



Kegelradverzahnung mit Gerad-, Schräg- und gekrümmten Zähnen [inch/AGMA]

i Berechnung fehlerfrei. Ritzel Rad

ii Projektinformationen

? Dateneingabekapitel

1.0 Wahl der Grundeingangsparameter

| | | | | |
|---|--------------|--------|---------|--------|
| 1.1 Übertragene Leistung | Pw | 10,000 | 9,834 | [HP] |
| 1.2 Drehzahl (Ritzel / Rad) | n [min] | 1000,0 | 550,0 | [/min] |
| 1.3 Drehmoment (Ritzel / Rad) | Torq [lb.in] | 630,00 | 1126,43 | [Nm] |
| 1.4 Übersetzungsverhältnis / aus dem Tabelle | i | 1,80 | | |
| 1.5 Tatsächliches Übersetzungsverhältnis / Abweichung | i | 1,8182 | 1,00% | |

2.0 Wahl der Werkstoffe, Belastungsmodus Betriebs- und Herstellungsparameter

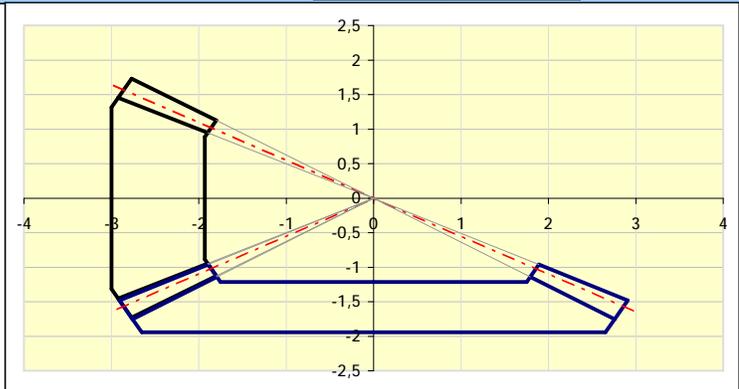
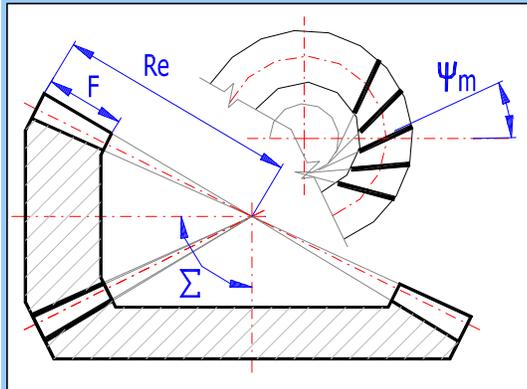
| | | | | |
|---|--|------------------------------------|------|-----|
| 2.1 Ritzelwerkstoff : | E,F...Legierter Baustahl AISI 6150 (S=142 Mpsi) lückenoberflächengehärtet | | | ▼ |
| 2.2 Radwerkstoff : | E,F...Legierter Baustahl Gr.5135(ASTM A322) (S=114 Mpsi) oberflächengehärtet an den Seiten | | | ▼ |
| 2.3 Belastung des Getriebes, Antriebsmaschine - Beispiele | A...Fließend | | | ▼ |
| 2.4 Belastung des Getriebes, angetriebene Maschine - Beispiele | A...Fließend | | | ▼ |
| 2.5 Auflagerungsart des Räderpaares. | C...Beidseitig eingelagerte beide Rade - Typ 1 | | | ▼ |
| Auflagerungsart des Räderpaares. | C...Gehäuse mit einer genauen Lagerung | | | ▼ |
| 2.6 Genauigkeitsstufe - AGMA (Ra min Ra max) | Qv | 8.....(Ra min.= 63 / Ra max.= 125) | | ▼ |
| 2.7 Wahrscheinlichkeit einer Störung (weniger als 1 Störung für:) | FP | 1000 | | ▼ |
| 2.8 Verlangte Standzeit | Lh | 10000 | | [h] |
| 2.9 Sicherheitskoeffizient (Berührung/Biegung) | SH / SF | 1,30 | 1,60 | |
| 2.10 Automatischer Entwurf | A. Geradverzahnung | | | ▼ |

3.0 Parameter des Zahnprofils, Verzahnungstyp

| | | | | |
|---|--|-------|-------|---|
| 3.1 Steuerkurve der Verzahnung (Verzahnungstyp) | A,B. Gerade, Typ I (gerade und Schrägstandardverzahnung) | | | ▼ <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3.2 Zahlenfaktor der Zahnkopfhöhe | ha* | 1,000 | 1,000 | [modul] |
| 3.3 Einheitskopfspiel | c* | 0,200 | 0,200 | [modul] |
| 3.4 Empfohlener Zahngrundradius | | 0,304 | 0,304 | [modul] |
| 3.5 Zahngrundradius | rf* | 0,304 | 0,304 | [modul] <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3.6 Zahnflankenprofil | Ohne Modifizierung | | | ▼ |

4.0 Modul (Diametral Pitch) - und Geometrieverzahnungsentwurf

| | | | | |
|---|----------|--------|---------|--|
| 4.1 Anzahl der Zähne Ritzel / Rad | N | 22 | 40 | |
| 4.2 Achsenwinkel der Wellen | Σ | 90 | 90 | ▼ [°] |
| 4.3 A. Tangentialer Eingriffswinkel | Φ | 20,0 | 20,0 | ▼ [°] |
| 4.4 Schrägungswinkel am Zahngrundkreis | Ψ_m | 0,0 | 35 | ▼ [°] |
| 4.5 Aufstiegssinn der Zähne (Ritzel) | Linkes | | | ▼ |
| 4.6 Zahnbreite in Bezug auf die Mantellinie des Kegels (b/Re) | Re/F | 0,3 | < 0,35 | |
| 4.7 Zahnbreite in Bezug auf die Mantellinie des Kegels (b/Re) | Pt | 7 | | |
| 4.8 Diametral Pitch (Tangential, Außen) | CP/met | 0,4488 | 0,1429 | [in] |
| Circular Pitch / Modul (Tangential, Außen) | F | 1,141 | < 1,141 | [in] <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4.9 Verzahnungsbreite / Empfohlener Höchstwert | m | 5,224 | | [lb] |
| 4.10 Annäherndes Gewicht des Getriebes | SH / SF | 1,405 | 2,899 | |
| 4.11 Minimalwert des Sicherheitskoeffizienten | | | | |



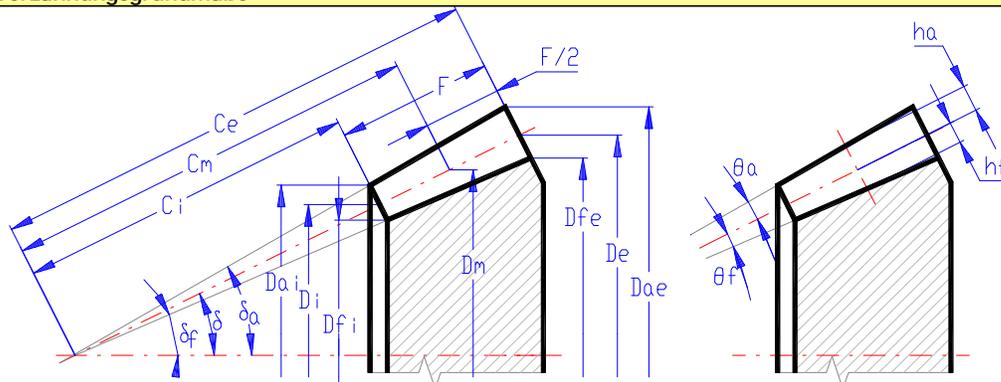
5.0 Profilverschiebungsfaktor, Verzahnungskorrektur

5.1 Profilverschiebungsfaktortyp A. Gerade Verzahnung VN, erhöhte Biegezugfestigkeit

| | | | | |
|------|--|---------------------------|---------|---------|
| 5.2 | Empfohlener Wert | $x_1 / x_{\tau 1}$ | 0,511 | 0,000 |
| 5.3 | - Zulässige Zahnunterschneidung (Mindestwert) | x_1 / x_2 | -0,6352 | -4,0213 |
| 5.4 | - Verhinderung der Zahnunterschneidung (Mindestwert) | x_1 / x_2 | -0,4685 | -3,8547 |
| 5.5 | Einstellung der Einheitsverschiebung des Ritzels | | | |
| 5.6 | Profilverschiebungsfaktor | x_1 / x_2 | 0,2700 | -0,2700 |
| 5.7 | Zahndickenänderungsfaktor | $x_{\tau 1} / x_{\tau 2}$ | 0,0000 | 0,0000 |
| 5.8 | Totaleingriffsfaktor | ϵ_{γ} | 1,6678 | |
| 5.9 | Einheitszahndicke im Kopfkreis | s_{ae}^* | 0,7930 | 1,1215 |
| 5.10 | Sicherheitsfaktor für die Berührungsermüdung | SH | 1,405 | 1,760 |
| 5.11 | Sicherheitsfaktor für die Biegeermüdung | SF | 5,10 | 2,90 |

Ergebniskapitel

6.0 Verzahnungsgrundmaße



| | | N | 22 | 40 | | |
|------|---|-------------|---------|---------|---------|------|
| 6.1 | Anzahl der Zähne Ritzel / Rad | N | 22 | 40 | | |
| 6.2 | Diametral Pitch transverse (vnější, střední, vnitřní) | Pet,Pmt,Pit | 7,0000 | 8,4844 | 10,7679 | |
| 6.3 | Diametral Pitch (Außen, Mitte, Innen) | Pen,Pmn,Pin | 7,0000 | 8,4844 | 10,7679 | |
| 6.4 | Tangentialmodul (Außen, Mitte, Innen) | met,mmt,mit | 0,1429 | 0,1179 | 0,0929 | [in] |
| 6.5 | Normalmodul (Außen, Mitte, Innen) | men,mmn,min | 0,1429 | 0,1179 | 0,0929 | [in] |
| 6.6 | Teilkegellänge (Außen, Mitte, Innen) | Ce,Cm,Ci | 3,2608 | 2,6903 | 2,1198 | [in] |
| 6.7 | Kegelwinkel | δ | 28,8108 | 61,1892 | | [°] |
| 6.8 | Kegelwinkel (Kopf) | δ_a | 31,9954 | 63,0210 | | [°] |
| 6.9 | Kegelwinkel (Fuss) | δ_f | 26,4776 | 57,5043 | | [°] |
| 6.10 | Kopfkreisdurchmesser (Außen) | Dae | 3,4608 | 5,8148 | | [in] |
| 6.11 | Kopfkreisdurchmesser (Mitte) | Dam | 2,8553 | 4,7975 | | [in] |
| 6.12 | Kopfkreisdurchmesser (Innen) | Dai | 2,2498 | 3,7801 | | [in] |
| 6.13 | Teilkreisdurchmesser (Außen) | De | 3,1429 | 5,7143 | | [in] |
| 6.14 | Teilkreisdurchmesser (Mitte) | Dm | 2,5930 | 4,7145 | | [in] |
| 6.15 | Teilkreisdurchmesser (Innen) | Di | 2,0431 | 3,7148 | | [in] |
| 6.16 | Fusskreisdurchmesser (Außen) | Dfe | 2,9100 | 5,5119 | | [in] |
| 6.17 | Fusskreisdurchmesser (Mitte) | Dfm | 2,4009 | 4,5475 | | [in] |
| 6.18 | Fusskreisdurchmesser (Innen) | Dfi | 1,8918 | 3,5832 | | [in] |
| 6.19 | Addendumwinkel | θ_a | 3,1846 | 1,8318 | | [°] |
| 6.20 | Dedendumwinkel | θ_f | 2,3332 | 3,6849 | | [°] |
| 6.21 | Kopfhöhe der Zähne (Außen) | hae | 0,1814 | 0,1043 | | [in] |
| 6.22 | Kopfhöhe der Zähne (Mitte) | ha | 0,1497 | 0,0860 | | [in] |
| 6.23 | Kopfhöhe der Zähne (Innen) | hai | 0,1179 | 0,0678 | | [in] |
| 6.24 | Zahnfußhöhe (Außen) | hfe | 0,1329 | 0,2100 | | [in] |
| 6.25 | Zahnfußhöhe (Mitte) | hf | 0,1096 | 0,1733 | | [in] |
| 6.26 | Zahnfußhöhe (Innen) | hfi | 0,0864 | 0,1365 | | [in] |
| 6.27 | Normaler Eingriffswinkel | Φ_n | 20,0000 | | [°] | |
| 6.28 | Tangentialer Eingriffswinkel | Φ_t | 20,0000 | | [°] | |
| 6.29 | Schrägungswinkel | Ψ | 0,0000 | | [°] | |
| 6.30 | Schrägungswinkel am Grundkreis | Ψ_b | 0,0000 | | [°] | |
| 6.31 | Wälzeingriffswinkel - normal | Φ_{wn} | 20,0000 | | [°] | |
| 6.32 | Wälzeingriffswinkel - tangential | Φ_{wt} | 20,0000 | | [°] | |
| 6.33 | Teilung | pe | 0,4488 | | [in] | |

| | | | | | |
|------|----------------------------------|------|--------|--------|---------|
| 6.34 | Stirnteilung | pte | 0,4488 | | [in] |
| 6.35 | Zahndicke - Teilkreisdurchmesser | sne | 0,2525 | 0,1963 | [in] |
| 6.36 | Zahndicke - Teilkreisdurchmesser | sn | 0,2083 | 0,1620 | [in] |
| 6.37 | Zahndicke - Teilkreisdurchmesser | sni | 0,1641 | 0,1276 | [in] |
| 6.38 | Zahndicke - Kopfkreisdurchmesser | sae | 0,1133 | 0,1602 | [in] |
| 6.39 | Zahndicke - Kopfkreisdurchmesser | sa | 0,0935 | 0,1322 | [in] |
| 6.40 | Zahndicke - Kopfkreisdurchmesser | sai | 0,0736 | 0,1042 | [in] |
| 6.41 | Einheitszahndicke im Kopfkreis | sae* | 0,7930 | 1,1215 | [modul] |

7.0 Ersatz-Stirnradverzahnung

| | | | | | |
|-----|--|------|--------|--------|------|
| 7.1 | Zahnzahl des virtuellen Rades mit Schrägzähnen | zvn' | 25,108 | 83,002 | |
| 7.2 | Zahnzahl des virtuellen Rades mit Geradzähnen | zv | 25,108 | 83,002 | |
| 7.3 | Teilkreisdurchmesser | dv' | 2,959 | 9,783 | [in] |
| 7.4 | Kopfkreisdurchmesser | dva' | 3,259 | 9,955 | [in] |
| 7.5 | Grundkreisdurchmesser | dvb' | 2,781 | 9,193 | [in] |
| 7.6 | Fußkreisdurchmesser | dvf' | 2,740 | 9,436 | [in] |
| 7.7 | Virtueller Achsabstand | av | 6,3711 | | [in] |
| 7.8 | Virtuelles Übersetzungsverhältnis | iv | 3,3058 | | |

8.0 Qualitative Kennziffern der Verzahnung

| | | | | | |
|-----|---|------------------------------------|----------|--------|------------|
| 8.1 | Eingriffsfaktor in der Stirnebene / Achsenebene | $\epsilon_\alpha \epsilon_\beta$ | 1,6678 | 0,0000 | |
| 8.2 | Totaleingriffsfaktor | ϵ_γ | 1,6678 | | |
| 8.3 | Kritische Drehzahl | nE1 | 19987,30 | | [/min] |
| 8.4 | Resonanzverhältnis | N | 0,05 | | |
| 8.5 | Annäherndes Gewicht des Getriebes | m | 5,2241 | | [lb] |
| 8.6 | Getriebeeinflizienz | μ | 98,34% | | |
| 8.7 | Gewählter / Empfohlener Viskosität des Öls | v50 | 0,46 | | [in^2/sec] |

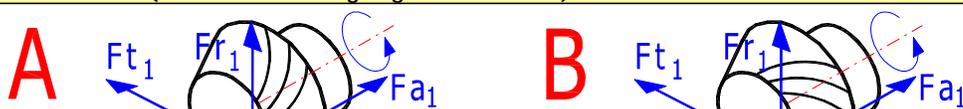
9.0 Faktoren für die Berechnung der Sicherheitskoeffizienten

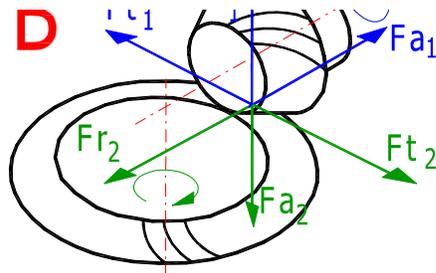
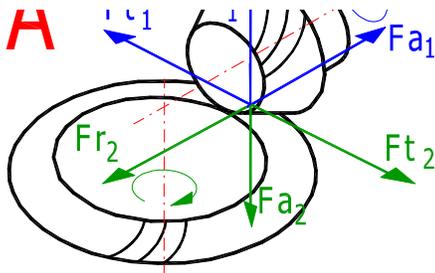
| | | | | | |
|---|--|-----|----------|----------|--|
| 9.1 Gemeinsam für das Getriebe | | | | | |
| 9.2 | Koeffizient der äußeren dynamischen Kräfte | Ka | 1,00 | | |
| 9.3 | Koeffizient der inneren dynamischen Kräfte | Kv' | 0,82 | | |
| 9.4 | Koeffizient der inneren dynamischen Kräfte | Km | 1,13 | | |
| 9.5 | Temperaturkoeffizient | KT | 1,00 | | |
| 9.6 | Verlässlichkeitskoeffizient | KR | 1,25 | | |
| 9.7 | Anzahl der Zyklen | NK | 6,00E+08 | 3,30E+08 | |
| 9.8 Für Biegesicherheitsberechnung | | | | | |
| 9.9 | Biegungsformfaktor | J | 0,243 | 0,209 | |
| 9.10 | Größenfaktor | Ks | 0,83 | | |
| 9.11 | Schrägefaktor | Kx | 1,00 | | |
| 9.12 | Faktor der Lebensdauer | KL | 0,88 | 0,89 | |
| 9.13 Zur Berechnung der Berührungssicherheit | | | | | |
| 9.14 | Formfaktor für Berührung | I | 0,078 | | |
| 9.15 | Elastizitätsfaktor | Cp | 2799,68 | | |
| 9.16 | Faktor für Vergleichspannung | Cb | 0,634 | | |
| 9.17 | Modifizierungsfaktor | Cxc | 1,00 | | |
| 9.18 | Oberflächenbeschaffenheitsfaktor | Cf | 1,00 | | |
| 9.19 | Entwurfsdrehmoment | TD | 564,79 | 1803,24 | |
| 9.20 | Härtedefaktor | CH | 1,00 | 1,00 | |
| 9.21 | Koeffizient der Lebensdauer | CL | 0,91 | 0,92 | |

10.0 Sicherheitsfaktoren

| | | | | | |
|------|--------------------------------|-----|--------|--------|--------|
| 10.1 | Biegespannung | St | 14,06 | 16,09 | [kpsi] |
| 10.2 | Zugelassene Biegespannung | Sat | 71,67 | 46,64 | [kpsi] |
| 10.3 | Berührungsspannung | Sc | 87,18 | 69,34 | [kpsi] |
| 10.4 | Zugelassene Berührungsspannung | Sac | 122,50 | 122,06 | [kpsi] |
| 10.5 | Für Biegesicherheit | SF | 5,10 | 2,90 | |
| 10.6 | Für Berührungssicherheit | SH | 1,41 | 1,76 | |

11.0 Kraftverhältnisse (auf die Verzahnung angreifende Kräfte)





| | | | | | |
|------|--|----------|--------|--------|----------|
| 11.1 | Tangentialkraft | Ft | 485,93 | [lb] | |
| 11.2 | Normalkraft | Fn | 517,11 | [lb] | |
| 11.3 | Axialkraft - (Drehung nach der Abbildung) | Fa | 85,23 | 154,97 | [lb] |
| 11.4 | Radialkraft - (Drehung nach der Abbildung) | Fr | 154,97 | 85,23 | [lb] |
| 11.5 | Axialkraft (Drehung der in der Abbildung entgegengesetzt) | Fa | 85,23 | 154,97 | [lb] |
| 11.6 | Radialkraft (Drehung der in der Abbildung entgegengesetzt) | Fr | 154,97 | 85,23 | [lb] |
| 11.7 | Umfangsgeschwindigkeit für den Teilkreisdurchmesser | v vmax | 678,84 | < 1000 | [ft/min] |

12.0 Parameter des gewählten Werkstoffes

| | | | | | |
|-------|--|-------|----------|----------|-----------|
| 12.1 | Dichte | p | 491,3 | 491,3 | [lb/ft^3] |
| 12.2 | Elastizitätsmodul (Zug, Druck) | E | 29,9 | 29,9 | [psi*1e9] |
| 12.3 | Zugfestigkeitsgrenze | Rm | 142,1 | 113,9 | [psi*1e6] |
| 12.4 | Streckgrenze | Rp0.2 | 123,3 | 78,2 | [psi*1e6] |
| 12.5 | Poisson-Konstante | | 0,3 | 0,3 | |
| 12.6 | Dauerberührungsfestigkeit | SHlim | 168,2 | 165,3 | [psi*1e6] |
| 12.7 | Dauerbiegefestigkeit | SFlim | 102,3 | 65,3 | [psi*1e6] |
| 12.8 | Zahnhärtigkeit in der Flanke | HB | 529,1 | 529,1 | [HB] |
| 12.9 | Zahnhärtigkeit im Kern | HB | 299,3 | 237,3 | [HB] |
| 12.10 | Basenzahl der Berührungsbelastungszyklen | NHlim | 1,00E+08 | 1,00E+08 | |
| 12.11 | Exponent der Wöhlerkurve für Berührung | qH | 10 | 10 | |
| 12.12 | Basenzahl der Biegebelastungszyklen | NFlim | 3,00E+06 | 3,00E+06 | |
| 12.13 | Exponent der Wöhlerkurve für Biegung | qF | 9 | 6 | |

Ergänzungskapitel

13.0 Leistung, Erwärmung, Gehäuseoberfläche

| | | | |
|------|------------------------------|--------|----------------|
| 13.1 | Temperatur der Umgebungsluft | 90,00 | [°F] |
| 13.2 | Maximale Öltemperatur | 140,00 | [°F] |
| 13.3 | Wärmeabfuhrkoeffizient | 2,00 | [BTU/ft2/h/°F] |
| 13.4 | Verlustleistung | 0,17 | [HP] |
| 13.5 | Getriebeoberfläche (Min.) | 4,23 | [ft^2] |

14.0 Vorläufiger Entwurf des Wellendurchmessers (Stahl)

Empfohlener Wellendurchmesser für:

| | | | | | |
|------|---|----|------|------|------|
| 14.1 | - Die Hauptbelastung übertragender Wellen | DA | 2,00 | 2,42 | [in] |
| 14.2 | - Kleine, kurze Wellen | DB | 1,55 | 1,88 | [in] |

15.0 Hilfsberechnungen

| | | | | | |
|------|---|-----------|--------|-------|-----------|
| 15.1 | Berechnung des Übersetzungsverhältnisses der Anzahl der Zähne | NP,NG = i | 14 | 43 | = 3,0714 |
| 15.2 | Berechnung des Übersetzungsverhältnisses aus den Drehzahlen | nP,nG = i | 2000,0 | 750,0 | = 2,6667 |
| 15.3 | Berechnung der Leistung aus Verdrehungsmoment und Drehzahl | Torq,nP=P | 1500,0 | 700,0 | = 16,6667 |

16.0 Grafische Ausgabe, CAD - Systeme

| | | | |
|------|---|---|--|
| 16.1 | 2D Ausgabe in: | AutoCAD LT xx | |
| 16.2 | Maßstab der 2D-Zeichnung | Automatisch | |
| 16.3 | Detail: | Rad | |
| 16.4 | Radius des Bearbeitungswerkzeuges (für ein 3D-M | R | 1,7115 1,7115 <input checked="" type="checkbox"/> [in] |
| 16.5 | Größe des inneren Absatzes | a | 0,065 0,082 <input checked="" type="checkbox"/> [in] |
| 16.6 | Größe des äußeren Absatzes | b | 0,157 0,214 [in] |
| 16.7 | Text der Beschreibung (Informationen für die Stückliste) | Ritzel | |
| | Zeile 1 (Stückliste Attribut 1) | Kegelrad - Ritzel <input checked="" type="checkbox"/> | |
| | Zeile 2 (Stückliste Attribut 2) | N1=22; P=7; beta=0 | |
| | Zeile 3 (Stückliste Attribut 3) | Werkstoff: AISI 6150 | |
| | | Rad | <input checked="" type="checkbox"/> |

Zeile 1 (Stückliste Attribut 1)
Zeile 2 (Stückliste Attribut 2)
Zeile 3 (Stückliste Attribut 3)

Kegelrad - Rad
N2=40; P=7; beta=0
Werkstof: Gr.5135(ASTM A322)



16.8 Dateiparametertabell

Tabelle der Radparameter

