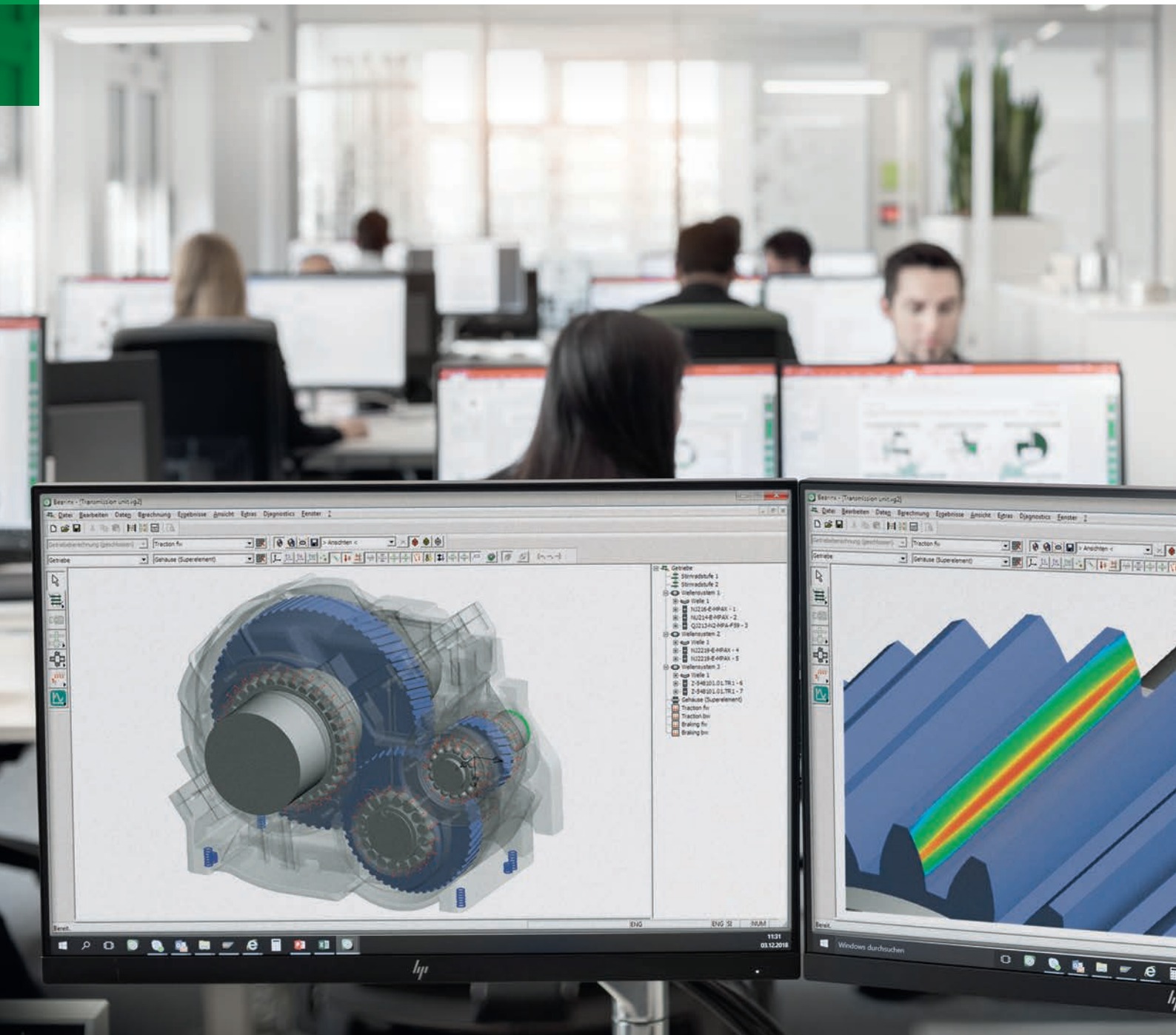


We pioneer motion

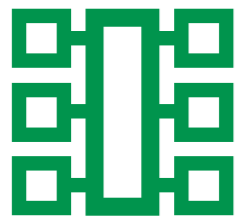
Bearinx

Lagerauslegung auf hohem Niveau

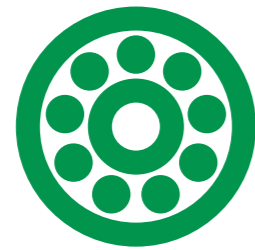


Bearinx Simulation Suite – Die passenden Werkzeuge für Systeme mit Wälzlagern

Schaeffler bietet Ihnen dank modernster Simulationsprogramme die bestmögliche Unterstützung im Produktentwicklungsprozess – von der dynamischen Simulation eines gesamten Antriebsstrangs, bis hin zur detaillierten Kontaktsimulation im Wälzlager. Mit der Bearinx Simulation Suite stellen wir CAE-Werkzeuge bereit, die für den jeweiligen Auslegungsfokus optimal zugeschnitten sind.



Simpla



Bearinx



Caba3D



Telos

Simpla – Systemsimulation mit Wälzlager-Know-how

Simpla, als Teil der Bearinx Simulation Suite ermöglicht die Erstellung, Steuerung und Analyse der Simulation komplexer mechanischer Systeme, beispielsweise Windkraftanlagen, um deren dynamisches Verhalten zu analysieren und zu optimieren. Im Fokus stehen dabei die Wechselwirkungen unserer Produkte mit der Kundenkonstruktion. Durch zahlreiche Schnittstellen verknüpft Simpla das Know-how von inhouseentwickelter Software wie Bearinx und kommerziellen Programmen wie Abaqus, Simpack und Samcef. Damit können verschiedenste Simulationsmethoden miteinander gekoppelt werden.

Bearinx – Lagerauslegung mit Systemverständnis

Mit Bearinx können vollständige Getriebe und Linearführungssysteme mit allen relevanten Elastizitäten, Kontaktsteifigkeiten und Umgebungseinflüssen berechnet werden. Als Ergebnisse stehen Lasten, Verlagerungen und Verformungen aller Bauteile zur Verfügung. Für Lager werden zusätzlich Kennwerte wie Lebensdauer, Sicherheiten, Pressungsverläufe und Reibwerte berechnet. Auch Verzahnungen werden mit hohem Detaillierungsgrad berücksichtigt. Über Schnittstellen können Datensätze und Berechnungsmodelle auf einfache Art und Weise mit anderen Programmen ausgetauscht werden.

Caba3D – Der dynamische Blick ins Lager

Innerhalb der Bearinx Simulation Suite ermöglicht die MKS-Software Caba3D einen Blick in das Innere der Wälzlager. Damit kann eine genaue Analyse der dynamischen Vorgänge im Wälzlager vorgenommen werden. So können die Bewegungsverläufe der Lagerkomponenten, die zwischen ihnen wirkenden Kräfte sowie die entstehende Reibleistung bestimmt werden. Ausgehend davon lassen sich u. a. Aussagen zu Mindestbelastung, Antriebsgefährdung, oberflächeninduzierten Schäden treffen. Durch die Betrachtung der Elastizität von Käfigen lassen sich hierfür Spannungen und Schädigungen vorhersagen.

Telos – Hier steht der Kontakt im Fokus

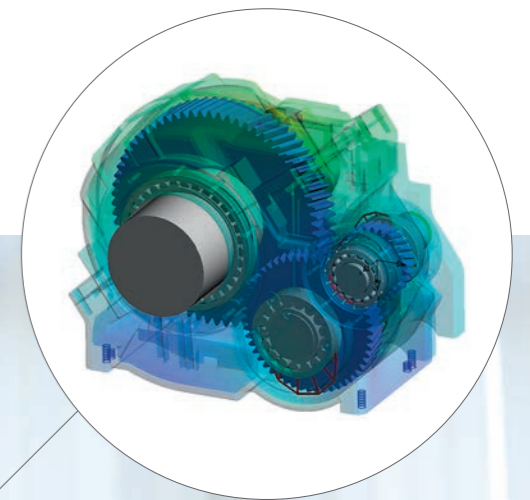
Das Programm Telos ist die detaillierte Kontaktsimulation innerhalb der Bearinx Simulation Suite. Hierbei werden u. a. die Schmierbedingungen der einzelnen Kontakte, beispielsweise zwischen Wälzkörper und Laufbahn, in allen Details berücksichtigt. Somit können auch Einflüsse von Oberflächenschäden oder Beschichtungen mitbetrachtet werden. Darüber hinaus ist es möglich, verschiedene Eingabegrößen mit einem zeitlichen Verlauf vorzugeben. Zudem können die Eingabedaten aus einem Bearinx-Simulationsmodell mit Hilfe einer speziellen Schnittstelle automatisch übernommen werden.

Das beste Wälzlager läuft in der besten Maschine nur dann störungsfrei, wenn beide aufeinander abgestimmt sind. Für eine optimale Auslegung muss das Lager also im Kontext des Gesamtsystems betrachtet werden. Mit dem bei Schaeffler entwickelten Auslegungsprogramm Bearinx ist dies möglich. Neben einer detaillierten Analyse des Einzellagers ist auch die Berechnung von elastischen Wellensystemen und Getrieben sowie von komplexen Linearführungssystemen möglich. Auch für die Auslegung von Werkzeugspindeln, Lenkungseinheiten, Radlagereinheiten und Kurbeltrieben stehen in Bearinx speziell zugeschnittene Berechnungsmodelle zur Verfügung.

Eine Frage des Gleichgewichts

Grundlage für die Bestimmung der Lagerlebensdauer ist die innere Lastverteilung im Lager. Um diese zu erhalten, müssen alle relevanten äußeren Lasten und Elastizitäten eines Gesamtsystems ins Gleichgewicht gesetzt werden. Bearinx berücksichtigt unter anderem:

- Das nicht-linear-elastische Verhalten der einzelnen Laufbahn und Bordkontakte im Lager
- Elastische Wellen nach Timoschenko
- Elastische Gehäuse über FE-Einflusszahlen für Elastizität, Massenkräfte, Wärmedehnung und Vorverformung
- Beliebig kombinierbare Getriebestufen mit starrem oder elastischem Zahnkontakt
- Verteilte Lasten im Zahnkontakt der Getriebestufen
- Aufweitung der Lagersitze



Leistungsfähige Schaeffler-Berechnungssoftware

Bei Lagern nehmen wir es genau

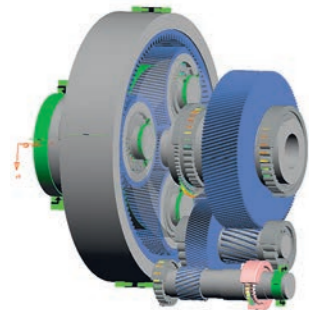
Oft sind es kleine unscheinbare Dinge, die über Erfolg oder Misserfolg entscheiden. So haben beim Wälzlager folgende Parameter maßgeblichen Einfluss auf Lastverteilung und Lebensdauer:

- Profilierung von Wälzkörper und Laufbahnen
- Einfluss der Passungen im Lagersitz und der Temperaturen auf das Betriebsspiel
- Einfluss der Laufbahn-Ovalisierung bei Laufrollen oder im elastischen Gehäuse
- Einfluss von Oberflächenqualität, Schmierpalten und Verschmutzungsgrad auf die Lebensdauer

All diese Parameter werden in Bearinx berücksichtigt und von unserem Ingenieurdienst auf die Anforderungen Ihrer Anwendung hin optimiert.

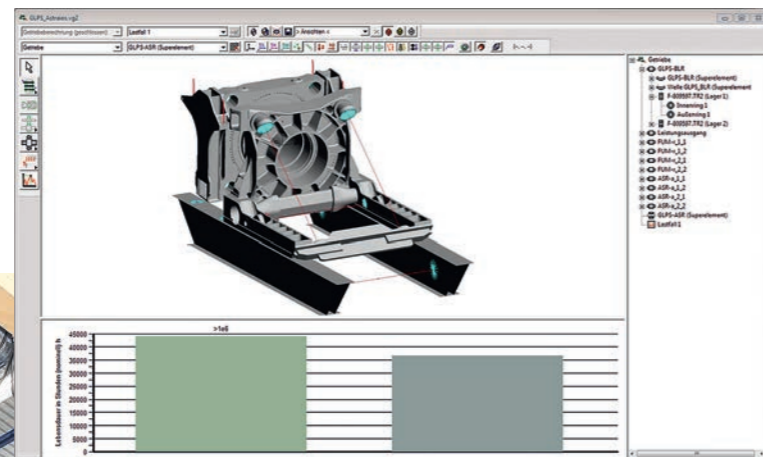
Wir sind uns sicher!

Natürlich liefert das detaillierteste Berechnungsmodell nur dann verlässliche Ergebnisse, wenn es umfassend validiert ist. Die in Bearinx verwendeten Berechnungsmodelle sind entweder genormte und veröffentlichte Verfahren (wie z. B. die modifizierte Referenz-Lebensdauer, Berechnung der Pressverbände) oder eigenentwickelte Verfahren, die ausführlich durch Versuche an unseren zahlreichen Prüfständen und durch Finite-Elemente-Berechnungen abgesichert sind.



Windkraft-Planetengeräbe

Großlagerprüfstand ASTRAIOS: Abgleich zwischen Berechnung und Versuch



Der umfassende Einsatz von Bearinx bei der Auslegung unserer Produkte, der ständige Abgleich mit Freigabeversuchen und FE-Analysen stellt die Gültigkeit der in Bearinx verwendeten Berechnungsmodelle laufend sicher.

Welches Lager hätten Sie denn gern?

Bestandteil von Bearinx ist eine umfangreiche Lagerdatenbank. Hier sind alle Lager aus dem INA-/FAG-Katalogprogramm und viele Sonderlager per Mausclick verfügbar. Erfordert Ihre Anwendung den Einsatz eines speziell konstruierten Sonderlagers? Kein Problem. Unser Ingenieurdienst konfiguriert Ihnen auch ein neues Lager, das Sie dann in Ihr Bearinx-Modell einbinden können.

Darauf kommt es an: Detaillierte Ergebnisse in Bearinx

Nach erfolgreich durchgeführter Rechnung stehen in Bearinx für alle Komponenten und alle Detaillierungsgrade, vom Getriebe bis zum einzelnen Laufbahnkontakt, Ergebnisse zur Verfügung:

Getriebe

- Leistungsfluss für alle Betriebszustände
- Zahn-, Riemen- und Kettenkräfte
- Fliehkräfte durch Planetenräder
- Reibmoment und Verbrauch

Wellen

- Biegelinien, Schnittgrößen
- Vergleichsspannungsverlauf unter Berücksichtigung von Kerben
- Kritische Drehzahlen, Eigenfrequenzen
- Resultierende Massenkräfte (Kurbelwellen und Ausgleichswellen)

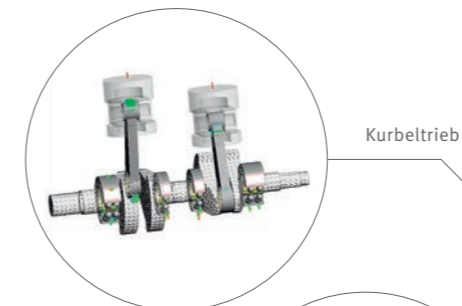
Lager

- Lasten und Verlagerungen
- Betriebsspiel
- Modifizierte Referenz-Lebensdauer
- Statische und dynamische Tragsicherheiten
- Genaue innere Lastverteilung im Lager
- Reibmoment und Reibleistung
- Käfiglasten und Käfigspannungen

Kontakte

- Pressungs- und Spannungsverläufe unter Berücksichtigung der Kanteneffekte
- Erforderliche Laufbahnhärte

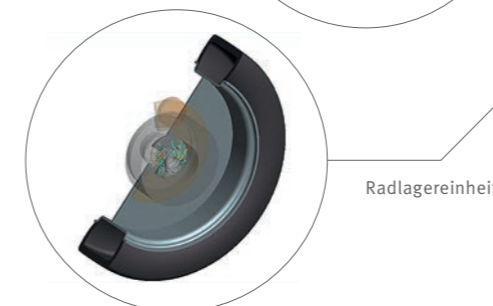
Ansichten unterschiedlicher Produkte in Bearinx:



Kurbeltrieb



Linearsystem mit Moduleinheiten



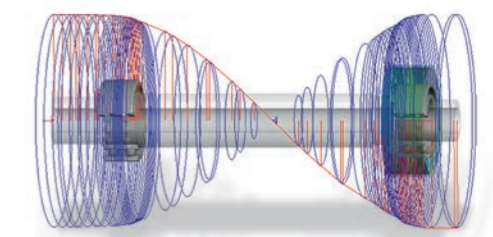
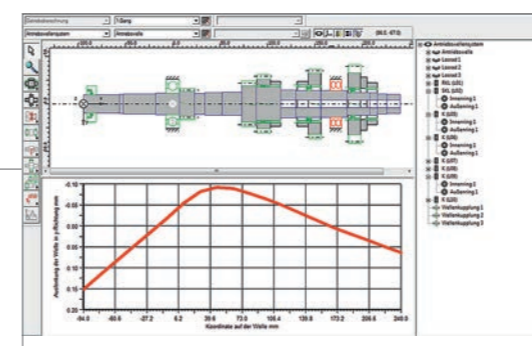
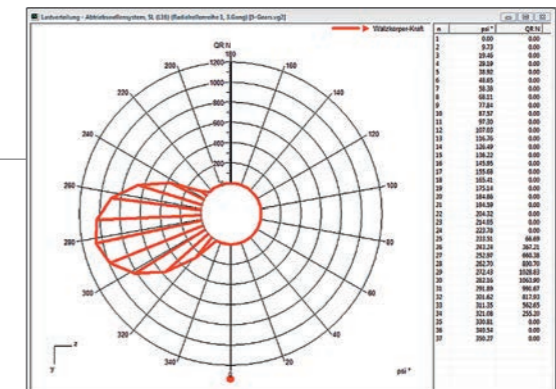
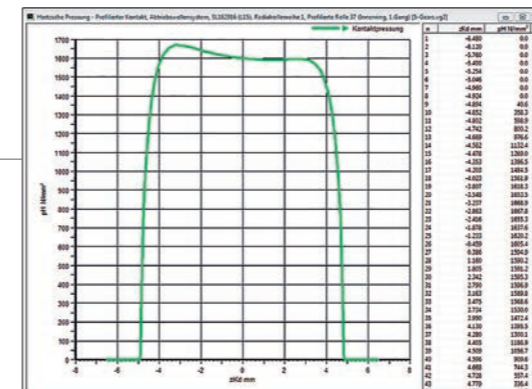
Radlagereinheit



Kfz-Schaltgetriebe in elastischem Gehäuse (Quelle: General Motors) in Bearinx



Ansichten in Bearinx



Ergebnisvisualisierung: Sehen was Sache ist.

Ein gutes Programm ist „Ansichts“-Sache
 Ein vollständiges Getriebe mit allen Stufen, Wellensystemen und Lagern stellt ein sehr komplexes Berechnungsmodell mit vielen Parametern und Ergebnissen dar. Unterschiedliche Ansichten in Bearinx helfen dem Konstrukteur, den Überblick zu behalten.

In der 3D-Ansicht mit detaillierter Lagerdarstellung kann die eingegebene Geometrie visuell überprüft werden. Außerdem können Ergebnisse wie der Leistungsfluss durch das Getriebe sowie die Last- und Pressungsverteilung der Wälzkontakte in 3D eingeblendet werden. In der 2D-Wellensystem-Ansicht werden Biegelinien und Lastverläufe der Wellen dargestellt. Der Leistungsfluss durch das Getriebe wird für die verschiedenen Schaltstufen anhand eines Schaltplans (logische Struktur) dargestellt.

In den Kontextmenüs der einzelnen Elemente können wichtige Ergebnisse tabellarisch und als Grafiken abgerufen werden. Eine Zusammenfassung aller wichtigen Eingabe- und Ergebniswerte steht als Dokument in unterschiedlichen Formaten zur Verfügung, darunter HTML, Word und Excel.

Mit Bearinx schnell zum Optimum
 Der Weg zur optimalen Lösung ist oft mühsam, es müssen viele Varianten durchgespielt werden. Bearinx hilft mit zwei integrierten Werkzeugen, schnell die richtige Lösung zu finden:

- Mit der *Parameteranalyse* können einzelne Eingabeparameter Ihres Berechnungsmodells (beispielsweise Lagerpositionen, Lagerinnenkonstruktion) automatisch schrittweise variiert und der Einfluss auf ausgewählte Zielparameter (wie Sicherheiten, Lebensdauer, Steifigkeit oder Verlustleistung) grafisch und tabellarisch dargestellt werden.
- Das integrierte *Optimierungswerkzeug OptiKit* findet für mehrere variable Eingabeparameter genau die Konfiguration, welche eine Zielfunktion unter Berücksichtigung von Randbedingungen optimal erfüllt.

Manchmal ist weniger mehr: Die Lastdatenklassierung
 Beim Abgleich zwischen Praxis und Berechnung stößt man häufig auf ein Problem: Versuche oder Testläufe liefern gigantische Datenmengen, die sich in ihrer Gesamtheit nicht oder nur bedingt als Eingabedaten für Rechenprogramme eignen. Das in Bearinx verfügbare Werkzeug zur Lastdatenklassierung hilft, die Messdaten ohne Qualitätsverlust auf eine handhabbare Zahl an Datensätzen zu reduzieren.

Stärken optimal nutzen
 Bearinx stellt eine Reihe nützlicher Schnittstellen zum Austausch von Daten und Modellen mit anderen Berechnungsprogrammen zur Verfügung, so dass Sie die Stärken der Programme optimal kombinieren können:

- Import von FE-Einflusszahlen für elastische Körper in Bearinx
- Einfache und automatisierte Integration von Lagern in FE-Modelle
- Einfacher Export von Lagermodellen in das Schaeffler-Wälzlagerdynamikprogramm Caba3D
- Export von Lagersteifigkeitskennfeldern Bearinx-MAP zur Verwendung in anderen Berechnungsprogrammen
- Bereitstellung eines Wälzlager-Elements für die dynamische Simulation mit Simpla



Weitere Informationen: <https://www.rexs.info>

- Datenaustausch (REXS) Schaeffler beteiligt sich an dem Vorhaben der Forschungsvereinigung Antriebs-technik (FVA), ein standardisierte Format zum Austausch von Getriebedaten zu schaffen. In der Getriebeberechnung können Dateien im REXS-Format (**R**eusable **E**ngineering **E**Xchange **S**tandard) im- und exportiert werden.

- Export von Kontaktmodellen zur erweiterten Analyse mit Telos

Neue Strategie
 Um den Kunden optimal bei der Entwicklung zu unterstützen und ein gemeinsames Verständnis mit unserem Schaeffler-Ingenieurdienst zu schaffen, bieten wir Bearinx auch in unterschiedlichen Kundenversionen an.

Für langjährige Entwicklungspartner mit Nutzungsvertrag bieten wir die Vorauslegung von Getrieben mit Bearinx-VIP. INA-/FAG-Direktkunden und Vertriebspartner mit Nutzungsvertrag können unsere Bearinx-online-Module zur Auslegung von Wellensystemen, Spindelanwendungen oder Linearsystemen kostenfrei nutzen. Außerdem bieten wir ihnen Lagerkennfelder (Bearinx-MAP) für Mehrkörpersimulationen an.

Für jedermann online frei verfügbar sind die „Easy-Versionen“:

- Auslegung einachsiger Linearsysteme mit Bearinx-online Easy Linear
- Auslegung mehrachsiger Linearmodule mit Bearinx-online Easy LinearSystem
- Einfache Reibungs- und Verbrauchsberechnung mit Bearinx-online Easy Friction
- Auslegung von Gewindetriebelagerungen mit Bearinx-online Easy BallScrew
- Auslegung von Seilrollenlagerungen mit Bearinx-online Easy RopeSheave

**Weiterführende Informationen**

www.schaeffler.de/berechnung

**Informationsmaterial zu weiteren Teilen der Bearinx Simulation Suite**

Caba3D – Einblick in die Wälzlagerdynamik

www.schaeffler.de/Druckschrift_CABA3D

**Informationsmaterial zu weiteren Teilen der Bearinx Simulation Suite**

SIMPLA – Systemsimulation mit Wälzlager-Know-how

www.schaeffler.de/Druckschrift_SIMPLA

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Industriestraße 1 – 3
91074 Herzogenaurach
www.schaeffler.de
info@schaeffler.com
Telefon +49 9132 82-3396

Alle Angaben wurden sorgfältig erstellt und überprüft. Für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten können wir jedoch keine Haftung übernehmen. Technische Änderungen behalten wir uns vor.
© Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG
Ausgabe: 2021, September
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.