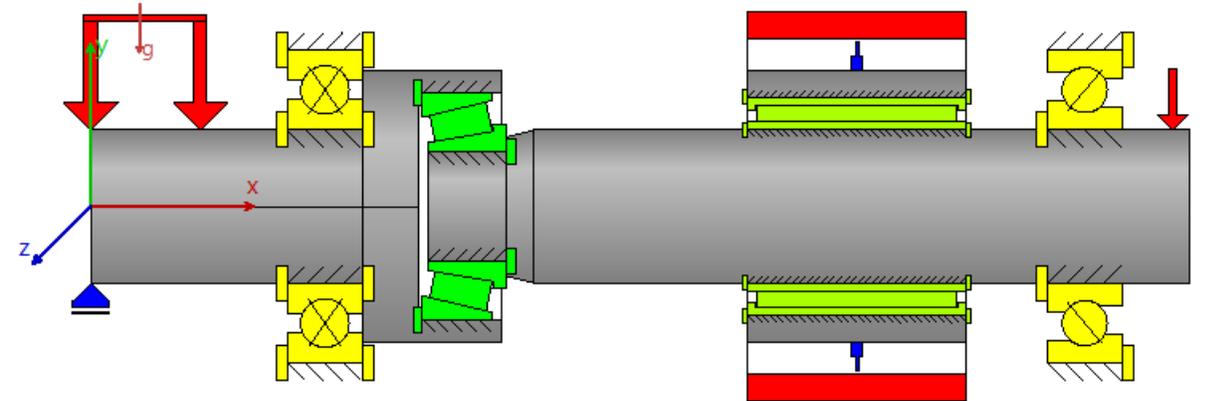


- Integration von MESYS Wälzlagerberechnung
- Festigkeitsberechnungen nach DIN 743
- Berechnung von Eigenfrequenzen
- Koaxiale, parallele oder allgemeine Wellenlage
- Erweiterungen für Verzahnungsberechnungen

- Die Wellenberechnung erlaubt die Berechnung von Lagerkräften und Neigungswinkeln für ein System, von coaxialen Wellen.
- Lager können mit dem Gehäuse oder einer zweiten Welle verbunden sein.
- Alle Eingaben der Wälzlagerberechnung stehen auch in der Wellenberechnung zur Verfügung.
- Die Berechnung von Eigenfrequenzen mit nichtlinearen Lagersteifigkeiten ist möglich.
- Die Berechnung mit Lastkollektiven ist möglich.



- Die Wellendurchbiegung wird mit FE-Balkenelementen berechnet (optional geometrisch nichtlinear, mit Schubverformungen).
- Wälzlager sind an einzelnen Knoten am Innen- und Aussenring angekoppelt.
- Wärmedehnungen und axiale Wellenverformung werden berücksichtigt.
- Bei Eigenfrequenzberechnungen wird das Trägheitsmoment der Welle berücksichtigt und optional der Kreiseffekt.

Wellenberechnung Systemeingaben

The screenshot shows the 'Wellenberechnung' (Shaft Calculation) interface in the mesys software. The interface is divided into several sections for inputting data and settings. Callouts in yellow boxes highlight specific features:

- Standardvorgaben für Lagerschmierung:** Points to the 'Schmierung' (Lubrication) tab.
- Gewichtskraft ist optional:** Points to the 'Gewicht berücksichtigen' (Consider weight) checkbox, which is checked.
- Eigenfrequenzberechnung:** Points to the 'Eigenfrequenzen berechnen' (Calculate natural frequencies) checkbox, which is unchecked.
- Werkstoff und Temperatur Gehäuse:** Points to the 'Werkstoff Gehäuse' (Housing material) dropdown menu set to 'Steel' and the 'Gehäusetemperatur' (Housing temperature) input field set to 20 °C.
- Optionen für FE-Berechnung:** Points to the 'Festigkeitsberechnung' (Strength calculation) dropdown menu set to 'Dauerfestigkeit nach DIN 743'.
- Lastkollektive aktivieren:** Points to the 'Erweiterte Lebensdauer für Wälzlager berechnen' (Calculate extended life for roller bearings) checkbox, which is checked.

Other visible settings include: 'Winkel für Gewichtskraft' (Angle for weight force) set to -90°, 'Maximale Frequenz' (Maximum frequency) set to 1000 Hz, 'Anzahl Eigenfrequenzen' (Number of natural frequencies) set to 10, 'Zuverlässigkeit Wälzlager' (Roller bearing reliability) set to 90%, and 'Schubverformungen' (Shear deformations) set to 'Nach Hutchinson'.

Wellenberechnung Benutzeroberfläche

System

- System
 - Lastkollektiv
 - Wellen
 - Shaft 1 Auswahl der Ansicht
 - Shaft 2
 - Shaft 3
 - Wälzlager
 - B1 - 4-point 'FAG QJ207-XL-MPA-T42A'
 - B2 - TRB 'JTEKT 32205JR'
 - B3 - ACBB 'JTEKT 7207B'
 - B4 - Needle

Lagerauswahl aus Datenbank

Allgemein |
 Geometrie |
 Belastung |
 Randbedingungen |
 Querschnitte |
 Einstellungen

Support x=0mm, 'Support'

Rolling bearing x=53.5mm, 'B1 - 4-point'

Wälzlager

- Welle ist mit dem Innenring verbunden
- Aussenring ist mit dem Gehäuse verbunden
- 'Geometrie, Werkstoff, Temperatur, Schmierung' ist verbunden
- Erweitertes Berechnungsmodell verwenden
- Welle wird radial unterstützt
- Welle wird axial nach links unterstützt
- Welle wird axial nach rechts unterstützt

Lagerversatz δ_x 0 mm

Lagerversatz δ_y 0 mm

Lagerversatz δ_z 0 mm

Allgemein |
 Geometrie |
 Belastung |
 Randbedingungen |
 Querschnitte |
 Einstellungen

Aussengeometrie L=94mm

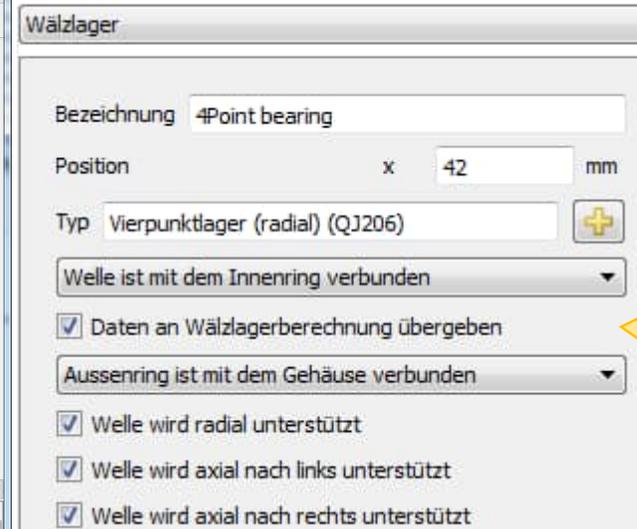
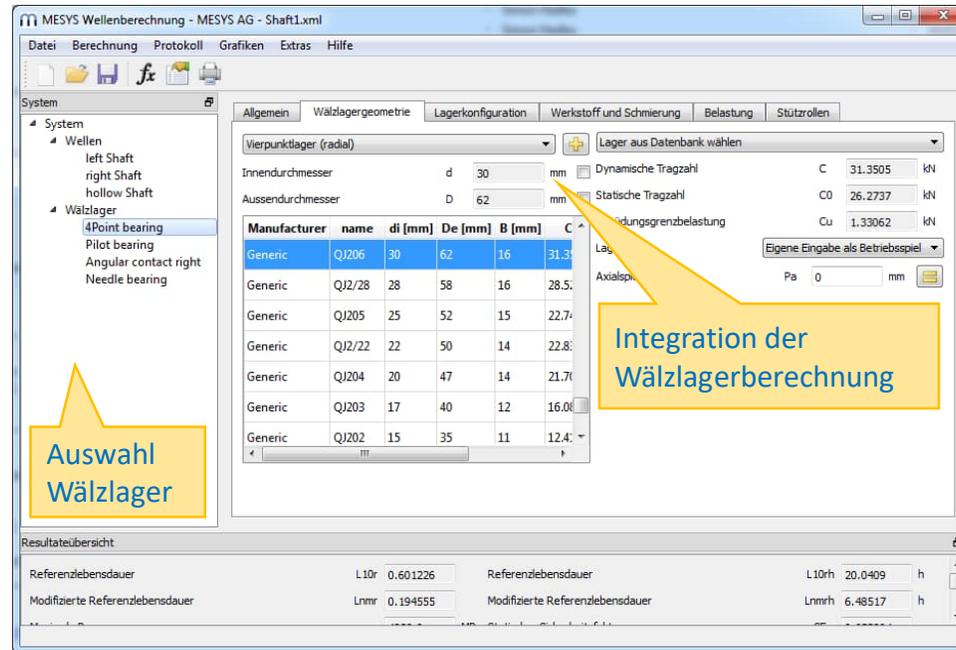
	Länge [mm]	urchmesser 1 [mm]	urchmesser 2 [mm]
1	62	35	
2	32	62	

Innengeometrie L=94mm

	Länge [mm]	urchmesser 1 [mm]	urchmesser 2 [mm]
1	75	0	
2	19	52	

Tabellarische Geometrieeingabe

Wellenberechnung Wälzlager



Wenn die Wälzlagerberechnung aktiv ist, dann beziehen sich Berechnen, Datei>Öffnen, Datei>Speichern, usw. auf eine Wälzlagerberechnung. So können dann auch Wälzlagerdaten importiert und exportiert werden.

Mit Strg-F5 kann die Systemberechnung durchgeführt werden.

Wellenberechnung Kraftelemente

Stirnrad

Bezeichnung

Position x 20 mm

Breite b 40 mm

Drehmoment T 2000 Nm

Richtung des Drehmomentes Eigene Eingabe

Winkel zum Kontakt ζ 0 °

Zähnezahl z 22

Normalmodul mn 3 mm

Normaleingriffswinkel α_n 20 °

Schrägungswinkel β_n 0 °

Schrägungsrichtung Geradverzahnt

Zähnezahl des Gegenrades z2 0

Achsabstand a 0 mm

Richtung Drehmoment über Vorzeichen, treibend oder getrieben

Position Eingriffspunkt. 0° - auf y-Achse 90°-auf z-Achse

Daten zum Gegenrad optional. Wenn vorhanden wird der Wälzkreis zur Kräfteberechnung verwendet

Stirnrad

Kraft

Kupplung

Stirnrad

Exzentrische Kraft

Masse

Verfügbare Kraftelemente

Masse

Bezeichnung

Position x 30 mm

Breite b 20 mm

Masse m 5 kg

Massenträgheitsmoment Jxx 0 kg m²

Massenträgheitsmoment Jyy 0 kg m²

Massenträgheitsmoment Jzz 0 kg m²

Bei einer Linienmasse wird die Masse gleichmässig auf die Breite aufgeteilt

Trägheits-momente sind optional

Eine Linienmasse erzeugt bereits ein axiales Trägheitsmoment, dies wird berücksichtigt. Einzugeben ist das gesamte Trägheitsmoment der Zusatzmasse.

Wellenberechnung Lastkollektive

System

- System
 - Lastkollektiv
 - Wellen
 - Shaft 1
 - Shaft 2
 - Shaft 3
 - Wälzlager
 - B1 - 4-point 'FAG QJ207-XL-MPA-T42A'
 - B2 - TRB 'JTEKT 32205JR'
 - B3 - ACBB 'JTEKT 7207B'
 - B4 - Needle

Welle	Comment	Frequency	TOil [°C]	THousing [°C]	T [°C]	n [rpm]	T [°C]	T [°C]
Element					Shaft 1	Shaft 1	Shaft 2	Shaft 3
1	low	0.333333	20	20	20	500	20	20
2	medium	0.333333	25	25	25	1000	25	25
3	high	0.333333	30	30	1500	30	30	

Allgemein
 Shaft 1
 Shaft 2
 Shaft 3
 Alle anzeigen
 Alle ausblenden

Comment
 Frequency
 TOil
 THousing
 βw
 ax
 ay
 az

Allgemeines Lastkollektiv für das System mit ausgewählten Elementen

Bezeichnung	L10rh [h]	Lnmrh [h]	pmax [MPa]	S0eff
Shaft 1				
Support				
B1 - 4-point 'FAG QJ207-XL-MPA-T42A'	402384	20119218	1454.12	23.91
1:low	804765	40238229	1454.05	23.95
2:medium	402340	20117010	1454.12	23.93
3:high	268276	13413817	1454.12	23.91

Berechnung nur für gewähltes Element durchführen Resultate für Element 1 Eigene Eingabe

Option: Berechnung nur für ein Element durchführen erlaubt mehrere Lastfälle in einer Datei

Lagerkräfte und Teillebensdauern für jedes Kollektivelement

Biegelinie und weitere Grafiken werden für dieses Element angezeigt

Zeilen zufügen, löschen oder importieren

Wellenberechnung Eigenfrequenzen

Einstellungen | Schmierung | Einstellungen für Darstellung

- Gewicht berücksichtigen
- Winkel für Gewichtskraft β_w -90
- Eigenfrequenzen berechnen
- Kreiseffekt berücksichtigen
- Maximale Frequenz f_{max} 10000
- Anzahl Eigenfrequenzen N_{freq} 20

Berechnung Eigenfrequenzen unter System aktivieren

Darstellung der Eigenform

Berechnung mit oder ohne Kreiseffekt

Anzahl Frequenzen festlegen

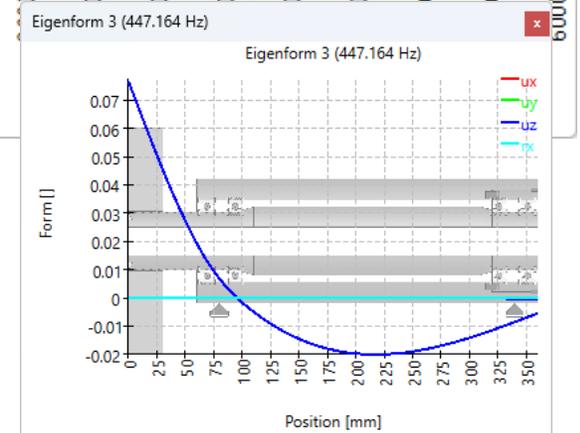
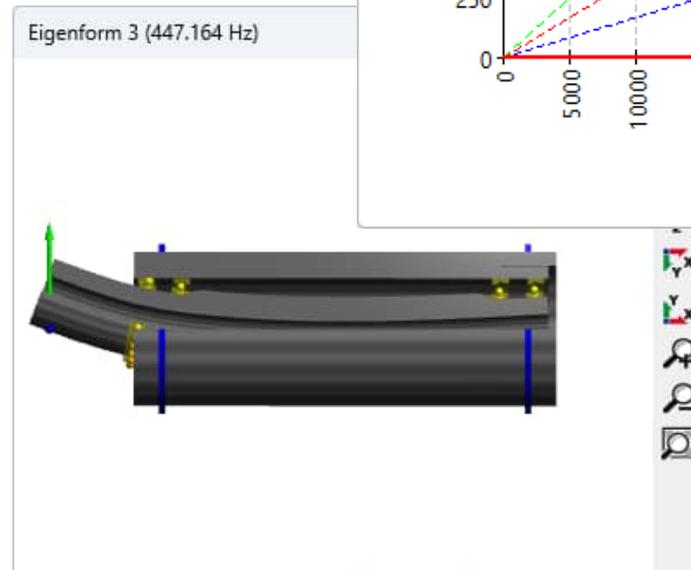
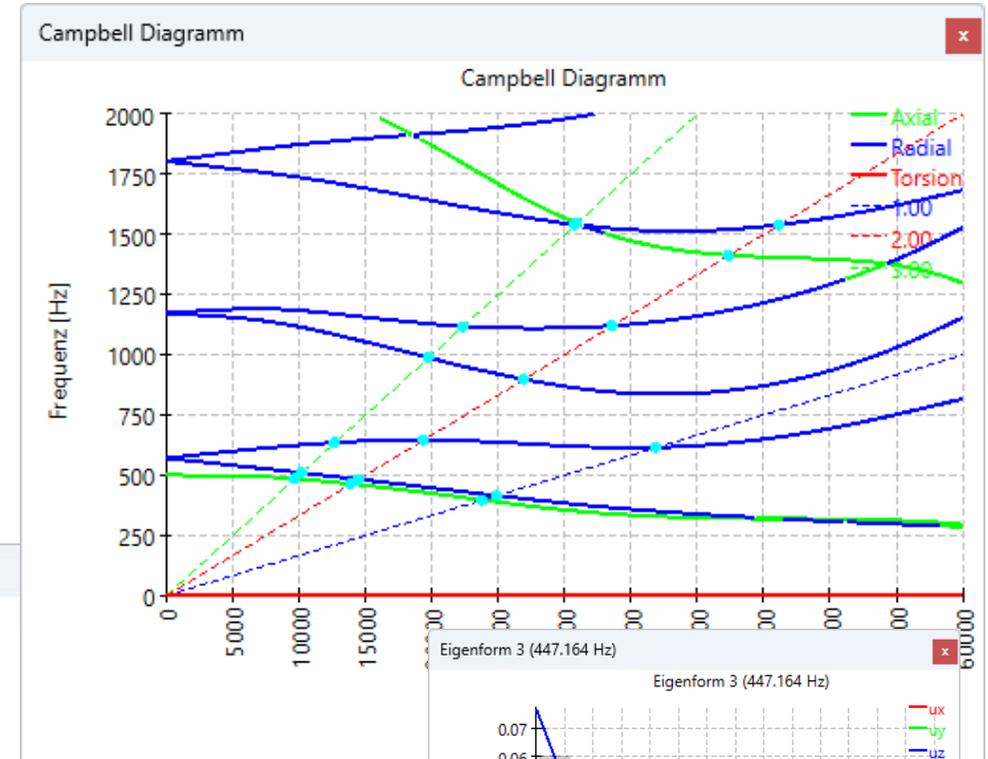
Resultate Eigenfrequenzen

Nummer	f [Hz]	f [1/min]	D [-]	Typ
1	0.628716	37.723	1.32547	Torsion 'Shaft'
2	165.435	9926.13	2.18841	Axial 'Shaft'
3	996.928	59815.7	0.0963302	Radial 'Shaft'
4	1074.01	64440.8	0.0727213	Radial 'Shaft'
5	2251.93	135116	0.347034	Radial 'Shaft'
6	2751.23	165074	0.257934	Radial 'Shaft'
7	3392.15	203529	0.413635	Radial 'Shaft'
8	3968.62	238117	0.366623	Radial 'Shaft'
9	6193.34	371600	0.279744	Radial 'Shaft'
10	6410.8	384648	0.293014	Radial 'Shaft'
11	7962.25	477735	0.132809	Torsion 'Shaft'

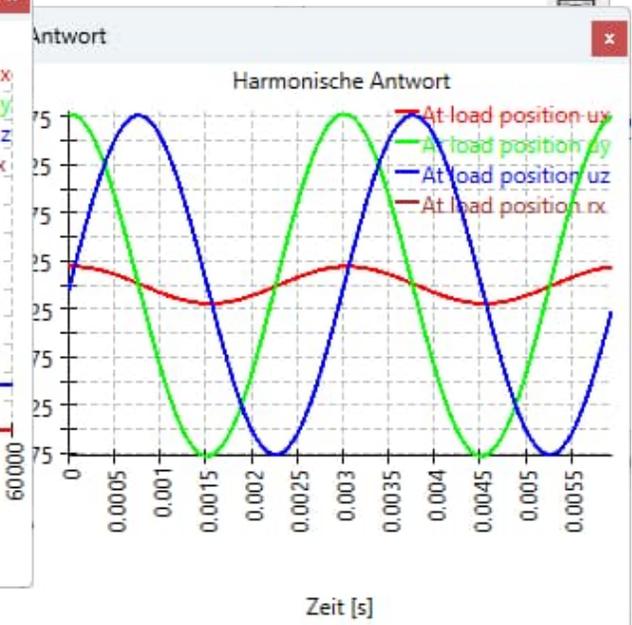
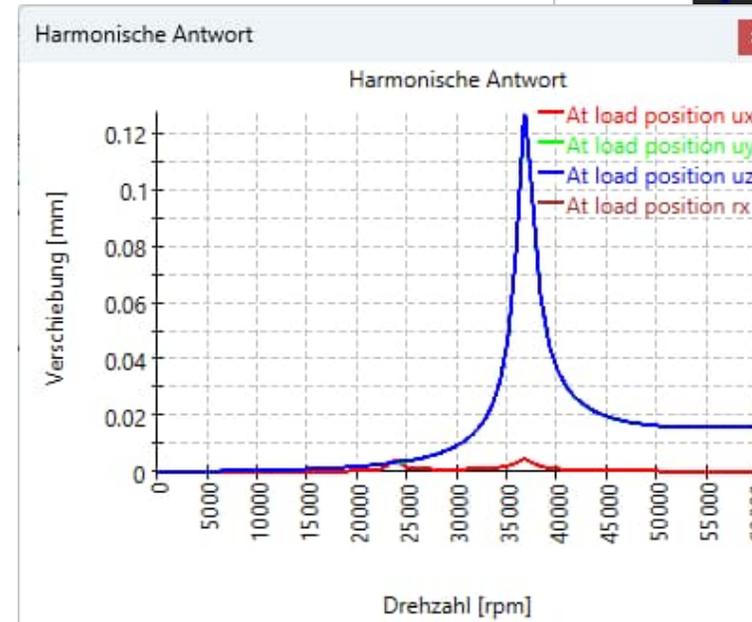
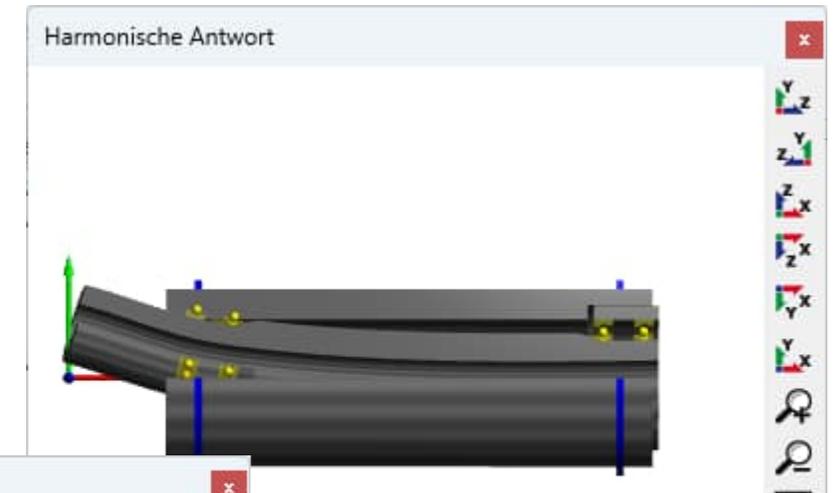
Die Berechnung der Eigenfrequenzen erfolgt im Arbeitspunkt unter vorgegebenen Lasten, die Lagersteifigkeiten im Arbeitspunkt werden verwendet.

Wellenberechnung Eigenfrequenzen

- Berechnung von Eigenfrequenzen für gegebene Drehzahlen
- Berücksichtigung von Kreiseffekt und drehzahlabhängiger Lagersteifigkeit
- Campbell-Diagramm
- Kritische Drehzahlen
- Eigenformen als 2D-Diagramm und 3D-Animation

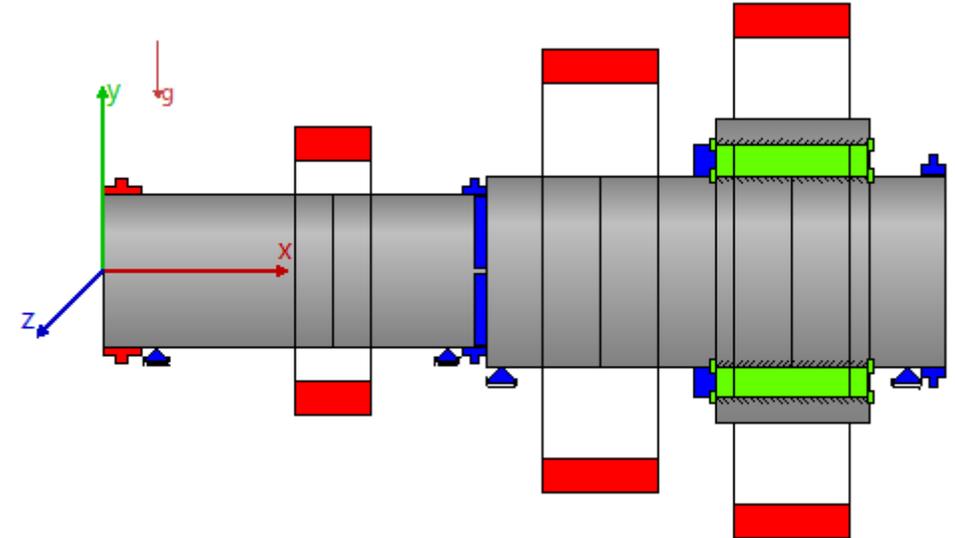


- Harmonische Antwort auf dynamische Anregungen
- Anregungen als Unwucht oder dynamische Kraft
- Fusspunktanregung für Randbedingungen
- Anregung durch Verzahnungen
- Resultate als Amplituden, Geschwindigkeiten und Kräfte
- Diagramme über Drehzahl und über der Zeit
- 3D-Animation



- Für jede Welle kann entweder eine gleichförmige Temperatur oder eine Temperatur pro Abschnitt definiert werden. Ausserdem kann eine Temperatur für das Gehäuse definiert werden.
- Über die Wärmeausdehnung ergeben sich axiale Verschiebungen der Wellen und je nach Lagerung axiale Kräfte
- Die Temperaturen werden auch an die Wälzlagerberechnung übergeben und beeinflussen das Lagerspiel.

- Losräder in Schaltgetrieben können entweder als Stirnrad auf die Welle gesetzt werden oder als Losradwelle mit Wälzlagern und allgemeiner Randbedingung.
- Über Konfigurationen werden die einzelnen Komponenten für bestimmte Gänge deaktiviert.
- Wichtig: Die Kupplungen müssen zunächst mit gekoppeltem Rotationsfreiheitsgrad eingegeben werden. Über Konfigurationen wird diese Kopplung dann aufgehoben.

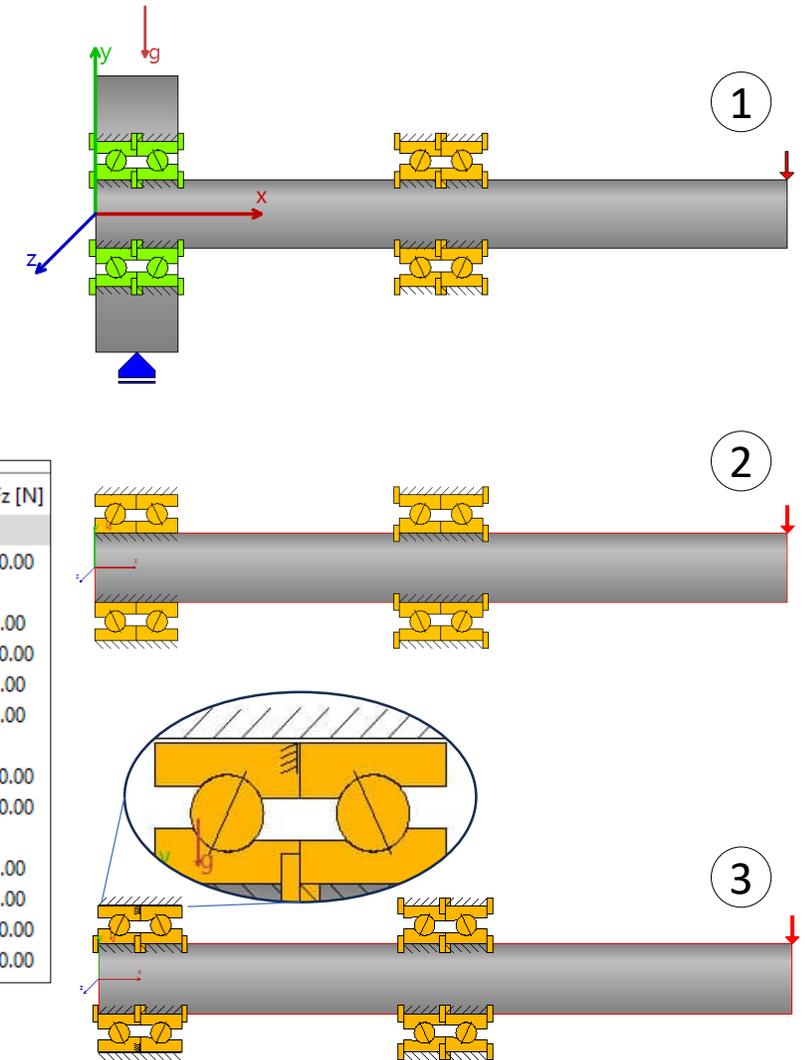


	Name	Direktgang	Synchronring	G1a-G1b
1	G1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	G2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	G3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Spindellagerungen Lagersätze

- Variante 1: Alle Lager in Welle definieren, Hohlwelle für Loslagerfunktion
- Variante 2: Zwei Lager auf Welle setzen und Lagerkonfigurationen in Lagerberechnung nutzen. Hier sind kleinere Lagerlebensdauern zu erwarten, da als zweireihige Lager gerechnet.
- Variante 3: Es wird das Modell der 'erweiterten Berechnung' verwendet. Eine Hohl-welle ist in diesem Fall nicht erforderlich, da die Lagebeziehungen der beiden Ringe zu allen angrenzenden Bauteilen definiert werden können.

Name	L10rh [h]	Lnmrh [h]	pmax [MPa]	S0eff	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]
OuterRing							
Support					0.00	708.81	-0.00
Shaft 1							
B1.1 'Generic 7004D'	280623	5430452	1454.80	24.06	212.58	302.04	0.00
B1.2 'Generic 7004D'	93423	827954	1721.09	14.57	-212.58	413.50	-0.00
B1.3 'Generic 7004D'	13246	40616	1976.06	9.41	908.02	527.99	0.00
B1.4 'Generic 7004D'	579	567	3020.28	2.69	-1208.02	-2248.37	0.00
Shaft 2							
B2.1 'Generic 7004D'	83741	949646	1685.90	15.49	-0.00	700.80	-0.00
B2.2 'Generic 7004D'	550	545	3027.38	2.67	-300.00	-1705.64	-0.00
Shaft 3							
B3.1 'Generic 7004D'	280391	5422427	1455.19	24.04	212.28	302.28	0.00
B3.2 'Generic 7004D'	93662	831430	1720.66	14.58	-212.28	413.13	0.00
B3.3 'Generic 7004D'	13243	40603	1976.13	9.41	908.04	528.12	-0.00
B3.4 'Generic 7004D'	579	567	3020.28	2.69	-1208.04	-2248.38	-0.00

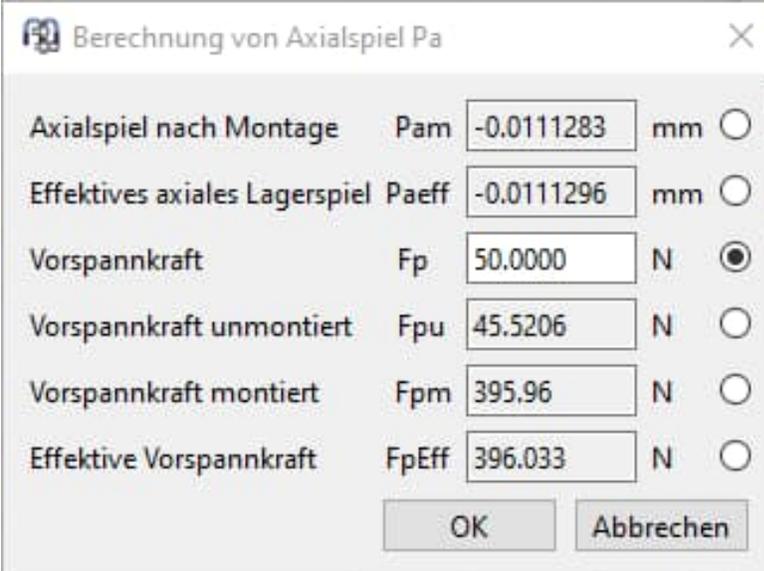


Lagervorspannung

- Eine Vorspannung kann eingegeben werden, indem ein negativer Wert für das axiale Lagerspiel P_a verwendet wird. Dies ist möglich für Schrägkugellager, Kegelrollenlager, Vierpunktlager, Zylinderrollenlager sowie alle Axiallager.
- Wird bei Schrägkugellagern oder Kegelrollenlagern "Eigene Eingabe" für das Lagerspiel gewählt, kann das axiale Lagerspiel auch aus einer vorgegebenen Vorspannkraft berechnet werden.

Je nach Lagertyp stehen verschiedene Optionen für die Berechnung der Vorspannkraft zur Verfügung:

- Die Berechnung mit „ F_p “ erfolgt auf Basis der Nennmasse des Lagers.
- Die Berechnung mit „ F_{pu} “ nutzt die Nennmasse und berücksichtigt zusätzlich eine unbegrenzte radiale elastische Ausdehnung.
- Die montierte Vorspannkraft " F_{pm} " wird mit den Abmessungen nach der Montage berechnet, aber ohne Temperatur und Drehzahl.
- Die effektive Vorspannkraft " F_{pEff} " wird mit den Abmessungen nach der Montage und unter Berücksichtigung von Temperatur und Drehzahl berechnet.



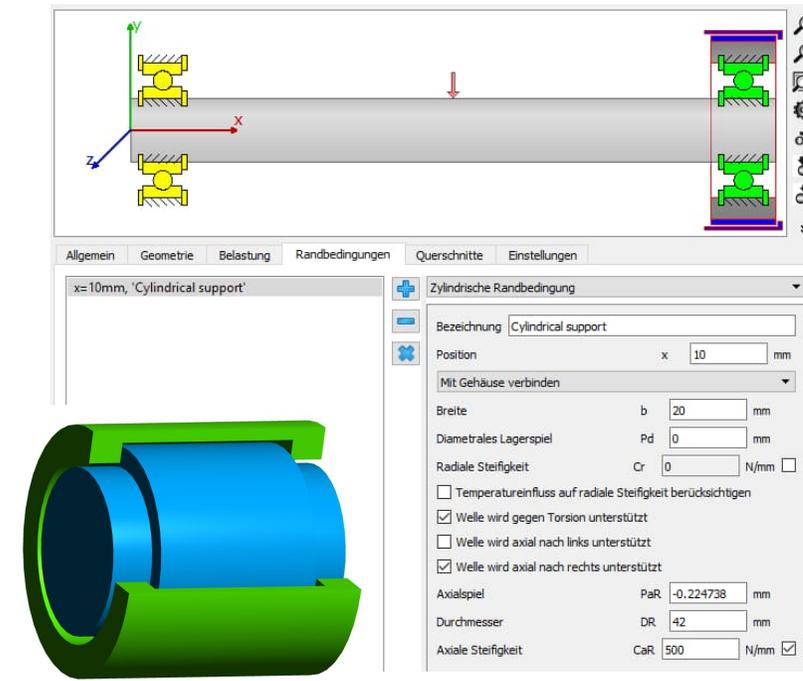
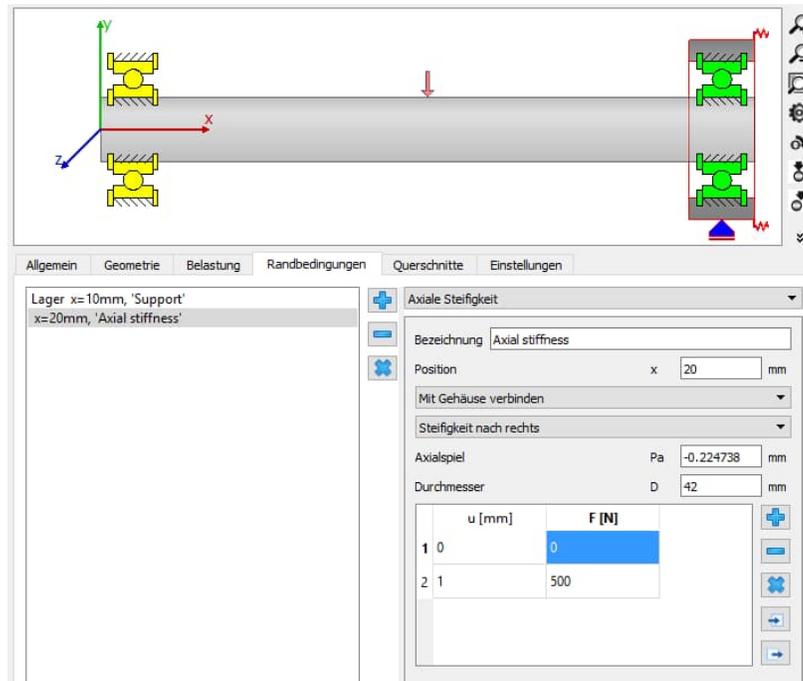
Parameter	Symbol	Value	Unit	Selected
Axialspiel nach Montage	P_{am}	-0.0111283	mm	<input type="radio"/>
Effektives axiales Lagerspiel	P_{aeff}	-0.0111296	mm	<input type="radio"/>
Vorspannkraft	F_p	50.0000	N	<input checked="" type="radio"/>
Vorspannkraft unmontiert	F_{pu}	45.5206	N	<input type="radio"/>
Vorspannkraft montiert	F_{pm}	395.96	N	<input type="radio"/>
Effektive Vorspannkraft	F_{pEff}	396.033	N	<input type="radio"/>

Buttons: OK, Abbrechen

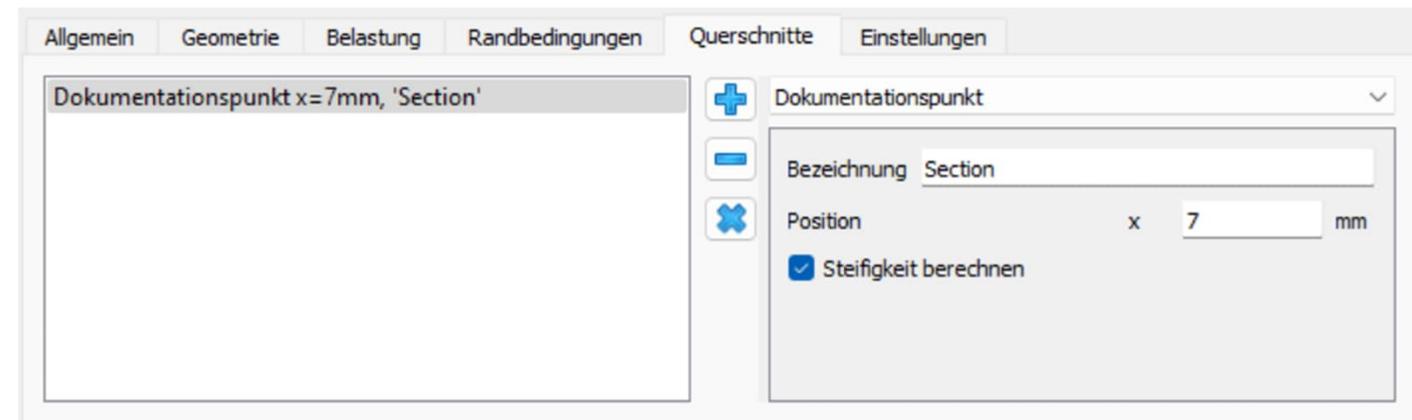
Lagervorspannung

Eine neue axiale Steifigkeit erlaubt die Eingabe einer nichtlinearen Federkennlinie. Die axiale Steifigkeit wird über den Umfang eines Durchmessers verteilt, dadurch ergibt sich eine Kopplung mit dem Kippwinkel.

Eine zylindrische Randbedingung erlaubt es ein radiales Spiel einer Hülse vorzugeben, sowie einen axialen Kontakt über eine Feder, die über einen Umfang verteilt wird.



- Für Dokumentationspunkte kann eine Steifigkeit berechnet werden.
- Die resultierenden Steifigkeiten c_{xx} , c_{yy} , c_{zz} , c_{rx} , c_{ry} , c_{rz} sind die Kehrwerte der Hauptdiagonalelemente der Nachgiebigkeitsmatrix für den gewählten Punkt.
- Die entspricht der Bestimmung einer Steifigkeit über eine Testkraft und eine Verschiebung in Richtung der Testkraft: $C_{yy} = \Delta F_y / \Delta u_y$



Wellenfestigkeit nach DIN 743 (2012)

- Für die Festigkeitsberechnung nach DIN 743 ist der Werkstoff auszuwählen und wenige weitere Eingaben.
- Die Querschnitte für die Berechnungen lassen sich unter «Querschnitte» definieren.
- Die Anzahl Lastwechsel wird über die Drehzahl und die vorgegebene Lebensdauer berechnet.

The screenshot shows the software interface for calculating shaft strength according to DIN 743 (2012). The interface is divided into several tabs: Allgemein, Geometrie, Belastung, Randbedingungen, Querschnitte, and Einstellungen. The 'Allgemein' tab is active, showing fields for Bezeichnung (Shaft), Werkstoff (Steel), Position (x=0 mm), Drehzahl (n=0 rpm), and Temperatur (T=20 °C). The 'Festigkeit' tab is also visible, showing input fields for Lastfaktor (statisch) (KA_s=1), Lastfaktor (Ermüdung) (KA_f=1), Überlastfall (Konstantes Spannungsverhältnis), Durchmesser bei Wärmebehandlung (d_w=0 mm), Anzahl Lastwechsel (N=1), Einflussfaktor der Oberflächenverfestigung (KV=1), and three stress ratio settings: Zug/Druck (Schwellend, 0), Biegung (Wechselnd, -1), and Torsion (Schwellend, 0).

- Technologischer Grössenfaktor K1 für die Abminderung der Festigkeitswerte
- Geometrischer Grössenfaktor K2 für den Spannungsgradienten bei Torsion und Biegung
- Kerbwirkungszahl
- Oberflächenrauheit und Oberflächenverfestigung
- Einfluss der Mittelspannung
- Berücksichtigung von Zug/Druck, Biegung und Torsion
- Zeitfestigkeit/Lastkollektive

- Zwei Varianten für die zulässige Ausschlagsspannung sind verfügbar.
- Die Variante «konstantes Spannungsverhältnis» ist auf der sicheren Seite.
- Da eine Vergleichsmittelspannung verwendet wird, hat Torsion einen Einfluss auf die Biegung und umgekehrt.

