) Berechnung der Ersatzstirnradverzahnung .....		36
A.1	Allgemeines .....	36
A.2	Geometrie der Ersatzstirnradverzahnung im Stirnschnitt (Index v) .....	36
A.2.1	Allgemeines .....	36
A.2.2	Bestimmung der Teilkreisdurchmesser der Ersatzstirnradverzahnung $d_v$ .....	38
A.2.3	Bestimmung des Schrägungswinkels $\beta_v$ .....	39
A.2.4	Bestimmung der Zahnbreite $b_v$ der Ersatzstirnradverzahnung .....	41
A.2.5	Vergleich der Eingriffsbedingungen .....	43
A.2.6	Überdeckung $\varepsilon_v$ .....	43
A.2.7	Bestimmung Berührlinienlänge $l_b$ .....	44
A.2.8	Bestimmung des relativen Krümmungsradius $\rho_{rel}$ für die Berechnung der Flankenpressung: .....	47
A.3	Daten der Ersatzstirnräder im Normalschnitt (Index vn) .....	48
A.4	Bestimmung der lokalen Größen der Ersatzstirnradverzahnung .....	49
A.4.1	Lokale Geometriegrößen .....	49
A.4.2	Länge der Berührlinien $l_{b,Y}$ .....	50
A.4.3	Krümmungsradius $\rho_{rel,Y}$ .....	52
A.4.4	Lastaufteilungsfaktor .....	52
Anhang B (informativ) Werte für den Anwendungsfaktor $K_A$ .....		55
B.1	Bestimmung von Anwendungsfaktoren .....	55
B.2	Schätzwerte für Anwendungsfaktoren .....	55
Anhang C (informativ) Tragbilder .....		56
Literaturhinweise .....		59

## Bilder

Bild 1 — Struktur der Berechnungsverfahren in der Normenreihe DIN 3991 .....

8

Bild 2 — Näherungsweise dynamisch äquivalente Stirnräder für die Berechnung des  
Dynamikfaktors von Kegelrädern einschließlich Hypoidräder .....

26

Bild A.1 — Schematische Skizze einer Hypoidverzahnung .....	37
Bild A.2 — Kegelräder und ihre entsprechende Ersatzstirnradverzahnung.....	39
Bild A.3 — Vereinfachtes Eingriffsfeld der Ersatzstirnradverzahnung.....	42
Bild A.4 — Allgemeine Definition der Berührlänge .....	47
Bild A.5 — Segmentierung der Eingriffsstrecke.....	49
Bild A.6 — Allgemeine Definition der Länge der Berührlinien .....	50
Bild A.7 — Lastaufteilung zwischen den Berührlinien im Punkt Y.....	53
Bild C.1 — Tragbildnomenklatur an einem Kegelrad .....	57
Bild C.2 — Akzeptable Tragbilder unter Last an einem Rad.....	58
Bild C.3 — Nicht-zufriedenstellende Tragbilder unter Last an einem Rad .....	58
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 — Symbole und Einheiten .....	10
Tabelle 2 — Allgemeine Indizes .....	14
Tabelle 3 — Einflussfaktoren $c_{v1}$ bis $c_{v7}$ in Gleichung (16) bis (21).....	27
Tabelle 4 — Lagerungsfaktor $K_{H\beta-be}$ .....	30
Tabelle 5 — Vorläufige Stirnfaktoren $K_{H\alpha} - C^*$ und $K_{F\alpha} - C^*$ .....	34
Tabelle A.1 — Exemplarischer Vergleich der sich ergebenden Eingriffsfelder für drei unterschiedliche Verzahnungen.....	43
Tabelle A.2 — Abstand $f$ der Kopf-, mittleren und Fußberührlinien im Eingriffsfeld .....	44
Tabelle B.1 — Empfohlene Werte für den Anwendungsfaktor $K_A$ .....	55