

Tutorial Series

Wellensysteme – Starter 2-Stufen Getriebe

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort.....	2
1.1 Ziel des Tutorials	2
1.2 Software Version.....	2
1.3 Hinweise	2
2. MESYS Wellensysteme	2
2.1 Allgemein	2
2.2 Beschreibung	3
3. Software Handbuch	3
3.1 Online-Handbuch	3
3.2 Handbuch als PDF	3
4. Projekt eines Wellensystems	4
4.1 Inhalt des Tutorials	4
4.2 Ausgangslage.....	4
4.3 Abbildung	5
4.3.1 Erstellen des Files.....	5
4.3.2 Gruppen	5
4.3.3 Wälzlager	6
4.3.4 Verzahnungen	8
4.3.5 Korrektur.....	10
4.3.6 Belastung	11
4.3.7 Optimierung	12
5. Berechnung	13
5.1 Einstellungen	13
5.2 Berechnungsschritt	13
6 Resultate.....	13
6.1 Resultateübersicht	13
6.2 Übersicht Zahnradverbindungen	14
6.2.1 Zahnradberechnung.....	14
6.2.2 Resultate Zahnradverbindungen	14
6.3 Lastkollektive.....	15
6.4 Grafische Darstellung von Resultaten	15
6.4.1 Spezifisch	15
6.4.2 Menü Grafiken	15
6.4.3 Export.....	16

1. Vorwort



1.1 Ziel des Tutorials

Dieses Starter-Tutorial zu Wellenberechnungs-Extension [MESYS Wellensysteme](#) hat das Ziel, User mit den Funktionalitäten der Software bekanntzumachen und erste Eindrücke über die Mächtigkeit der rechnerischen Betrachtung von Aspekten aus dem Einsatz von parallelen Wellen zu erhalten. Im Sinne einer Einschränkung, werden hier nur Themen und Einstellungen erwähnt oder behandelt, welche auch einer angenommenen Vertrautheit mit dem Produkt und den Übungsinhalten gerecht werden. Wenden Sie sich ungehindert an [MESYS](#), sollten in der Verwendung der Software Fragen auftauchen.

1.2 Software Version

Dieses Tutorial wurde mit MESYS Wellenberechnung Version 12-2024 vom 11.02.2025 erstellt.

1.3 Hinweise

-  Ein blauer Pfeil bedeutet eine Aufforderung an den Leser.
-  Ein grüner Pfeil bedeutet eine Schlussfolgerung oder Wirkung.

2. MESYS Wellensysteme

2.1 Allgemein

Um sich ein Bild von den Möglichkeiten der MESYS Wellensysteme zu machen, laden wir Sie herzlich ein, die MESYS-Website an der spezifischen Adresse für [Wellensysteme](#) zu besuchen.

Bitte schauen Sie sich auch die entsprechenden Artikel für Wellen oder Verzahnungen unter [Home/Downloads](#) /Kategorien gemäss Bild 2 an:

Bild 1

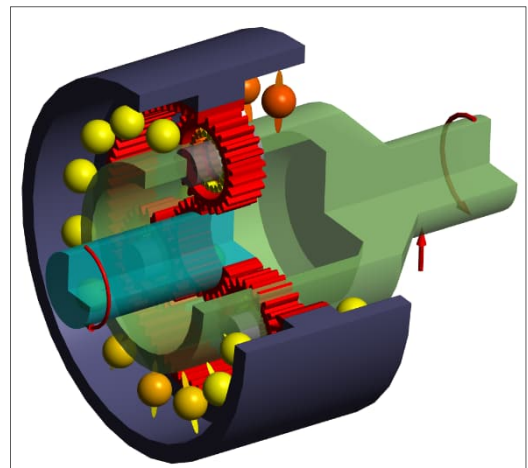
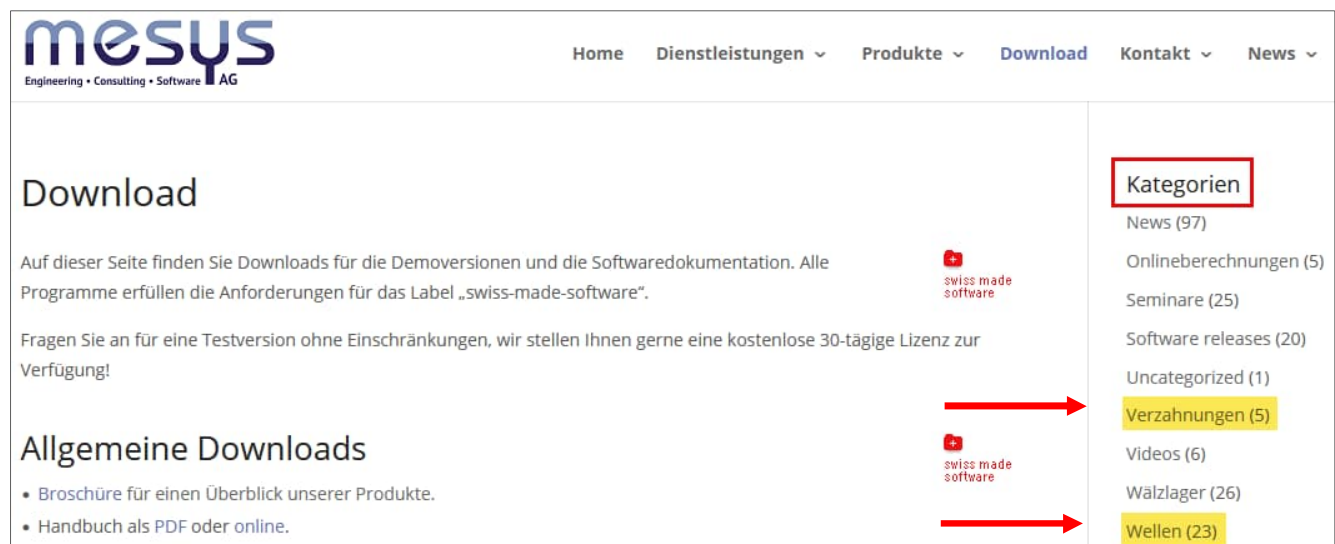



Bild 2

2.2 Beschreibung

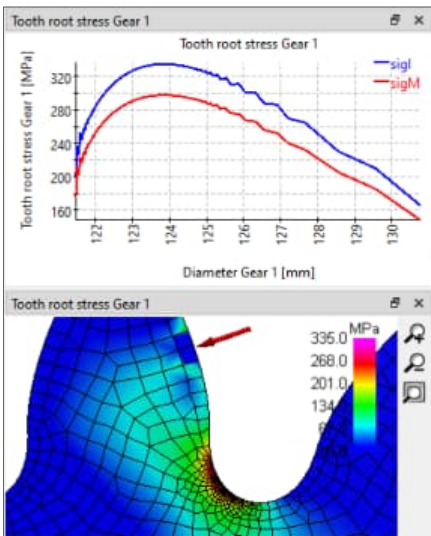


Bild 3

MESYS Wellensysteme ist eine Software-Erweiterung zu **MESYS Wellenberechnung**. Damit besteht die Möglichkeit, parallele und koaxiale Wellen in Gruppen darzustellen (Bild 4) und diesen weiter Beziehungen, Verbindungen, Bedingungen oder Belastungen zu vergeben. Es lassen sich daraus allgemein dynamische sowie statische Zustände eines Getriebe-Systems, oder spezifisch resultierende Lagerzustände analysieren.

Mit weiterführender Lizenz können auf entsprechende Normen (ISO 21771-1 / ISO 6336) gestützte Zahnradberechnungen ausgeführt werden (**Stirnradberechnung**).

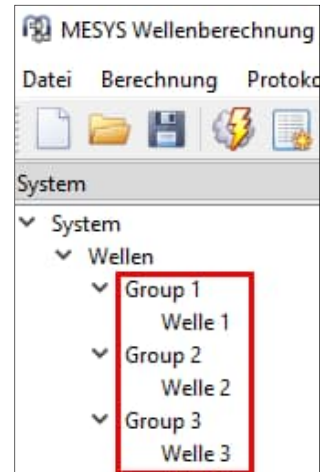


Bild 4

3. Software Handbuch

3.1 Online-Handbuch

Das Software Online-Handbuch ist über die Benutzeroberfläche abrufbar, indem das Menü "Hilfe" unter dem Punkt "Handbuch F1" angewählt wird (Bild 5).

Sie können das Online-Handbuch jederzeit lokal mit positionsspezifischen Inhalten direkt über Ihre Tastatur F1 öffnen oder über die [Website](#) finden.



Bild 5

3.2 Handbuch als PDF

Das Software-Handbuch finden Sie in den Hauptsprachen auch als PDF-Format im MESYS-Installationsverzeichnis (Bild 6).

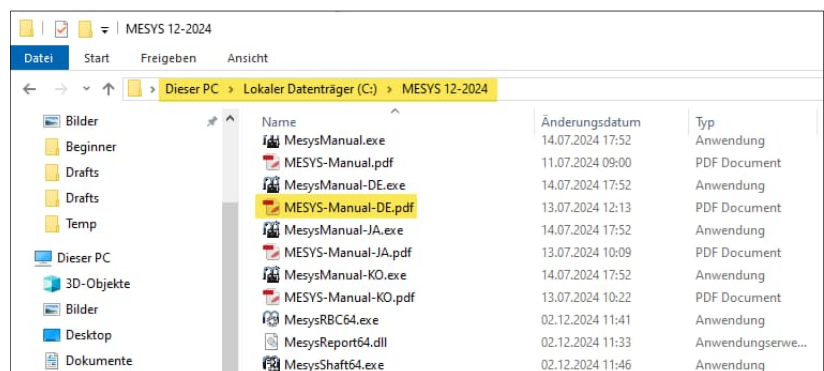


Bild 6

4. Projekt eines Wellensystems

4.1 Inhalt des Tutorials

Ein bestehendes 2-stufiges Reduktionsgetriebe soll in einer neuen Anwendung zum Einsatz gelangen und daher auf seine Eignung überprüft werden. Bei dieser gängigen Aufgabenstellung soll mittels MESYS Wellensysteme eine Zweckmässigkeit untersucht und weiter das Potential einer räumlichen Optimierung gefunden werden.

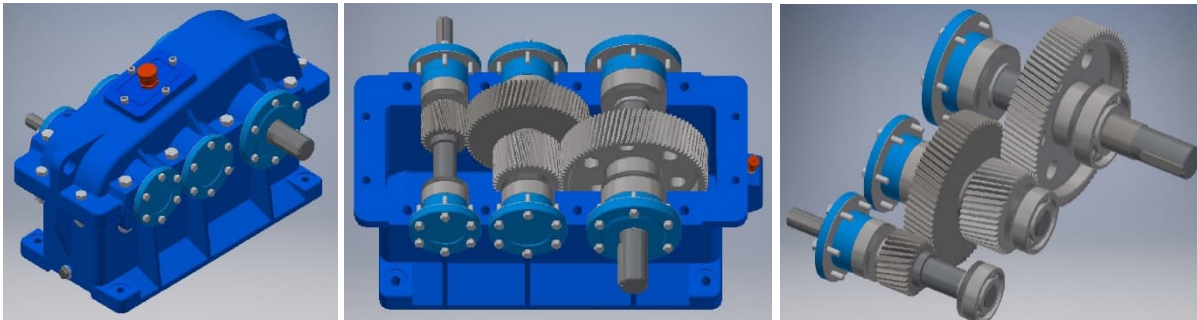
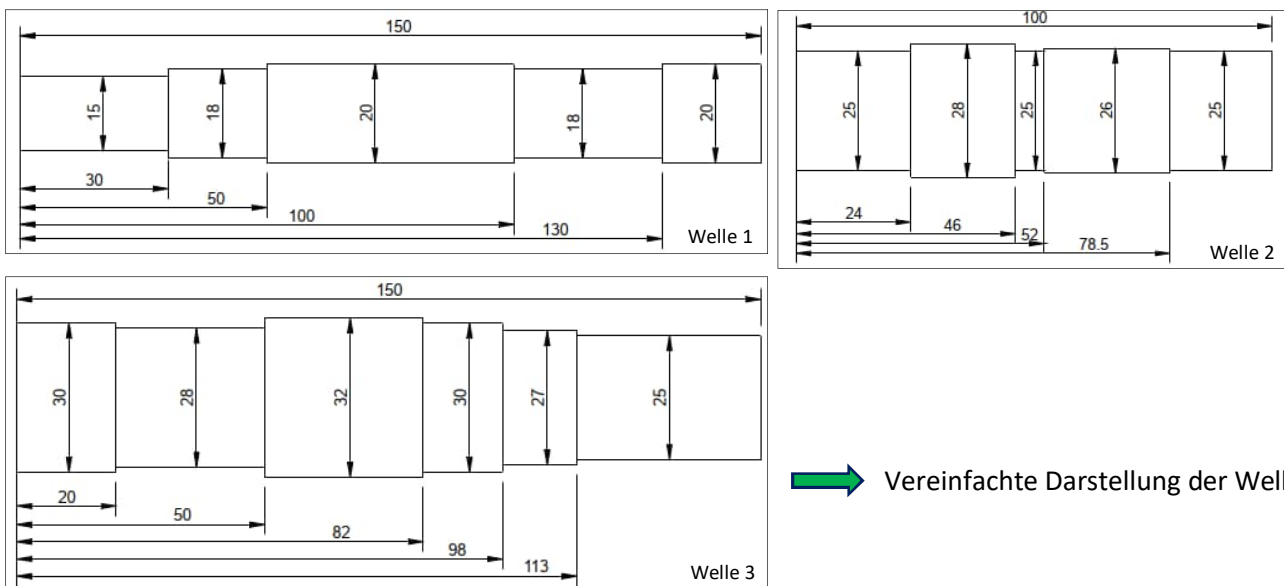


Bild 7

4.2 Ausgangslage

Das aktuelle 2-stufige Getriebe, bestehend aus 3 Wellen sei angeblich wie folgt definiert:



➔ Vereinfachte Darstellung der Wellen.

Tabelle 1

Welle	Element	Name	Position X	Parameter
Welle 1	Kupplung	Input	10	$M_x = 20\text{Nm}$
	Verzahnung	V1	85	$m_n=1, \alpha=20, b=20, z=25$
	Wälzlager	B1	60	Rillenkugellager 6204
	Wälzlager	B2	140	Rillenkugellager 6204
Welle 2	Verzahnung	V2	35	$m_n=1, \alpha=20, b=20, z=60$
	Verzahnung	V3	65	$m_n=1.5, \alpha=20, b=25, z=20$
	Wälzlager	B3	10	Rillenkugellager 6205
	Wälzlager	B4	90	Rillenkugellager 6205
Welle 3	Verzahnung	V4	65	$m_n=1.5, \alpha=20, b=25, z=50$
	Wälzlager	B5	10	Rillenkugellager 6206
	Wälzlager	B6	90	Rillenkugellager 6206
	Kupplung für Reaktionsmoment	Output	140	

4.3 Abbildung

4.3.1 Erstellen des Files

Das bestehende Getriebe soll in einem ersten Schritt in der aktuellen Konfiguration und mit den aktuellen Belastungen neuen Belastungen untersucht werden.

➔ Starten Sie die MESYS Wellenberechnung oder öffnen Sie eine neue Datei über Symbol "Neu" oder das Menü "Datei" und wählen Sie 'Neu' (Bild 8).



Bild 8

Das Projekt für die Wellenberechnung kann unter 'System' mit einem Namen und einer Beschreibung versehen werden (Bild 9).

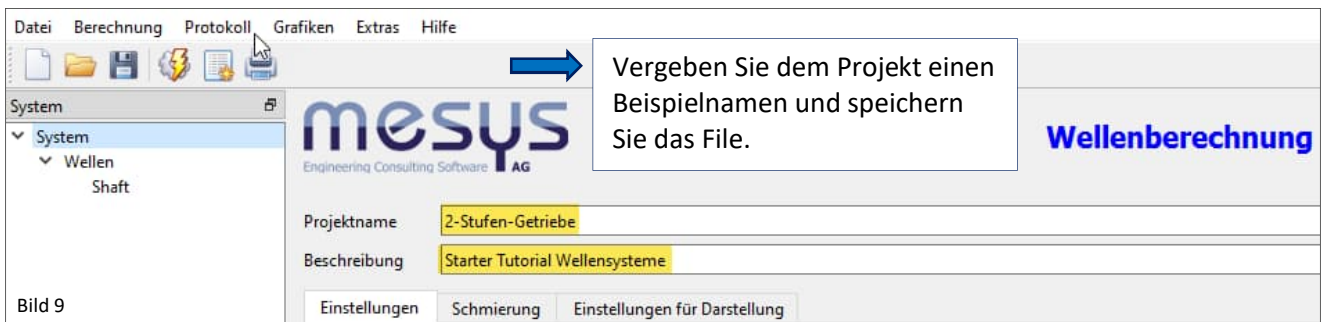


Bild 9

4.3.2 Gruppen

Um parallele Wellen zu berechnen, bedarf es gesonderter Gruppen.

➔ Bitte vergeben Sie über das Kontext-Menü 3 Gruppen (Bild 10).

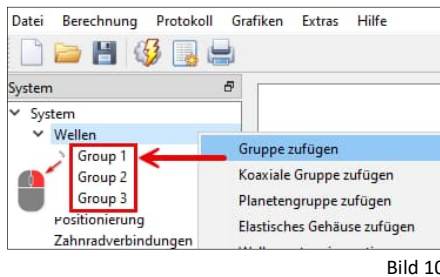


Bild 10

➔ Bitte stellen Sie je eine Welle zu und vergeben die entsprechenden Namen (Bild 12).

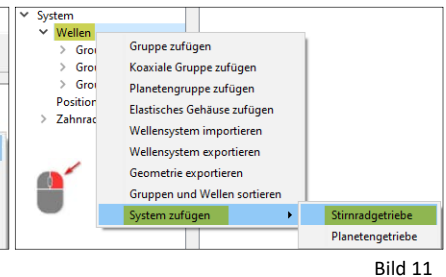


Bild 11

➔ Bitte beachten Sie, dass Sie alternativ über das Kontextmenü auf 'Wellen' (Bild 11) ein fertiges System "Stirradgetriebe" zuweisen können.

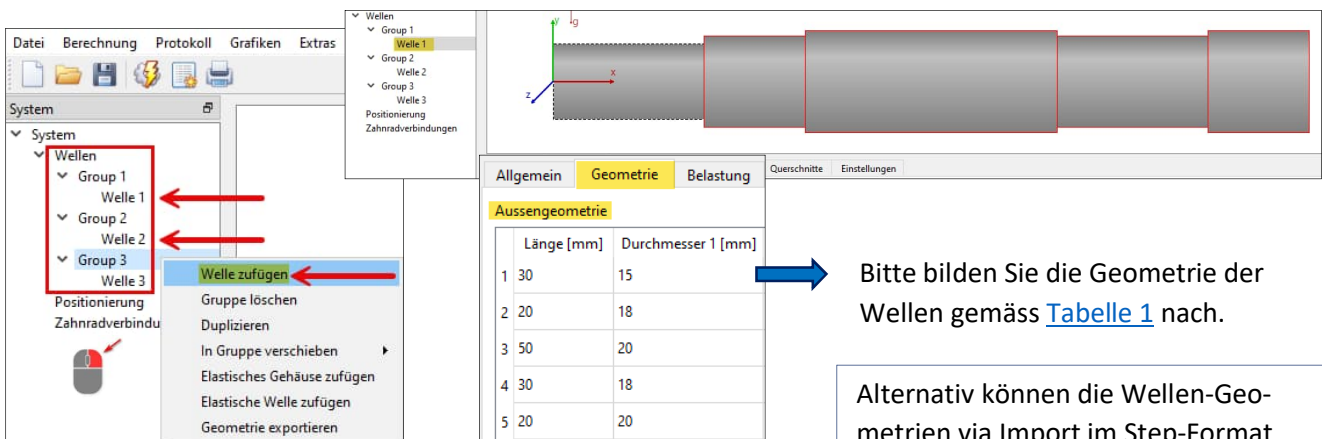
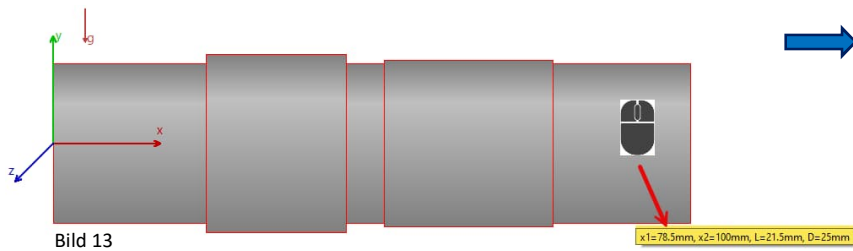


Bild 12

➔ Bitte bilden Sie die Geometrie der Wellen gemäss [Tabelle 1](#) nach.

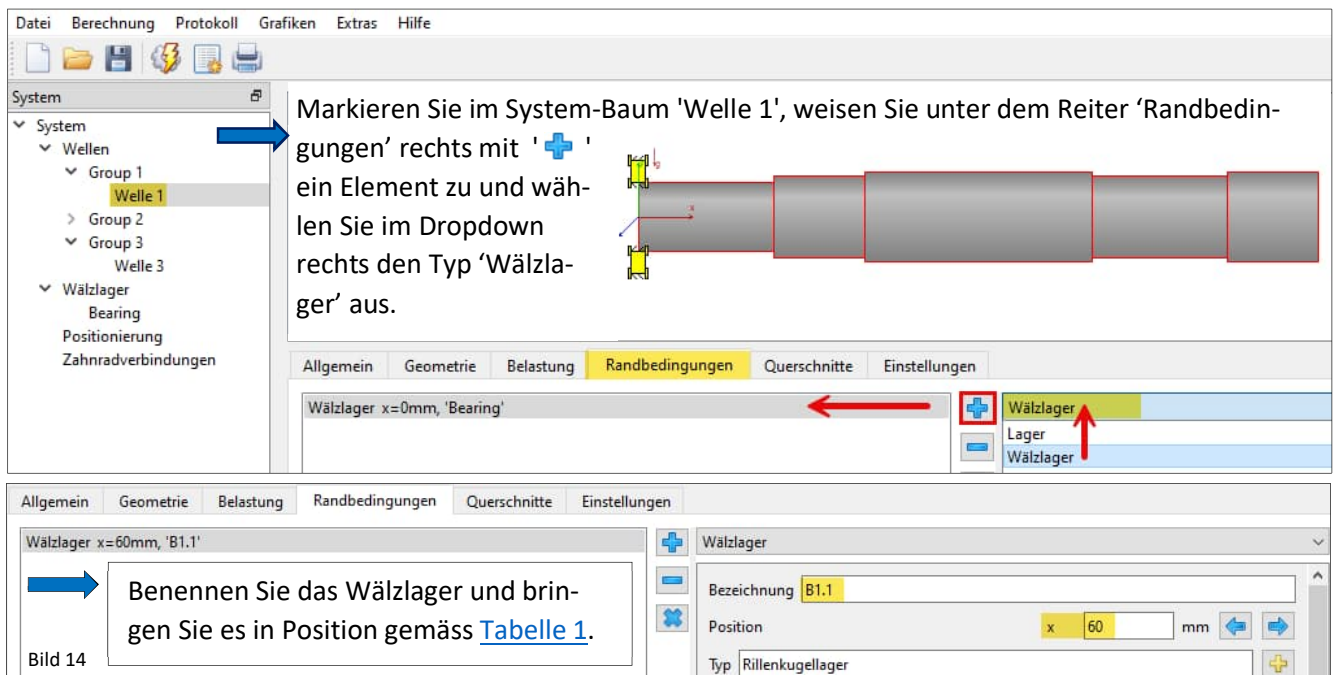
➔ Alternativ können die Wellen-Geometrien via Import im Step-Format erstellt werden. Gerne verweisen wir hierzu auf weiterführende Tutorials.



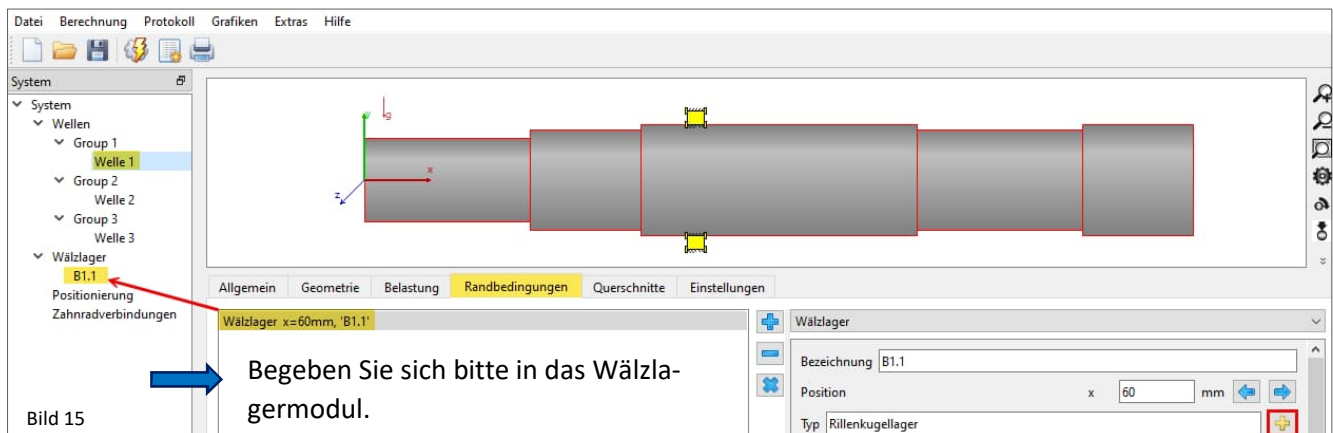
Überprüfen Sie und vergleichen Sie Ihre Wellengeometrie mit [4.2 Ausgangslage](#), indem Sie die Maus über dem interessierten Wellensegment für einen Moment ruhen lassen Bild 13).

4.3.3 Wälzlager

4.3.3.1 Lagerwahl



Von hier aus kann das Wälzlagermodul für eine spezifische Lagerauswahl über die '+ + ' - Schaltfläche unten rechts, mittels Fenster, oder im System-Baum direkt über die nun hier stehende, stellvertretende Bezeichnung 'B1.1' erreicht werden (Bild 15).



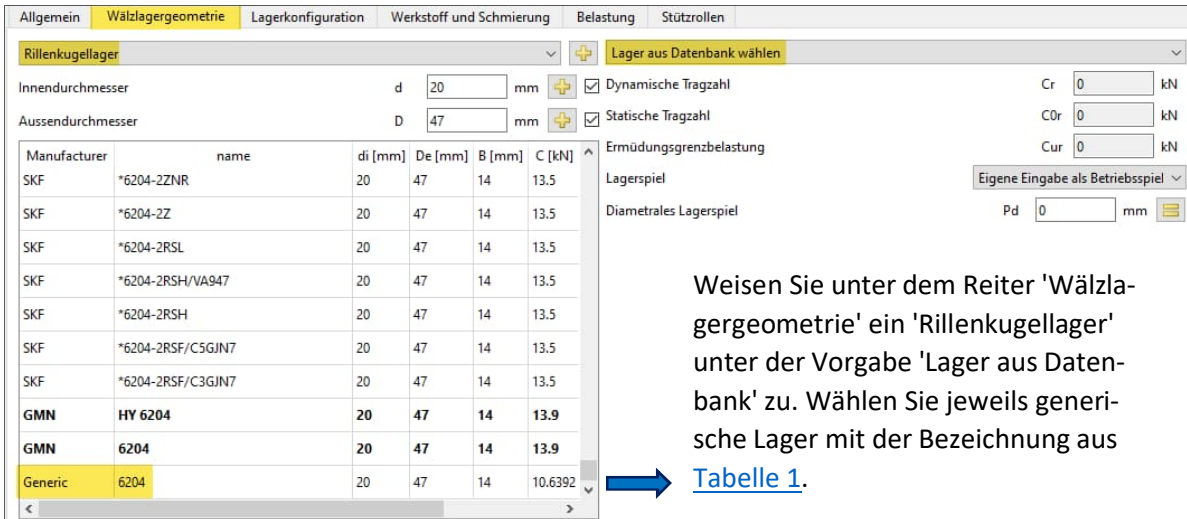
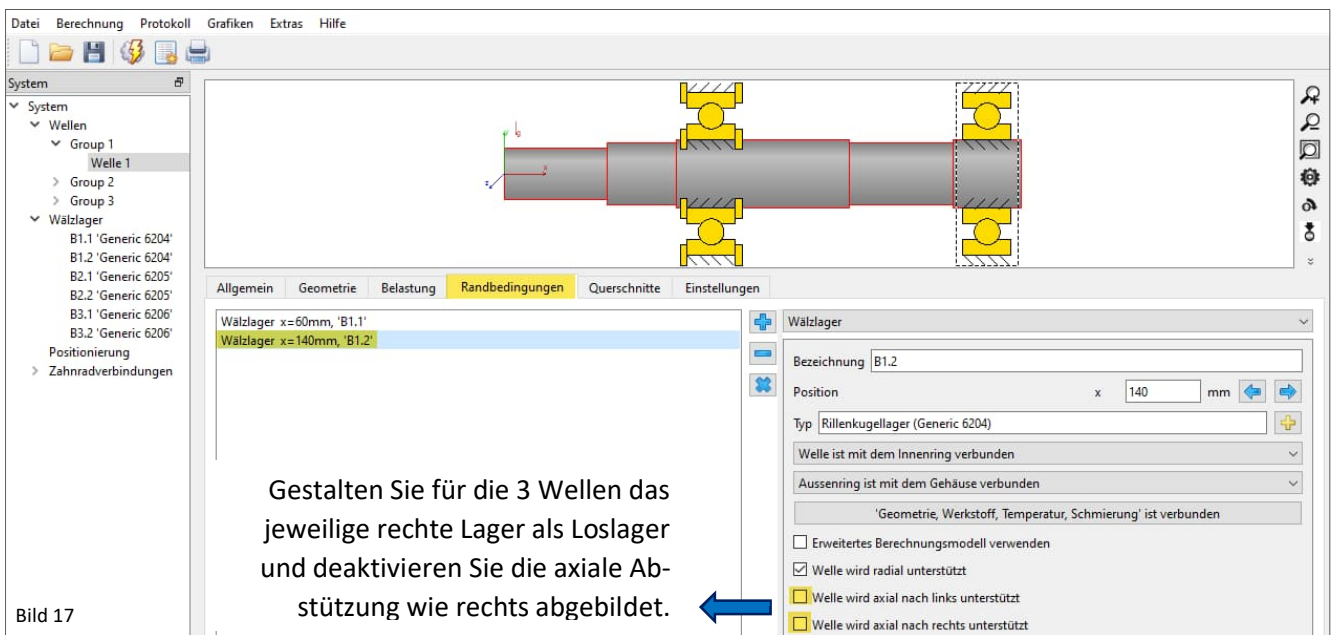


Bild 16

Weisen Sie unter dem Reiter 'Wälzlagergeometrie' ein 'Rillenkugellager' unter der Vorgabe 'Lager aus Datenbank' zu. Wählen Sie jeweils generische Lager mit der Bezeichnung aus [Tabelle 1](#).



Gestalten Sie für die 3 Wellen das jeweilige rechte Lager als Loslager und deaktivieren Sie die axiale Abstützung wie rechts abgebildet.

Bild 17

➡ Lassen Sie im Rahmen dieses Tutorials die Lagereinstellung wie 'Lagerspiel' oder im Zusammenhang stehende Passungen unberührt. Gerne verweisen wir auf das Starter Tutorial Basics für Wälzlagerberechnung.

➡ Weisen Sie die restlichen Wälzlager für alle Wellen zu (Bild 18) und vergeben Sie die entsprechenden Namen.

4.3.3.2 Schmierstoff

➡ Bitte weisen Sie den Schmierstoff zu (Bild 19):

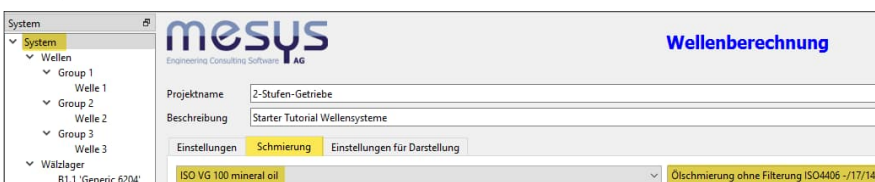


Bild 19

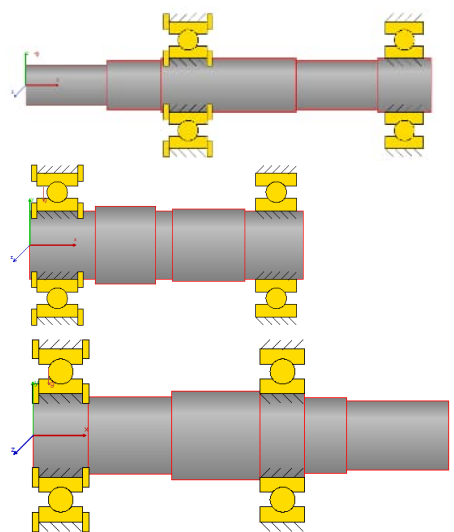


Bild 18

4.3.4 Verzahnungen

4.3.4.1 Stirnräder

➡ Markieren Sie im 'System'-Baum 'Welle 1', weisen Sie unter dem Reiter 'Belastung' mit '+' ein Element zu und wählen Sie im Dropdown rechts den Typ 'Stirnrad' aus (Bild 20).

Bild 20

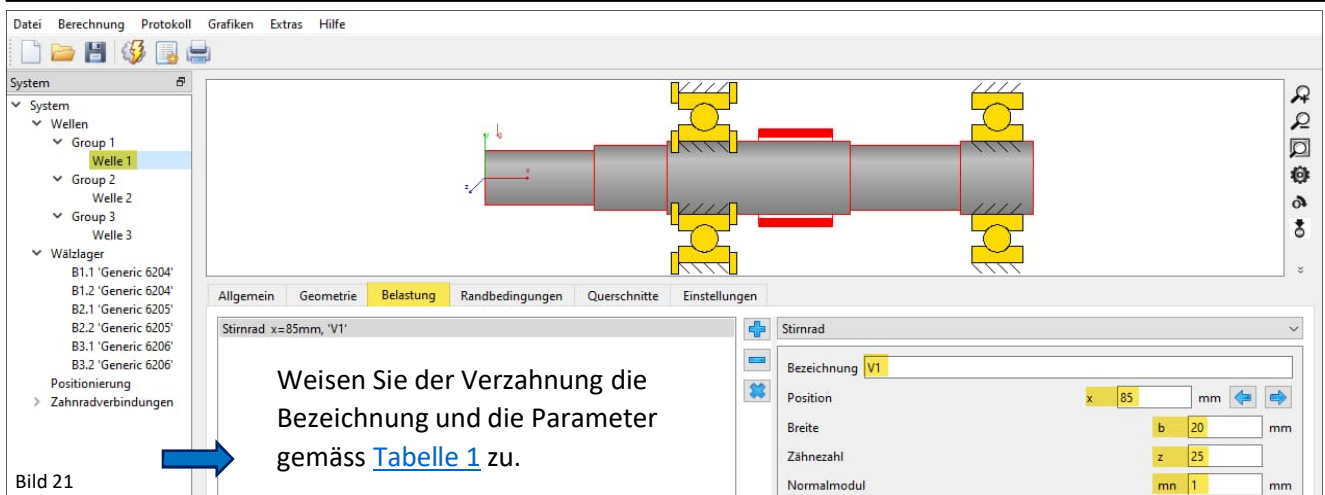
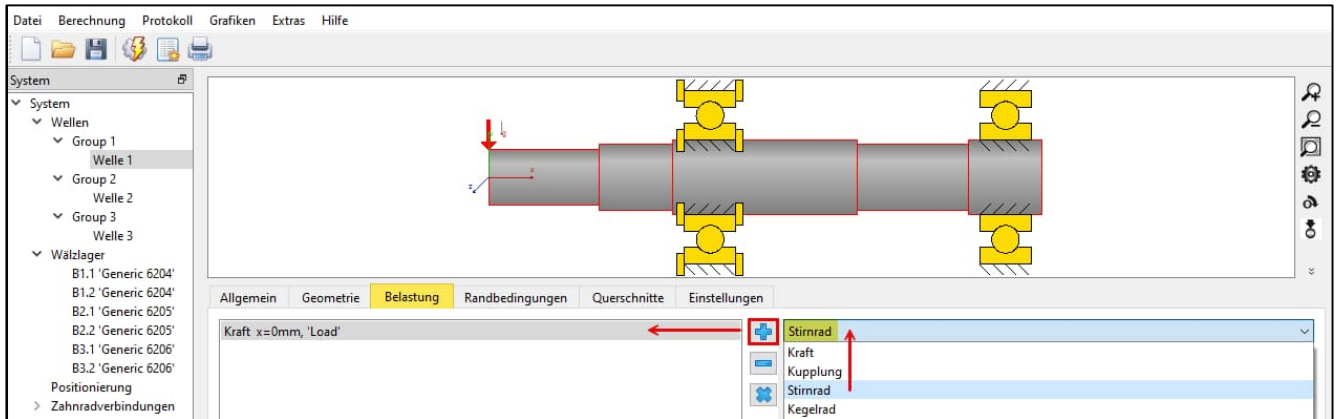


Bild 21

➡ Ergänzen Sie alle Verzahnungs-Parameter für die restlichen Wellen.

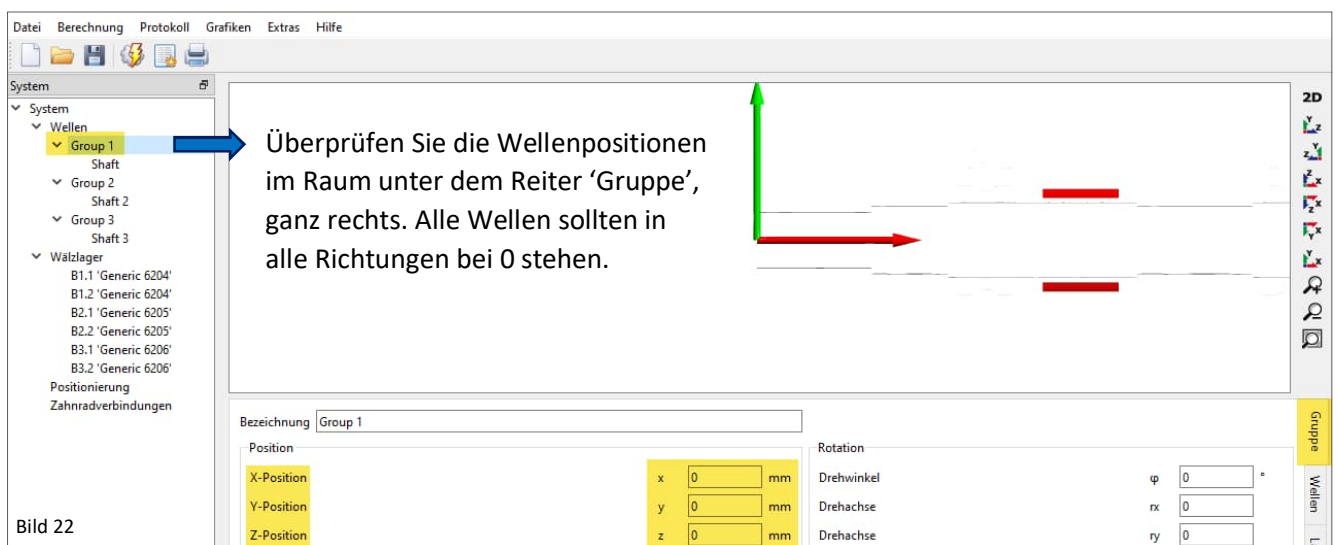


Bild 22

➡ Die Verzahnungen sind nicht aufeinander ausgerichtet (Bild 23).

➡ Begeben Sie sich in die 'Zahnradverbindungen', über den Systembaum links (Bild 24).

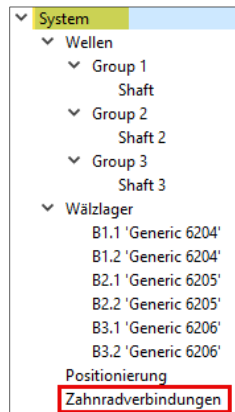


Bild 24

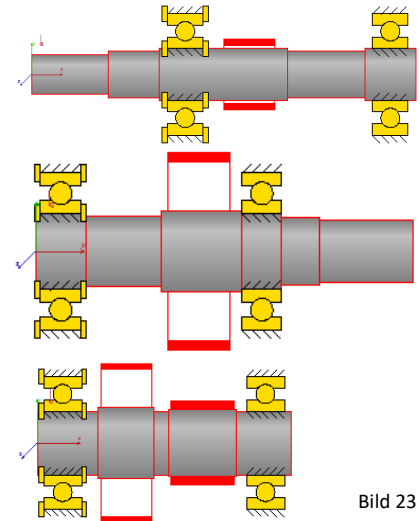


Bild 23

4.3.4.2 Zahnradverbindungen

Die Verzahnungen müssen in einem nächsten Schritt zugeordnet und in Eingriff gebracht werden. Unter dem System-Baum kann das Fenster 'Zahnradverbindungen' eingesehen werden (Bild 25).

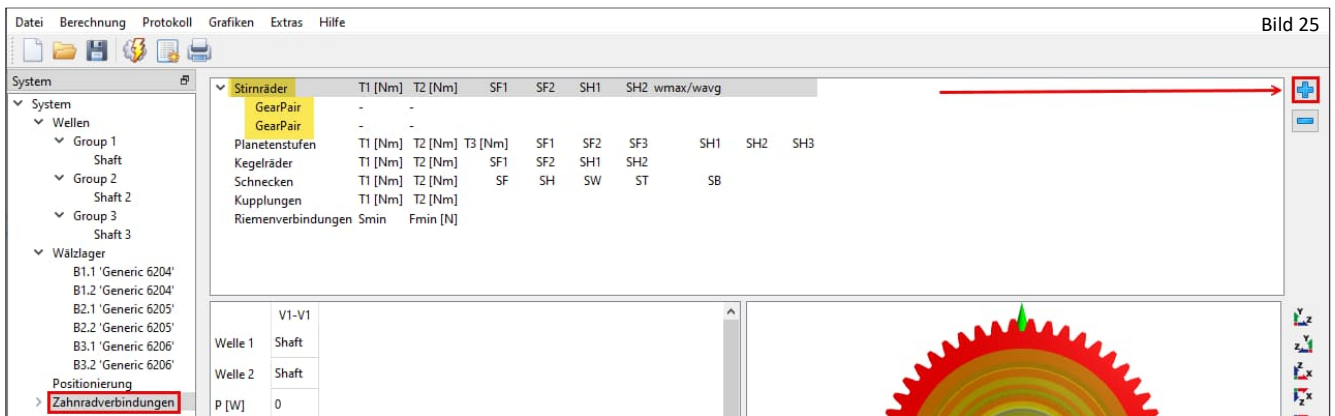


Bild 25

➡ Aktivieren Sie über den Schaltknopf '+' 2 Verzahnungspaare ('GearPair'), wie in Bild 25 dargestellt.

Die Wellen und Zahnräder, die in Kontakt stehen, können hier definiert werden und die Grunddaten für das Zahnradpaar werden angezeigt. Die Daten für die Zahnräder können in diesem Fenster zusätzlich zu den Eingaben an der einzelnen Welle modifiziert werden. Über die Verbindung hier jedoch, können die Daten für beide Zahnräder gleichzeitig geändert werden (Bild 26).

➡ Verbinden Sie die beiden Verzahnungs-Paare wie in Bild 26 dargestellt und wählen Sie dafür geeignete Farben.

GearPair 1

	Farbe	Farbe	
Welle	Welle 1	Welle 2	
Zahnrad	V1	V2	
Position	85	35	mm
Zähnezahl	25	60	
Breite	20	20	mm
Profilverschiebungsfaktor	0	0	
Normalmodul	mn	1	mm
Normaleingriffswinkel	α_n	20	°
Schrägungswinkel	β	0	°
Schrägungsrichtung	Geradverzahr	Geradverzahn	
Achsabstand	a	0	mm

GearPair 2

	Farbe	Farbe	
Welle	Welle 2	Welle 3	
Zahnrad	V3	V4	
Position	65	65	mm
Zähnezahl	20	50	
Breite	25	25	mm
Profilverschiebungsfaktor	0	0	
Normalmodul	mn	1.5	mm
Normaleingriffswinkel	α_n	20	°
Schrägungswinkel	β	0	°
Schrägungsrichtung	Geradverzahr	Geradverzahn	
Achsabstand	a	0	mm

Bild 26

➔ Lassen Sie die restlichen verzahnungsspezifischen Parameter und Berechnungsmodi für den betrachteten Umfang dieses Tutorials unverändert.

➔ Eine Reihe von Eingabe- und Ausgabefelder beziehen sich auf Parameter für die Auslegung von Verzahnung. Gerne verweisen wir für Verzahnungsberechnungen allgemein auf spezifisches Schulungsmaterial.

Die [Koordinaten aller Gruppen](#) stehen in diesem Zeitpunkt noch alle auf Null. Im rechten Fenster zum Dialog der Zahnradverbindungen zeigen sich die Gruppen denn auch alle im Koordinaten-Ursprung (Bild 27).

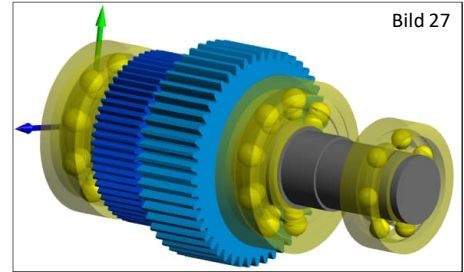
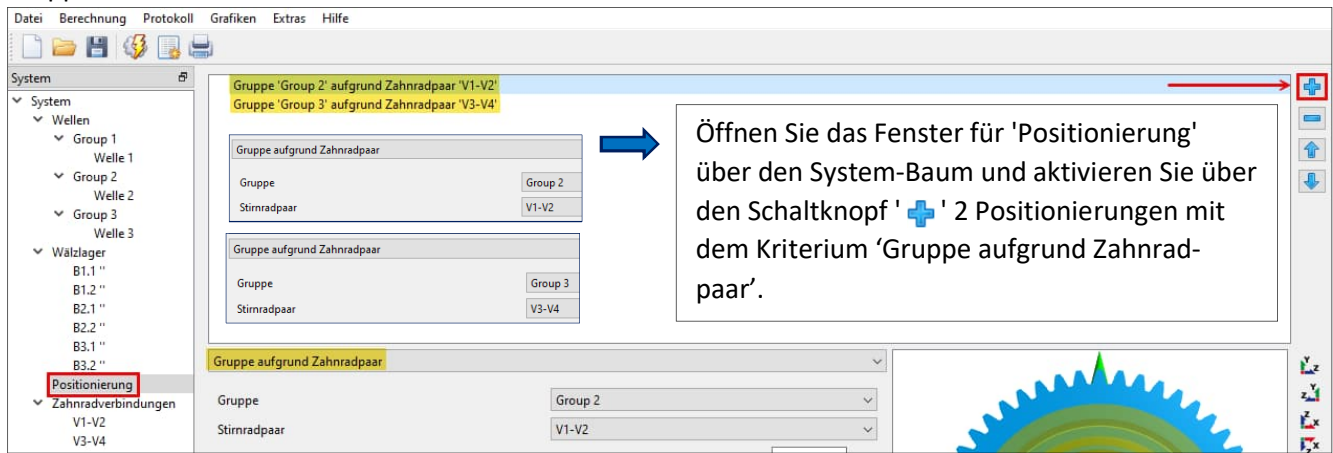


Bild 27

4.3.4.3 Positionierung der Verzahnungen

Die Gruppen sollten nun in Funktion der Zahnradverbindungen noch relativ zur Gruppe 1 ausgerichtet werden. Unter dem System-Baum kann das Fenster 'Positionierung' aktiviert werden (Bild 28). Die Positionierungen können mit verschiedenen Kriterien vorgenommen werden, wie etwa aufgrund von Zahnradern oder Gruppen zueinander.

Bild 28



Öffnen Sie das Fenster für 'Positionierung' über den System-Baum und aktivieren Sie über den Schaltknopf '+' 2 Positionierungen mit dem Kriterium 'Gruppe aufgrund Zahnradpaar'.

➔ Dadurch wurden nun die Gruppen aufeinander ausgerichtet, was auch im rechten Fenster des Dialoges 'Zahnradverbindungen', 'Positionierung' und auch unter Fenster für 'Wellen' über den System-Baum aufgerufen werden kann (Bild 29).

➔ Die [Koordinaten der Gruppen](#), bzw. Wellen können auch numerisch über System-Baum Group 1-3 und dann Reiter 'Gruppe' ganz rechts, eingesehen werden.

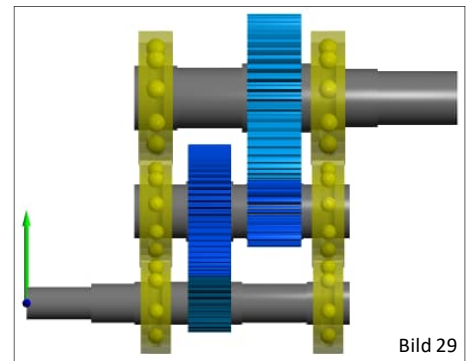


Bild 29

4.3.5 Korrektur

Auf Bild 29 ist auch zu erkennen, dass die Wellen zu nahe aufeinander positioniert sind und die Wälzlager kollidieren. Gehen wir im Rahmen des Tutorials davon aus, dass die Dokumentation der Verzahnung des untersuchten Getriebes fehlerhaft war. Wir korrigieren also das Modul in den beiden Verzahnungen auf geeignete Weise (Bild 30).

➔ Korrigieren Sie das Modul für V1 & V2 auf 1.25 und für V3 & V4 auf 1.75

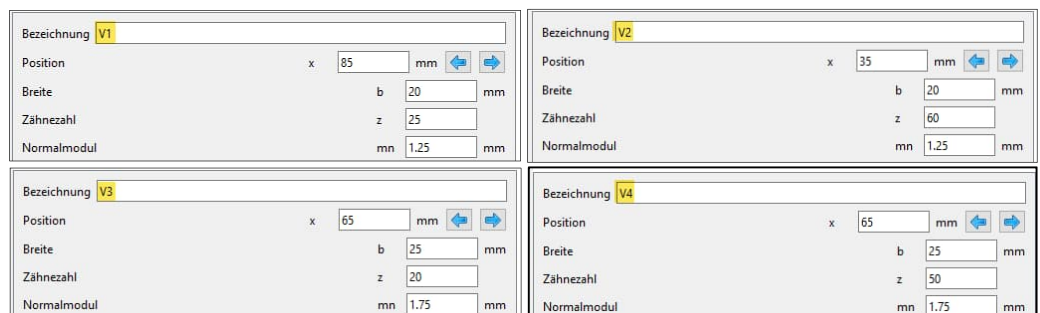


Bild 30

➔ Die Korrektur für Verzahnung und daraus folgend Positionierung wurde erfolgreich durchgeführt (Bild 31).

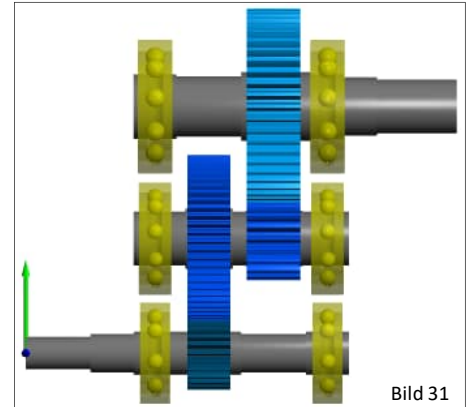


Bild 31

4.3.6 Belastung

4.3.6.1 Drehmoment

Das ausgelegte Eingangsmoment für das aktuelle Getriebe gemäss [Tabelle 1](#) ist 20 Nm.

➔ Markieren Sie im System-Baum 'Welle 1', weisen Sie unter dem Reiter 'Belastung' mit '+' ein Element zu und wählen Sie im Dropdown rechts den Typ 'Kupplung' aus (Bild 32). Vergeben Sie den entsprechenden Namen.

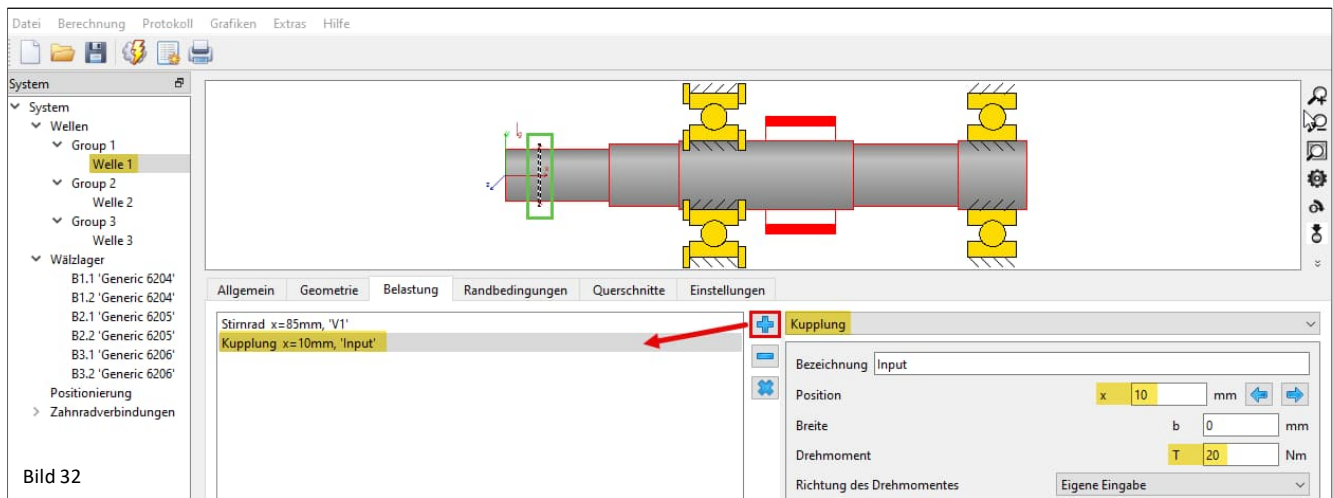
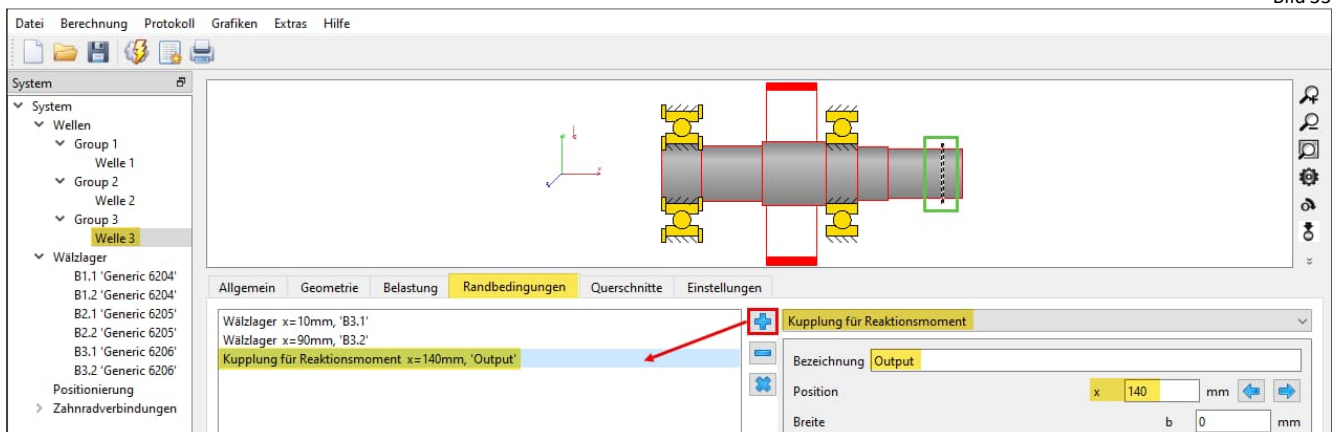


Bild 32

➔ Die Richtung des Drehmomentes kann entweder durch sein Vorzeichen oder durch die Auswahl "Welle wird angetrieben" / "Welle treibt an" definiert werden. Belassen Sie dies auf "Eigene Eingabe".

➔ Markieren Sie im System-Baum 'Welle 3', weisen Sie unter dem Reiter 'Randbedingungen' mit '+' ein Element zu und wählen Sie im Dropdown rechts den Typ 'Kupplung für Reaktionsmoment' aus (Bild 33). Vergeben Sie den entsprechenden Namen.

Bild 33



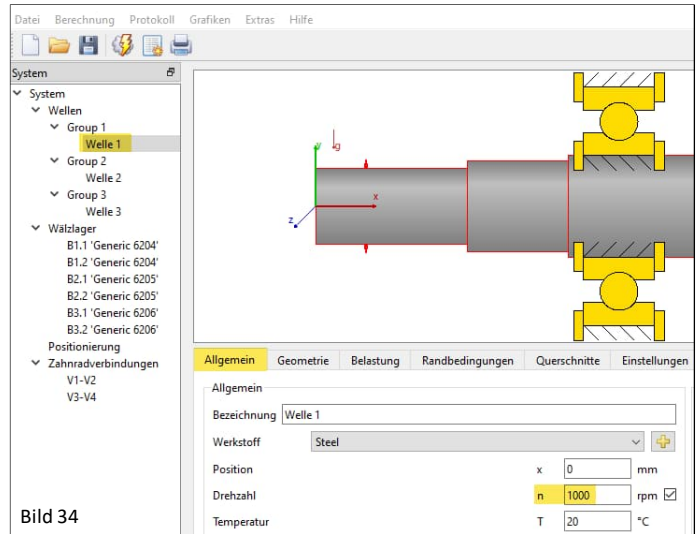
➔ Bitte beachten Sie, dass die Breite der Darstellung einer Kupplung, sowie etwa die Aktivierung von Eigenfrequenzberechnung für das Reaktionsmoment für diese Berechnung keine Relevanz aufweisen.

4.3.6.2 Drehzahl

Bevor die Berechnung aktiviert werden kann, soll dem Getriebe die übliche Eingangsrehzahl vergeben werden.

➔ Markieren Sie im System-Baum 'Welle 1', weisen Sie unter dem Reiter 'Allgemein' eine Drehzahl von 1000 rpm zu (Bild 34).

➔ Hiermit ist die Eingabe der Parameter für die rechnerische Darstellung des Getriebes abgeschlossen.



4.3.7 Optimierung

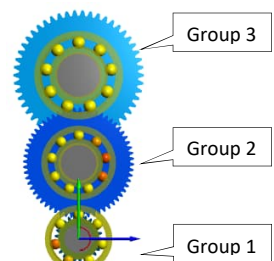
Es sei angenommen, dass im Rahmen der vorstehenden Aufgabe, die Gesamt-Höhe des Getriebes aufgrund einer räumlichen Einschränkung in der Anwendung einzuschränken sei. Ein möglicher Ansatz könnte eine Verlegung von Gruppe 2 & 3 darstellen.

Aktuelle Situation:

Group 1	Group 2	Group 3
x: 0 mm	x: 50 mm	x: 50 mm
y: 0 mm	y: 53.125 mm	y: 114.375 mm
z: 0 mm	z: 0 mm	z: 0 mm

Blickrichtung X

Bild 35



➔ Editieren Sie die 2 aktuellen Positionierungsregeln (Bilder 39 / 40).



Bild 36

➔ Generieren Sie eine dritte, zusätzliche Positionierungsregel (Bild 41).

Welle 'Welle 3' aufgrund Zahnradpaar 'V3-V4'



Bild 39

➔ Welle 3 bedarf nach 2. Regel noch einer axialen Ausrichtung.

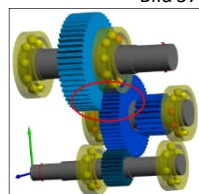


Bild 37

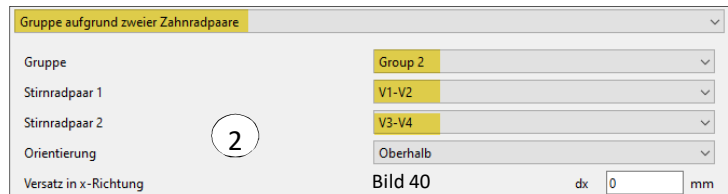


Bild 40

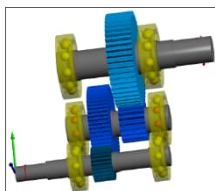


Bild 38

Die Wellen und Verzahnungen sind nun korrekt aufeinander ausgerichtet.

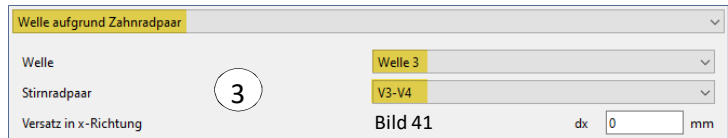


Bild 41

Neue Situation:

Group 1	Group 2	Group 3
x: 0 mm	x: 50 mm	x: 0 mm
y: 0 mm	y: 45.3535 mm	y: 100 mm
z: 0 mm	z: -27.6645 mm	z: 0 mm

Blickrichtung X

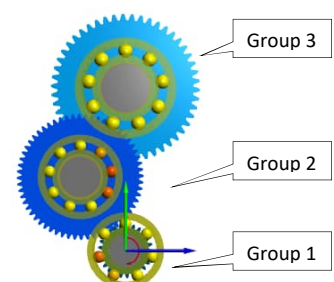


Bild 42

➔ Die Optimierung zur vertikalen Raumersparnis war erfolgreich (Bild 42).

5. Berechnung

5.1 Einstellungen

Für Zahnradberechnungen sollte, wenn möglich die "erforderliche Lebensdauer H" im Fenster 'Einstellungen' des System-Baumes / System definiert werden (Bild 43). Dieser Wert fließt nebst Bewertung der Verzahnung auch in die Berechnung der Wellenfestigkeit nach DIN 743. Sehen Sie für weitere Informationen das Handbuch unter [Notwendige Lebensdauer](#), resp. [Festigkeitsberechnung](#), ein.

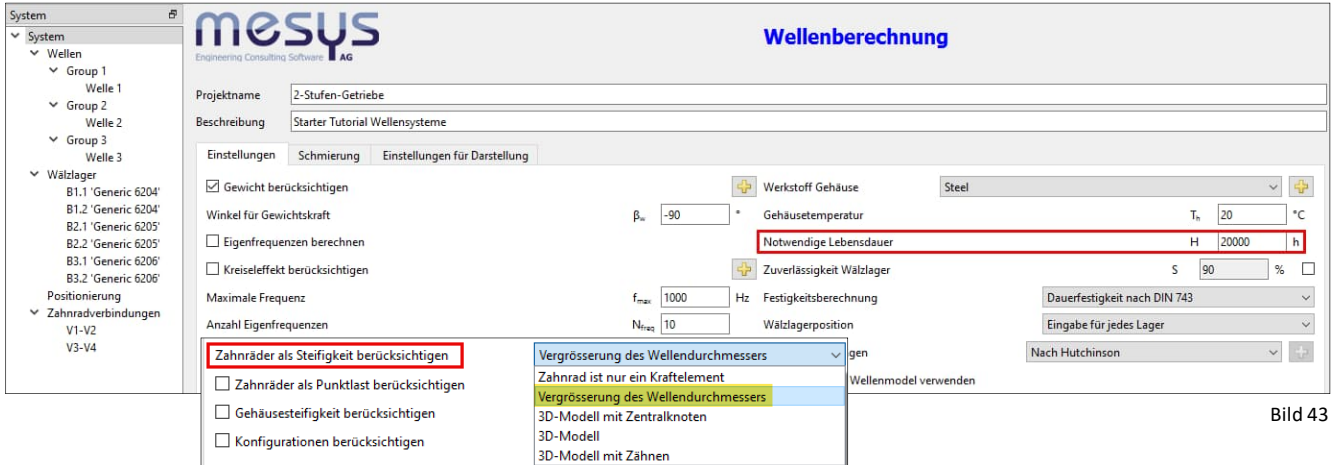


Bild 43

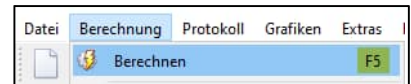
Ausserdem sollte eine Wahl für die möglichen Einstellungen zu "Zahnräder als Steifigkeit berücksichtigen" getätigt werden (Bild 43). Bei "Vergrößerung des Wellendurchmessers" beispielsweise, wird der Wellendurchmesser automatisch auf den Fusskreisdurchmesser plus $0.4 \cdot \text{Modul}$ erhöht. Für den Fusskreisdurchmesser wird eine Fusshöhe des Bezugsprofils von 1.25 angenommen. Bitte entnehmen Sie die entsprechenden Inhalte der weiteren Einstellungen aus dem Handbuch unter [Zahnräder als Steifigkeit berücksichtigen](#).

5.2 Berechnungsschritt

Der Berechnungsschritt kann über den Menüpunkt 'Berechnung'/Berechnen', direkt über das Icon unter dem Menüband oder einfach durch Betätigen von F5 ausgeführt werden.

➡ Bitte starten Sie die Berechnung.

➡ Achten Sie auf das grüne Häkchen unten rechts, was die Konsistenz des Berechnungsschrittes bestätigt.



6 Resultate

6.1 Resultateübersicht

Die Resultateübersicht am unteren Rand des Fensters zeigt die wichtigsten Ergebnisse an (Bild 44). Dessen Inhalte können über das Menü Extras / Resultateübersicht nach eigenem Bedarf konfiguriert werden.

Resultateübersicht										
Minimale Referenzlebensdauer	minL10h	11032.4	h	Minimale modifizierte Referenzlebensdauer	minLnmrh	2269.89	h	Minimale statische Sicherheit Wälzlager (ISO 17956)	minSOeff	4.20323
Maximale Vergleichsspannung	maxSigV	67.7519	MPa	Minimale Sicherheit Zahnfuss	minGearSF	2.59302		Minimale Sicherheit Zahnflanke	minGearSH	0.977094
Maximale Verschiebung in radialer Richtung	maxUr	0.0232341	mm	Maximale Verschiebung in x	maxUx	0.00340038	mm			

Bild 44

➡ Es zeigt sich durch die Wahl einer höheren synthetischen Viskosität- und Reinheitsklasse für den Schmierstoff, dass sich die modifizierte Referenzlebensdauer (Bild 45) substantiell und auf den [Wert H](#) erhöhen liesse.

ISO VG 460 synthetic oil		Ölschmierung ohne Filterung ISO4406 -/15/12	
Resultatübersicht			
Minimale Referenzlebensdauer	minL10rh	11032.4	h
Minimale modifizierte Referenzlebensdauer	minLnmrh	31996.5	h
Minimale statische Sicherheit Wälzlager (ISO 17956)	minS0eff	4.20323	
Maximale Vergleichsspannung	maxSigV	67.7519	MPa
Minimale Sicherheit Zahnfuss	minGearSF	2.59302	
Minimale Sicherheit Zahnflanke	minGearSH	1.08441	
Maximale Verschiebung in radialer Richtung	maxUr	0.0232341	mm
Maximale Verschiebung in x	maxUx	0.00340038	mm

Bild 45

➔ Die Resultatübersicht fördert Resultate auch in Funktion der aktivierten Lizenz. In der vorliegenden Beispielberechnung, wurde die Verzahnungs-Berechnung aktiviert, wenn auch die Eingaben dazu nicht editiert wurden.

Besteht Bedarf, mit der Lizenz für Stirnradberechnung zu arbeiten, kann die Verzahnungsberechnung gemäss Bild 46 aktiviert und über die einschlägigen Ein- und Ausgaben bewertet werden. Gerne möchten wir auf weiterführende Schriften oder das Handbuch unter [Zahnradverbindungen](#) verweisen.

Bild 46

	Farbe	Farbe
Welle	Welle 1	Welle 2
Zahnrad	V1	V2
Position	85	35
Zahnezahl	25	60
Breite	20	20
Profilverschiebungsfaktor	0	0
Normalmodul	mn	1.25
Normalergriffswinkel	α_n	20
Schrägungswinkel	β	0
Schrägungsrichtung	Geradverzahnt	Geradverzahnt
Achsabstand	a	53.125
Verdrehflankenspiel	j _t	0.1
Zahneingriffsstärke	c _r	20
Wirkungsgrad	η	100
Berechnung	MESYS	

6.2 Übersicht Zahnradverbindungen

6.2.1 Zahnradberechnung

Die Zahnradberechnung kann durch Auswahl des Zahnradpaares im Systembaum / Zahnradverbindungen geöffnet werden (Bild 47). Die Zahnradparameter kann man hier editieren und beim Schliessen der Zahnradberechnung werden die Eingaben dann zurückgelesen.

System	Allgemein	Geometrie	Bezugsprofil	Details für Festigkeit
<ul style="list-style-type: none"> System <ul style="list-style-type: none"> Wellen <ul style="list-style-type: none"> Group 1 <ul style="list-style-type: none"> Welle 1 Group 2 <ul style="list-style-type: none"> Welle 2 Group 3 <ul style="list-style-type: none"> Welle 3 Wälzlager <ul style="list-style-type: none"> B1.1 'Generic 6204' B1.2 'Generic 6204' B2.1 'Generic 6205' B2.2 'Generic 6205' B3.1 'Generic 6206' B3.2 'Generic 6206' Positionierung Zahnradverbindungen <ul style="list-style-type: none"> V1-V2 V3-V4 	Dynamikfaktor K_v 1.05167 Lastverteilungsfaktor K_y 1 Breitenlastfaktor $K_{\alpha p}$ 1.25 <input type="checkbox"/> Profilkorrekturen kompensieren Deformationen <input type="checkbox"/> Begrenzte Grübchenbildung zulässig Erforderlicher Sicherheitsfaktor Zahnfuss S_{zmin} 1.4 Erforderlicher Sicherheitsfaktor Zahnflanke S_{zmin} 1	<input type="checkbox"/> Kopfrücknahme <input type="checkbox"/> Fussrücknahme <input checked="" type="checkbox"/> Oberflächenrauheit Zahnflanke <input type="checkbox"/> Oberflächenrauheit Zahnfuss Stegbreite Anzahl Eingriffe <input type="checkbox"/> Wechselbiegung Einflussfaktor der Mittelspannungsempfindlichkeit Lebensdauerfaktor für 10^{10} Lastwechsel Lebensdauerfaktor für 10^{10} Lastwechsel Flankenmodifikation (FZCa) Tragbild Winkelmodifikation	C_s 0 0 μm C_r 0 0 μm $R_{\alpha H}$ 6 6 μm $R_{\alpha F}$ 18 18 μm b_s 0 0 mm N_{M1} 1 1 <input type="checkbox"/> Y_{M1} 1 1 Y_{NTmin} 0.85 0.85 Z_{NTmin} 0.85 0.85 Keine Ohne Nachweis Keine	

Bild 47

6.2.2 Resultate Zahnradverbindungen

Im Fenster für 'Zahnradverbindungen' (Bild 48) werden für jede Verzahnung Drehmomente, Sicherheitsfaktoren für Biegefestigkeit und Grübchentragfähigkeit (SF / SH), max. - und weiter die Breitenlastverteilung (wmax / wavg) nach ISO 6336 angezeigt.

Im unteren Fenster werden Leistungsdaten, geometrischen Daten und Profilverschiebungsfaktoren (x1 / x2) ausgegeben.

System	Stirnräder	T1 [Nm]	T2 [Nm]	SF1	SF2	SH1	SH2	wmax/wavg
<ul style="list-style-type: none"> System <ul style="list-style-type: none"> Wellen <ul style="list-style-type: none"> Group 1 <ul style="list-style-type: none"> Welle 1 Group 2 Group 3 Wälzlager <ul style="list-style-type: none"> B1.1 'Generic 6204' B1.2 'Generic 6204' B2.1 'Generic 6205' B2.2 'Generic 6205' B3.1 'Generic 6206' B3.2 'Generic 6206' Positionierung Zahnradverbindungen <ul style="list-style-type: none"> V1-V2 V3-V4 	V1-V2	20.00	48.00	2.65	2.77	1.22	1.31	1.10
	V3-V4	-48.00	-120.00	2.59	2.82	1.08	1.20	1.45
	Planetenstufen	T1 [Nm]	T2 [Nm]	T3 [Nm]	SF1	SF2	SF3	SH1
	Kegelräder	T1 [Nm]	T2 [Nm]	SF1	SF2	SH1	SH2	SB
	Schnecken	T1 [Nm]	T2 [Nm]	SF	SH	SW	ST	
	Kupplungen	T1 [Nm]	T2 [Nm]					
	Riemenverbindungen	Smin	Fmin [N]					
	V1-V2	V3-V4						
	Welle 1	Welle 1	Welle 2					
	Welle 2	Welle 2	Welle 3					
	P [W]	2094.4	2094.4					
	n1 [rpm]	1000	-416.667					
	n2 [rpm]	-416.667	166.667					
	u	2.400	2.500					
	a [mm]	53.125	61.25					
mn [mm]	1.25	1.75						
alpha [°]	20.0000	20.0000						
beta [°]	0.0000	0.0000						
z1	25	20						
z2	60	50						
x1	0.000	0.000						
x2	0.000	0.000						

Bild 48

6.3 Lastkollektive

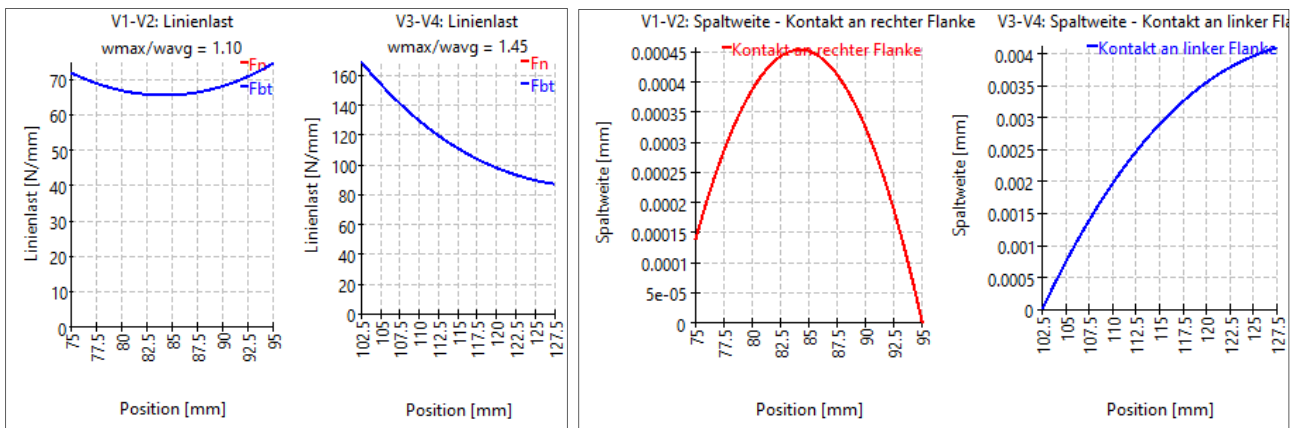
Über das Systemfenster unter dem Reiter 'Einstellungen' kann ein Lastkollektiv eingegeben werden. Dadurch kann über den System-Baum das entsprechende Eingabefenster erreicht werden. Nähere Angaben dazu finden Sie in unserem [Shaft Starter Tutorial](#) oder im Handbuch unter [Berechnung mit Lastkollektiv](#).



6.4 Grafische Darstellung von Resultaten

6.4.1 Spezifisch

Nebst zahlreichen weiteren zur Bewertung der Verzahnung dienliche Grafiken unter dem Menü Grafiken, unterhalb die Linienlast und Spaltweite über Position für die vorliegende Berechnung (Bild 49).



F_n: Normalkraft
 F_{bt}: Kraft im Stirnschnitt (hier F_{bt} = F_n)

Bild 49

- ➔ Die Spaltweite gibt den Abstand zwischen den Flanken an, wenn die Lastübertragung nur an einem Punkt stattfinden würde. Im vorliegenden Fall würde eine Flankenlinienkorrektur auf Basis einer Spaltweite von max. 0.45 µm wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen sein.
- ➔ Die Diagramme (Bild 49) wurden mit der Einstellung "[Vergrößerung des Wellendurchmessers](#)" erstellt. Zahneingriffssteifigkeit, Wellen- und Lagersteifigkeit haben einen Einfluss auf diese Diagramme. Aber auch Fertigungsfehler und Gehäusesteifigkeit haben einen Einfluss auf das reale Getriebe.

6.4.2 Menü Grafiken

Eine zahlreiche Auswahl graphischer Resultate-Darstellungen steht über das Menü 'Grafiken' zur Verfügung (Bild 50).

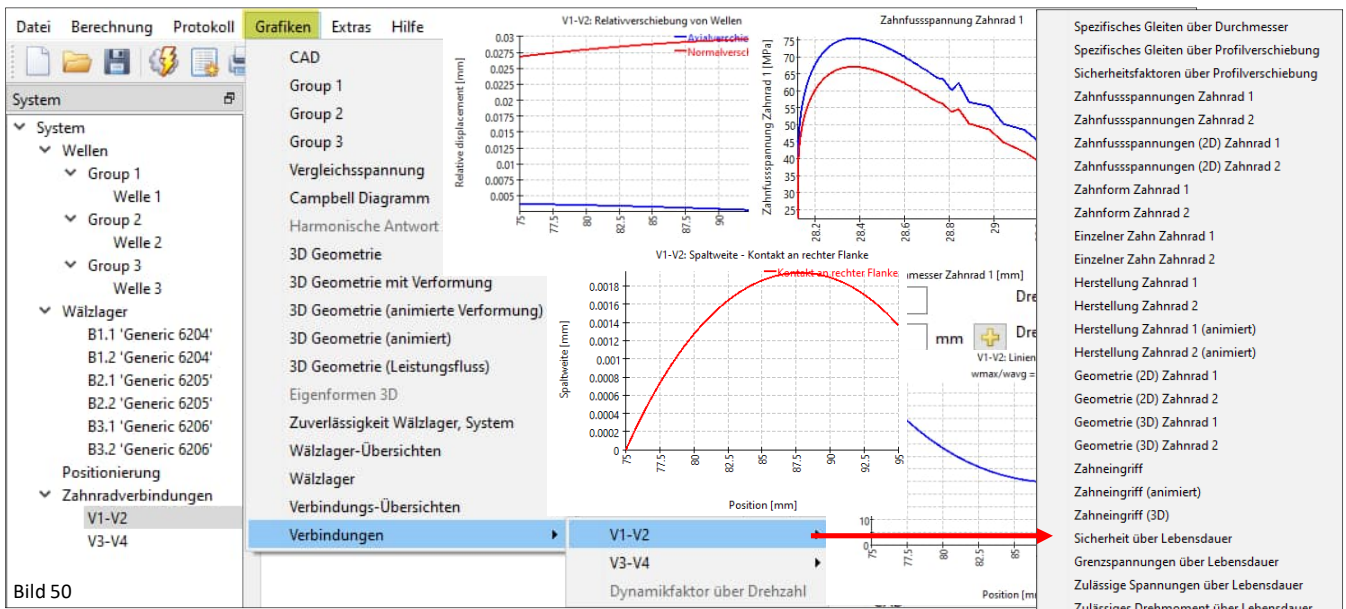


Bild 50

Die Grafiken können mit den aktuellen Ausgaben an die Hauptprogramm-Oberfläche angedockt werden und sind nach jeder Berechnung automatisch aktualisiert (Bild 51). Ziehen Sie die Grafiken in die Resultateübersicht oder unter die Menüleiste.

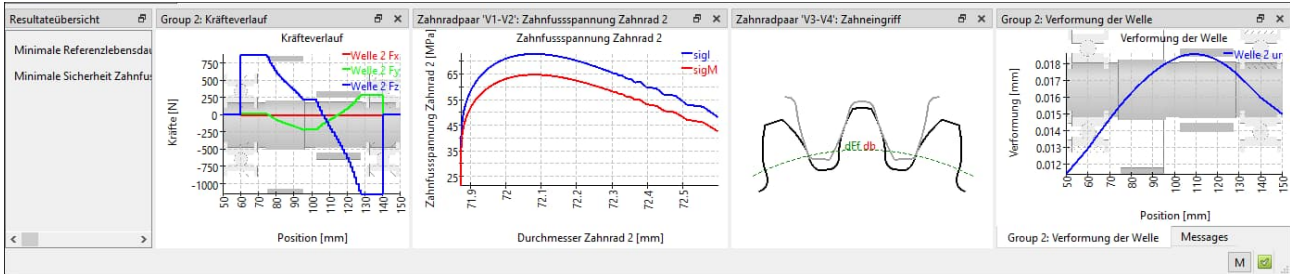
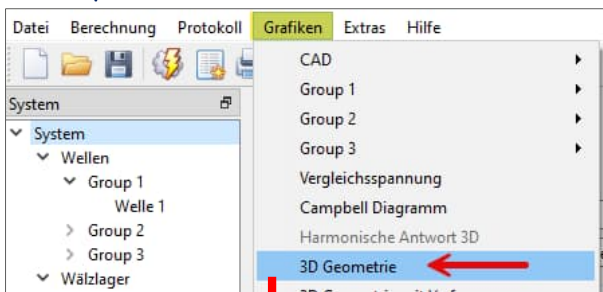


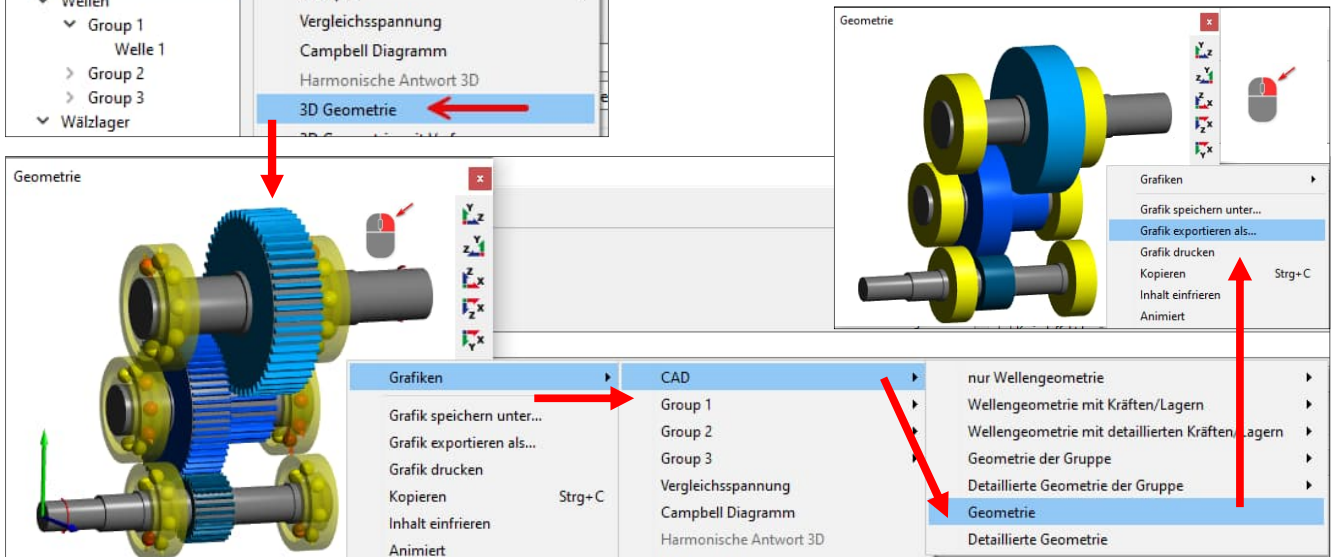
Bild 51

6.4.3 Export



Über das Kontext-Menü und in der Auswahl des Menü-Punktes '3D Geometrie', kann das Wellensystem oder Komponenten davon als STL- oder Step-File zur Weiterverwendung exportiert werden:

Bild 52



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