

von Fritz Ruoss

SR1/SR1+: Werkstoffdatenbank Muttern

Verschraubungsart

Sacklochverschraubung (ESV)

Durchsteckversch.m.Mutter (DSV)

ESV + dw

Werkstoff

QUAL.12

pG 1150 MPa E 210000 MPa

Re 1100 MPa Rm 1150 MPa

taub/Rm 0,6 < betaM 0,577 <

Database Material ▼

3 (mat_nut.dbf) ▼

Datenbank

Mutter

Sechskantmutter ▼

8 - ISO 4032

Datenbank

Spezial Mutter

Außendurchmesser de / SW 13 mm

min. Kopfauflage der Mutter dw 11,6 mm

Höhe der Mutter 6,8 mm

Mutterwerkstoff berücksichtigen ?

Den Werkstoff für Muttergewinde kann man wählen aus den Datenbanken pressung.dbf, mat_p_1.dbf und mat_p_2.dbf. Jetzt kommt noch eine vierte Datenbank dazu, mat_nut.dbf.

MATERIAL	RP02	RM	PG	BETA_M	E_MODUL	ALPHA_T
A1-50	210	500	500	0,7	210000	1,65E-5
A2-70 s<=20	450	700	700	0,7	210000	1,65E-5
A2-70 s>20	250	500	500	0,7	210000	1,65E-5
A4-80 s<=24	600	800	800	0,7	210000	1,65E-5
QUAL. 4	300	500	500	0,577	210000	1,15E-5
QUAL. 5	380	580	580	0,577	210000	1,15E-5
QUAL. 6	480	680	680	0,577	210000	1,15E-5
QUAL. 8	640	850	850	0,577	210000	1,15E-5
QUAL.04	250	380	380	0,577	210000	1,15E-5
QUAL.05	300	500	500	0,577	210000	1,15E-5
QUAL.10	940	1040	1040	0,577	210000	1,15E-5
▶ QUAL.12	1100	1150	1150	0,577	210000	1,15E-5

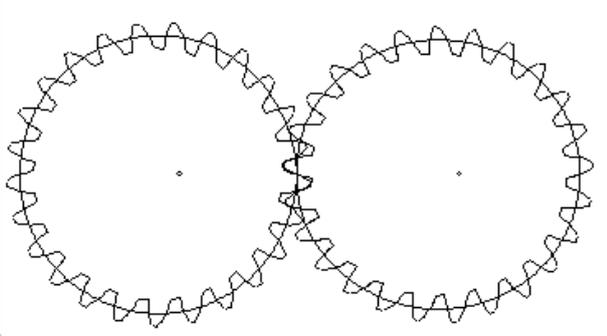
Diese enthält bislang nur 12 Datensätze mit Werkstoffdaten für handelsübliche Muttern, wenn man für diese die Abstreifsicherheit nachrechnen will. Die Gütegrade 4 bis 12 wurden aus der „pressung.dbf“ übernommen. Nirosta A1, A2 und A4 wurden aus der „mat_bolt.dbf“ übernommen. Die Daten von A2-70 unterscheiden sich bei Schrauben für d<=20 und d>20. Annahme bei Muttern: Außendurchmesser Schraube d entspricht Schlüsselweite s der Mutter. Bitte melden Sie sich, wenn Sie zu Mutterwerkstoffen genauere Daten haben oder wenn Sie die Aufnahme weiterer Werkstoffe in die Datenbank wünschen.

ZAR4: Polynomfunktion aus Punkten der Wälzkurve berechnen

ZAR4 - Unrunde Stirnradgetriebe - polynom5.zr4

File Bearbeiten Ansicht CAD STL Datenbank Dokument OLE Hilfe

Wälzkurve Rad 1 : 5 Koordinatenpunkte -> Polynomfunktion	
Phi 1 = 0,00000 (0°)	r1 = 22,00 mm
Phi 2 = 3,14159 (180°)	r1 = 30,00 mm
Phi 3 = 6,28319 (360°)	r1 = 22,00 mm
Phi 4 = 1,57080 (90°)	r1 = 26,00 mm
Phi 5 = 4,71239 (270°)	r1 = 26,00 mm

$$R(\text{phi}) = 22 - 1,698 \text{ phi}^1 + 4,593 \text{ phi}^2 - 1,376 \text{ phi}^3 + 0,110 \text{ phi}^4$$


Gesamtübersetzung	i tot	1	
Übersetzungsverhältnis	i min/max	0,749	1,404
Eingriffswinkel	alpha	20,00	
Zähnezahl	z	25	25
Normalmodul	m	2,073	
Achsabstand	a0	52,481	
Achsabstand	a def	52,481	
Zahnbreite	b	20,00	20,00
Umfang Wälzkurve	U	162,787	162,787
Radius Wälzkurve	r min	21,833	22,481
Radius Wälzkurve	r max	30,000	30,647
Radius Wälzkurve	r nom	25,908	25,908
Nennleistung	P	1,000	
Nendrehmoment	T	Nm	6,4 f(phi)
Drehzahl	n	1/min	1500 f(phi)
Sicherh. Zahnfußdauerbruch	SFmin	18,52	19,17
Bei phi1 = ?	phi1 SF	°	4 4
Sicherh. Grübchenbildung	SHmin	3,08	3,21
Bei phi1 = ?	phi1 SH	°	1 1

In ZAR4 kann man unter „Wälzkurve→Spline, Polynomfunktion“ drei bis maximal fünfzig Positionen der Teilkurve eingeben, und ZAR4 berechnet daraus die Polynomfunktion für den variablen Radius des Unrundzahnrad. Wichtig dabei: Gleiche Position für phi=0° und 360° eingeben, sonst gibt es einen Sprung. In der Quick3-Ansicht wurde leider die Einheit des ersten Gliedes der Polynomfunktion nicht korrekt angezeigt, statt phi sollte es natürlich phi^0 heißen, und phi^0 ist 1. Die Darstellung wurde korrigiert.

ZAR4 - Variable Spur Gears - polynom...

File Edit View CAD STL Database Document OLE Help

Pitch curve gear 1 : 3 coordinates -> polynomial function	
Phi 1 = 0,00000 (0deg)	r1 = 22,00 mm
Phi 2 = 3,14159 (180deg)	r1 = 30,00 mm
Phi 3 = 6,28319 (360deg)	r1 = 22,00 mm

$$R(\text{phi}) = 22 \text{ phi} + 5,093 \text{ phi}^1 - 0,81 \text{ phi}^2$$

ZAR4 - Variable Spur Gears - polynom3...

File Edit View CAD STL Database Document OLE Help

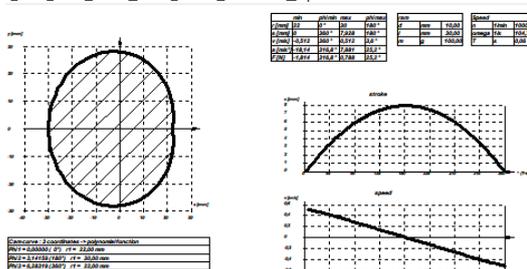
Pitch curve gear 1 : 3 coordinates -> polynomial function	
Phi 1 = 0,00000 (0°)	r1 = 22,00 mm
Phi 2 = 3,14159 (180°)	r1 = 30,00 mm
Phi 3 = 6,28319 (360°)	r1 = 22,00 mm

$$R(\text{phi}) = 22 + 5,093 \text{ phi}^1 - 0,81 \text{ phi}^2$$

Dieselbe Funktion gibt es übrigens auch in GEO4. Dort wird aus der Polynomfunktion statt einem Unrundzahnrad ein Nocken generiert. Dort ist die Darstellung der Formel korrekt.

GEO4 Software for cams and cam disks - polynom3.go4

File Edit View CAD STL Document Help



Pitch curve gear 1 : 3 coordinates -> polynomial function	
Phi 1 = 0,00000 (0°)	r1 = 22,00 mm
Phi 2 = 3,14159 (180°)	r1 = 30,00 mm
Phi 3 = 6,28319 (360°)	r1 = 22,00 mm

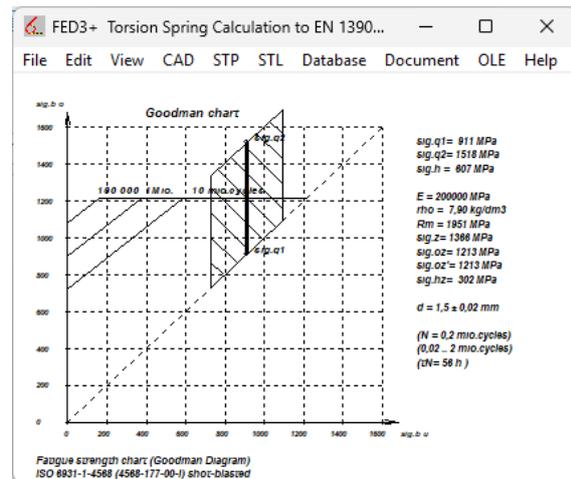
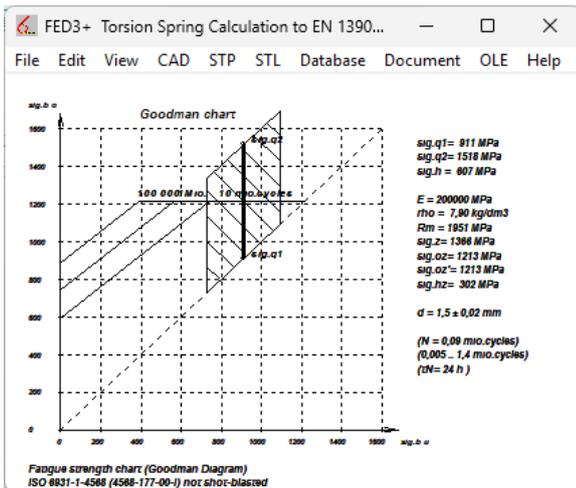
$$R(\text{phi}) = 22 + 5,093 \text{ phi}^1 - 0,81 \text{ phi}^2$$

Tips und Tricks bei der Federberechnung: Goodman-Diagramme anpassen

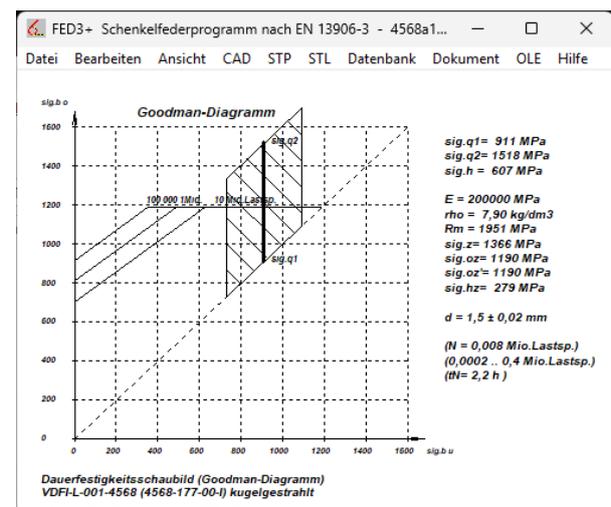
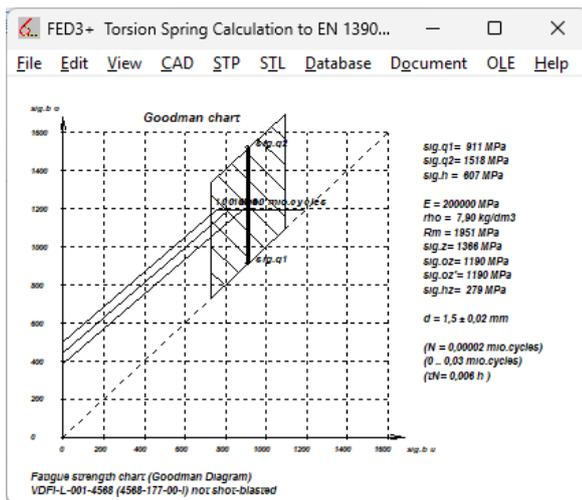
Wenn die Feder nicht dauerfest ist oder eine zu geringe Lebensdauer angezeigt wird, gibt es mehrere Möglichkeiten das Goodman-Diagramm zu ändern (ohne Änderung der Werkstoffdatenbank):

1. Kugelstrahlen erhöht die zulässige Hubspannung
2. Berechnungsmethode „tauoz=tauz“ bzw. „sigmaoz=sigmaz“ erhöht meist die zul. Oberspannung
3. (nur Schenkelfeder): Faktor Sigma/Rm = 0.7 kann verändert werden.

Beispiel: Ein Kunde hat von seinem Werkstofflieferanten für 1.4568 ein Goodman-Diagramm für eine Schenkelfeder erhalten, in dem die obere horizontale Linie höher liegt als mit FED3+ berechnet und fragt wie das sein kann. Die Goodman-Diagramme in den Federprogrammen sind nach EN 13906. Es gibt aber Möglichkeiten, diese zu verändern.



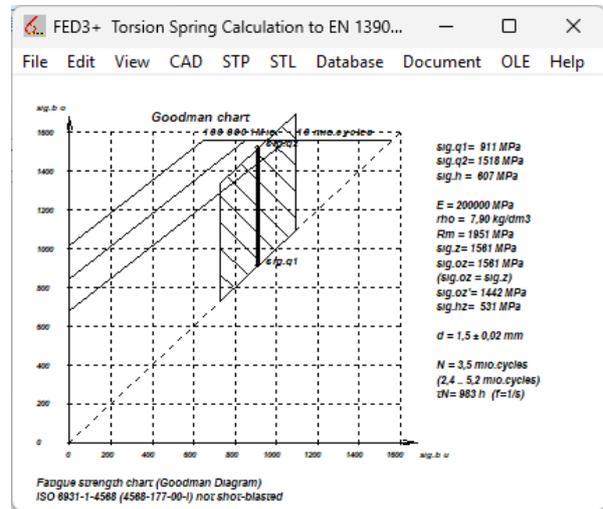
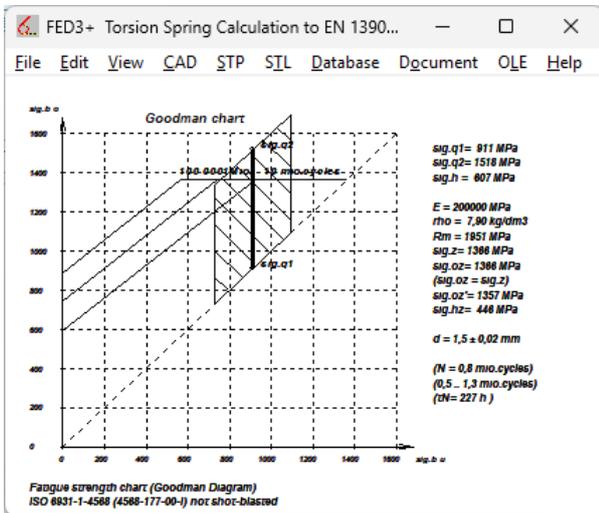
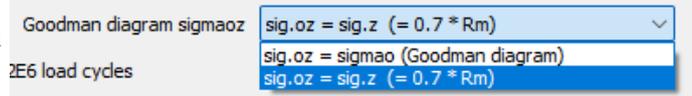
Kugelstrahlen nützt hier nichts. Kugelstrahlen verbessert die zulässige Hubspannung, aber nicht die zulässige Oberspannung. Seit einiger Zeit gibt es neue Werkstoffdaten vom Federnverband, welche irgendwann die alten Goodman-Diagramme aus EN 13906-1 ersetzen sollen. Aber die zulässigen Spannungen liegen für 1.4568 hier eher noch niedriger (Bilder unten).



Jetzt gibt es aber in der FED Software noch die Möglichkeit, die waagrechte Gerade mit der Oberspannung als zulässige Schubspannung bzw. Biegespannung zu setzen.

Die obere horizontale Linie gilt für Hubspannung 0, also rein statische Last. Demnach müsste diese Grenzlinie eigentlich identisch sein mit der zulässigen Schubspannung tauoz bzw. Biegespannung Sigmaz. Bei den Goodman-Diagrammen aus EN 13906-1 liegt die horizontale Linie aus den Goodman-Diagrammen aber meist niedriger als die zulässige Schubspannung.

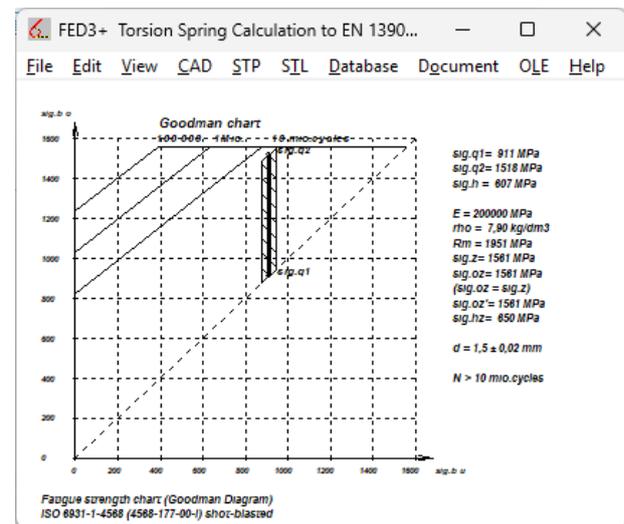
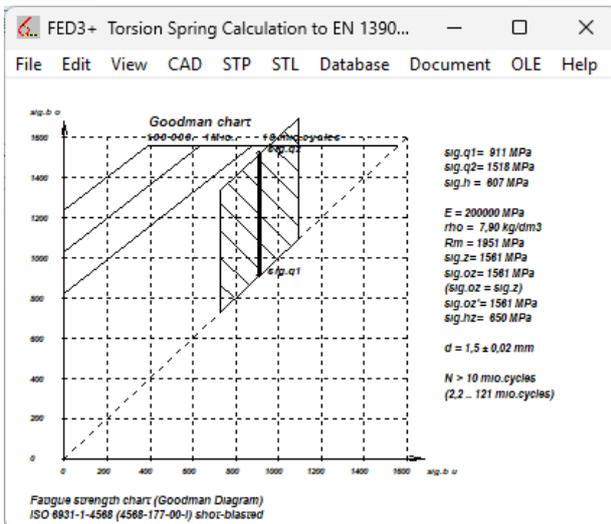
In FED können Sie für die horizontale Linie tauz statt tauo bzw. sigmaz statt sigmao konfigurieren unter Bearbeiten\Berechnungseinstellungen. Damit steigt in diesem Beispiel sigmaoz von 1213 MPa auf 1366 MPa. Jetzt sieht die Dauerfestigkeit schon viel besser aus.



In FED3+ kann man außerdem noch den Umrechnungsfaktor für max. Biegespannung Feder = 70% Zugfestigkeit verändern.

Sigma b / Rm = 0,7 < Sigma b / tau = 1,25

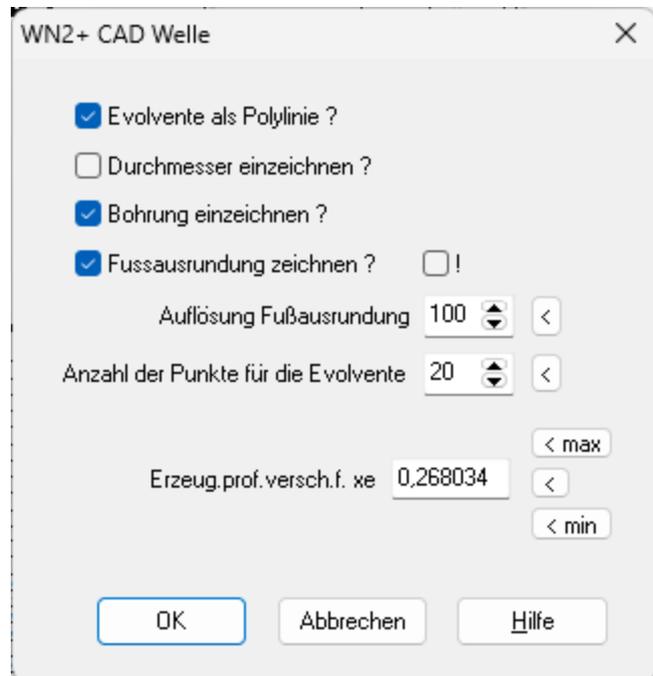
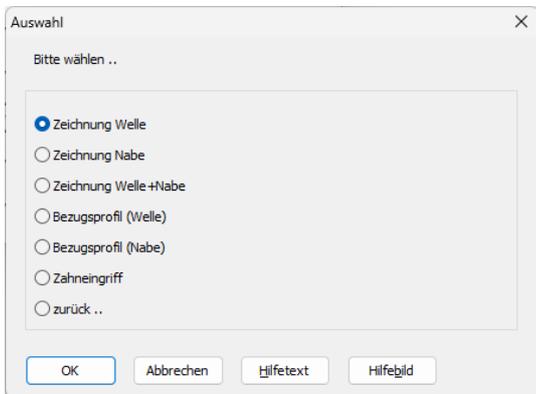
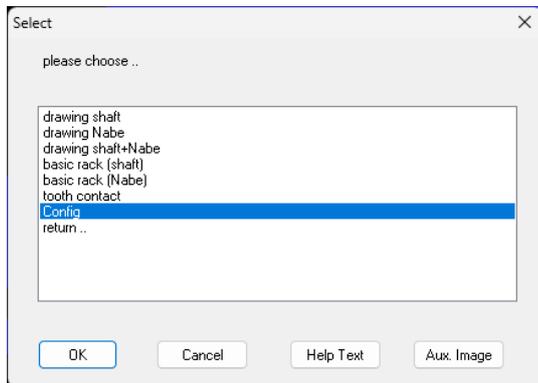
Nach EN 13906-3 berechnet man die Biegespannung von Schenkelfedern mit sigmab = 0.7 Rm. Aber im allgemeinen Maschinenbau verwendet man sigmab = 1.0 Rm. Dann wird die zulässige Biegespannung sigmaz viel höher. Aber Achtung: die Berechnung ist dann nicht mehr nach EN 13906-3. Wenn man Sigmab/Rm von 0.7 auf 0.8 erhöht, liegt sigmaq2 unterhalb von sigmao. Jetzt ist nur noch die Hubspannung etwas zu hoch (Bild oben rechts). Kein Problem, durch Kugelstrahlen liegen fast alle Werte im grünen Bereich (Bild unten links).



Nur an der oberen Toleranzgrenze wird die zulässige Oberspannung überschritten. Da hilft es, die Toleranzen für Drehmoment T1 und T2 zu verkleinern (Bild rechts). So kann man mit Tricks Dauerfestigkeit und Lebensdauer einer Feder verändern. Das Ergebnis ist nicht nach EN 13906, das wird in FED3+ auch als Warnung angezeigt. Die Feder sollte vor Verwendung mittels Dauerfestigkeitstests verifiziert werden.

WN2,4,5,10: CAD-Konfiguration unter CAD\Zahnform

Früher musste man unter „CAD\Zahnform..“ dann „Config“ die Anzahl der Punkte für Evolvente und Fußausrundung einstellen, jetzt geht das direkt unter „CAD\Zahnform Welle/Nabe“. Damals wurde leider vergessen, die alte Auswahl „Config“ zu entfernen, das wurde jetzt nachgeholt.



FAQ: Individuelle Startdaten speichern

Frage: Wenn wir eine Berechnung starten, über "Datei" > "Neu", sind standardmäßig bereits Parameter vorhanden, die jedes Mal überschrieben werden müssen. Können Sie uns bitte mitteilen, wo diese "Standard-Parameter" gespeichert werden und wie wir sie anpassen können, wenn wir eine neue Berechnung starten möchten?

Antwort: Speichern Sie Ihre Standard-Parameter mit Dateiname "NULL". Die Null-Datei wird beim Start automatisch geladen.

23.02.2025: Deutschland hat gewählt

Die unbeliebte Ampel-Koalition wurde abgewählt. Bleibt zu hoffen, dass der künftige Kanzler Friedrich Merz seine Vorhaben im Parlament rasch durchsetzen kann.

24.02.2025: 3 Jahre Ukraine-Krieg

Hoffentlich wird meine Prognose vom Februar 2024 im Infobrief 203 wahr, dass Trump und Putin ein Ende des Ukrainekriegs beschließen. Dann sollten sich auch europäische Politiker über den Frieden freuen und diesen nicht ablehnen, weil sie bei den Friedensverhandlungen nicht am Katzentisch sitzen dürfen.

HEXAGON Preisliste vom 1.3.2025 (Preise innerhalb Deutschland zuzügl. MwSt.)

EINZELPLATZLIZENZEN (min. 10 Jahre gültig)	EUR
D11 Version 2.2 O-Ring Software	190,-
DXF-Manager Version 9.1	383,-
DXFPLOT Version 3.2	123,-
FED1+ V32.1 Druckfederberechnung mit Federdatenbank, Relaxation, 3D, Rechteckdraht, Animat.	695,-
FED2+ V22.6 Zugfederberechnung mit Federdatenbank, Relaxation, Rechteckdraht, ...	675,-
FED3+ V 22.1 Schenkelfederberechnung	600,-
FED4 Version 8.0 Tellerfederberechnung	430,-
FED5 Version 17.6 Kegelstumpffederberechnung	741,-
FED6 Version 18.6 Progressive Zyl. Druckfedern	634,-
FED7 Version 15.6 Nichtlineare Druckfedern	660,-
FED8 Version 7.6 Drehstabfeder	317,-
FED9+ Version 7.0 Spiralfeder mit Fertigungszeichnung, Animation, Quick4, Online-Eingabe	490,-
FED10 Version 4.5 Blattfeder beliebiger Form	500,-
FED11 Version 3.6 Federring und Spannhülse	210,-
FED12 Version 2.8 Elastomerefeder	220,-
FED13 Version 4.3 Wellfederscheibe	228,-
FED14 Version 2.9 Schraubenwellfeder	395,-
FED15 Version 1.7 Blattfeder, rechteckig	180,-
FED16 Version 1.4 Konstantkraftfeder	225,-
FED17 Version 2.6 Magazinfeder	725,-
FED19 Version 1.0 Pufferfeder	620,-
GEO1+ V7.5 Querschnittsberechnung mit Profildatenbank	294,-
GEO2 V3.4 Massenträgheitsmoment rotationssymmetrischer Körper	194,-
GEO3 V4.1 Hertz'sche Pressung	205,-
GEO4 V5.3 Nocken und Kurvenscheiben	265,-
GEO5 V1.0 Malteserkreuztrieb	218,-
GEO6 V1.0 Klemmrollenfreilauf	232,-
GEO7 V1.0 Innenmalteserkreuztrieb	219,-
GR1 V2.2 Getriebebaukasten-Software	185,-
GR2 V1.4 Exzentergetriebe	550,-
GR3 V1.3 Zykloidgetriebe	600,-
HPGL-Manager Version 9.1	383,-
LG1 V7.0 Wälzlagerberechnung m. Datenbank	296,-
LG2 V3.1 Hydrodynamische Radial-Gleitlager nach DIN 31652	460,-
SR1 V25.4 Schraubenverbindungen	640,-
SR1+ V25.4 Schraubenverbindungen incl.Flanschumrechnung	750,-
TOL1 Version 12.0 Toleranzrechnung	506,-
TOL2 V4.1 Toleranzrechnung für Baugruppen	495,-
TOLPASS V4.1 Auslegung von ISO-Passungen	107,-
TR1 V6.5 Trägerberechnung	757,-
WL1+ V21.9 Wellenberechnung mit Wälzlagerauslegung	945,-
WN1 Version 12.4 Auslegung von Zylinder- und Kegelpressverbänden	485,-
WN2 Version 11.6 Passverzahnungen mit Evolventenflanken nach DIN 5480	250,-
WN2+ Version 11.6 Passverzahnungen mit Evolventenflanken DIN 5480 und Sonderverzahnungen	380,-
WN3 Version 6.0 Passfederverbindungen nach DIN 6892	245,-
WN4 Version 6.2 SAE-Passverzahnungen mit Evolventenflanken nach ANSI B92.1	276,-
WN5 Version 6.2 Passverzahnungen mit Evolventenflanken nach ANSI B92.2M und ISO 4156	255,-
WN6 Version 4.1 Polygonprofile P3G nach DIN 32711	180,-
WN7 Version 4.1 Polygonprofile P4C nach DIN 32712	175,-
WN8 Version 2.6 Kerbzahnprofile nach DIN 5481	195,-
WN9 Version 2.4 Keilwellenprofile nach ISO 14, DIN 5471, 5472, 5464, 9611, SAE J499a	170,-
WN10 Version 4.5 Passverzahnungen mit Evolventenflanken nach DIN 5482	260,-
WN11 Version 2.0 Scheibenfederverbindungen DIN 6888	240,-
WN12 Version 1.2 Axialverzahnung (Hirth-Verzahnung)	256,-
WN13 Version 1.0 Polygonprofile PnG (P2G, P3G, P4G, P5G, P6G)	238,-
WN14 Version 1.0 Polygonprofile PnC (P2C, P3C, P4C, P5C, P6C)	236,-
WNXE Version 2.4 Passverzahnungen mit Evolventenflanken – Abmessungen, Grafik, Prüfmaße	375,-
WNXK Version 2.2 Passverzahnungen mit Kerbflanken – Abmessungen, Grafik, Prüfmaße	230,-
WST1 V10.2 Werkstoffdatenbank St+NE-Metalle	235,-

ZAR1+ Version 27.1 Zahnradgetriebe mit Gerad- und Schrägstirnrädern	1115,-
ZAR2 V8.2 Kegelradgetriebe mit Klingelberg Zyκλο-Palloid-Verzahnung	792,-
ZAR3+ V10.6 Zylinderschneckengetriebe	620,-
ZAR4 V6.5 Unrunde Zahnräder	1610,-
ZAR5 V12.8 Planetengetriebe	1355,-
ZAR6 V4.3 Kegelradgetriebe gerad-/schräg-/bogenverzahnt nach Gleason	585,-
ZAR7 V2.7 Plus-Planetengetriebe	1380,-
ZAR8 V2.3 Ravigneaux-Planetengetriebe	1950,-
ZAR9 V1.1 Schraubradgetriebe und Schneckengetriebe mit Schrägstirnrädern	650,-
ZARXP V2.6 Evolventenprofil – Berechnung, Grafik, Prüfmaße	275,-
ZAR1W V2.7 Zahnradabmessungen, Toleranzen, Prüfmaße, Grafik	450,-
ZM1 V3.1 Kettengetriebe und Kettenräder	326,-
ZM2 V1.1 Triebstockverzahnung	320,-
ZM3 V1.1 Synchronriementrieb	224,-

PAKETE	EUR
HEXAGON-Maschinenbaupaket (TOL1, ZAR1+, ZAR2, ZAR3+, ZAR5, ZAR6, WL1+, WN1, WN2+, WN3, WST1, SR1+, FED1+, FED2+, FED3+, FED4, ZARXP, TOLPASS, LG1, DXFPLOT, GEO1+, TOL2, GEO2, GEO3, ZM1, ZM3, WN6, WN7, LG2, FED12, FED13, WN8, WN9, WN11, DI1, FED15, WNXE, GR1)	8.500,-
HEXAGON Maschinenbau-Basispaket (ZAR1+, ZAR3+, ZAR5, ZAR6, WL1+, WN1, WST1, SR1+, FED1+, FED2+, FED3+)	4.900,-
HEXAGON-Stirnpaket (ZAR1+ und ZAR5)	1.585,-
HEXAGON-Planetengetriebepaket (ZAR1+, ZAR5, ZAR7, ZAR8, GR1)	3.600,-
HEXAGON-Zahnwellenpaket (WN2+, WN4, WN5, WN10, WNXE)	1.200,-
HEXAGON-Grafikpaket (DXF-MANAGER, HPGL-MANAGER, DXFPLOT)	741,-
HEXAGON-Schraubenfederpaket (best. aus FED1+, FED2+, FED3+, FED5, FED6, FED7)	2.550,-
HEXAGON Feder-Gesamtpaket (best. aus FED1+ 2+, 3+, 4, 5, 6, 7, 8, 9+, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19)	4.985,-
HEXAGON-Toleranzpaket (best. aus TOL1, TOL1CON, TOL2, TOLPASS)	945,-
HEXAGON-Komplettpaket (alle 68 Module)	14.950,-

Rabatt für Mehrfachlizenzen

Anz.Lizenzen	2	3	4	5	6	7	8	9	>9
Rabatt %	25%	27.5%	30%	32.5%	35%	37.5%	40%	42.5%	45%

Aufpreis / Rabatt für Floating-Netzwerklicenz (negativer Rabatt bedeutet Aufpreis):

Anz.Lizenzen	1	2	3	4	5	6	7..8	9..11	>11
Rabatt/Aufpreis	-50%	-20%	0%	10%	15%	20%	25%	30%	35%

Updates: Update Win32/64: 40 EUR, Update Win64: 50 EUR

Update Maschinenbaupaket: 800 EUR, Update Komplettpaket: 1200 EUR

Wartungsvertrag für kostenlose Updates: 150 EUR + 40 EUR je Programm pro Jahr

Upgrades: Bei Upgrades auf Plus-Versionen oder von Einzelplatz auf Netzwerk oder von Einzelprogrammen auf Programmpakete wird der Kaufpreis der ersetzten Lizenz zu 75% angerechnet.

Netzwerklicenzen: Software wird nur einmal auf dem Netzlaufwerk installiert und von dort gestartet. Bei Floating-Lizenzen überwacht der integrierte Lizenzmanager die Anzahl der gleichzeitig geöffneten Programme.

Lieferungs- und Zahlungsbedingungen:

Lieferung per Internet (Email/Download) kostenfrei, oder auf CD-ROM in Deutschland 10 Euro, Europa 25 Euro, Welt 60 EUR. Bei schriftlicher Bestellung von Firmen und staatlichen Behörden Lieferung gegen Rechnung (Freischaltung nach Zahlungseingang, Zahlung: 10 Tage 2% Skonto, 30 Tage netto), sonst per Paypal (paypal.me/hexagoninfo) oder Vorauszahlung mit 2% Skonto.

Freischaltung: Bei der Installation generiert die Software eine E-Mail mit Maschinencodes. Die E-Mail senden Sie an HEXAGON und erhalten daraufhin die Freischaltcodes (nach Zahlungseingang).

Gebühr für zusätzliche Freischaltcodes: 40 EUR

HEXAGON Industriesoftware GmbH

E-Mail: info@hexagon.de Web : www.hexagon.de