

Tutorial Series

Wellenberechnung - Starter Basics Einfache Welle

_

Inhaltsverzeichnis

1. Software version	
2. MESYS Wellenberechnungspaket - Stärken und Möglichkeiten	2
3. Software Handbuch	2
3.1 Handbuch unter F1	
3.2 Handbuch als PDF	
4. Welle	
4.1 Beschreibung einer Welle	
4.1.1 Balkenmodell	
4.1.2 Grenzen und Annahmen	
4.1.3 Einstellungen	
4.2 Projekt einer Wellenberechnung	
4.2.1 Basisdaten einer Welle	
4.2.2 Eingabedaten für Welle	
4.2.3 Position im Raum	
5. Belastung	7
5.1 Allgemein	7
5.2 Kraft-Vektoren	7
6. Lager	
6.1 Allgemein	9
6.2 Wälzlager	9
6.2.1 Aufsetzen eines Wälzlagers	9
6.2.2 Wälzlager-Art und -Bezeichnung	
6.2.3 Positionierung von Wälzlager	
6.2.4 Anwendungsbedingungen für Wälzlager	
7. Querschnitte	
7.1 Allgemein	
7.2 Wellenfestigkeit	
8. Schmierung	
9. Schnittstellen	
9.1 Wälzlagerberechnung und Wellenberechnung	
9.2 Geometrie	
9.3 Werkstoff	
9.4 Temperatur	
9.5 Schmierstoff	
10. Berechnungsschritt	
10.1 Starten	
10.2 Resultate	
10.3 Protokoll	
10.3.1 Standard Protokoll	
10.3.2 Protokoll Optionen	
10.3.3 Protokoll Format	
10.3.4 Resultatetabellen	
10.3.5 Toleranzreport	
11. Analyse	
11.1 Unteres Resultate-Fenster	
11.2 Mittleres Resultate-Fenster	
11.3 Grafiken	
11.4 Lastkollektiv	
11.5 Parametervariation	24



1. Software Version

Dieses Tutorial wurde mit MESYS Wellenberechnung Version 12-2024 vom 07.12.2024 erstellt.

2. MESYS Wellenberechnungspaket - Stärken und Möglichkeiten



Bild 1

Die Basisversion dieser Software besteht im Wesentlichen aus dem MESYS Wellenberechnungstool mit der Integration der MESYS Wälzlagerberechnung, siehe Beispielbild 1.

Um sich ein Bild von den Möglichkeiten der MESYS Wellenberechnung zu machen, laden wir Sie herzlich ein, die MESYS-Website an der <u>spezifischen Adresse</u> <u>für Wellenberechnung</u> zu besuchen.

Bitte schauen Sie sich auch die entsprechenden Artikel für Wellen unter <u>Home/Downloads/Kategorien/Wellen</u> gemäss Bild 2 an:



Bild 2

3. Software Handbuch 3.1 Handbuch online & unter F1

Nebst der <u>Online</u> Adresse über die MESYS Download-Seite ist das Software-Handbuch auch über die Benutzeroberfläche abrufbar, indem das Menü "Hilfe" unter dem Punkt "Handbuch F1" angewählt wird:

Sie können das Software-Handbuch jederzeit lokal mit positionsspezifischen Inhalten direkt über Ihre Tastatur F1 öffnen.





3.2 Handbuch als PDF

Das Software-Handbuch finden Sie in den Hauptsprachen auch als PDF-Format im MESYS-Installationsverzeichnis (Abbildung 4).

Datei Start Frei	geben Ans	icht		Bild 4
← → ~ ↑	Dieser PC → L	okaler Datenträger (C:) > MESYS 12-2024	4	
Bilder	* ^	Name id MesysManual.exe	Änderungsdatum 14.07.2024 17:52	Typ Anwendung
- Deginner		NESYS-Manual.pdf	11.07.2024 09:00	PDF Document
Dratts		🚰 MesysManual-DE.exe	14.07.2024 17:52	Anwendung
Drafts		The MESYS-Manual-DE.pdf	13.07.2024 12:13	PDF Document
Temp		🚰 MesysManual-JA.exe	14.07.2024 17:52	Anwendung
Dieser PC		DESYS-Manual-JA.pdf	13.07.2024 10:09	PDF Document
D Obielde		🖀 MesysManual-KO.exe	14.07.2024 17:52	Anwendung
J SD-Objekte		🛃 MESYS-Manual-KO.pdf	13.07.2024 10:22	PDF Document
Bilder		MesysRBC64.exe	02.12.2024 11:41	Anwendung
Desktop		MesysReport64.dll	02.12.2024 11:33	Anwendungserv
Dokumente		R MesvsShaft64.exe	02.12.2024 11:46	Anwendung

4. Welle

4.1 Beschreibung einer Welle

4.1.1 Balkenmodell

Für die Berechnung wird das Timoshenko- Balkenmodell verwendet, welches gegenüber der klassischen Euler-Bernoulli-Theorie durch die Berücksichtigung von Scherverformungen und Rotationsträgheitseffekten realistischere Betrachtung bietet.

4.1.2 Grenzen und Annahmen

Das Timoshenko-Modell ist zwar realistischer, vereinfacht aber dennoch das tatsächliche Verhalten einer Welle. So berücksichtigt es beispielsweise keine 3D-Effekte wie lokale Spannungskonzentrationen oder nichtlineare Materialeigenschaften, was eine komplexere FEM-Analyse erfordern würden.

4.1.3 Einstellungen

Es kann ein nichtlineares Modell der Welle berücksichtigt werden. Das nichtlineare Modell berechnet das Gleichgewicht der Lasten im verformten Zustand. Weiterführende Informationen dazu finden sich im <u>Handbuch</u>.

4.2 Projekt einer Wellenberechnung

4.2.1 Basisdaten einer Welle

Eine Welle benötigt in der MESYS-Wellenberechnung für die Entwicklung der Simulation eine Mindestbeschreibung. Lassen Sie uns diesen Prozess gemeinsam sequentiell durchlaufen.



Starten Sie die MESYS Wellenberechnung oder öffnen Sie eine neue Datei über das Symbol "Neu" oder den Menüpunkt "Datei" und wählen Sie "Neu":



MESYS stellt standardmässig einen Platzhalter für eine Welle im 'System'-Baum unter 'Wellen' zur Verfügung. Diese Welle ('Shaft') kann nun im Hauptfenster weiter definiert werden.

Das Projekt für die Wellenberechnung kann unter 'System' mit einem Namen und einer Beschreibung versehen werden.



Vergeben Sie dem Projekt einen Beispielnamen.



Bild 6

Für den Moment dürfen wir die weiteren Inhalte von 'System', namentlich die Registerkarten 'Einstellungen', Schmierung' und 'Einstellungen für Darstellung' unberührt lassen.



4.2.2 Eingabedaten für Welle

Die folgenden Eingabedaten definieren unsere Welle:

- Länge der äusseren Segmente
- Länge der Segmente der Hohlwelle
- Durchmesser der Segmente
- Durchmesser der Segmente der Hohlwelle
- Werkstoff für Welle

Optional und hier rein informativ:

- Temperatur für äussere Segmente

Für den Zweck dieses Dokuments soll eine horizontale Spindelwelle als Beispiel dienen, wie in Bild 7 unterhalbdargestellt:



Bitte gehen Sie wie folgend beschrieben vor.

- Wählen Sie im 'System'-Baum links 'Shaft', um die Eingabefelder für die Welle im Hauptfenster anzuzeigen. Beginnen Sie mit der Registerkarte "Allgemein".
- Wählen Sie einen einfachen Namen für Ihre Welle, z. B. "Welle".

 Bestätigen Sie, dass Ihre Welle einer Drehzahl ausgesetzt werden soll, indem Sie das Kästchen "rpm" markieren.

Ausserdem geben Sie bitte die gewünschte Drehzahl ein, die hier 1000 U/min betragen soll.

x 0 mm n 1000 rpm 2 x 20 zc 2

Wählen Sie 'Shaft' im 'System'-Baum, um die Eingabefelder für die Welle im Hauptfenster anzuzeigen. Fahren Sie mit der Registerkarte 'Geometrie' fort.



Datei Berechnung	Protokoll Grafiken Extras Hilfe				
System System Wellen Welle					ନ ହ ହ
An dieser Aussen- u Segment Gesamtlä jeweils o	r Stelle kann die Wel und Innenlängen und e vorgegeben werde änge (L) der Welle bz ben rechts in den Ta	lengeometrie für I Durchmesser der n. Die resultierende w. Hohlwelle wird bellen angegeben.	e		● → → → → → → → → → → → → →
	Allgemein Geometrie Belastung	Randbedingungen Querschnit	tte Einstellungen		
	Aussengeometrie		L=325mm Innengeo	metrie	L=325mm
	Länge [mm] urchmesser 1 [m 1 100 40	n urchmesser 2 [mn	▲ Lār ■ 1 20	nge [mm] urchmesser 1 [mn urchmesser 2 [mn 30	^ -
	2 50 50		2 70	25	
	3 10 50	55	3 5	25 20	
	4 30 55		🗸 🐥 4 50	20	,
Bild 9					

Mit den blauen Steuertasten jeweils am rechten Rand können Zeilen hinzugefügt, sortiert oder gelöscht werden, wobei mit ' 🗱 ' die gesamte Tabelle gelöscht wird.

	Die Beispiel-Wellengeometrie	soll wie in Abbildung	7 beschrieben und	wie folgt aussehen:
--	------------------------------	-----------------------	-------------------	---------------------

Α	ussengeometrie			In	nengeometrie		
	Länge [mm]	Durchmesser 1 [mm]	Durchmesser 2 [mm]		Länge [mm]	Durchmesser 1 [mm]	Durchmesser 2 [mm]
1	100	40		1	20	30	
2	2 50	50		2	70	25	
3	3 10	50	55	3	5	25	20
4	4 30	55		4	50	20	
-	5 10	55	45	5	70	22	
(55	45		6	10	22	18
	60	40		7	100	18	
8	3 10	45					Bild 10

Diese Eingaben sollten zu einer Wellengeometrie führen, wie in <u>Abbildung 7</u> gezeigt und in Abbildung 11 nun korrekt dargestellt ist:



Auf der rechten Seite des grafischen Fensters befinden sich 'Lupen', mit denen die Darstellung der Welle angepasst werden kann. Weitere Schaltflächen ermöglichen es dem Benutzer, Komponenten wie Kupplungen, Zahnräder, Stützen oder Wälzlager dieser grafischen Umgebung hinzuzufügen.



4.2.3 Position im Raum

Bevor mit den Eingaben fortzufahren ist, bedarf es der Definition der Lage im Raum. Damit wird die Konfiguration auch den entsprechenden Gewichtskräften ausgesetzt.

Wählen Sie im linken Baum 'System', um die Eingabefelder in der Registerkarte 'Einstellungen' anzuzeigen. Weisen Sie hier Ihrer Welle die Position im Raum zu, indem Sie die Berücksichtigung einer Gewichtskraft markieren und deren Richtung (βw) angeben.





z

z

Protokoll Grafiken Berechnung Extras Hilfe 3 4 1 📄 💾 System R System Nach Eingabe von -90° für β_w , sollten wir folgende Pfeilrichtung für die R ✓ Wellen Gewichtskraft im Grafikfenster erhalten: Welle Ø 0 9 8 \$ A 0 -Ξ Bild 14 Allgemein Geometrie Belastung Randbedingungen Querschnitte Einstellungen



5. Belastung 5.1 Allgemein



5.2 Kraft-Vektoren

Um einen Eintrag für Kraft zu setzen gehen Sie bitte wie folgt vor:

Weisen Sie mit '4 eine Last zu und wählen Sie in der Dropdown-Liste rechts den Typ 'Kraft' aus.







Die Welle sollte sich uns nun wie auf folgendem Bild 19 gezeigt darstellen:



Durch Anwählen von 'Wellen' im Systembaum, kann die Darstellung der Kraftvektoren auch auf 3D umgestellt werden:



6. Lager



6.2 Wälzlager

6.2.1 Aufsetzen eines Wälzlagers

Nach Zuweisung der Lagerungsart, in diesem Fall Wälzlager, setzt MESYS standardmässig ein Rillenkugellager auf.





6.2.2 Wälzlager-Art und -Bezeichnung

Das Einfügen eines Wälzlagers hat folgende Auswirkungen auf den Inhalt der Simulation:

- Erstellung einer Gruppe 'Lager' im 'System'-Baum
- Eintrag 'Wälzlager' unter der Registerkarte 'Randbedingungen'
- Positionierung eines Wälzlagers an der axialen Stelle x = 0

Die Schnittstelle zur MESYS Wälzlagerberechnung wird durch die Zuordnung eines Wälzlagers 'aktiviert'. Um ein Wälzlager auszuwählen oder in allen Eigenschaften zu definieren, wählen Sie bitte im Systembaum 'Bearing'.

Datei Berechnung	Protokoll Grafiken Extras Hilfe		
📄 📄 💾 🚳	i 📑 🖶		
System ₽ ✓ System	Allgemein Wälzlagergeometrie Lagerko	onfiguration Werkstoff und Schmierung	Belastung Stützrollen
✓ Wellen Welle	Mesys		Wälzlagerberechnung
✓ Wälzlager Bearing	Engineering Consulting Software	Es ist zu erkennen, dass	die Wälzlagerberechnung den Projektnamen automa-
	Projektname Beschreibung Einstellungen	tisch von 'System' überr lungen für die Lager Rar mein' befinden.	nommen hat. Überspringen wir zunächst die Einstel- ndbedingungen, die sich unter der Registerkarte 'Allge-
	Zuverlässigkeit	S 90	% Berechnung für mittleres Spiel 🗸 🖓
	Grenzwert für alSO	alSOMax 50	Wälzkörper hat maximale Temperatur
	Reibwert	μ 0.1	Erster Wälzkörper auf y-Achse 🗸 🕂
	Schmierfilmdicke berechnen		Kreiselmoment wird nicht berücksichtigt \sim
	Fliehkraft berücksichtigen	↓	Die Lebensdauer des Wälzkörpersatzes wird nicht berechnet \sim
	Temperaturgradient in Passungen berücks	sichtigen	Elastische Aufweitung der Ringe wird nicht berücksichtigt 🗸 🖓
	Oszillierendes Lager		Lastkollektiv verwenden
	Erforderliche Einhärtetiefe berechnen		Erweiterte Lebensdauer berechnen
	Erforderliche Einhärtetiefe aus Dauerfestig	keit	Erweiterte Methode für Pressungsberechnung
Bild 23	Erforderliche Sicherheit für Einhärtetiefe	Ssmin 0	Statischen Sicherheitsfaktor über Pressung berechnen





Gehen Sie zu 'System'/'Bearing' und öffnen Sie den Reiter 'Wälzlagergeometrie'. Über das linke Dropdown wählen Sie aus dem breiten Sortiment an Lagertypen 'Rillenkugellager'.

Datei Berechnung F	Protokoll Grafiken Extras Hilfe			
🗋 🗁 💾 🚱	i 📑 🚍			
System 🗗	Allgemein Wälzlagergeometrie	Lagerkonfiguration	Werkstoff und Schmierung	Bela
 > System ✓ Wellen Welle ✓ Wälzlager Bearing 	Rillenkugellager Rillenkugellager Rillenkugellager (zweireihig) Axialrillenkugellager Schrägkugellager Schrägkugellager (zweireihig) Avialastaleugentleger		~	4 4 4

Die äussere und innere Geometrie des Wälzlagers, wie in Abbildung 25 unter dem linken Dropdown-Menü zur Auswahl des Lagertyps dargestellt ist, kann manuell eingegeben werden.

An dieser Stelle wählen wir jedoch ein bereits definiertes Wälzlager aus der Datenbank aus.

Datei Berechnung	Datei Berechnung Protokoll Grafiken Extras Hilfe										
System 8	Allgemein Wälzlagergeometrie Lagerkonfiguration	Werkstoff und Schmierung Belastung Stützrollen									
✓ System ✓ Wellen	Rillenkugellager	Eingabe der Aussengeometrie	~								
✓ Wälzlager	Innendurchmesser	d 40 mm 🔂 Eingabe der Aussengeometrie Eingabe der Aussengeometrie und der Tragzahlen									
Bearing	Aussendurchmesser	D 63 mm 🔂 Eingabe der Innengeometrie									
	Lagerbreite	B 7 mm Lager aus Datenbank wählen									
	Anzahl Wälzkörper	Z 0 Lagerspiel Eigene Eir	igabe als Betriebsspiel 🗸								
	Durchmesser Wälzkörper	Dw 0 mm Diametrales Lagerspiel Pd	0 mm 😑								
	Teilkreis	Dpw 0 mm									
	Konformität Innenring	fi 0.52									
	Konformität Aussenring	fe 0.52									
	Schulterhöhe Innenring	dSi 0 mm 🖶									
Bild 25	Schulterhöhe Aussenring	dSe 0 mm 🔂									

8	Allgemein V	Välzlagergeometrie La	gerkonfiguration	Werks	stoff und Schr	nierung Belastung Stützrollen	
ellen	Rillenkugellage	r			~ 💠	Lager aus Datenbank wählen	
älzlager	Innendurchmes	ser	d 40	ľ	mm 🐈 🗹	Dynamische Tragzahl	Cr 0
Bearing	Aussendurchme	isser	D 80 mm 🔂 🗹 Statische Tragzahl			Statische Tragzahl	C0r 0
	Manufacturer	name	di [mm]	De [mm] B [mm] ^	Ermüdungsgrenzbelastung	Cur 0
	SKF	*6208 N	40	80	18	Lagerspiel	Eigene Eingabe als Betriebsspie
	5	SKF	6208 ETN9	40	80	18	Diametrales Lagerspiel
	SKF	*6208	40	80	18	Wählen Sie im rechten Dropdown-	
	SKF	*6208-ZNR	40	80	18		n Dropdown-
	SKF	*6208-Z	40	80	18	Menu Lager aus Date	enbank wahlen [°]
	SKF	*6208-RS1	40	80	18	und filtern Sie die Inn	en- und Aussen-
	SKF	*6208-2ZNR	40	80	18	durchmesser d = 40 u	nd D = 80 mm auf
	SKF	*6208-2Z	40	80	18	der linken Seite, um o	las Rillenkugella-
	SKF	*6208-2RS1	40	80	18	ger 'generic' 6208 zu	finden, wie in Ab-
		6300	40	80	18	bildung 26 dargestell	t.

6.2.3 Positionierung von Wälzlager

Die Positionierung des Wälzlagers erfolgt durch numerische Eingabe der axialen Position auf X. Dies kann durch Zurückgehen auf 'System'/'Wellen'/'Welle' im unteren rechten Fenster oder durch Kombination von Umschalt+linke Maustaste durch Schieben auf die grafische Darstellung des Lagers selbst geschehen.





Fügen Sie ein zweites Wälzlager hinzu, indem Sie auf der unteren Fensterhälfte die blaue ' Schaltfläche klicken, wodurch eine Kopie des obigen Lagers erstellt wird. Wir wollen dieses Wälzlager, welches als Loslager dargestellt werden soll, 'B2 – lose' nennen.



6.2.4 Anwendungsbedingungen für Wälzlager

Bestimmen wir nun die Anwendungsbedingungen für die Wälzlager. Grob bewertet und im Rahmen dieses Tutorials, könnten dies die gewünschten Freiheitsgrade, die Passungen, die Eigenschaften der Lagersitze und z.B. die Genauigkeitsklasse sein.

Gehen wir also zurück zu 'System'/'Wälzlager', in die Registerkarte 'Wälzlagergeometrie' (Bild 29) und geben diese Basis-Randbedingungen für beide Wälzlager ein. Das Lagerspiel (CN) betrachten wir zunächst noch nicht im Detail.



ystem ✓ System	Allgemein Wälzlagergeometrie Lagerkonfiguration Werkstoff und Schmierung Belastung Stützrollen	
✓ Wellen	Rillenkugellager v 🛟 Lager aus Datenbank wählen	
✓ Wälzlager	Innendurchmesser d 40 mm 🔂 🗹 Dynamische Tragzahl	Cr 25.735 kN
B1 - fest 'Generic 620 B2 Jose 'Generic 620	18 Aussendurchmesser D 80 mm 🔂 🗹 Statische Tragzahl	C0r 15.9028 kN
B2 - IOSE GENERIC 020	Manufacturer name di (mm) De (mm) B (mm) C (kN) A Ermüdungsgrenzbelastung	Cur 0.828755 kN
	Lagerspiel	ISO 5753 - CN
	B1 soll Luftklasse CN erhalten und die Diametrales Lagerspiel	Pd 0.013 mr
	Genauigkeitsklasse sei PO. k6 & H7	ISO 492 - PO
	Passung zur Welle	k6
	Selen weitere Annanmen der einer	Rz 4 µm
	Rauigkeit Rz von 4. Des Weiteren soll	dsi 25 mr
	der Gehäusedurchmesser 'dhe' Ø 90	H7
	Oberflächenrauheit Gehäuse	Rz 4 µm
	mm betragen.	dhe 90 mr

Oben dargestellte Wälzlager-Bearbeitungsfenster (Bild 29), kann alternativ auch über den ' + - Button in 'System'/'Wellen'/Welle unter Reiter 'Randbedingungen' (Bild 30), oder über das KontextMenü mit der rechten Maustaste direkt auf der grafischen Ausgabe (Bild 32) aufgerufen werden.



Für B2 ist an dieser Stelle aber noch eine zusätzliche Einstellung hinsichtlich seiner Funktion erforderlich. Das Loslager soll keine Axialkräfte aufnehmen und daher axial freigestellt werden. Dazu gehen wir zurück zu 'System/'Wellen'/'Welle' im Register 'Randbedingungen' für B2 - wie in <u>Abbildung 28</u> dargestellt.





7. Querschnitte

7.1 Allgemein

Für eine korrekte Berechnung von Wellen müssen Spannungskonzentrationen, Belastungsarten und -grössen oder notwendige Sicherheitsfaktoren berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck bietet die Software die Möglichkeit, auf der Registerkarte "Schnitte" für jede Welle unterschiedliche Kerbfälle zu definieren.

7.2 Wellenfestigkeit

Hinweis: Diese Analyse benötigt die Erweiterung für DIN 743.

Die Methode zur Berechnung der Wellenfestigkeit kann unter System, im Reiter 'Einstellungen' auf der rechten Seite, ausgewählt werden. Zurzeit ist die DIN 743 (2012) verfügbar. Es kann ausgewählt werden, ob die Berechnung unter Berücksichtigung 'Dauerfestigkeit' oder 'Zugfestigkeit' erfolgen soll. Bei 'Zugfestigkeit' wird die Anzahl der Zyklen über die Eingabe der "Erforderlichen Lebensdauer" berechnet.

Werkstoff Gehäuse	Steel		~ 🕂
Gehäusetemperatur		T _h 20	*C
Notwendige Lebensda	uer	H 20000	h
Zuverlässigkeit Wälzla	ger	S 90	%
Festigkeitsberechnung	3	Dauerfestigkeit nach DIN 743	~
Wälzlagerposition		Eingabe für jedes Lager	~
Schubverformungen		Nach Hutchinson	* +
Nichtlineares Welle	enmodel verwenden		
Lastkollektiv berüc	ksichtigen		
Erweiterte Lebensd	lauer für Wälzlager bere	chnen	Bild 33

Für mehr Informationen über Querschnitte beachten Sie bitte den spezifischen Inhalt des Software-Handbuchs.

In unserem Beispiel konzentrieren wir die Analyse auf einen Punkt, an dem sich der Durchmesser deutlich ändert. Wir setzen daher einen "Schnitt" bei "Simple Shaft 01" auf einen definierten Punkt, d.h. auf die axiale Position der rechten Schulter des 6. äusseren Segments, wie nebenstehend gezeigt.







Da die Festigkeitsberechnung eine eindeutige Materialdefinition erfordert, wählen wir diese aus der Datenbank aus (Bild 36).

Gehen Sie daher zu 'System/Wellen/Welle' und weisen Sie der Welle unter dem Register 'Allgemein' als Annahme den Werkstoff 42CrMo4 zu.



8. Schmierung

Wir möchten im Rahmen dieses Tutorials weiter annehmen, dass es sich um abgedichtete DGBBs handeln soll und dass sie mit einem Standardschmierstoff der Klasse ISO VG 46 Mineralöl ausgestattet sind. Ausserdem sei die Anwendung einer normalen Verschmutzung ausgesetzt.

Wählen Sie das Schmierfett auf Mineralölbasis der Klasse ISO VG 46 unter normaler Sauberkeit.



Datei Berechnung Protokoll G	rafiken Extras H	lilfe						
🗋 🦢 💾 🚳 🔜 🖶								
System &						Wellenberechnung		
Welle ✓ Wälzlager B1 - fest 'Generic 6208' B2 - Jore 'Generic 6208'	Projektname Beschreibung	Starter Tutorial Spindel 01						
D2 - IOSE OENENC 0200	Einstellungen	Schmierung	Einstellungen für Darstellung					
	ISO VG 46 min	eral oil			~	Fettschmierung, normale Sauberkeit		~ 🕂
	ŌI				5	Temperatur	ТО	il 70 °C
	Viskosität bei 4	0°C		nu40 46	mm²/s	Dichte des Öls	ρ	870 kg/m ³
	Viskosität bei 1	0°C		nu100 7	mm²/s	Druck-Viskositäts-Koeffizient	α	0.0147418 1/MPa
Bild 37	enthält wirk	same EP Additive				FZG Laststufe	FZ	G 12

Eine der Serie abweichende Schmierfettwahl für Massenprodukte wie Rillenkugellager ist unter Einhaltung der Kosten meist nicht praktikabel. Eine Gegenüberstellung von Bezugsviskosität und Betriebsviskosität unter Verwendung des eingesetzten ISO VG-Werts ist empfehlenswert. Ein in der breiten Masse eingesetzter Schmierstoff sollte jedoch über die üblichen Viskositätsbezüge hinaus auch im Hinblick auf seine Eignung hinsichtlich Schmierstoffmenge, Schmierstoffverdrängungsraum, effektiver Kontaktspannungen oder -Reibungen und der damit verbundenen potenziellen Temperaturen im Kontakt bewertet werden.

9. Schnittstellen

9.1 Wälzlagerberechnung und Wellenberechnung

Betrachten wir die Wälzlagerberechnung als ein Plug-In für die Wellenberechnung, so können wir davon ausgehen, dass die entsprechenden Hauptschnittstellen zu definieren sind. Die Standardverbindung der Parameter finden wir unter 'System'/'Wellen'/'Welle'/B1 oder B2, wie in der folgenden Abbildung 38 dargestellt:



Lassen Sie uns diese Schnittstellen in der Folge auf der Programmoberfläche auffinden und abgleichen. Dieser Schritt ist nicht notwendig, wenn alle 4 Checkboxen aus Bild 38 oberhalb belegt sind (Standard)!



9.2 Geometrie

System 🗗	Allgemein	Wälzlagergeometrie Lager	konfigurat	ion We	rkstoff un	nd Schmie	runa Bi	elastu	ung Stützrollen			
✓ System ✓ Wellen	Rillenkugellag	er	,				~	÷	Lager aus Datenbank wäh	len 🖓		~
Velle Välzlager	Innendurchme	sser			d 40		mm] Dynamische Tragzahl		Cr 2	5.735 kN
B1 'Generic 6208' B2 'Generic 6208'	Aussendurchm	esser			D 80	Y.	mm 🖶	2	tische Tragzahl		C0r 1	5.9028 kN
	Manufacture	name	di [mm]	De [mm]	B [mm]	C [kN]	C0 [kN]	• ^	Ermüdung	1	Cur 0	.828755 kN
	Generic	6208	40	80	18	25.735	15.9028	c	Lagerspiel	Geometrie ist	ISO 5753 - C3	~
	Generic	6207	35	72	17	22.5206	13.5357	C	Diametrales Lagerspiel		Pd 0	.024 mm
	Generic	62/32	32	65	17	17.6079	10.4249	C	Toleranz des Lagers	verbunden	ISO 492 - P0	~
	Generic	6206	30	62	16	17.6031	10.2484	C	Passung zur Welle		kő	+
	Generic	62/28	28	58	16	14.6793	8.09764	0	Oberflächenrauheit der We	ille	Rz 4	μm
	Generic	6205	25	52	15	12.6793	7.12723	0	Innendurchmesser der We	lle	dsi 2	5 mm
Bild 39	Generic	62/22	22	50	14	12 0070	6 70720	0	Passung zum Gehäuse		H7	÷

9.3 Werkstoff



9.4 Temperatur



9.5 Schmierstoff



10. Berechnungsschritt

10.1 Starten

Nach der Eingabe und Einstellung aller in obigen Kapiteln erwähnten Punkte und Durchgänge ist das resultierende Wellenmodell bereit, um den ersten Berechnungsschritt zu starten.



Mit 'System'/'Wellen' befinden wir uns in der Ergebnisübersicht, die über die vertikalen Reiter am unteren rechten Rand thematisch gegliedert ist:

Datei Berechnung Protokoll Graf	en Extras Hilfe	
System B Velle Welle Wälzlager B1 - fest 'Generic 6208' B2 - lose 'Generic 6208'		2D 3D 2 2 2 3 2 2 3 2 3 2 3 2 3 2 3 3 3 3
	Bezeichnung L10h [h] Lnmh [h] L10rh [h] Lnmrh [h] pmax (MPa] S0eff pmin (MPa) Pdeff (mm) Da (1) Pref (kN) Fx [N] Fy [kN] Fz [kN] Fr [kN] Mx [Weller
	✓ Weile B1 - fost 'Generic 6208' 361503 1759221 355524 1714752 1521.01 21.03 0.00 0.00 0.08 0.01 0.93 75.00 -0.92 0.03 0.92 0.00 B2 - lose 'Generic 6208' 205348 748373 198794 713145 164158 16.74 0.00 0.00 0.06 0.00 1.13 0.00 -1.11 0.12 1.11 0.00	Q
	Der Berechnungsschritt kann über den Menüpunkt 'Berechnung'/Berechnen', direkt über das Icon unter dem Menüband oder einfach durch Drücken von F5 ausgeführt werden.	hnitte Lager Ei
	Bitte achten Sie auf das grüne Häkchen unten rechts, was die Konsistenz der Berech- nung bestätigt.	genfrequenzen
Resultateübersicht	8 Message	; 8
Minimale Referenzlebensdauer Minimaler dynamischer Sicherheitsfakte Maximale Verschiebung in radialer Rich	minL10th 198794 h Minimale modifizierte Referenzlebensdauer minL10th 1713145 h Minimale statische Sicherheit Wälzlager (ISO 17956) minS0e 16.7381 Welle minS 69.4413 Minimaler statischer Sicherheitsfaktor Welle minSS 99.99 Maximale Vergleichsspannung maxSigV 8.49093 MPa ung maxUt 0.0198494 mm Maximale Verschiebung in x maxUx 0.0325731 mm Grün: Resultate sind aktuell	
	M)

Bild 43

10.2 Resultate

Resultate sind in verschiedenen Ausgaben verfügbar. Es gibt die Standard-Ergebnisübersicht am unteren Rand der Benutzeroberfläche (Abbildung 43), eine Übersicht der Lagerkräfte und Eigenfrequenzen, verschiedene Grafiken und das editierbare Protokoll.







axial völlig unbelastet ist (Abbildung 45).

Sehen Sie sich auch die anderen Ergebnisse und die zusätzlichen Registerkarten an, wie in Abbildung 46 dargestellt.

Name Welle	n [rpm] ∑T 1000 -	[Nm] ∑P [I -	kW] minL10rh [h] 198794	minLnmrh [h] 713145	pmax [l 1641.58	MPa] mi 16.	nS0eff 74	maxSig 8.49	/ [MPa]	SD 69.44	SS 99.99	maxUr [m 0.02	im] i 3	mass [3.09	kg] ce 17	enterMas 2.97	s [mm]	Jxx [0.001	kg m²] 0	Jyy [kg m 0.0212	²] Jzz [k 0.021	2 m²]	Wellen
Bezeichnu Y Welle Sho	ng oulder with n	lief groove	Typ Absatz mit Freistich	x [mm] SD 69.4 255 69.4	SS F 4 99.99 4 99.99 C	Fx [kN] F	y [kN] .102	Fz [kN] -0.116	Mx [Nm] 0.000	My 1.05	[Nm]	Mz [Nm] 9.760	ux [m 0.0325	1m] u 5 -(ıy (mm 0.0155) uz (mr 0.0016	n] rx [r 0.00	mrad] 00	ry [mr	ad] rz ['] 0.258	;		Querschnitte
Nummer 1 2 3 4	f [H 20.0 143 104 126	z] 296 163 7.83 4.28	f [1/min] 1201.77 8589.79 62869.6 75856.7	D [-] 0.0419399 0.218533 0.0666211 0.0856523	Ty To Ax Ra Ra	p rsion 'We tial 'Welle idial 'Well	lle' ' e'	Hinwe	eis: De	r Inh	alt i	st hier r	nur s	sicht	bar, v	wenn	die U	nters	suchu	ıng der	Fre-		
5 6 7 8 9 10	130 159 247 251 511 515	9.46 1.64 3.5 7.23 0.1 3.55	78567.7 95498.3 148410 151034 306606 309213	0.0578778 0.0782232 0.059286 0.0644119 0.0978351 0.100553	Ra Ra Ra Ra Ra	dial 'Wel dial 'Wel dial 'Wel dial 'Wel dial 'Wel dial 'Wel	e' e' e' e'	quenz	en aus	gew	vählt	ist.											Eigenfrequenzen
																						Bild	46

10.3 Protokoll

10.3.1 Standard Protokoll

Mit der Schaltfläche in der Symbolleiste oder mit 'Protokoll'/'Protokoll anzeigen' wird ein Protokoll für die Wellenberechnung erstellt, das nur einen Überblick über die Resultate für die Lagerberechnung gibt. Es findet sich hier auch 'Protokoll'/'Gesamtreport', der einen vollständiges Protokoll mit den Ergebnissen der Wellenberechnung und den vollständigen Protokollen der Lagerberechnungen erzeugt.





10.3.2 Protokoll Optionen

Im Menü 'Protokoll'/Protokoll Optionen' kann der Inhalt des Berichts konfiguriert werden. Die einzubeziehenden Grafiken können ausgewählt werden und einige Abschnitte des Berichts können verworfen werden, wenn sie nicht von Interesse sind. Die Legende für alle Tabellenparameter kann im Bericht angezeigt werden.

Protoko	II Optionen			×
Wellen	Wälzlager	Kugelgewindetrieb		
Bitte wäh	len Sie den Ur	nfang des Protokolls aus:		
Grafik	: Verformung		☑ Grafik: Kräfte	
Grafik	: Momente		Grafik: Spannungen	
Grafik	: Campbell Dia	agramm	Grafik: Eigenformen	
Grafik	: Linienlast für	Verzahnungen	Grafik: Spaltweite für Verzahnungen	
✓ Grafik	: Relativversch	iebung für Verzahnungen	Grafik: Flankenlinien-Modifikationen für Verzahnungen	
🗹 Detail	s für Lastkolle	tive	Tabelle für Lagerverschiebungen	
🗹 Detail	s für Festigkeit	tsberechnung	I Tabellen für Masse und Trägheitsmoments	
🗹 Legen	de für Tabelle	n anzeigen	Masslinien in Wellengrafik anzeigen	
Stand	ardtabelle für	Wälzlagerresultate anzeigen	Eigene Tabelle für Wälzlagerresultate anzeigen	÷
Proto	kolle für Wälzl	ager in Gesamtreport berück	sichtigen	
Protol	kolle für Kugel	gewindetriebe in Gesamtrep	ort berücksichtigen	
	colle für Verzal	nungen in Gesamtrenort he	nicktichtigen	

10.3.3 Protokoll Format

Der Bericht kann z. B. im .docx-Format gespeichert werden, was eine weitere Bearbeitung ermöglicht.

🔞 Speichern unter		Datei Berechnung	Prot	okoll Grafiken Extras Hilfe		
← → * ↑ 🛄 Organisieren ▼	« Tutorials Public	🗋 🗁 💾 🍕		Protokoll anzeigen	F6	
Dieser PC	Name Änderungsdat	System	S	Protokoll drucken		
🧊 3D-Objekte	Es wurden keine Sucherge	 System 		Protokoll speichern als		D
Bilder		✓ Wellen	-	Protokoll Optionen		Γ
Dokumente	•	Welle V Wälzlager		Protokollvorlagen	•	
Dateiname:	report.pdf	B1 - fest 'G		Spezialprotokoll speichern als	•	prial
Dateityp:	PDF (*.pdf)	B2 - lose 'G		Gesamtreport		
∧ Ordner ausblende	PDF (*.pdf) DOC (*.doc) DOCX (*.doc) DOCX (*.doc)			Kritische Frequenzen		
Bild 49	XLS (*.xls) XLSX (*.xlsx) Anzani eigenirequenzen	Bild 50	_	Resultatetabellen	tigen	

Das Logo im Bericht kann in 'mesys.ini' konfiguriert werden. Siehe Konfiguration mit INI-Datei. Weiterführende Informationen dazu finden Sie an entsprechender Stelle im <u>Hand-</u> <u>buch</u>.

Bild 48



10.3.4 Resultatetabellen

E	5.9.	-₽						report.xlsx - E	xcel				
Dat	ei Start	Einfügen	Seitenlayout	Formeln	Daten Üb	erprüfen Ar	nsicht	Entwickler	tools Acrol	at PDF-XC	hange 🛛 🖓 🛚	Vas mõchten Si	
Einfü	igen <mark>∢</mark>	Calibri FKU-	• 11 • A			Standard - % 4%	- 000	Bedingte	Formatierung + e formatieren + matvorlagen +	Einfügen Löschen	· ∑· Å™ · ₩· ₽	PDF Ers	stellen von PDF-D nd Freigeben von
Zwisch	henablage 🗔	Schri	iftart	r _i Au	isrichtung	ra Zahl	15	Format	tvorlagen	Zellen	Bearbeiter	n A	dobe Acrobat
A3	*	: × ~	f_x										
1	А	В	с	D	E	F	G	н	I.	J	к	L	M
1	Bearing	tiffness ma	trices										
2	B1 - fest	Generic 620	08)										
3	-	ux [µm]	uy [µm]	uz [µm]	ry [mrad]	rz [mrad]			Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	My [Nm]	Mz [Nm]
4	Fx [N]	3.32011	-9.36438	0.13058	2.37464	79.1575		ux [µm]	4.99918	0.0244	0.00815	-5.45274	-191.114
5	Fy [N]	-9.36498	116.4	-1.45514	-2.04036	-226.458		uy [µm]	0.02488	0.01113	0.0004	-0.112	0.27242
6	Fz [N]	0.1306	-1.45514	71.6892	145.094	2.04036		uz [µm]	0.00812	0.0004	0.0204	-3.13602	-0.22788
7	My [Nm]	0.00241	-0.00208	0.14736	0.94654	0.04104		ry [mrad]	-0.00554	-0.00011	-0.00319	1.55081	0.17424
8	Mz [Nm]	0.08036	-0.23009	0.00208	0.04104	2.04061		rz [mrad]	-0.19395	0.0003	-0.00023	0.17411	8.0433
9	B2 - lose	(Generic 620	08)										
10		ux [µm]	uy [µm]	uz [µm]	ry [mrad]	rz [mrad]			Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	My [Nm]	Mz [Nm]
11	Fx [N]	2.94889	0.00433	-0.00935	7.57775	72.356		ux [µm]	6.87217	-0.00184	-0.00058	-23.4483	-259.894
12	Ev [N]	0.00433	123.931	-4.60453	0.12204	-0.99832		uv [um]	-0.00236	0.00809	0.0005	0.00774	0.09363
4	· · · ·	Rolling bearing	35 Bearing	stiffness mat	rices Secti	ons Shaft	geor	netry Shaft	1 +	•			
Bereif	81											=	E

Bild 52

Im Menü 'Protokoll'/'Resultatetabellen' ist es möglich, die Ergebnisdaten in Tabellenform auszugeben (Bild 52).

Datei	Berechnung	Prot	okoll	Grafiken	Extras	Hilfe	
Systen	📁 🖪 🭕	9	Proto Proto	koll anzeig koll drucke	en en		F6
Y Sy	stem Wellen	(i)	Proto Proto	koll speich koll Optior	ern als 1en		
~	Welle Wälzlager		Proto	kollvorlage	en		•
	B1 - fest 'G B2 - lose 'G		Spezia Gesar Kritiso	alprotokoll ntreport :he Freque	speichen nzen	n als	•
			Result	tatetabelle	n		



Resultatetabellen mit tabellarischen Detailergebnissen können auch zu Wälzlagern (Bild 54) mittels Kontext auf das Lager im Systembaum generiert werden. Datei Berechnung Protokoll Grafiken Extras Hilfe

6	A	B	C	D	E	F	G	н	1	J	K	L	M	N	System
	Results pe	er rolling e	element												✓ System
1	oadCase	Bearing	Row	Ball	ψ [°]	Qi [N]	Qe [N]	Fc [N]	Mg [Nm]	pi [MPa]	pe [MPa]	piTrunc [M	peTrunc [I	αi [°]	✓ We
	1	1	1 1	1 1	L 0	0	0.308294	0.308294	0	0	115.7739	0	115.7739	1.158905	
	1	1	1	1	2 40	0	0.308203	0.308203	0	0	115.7625	0	115.7625	0.986913	✓ Wä
	1	1	1 1	L 3	80 80	0	0.308023	0.308023	0	0	115.74	0	115.74	0.591525	
	1	1	1	4	1 120	229.7891	230.097	0.307909	0	1244.395	1050.17	1244.395	1050.17	0.092801	
	1	1	1 1	L S	5 160	527.5244	527.8323	0.307867	0	1641.582	1385.015	1641.582	1385.015	0.033584	
	1	1	1	. (5 200	465.6562	465.9641	0.307875	0	1574.721	1328.638	1574.721	1328.638	0.032549	
	1	1	1	. 7	7 240	119.9481	120.256	0.30793	0	1001.95	845.9113	1001.95	845.9113	0.096278	
	1	1	1	8	3 280	0	0.308069	0.308069	0	0	115.7458	0	115.7458	0.606552	
	1	1	1 1	L	320	0	0.308234	0.308234	0	0	115.7664	0	115.7664	1.000856	
•	×	. Globa	I results	Bearing	stiffness ma	trix Ro	lling elem	ent results	Tolera	nce report	(+)	: 4			

Bild 54

10.3.5 Toleranzreport



Kehren wir nun im Rahmen dieses Dokuments zu praktischem Inhalt. An dieser Stelle sind wir im Stande zu interpretieren, ob unsere gewählten Passungen für die vorgesehene Drehzahl und Temperatur geeignet sind.

≥ 🖪 🗳 📑 🖨

B1 - fest 'Generic 6208

62

Report anzeiger Toleranzreport anzeige Resultatetabellen anzeigen Parametervariation

Thermisch zulässige Betriebsdrehzahl Fettgebrauchsdauer Kopieren von

Allgemein Wälzlagergeometrie

Ein spezieller Bericht für Toleranzen kann durch Kontext-Menü auf 'B1' oder 'B2' erstellt werden (Bild 56). Sofern eine Wälzlagertoleranz, Radial- oder Axialspiel unter 'B1' oder 'B2' im Register 'Wälzlagergeometrie' zugewiesen (siehe Bild 29), können Pressungen und Übermass der Lagersitze und daraus resultierende Lagerspiele für Min, Mittel, Max und Wahrscheinlich ausgegeben werden.

Wenn Sie den 'Gesamtreport' (Bild 47) ausdrucken möch-

ten, sind die oben genannten Informationen darin bereits enthalten.

Schauen wir uns also an, wie das Übermass an den Lagersitzen aussieht und welches Restspiel unter Berücksichtigung der gewählten Passungen mit ISO-Toleranzklassen 6 / 7 (siehe Bild 29), der Fliehkraft und der Temperatur an B1 verbleibt:



Drucken Sie den Toleranzreport für B1.

Eigenschaften für unterschiedliches Spiel		Minimum	Minimum erwartet	Mittelwert	Maximum erwartet	Maximum	Einheit
Nominales diametrales Lagerspiel	Pd	6.00	7.99	13.00	18.01	20.00	μm
Toleranz Welle	∆ds	18.00	15.71	10.00	4.29	2.00	μm
Toleranz Lagerinnenring	Δd	-12.00	-10.29	-6.00	-1.71	0.00	μm
Übermass Innenring	lw_i	28.40	24.40	14.40	4.40	0.40	μm
Effektives Übermass Innenring	lw_iop	28.39	24.39	14.39	4.39	0.39	μm
Flächenpressung Innenring	pFit_i	20.14	17.30	10.20	3.11	0.28	MPa
Tangentialspannung Innenring	sigt_i	101.64	87.33	51.55	15.77	1.46	MPa
Montagekraft Innenring (µfit=0.1)	Ffit_i	4556.3	3913.7	2308.2	704.3	63.1	N
Toleranz Lageraussenring	ΔD	0.00	-1.56	-6.50	-11.44	-13.00	μm
Toleranz Gehäuse	ΔDh	0.00	3.59	15.00	26.41	30.00	μm
Übermass Aussenring	lw_e	-1.60	-6.75	-23.10	-39.45	-44.60	μm
Effektives Übermass Aussenring	lw_eop	-1.60	-6.75	-23.10	-39.45	-44.60	μm
Flächenpressung Aussenring	pFit_e	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MPa
Tangentialspannung Aussenring	sigt_e	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MPa
Montagekraft Aussenring (µfit=0.1)	Ffit_e	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	N
Spieländerung	ΔPd	-19.24	-13.66	-9.76	-5.86	-0.28	μm
Effektives diametrales Lagerspiel	Pdeff	-13.24	-5.67	3.24	12.15	19.72	μm
Effektives axiales Lagerspiel	Paeff	-		75.80	146.46	186.23	μm
Effektiver freier Druckwinkel	α0eff	0.00	0.00	4.89	9.48	12.09	0

Tabelle 1



In Tabelle 1 ist zu erkennen, dass das Übermass am Innenring unter 'Effektives Übermass Innenring' selbst im ungünstigsten Fall ('Maximum') noch positiv ist. Andererseits ist die Restradialluft bei 'Minimum' nicht mehr ausreichend!



Generieren Sie den Toleranzreport erneut.

Tabelle 2

Bild 59

Eigenschaften für unterschiedliches Spiel		Minimum	Minimum erwartet	Mittelwert	Maximum erwartet	Maximum	Einheit
Effektives diametrales Lagerspiel	Pdeff	-8.33	0.34	10.15	19.96	28.64	μm
Effektives axiales Lagerspiel	Paeff	-	24.61	133.94	187.32	223.82	μm

In Tabelle 2 ist zu erkennen, dass eine Lagerluft C3 eine radiale Vorspannung verhindern <u>könnte</u>. Es ist jedoch zu beachten, dass der Temperaturgefälle in der Regel nicht genau bekannt ist und dass die Auslegung dieser Lagerluft in der Praxis nochmals überprüft werden sollte!

11. Analyse

11.1 Unteres Resultate-Fenster

Resultateübersicht		8
Minimale Referenzlebensdauer minL10rh 174263 h	Minimale modifizierte Referenzlebensdauer mint 586842 h Minimale statische Sicherheit Wälzlager (ISO 17956) mint 15.7913 Minimaler dynamischer Sicherheitsfaktor Welle mint 69.4045	
Minimaler statischer Sicherheitsfaktor Welle mint 99.99	Maximale Vergleichsspannung maxSigV (8.49414 MPa Maximale Verschiebung in radialer Richtung maxUr (0.0239788 mm Maximale Verschiebung in x maxUx (0.0486333	mm

Das oben abgebildete Resultate-Fenster zeigt die wichtigsten Ergebnisse der Simulation wie die minimale modifizierte Referenzlebensdauer, die Sicherheitsfaktoren für Festigkeit, die Vergleichsspannung und die maximale axiale und radiale Abweichung aus Verformung der Welle.

11.2 Mittleres Resultate-Fenster Bild														ld 60												
	lezeichnung	L10rh [h]	Lnmrh [h]	pmax [MPa]	S0eff	pmin (MPa)	Pdeff [µm]	Paeff [mm]	Δα [°]	Pref [kN]	Fx [N]	Fy [kN]	Fz [kN]	Fr [kN]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Mr [Nm]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	ur [mm]	rx [mrad]	ry [mrad]	rz [mrad]	rr [']
	 Welle 																									
	B1 - fest 'Generic 6208'	306782	1368890	1552.84	19.76	0.00	10.15	0.13	0.01	0.97	75.00	-0.92	0.03	0.92	0.00	0.07	1.93	1.93	0.0340	-0.0167	0.0005	0.0167		-0.0098	-0.0938	0.3244
	B2 - lose 'Generic 6208'	174263	586842	1673.77	15.79	0.00	9.01	0.13	0.00	1.18	0.00	-1.11	0.12	1.11	0.00	-0.00	0.01	0.01	-0.0019	-0.0188	0.0017	0.0189		-0.0001	0.0764	0.2626

-> Die Werte für die Hertz'sche Pressung (pmax) liegen auf einem vernünftigen Niveau.

-> Die effektive mittlere Radialluft (Pdeff) hat einen positiven Wert

-> Die Verkippung (rr) liegt deutlich innerhalb der von den Herstellern angegebenen zulässigen Werte

-> Die modifizierte Referenzlebensdauer (Lnmr) liegt auf komfortablen Niveau



11.3 Grafiken

Mit Hilfe von grafischen Darstellungen zahlreicher Wellen- und Lagerungsparameter kann die Anwendung eingehend analysiert werden.



11.4 Lastkollektiv

Eine weitere Methode zur Analyse des Anwendungsverhaltens besteht darin, verschiedene Bedingungen oder Lastzustände zu berücksichtigen. Arbeiten Sie unter solchen Voraussetzungen mit Lastkollektiven. Wenn das Kontrollkästchen für 'Lastkollektiv berücksichtigen' unter 'System' gesetzt ist, wird im Systembaum

ein zusätzlicher Punkt mit dem Titel 'Lastkollektiv' angezeigt.

Datei Berechnung Protokoll G	Grafiken Extras H	lilfe									
🗋 🗁 💾 🚳 📑 🖨											
System &		SUS			Wellenberechnung						
Welle Wälzlager	Projektname	Starter Tutorial									
B1 - fest 'Generic 6208'	Beschreibung	Spindel 01									
B2 - lose 'Generic 6208'	Einstellungen	Schmierung Einst									
	Gewicht ber	ücksichtigen			Werkstoff Gehäuse	Steel	÷	÷			
	Winkel für Gew	ichtskraft		β _w -90	•	Gehäusetemperatur		T _h 20	*C		
	Eigenfreque	nzen berechnen				Notwendige Lebensdauer	H 20000	h 5			
	Kreiseleffekt	berücksichtigen			4	Zuverlässigkeit Wälzlager		S 90 %			
	Maximale Frequ	Jenz		f _{max} 1000	Hz	Festigkeitsberechnung		Dauerfestigkeit nach DIN 743	~		
	Anzahl Eigenfre	quenzen		N _{freq} 10		Wälzlagerposition		Eingabe für jedes Lager	~		
	Dynamische	Kräfte in statischem Gle	ichgewicht berücksichtigen			Schubverformungen Nach Hutchinson V					
	Zahnräder als S	teifigkeit berücksichtiger	Zahnrad ist nur ein Kra	aftelement	~	Nichtlineares Wellenmo	del verwenden				
	Zahnräder a	ls Punktlast berücksichtig	jen			Lastkollektiv berücksicht	tigen				
Bild 62	Gehäusestei	figkeit berücksichtigen				Erweiterte Lebensdauer	für Wälzlager berech	nen			

Aktivieren sie den Modus für Lastkollektiv über das entsprechende Feld.

Mittels dieser Einstellung haben Sie die Möglichkeit, die variablen Parameter über das Kontextmenü in die Tabelle zu laden und ihnen dann Werte zuzuweisen, wie in der folgenden Abbildung 63 dargestellt:



Datei Berechnung Protokoll G	irafiken Ex	tras Hilfe										Die Zellen unter 'Comment' kö
System Ø System Lastkollektiv Wellen Welle Walzlager Blacet 'Generic 6208'	Welle Element	Comment	Frequency	TOil [*C]	THousing [°C]	n [rpm] Welle Allgemein 0	T[°C] Welle Allgemein 20	Fx [N Welle Axial 0	Fy [N] Welle Radial	Fz [N] Welle Radial 2 0	-	nen frei beschrieben werden.
B2 - lose 'Generic 6208'	2	idle cold	0.2	20	20 25	1000	20	0	0	0		Darüber hinaus kann das Last- kollektivelement auch separat
	3	idle	0.2 0.6	60		1000	30	0	0	0		
	4	load		70	25	1000	32	75	-2000	150		
				A	Allgemein Welle	All	gemein 🕨	1		1		berechnet werden, wenn die
		- 1		А	lle anzeigen	Ax	xial		x			entsprechende Auswahl am
		1		A	lle ausblenden	Ra	dial 1	~	Fx			teren Rand des Lastkollektiv-
						B1	- fest		Fz			
						B2	- lose 🔹 🕨		Mx			fensters getroffen wurde.
Bild 63									My Mz			
						🗹 Bere	chnung i	nur fü	ir gewä	hltes Eler	ement durchfül	hren Resultate für Element 3

Tragen Sie das Lastkollektiv entsprechend den Inhalten in Bild 63 ein. Berechnen Sie die Welle mittels entsprechender Schaltfläche. Bewerten Sie die Resultate im Mittleren Resultatefenster.

Deaktivieren Sie den Modus für Lastkollektiv.

Lastkollektiv berücksichtigen

11.5 Parametervariation

Über den Menüpunkt 'Berechnung'/'Parametervariation' wird ein Dialog für Parametervariationen angezeigt. Er ermöglicht es dem Anwender, Parameterstudien durchzuführen, deren Ergebnisse in Tabellen und Grafiken dargestellt werden. Typische Anwendungen sind z.B. die Visualisierung von Lebensdauer über Spiel oder Verschiebungen über Last. Eine optionale Optimierung für einen Parameter ist ebenfalls verfügbar. Weiterführende generelle Informationen zu Parametervariation finden Sie im Handbuch.





Bild 64

In 'Liste erzeugen' können ein oder mehrere Parameter aufgesetzt werden. Diese lassen sich durch 'Zusätzliche Regeln' ergänzen.





Unter der Registerkarte 'Parameterliste' können nun die gewünschten Parameterergebnisse auf Basis der gegebenen Parametrierung über das Kontextmenü ausgewählt werden.



Parametrierung der Wellentemperatur zur Analyse der Radialluft und des effektiven mittleren Interferenz Welle / Innenring.

Führen Sie die oben gezeigt Parameterstudie aus.

MESYS wünscht Ihnen eine lehrreiche und gewinnbringende Erfahrung mit unseren Tutorials. Bitte wenden Sie sich ungehindert bei Unklarheiten, Anregungen oder Fragen, an info@mesys.ch.