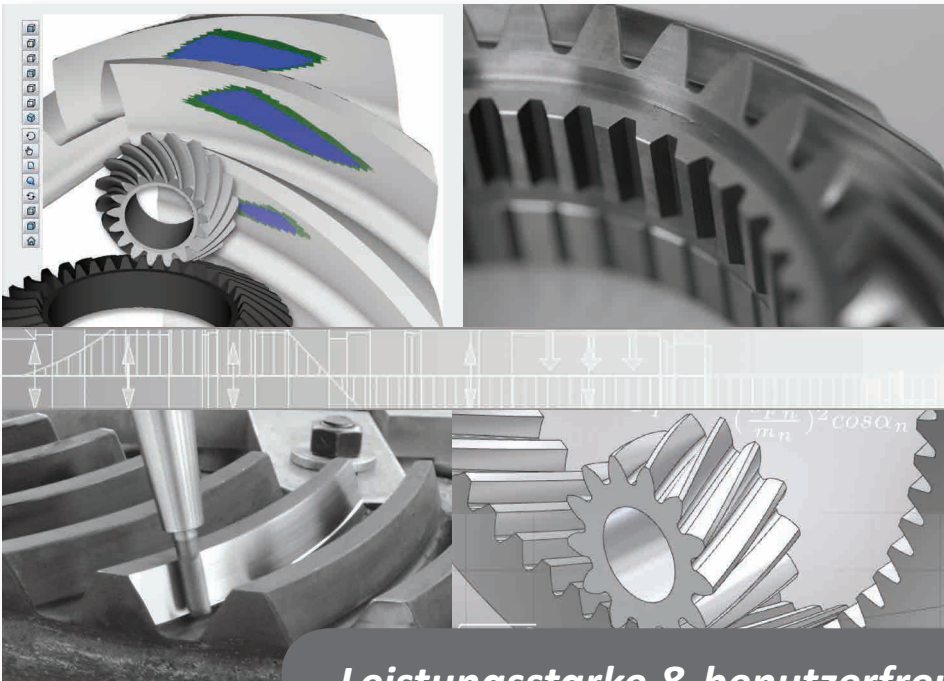


Softwareentwicklung Made in Germany

# INNOVATIVE & CLEVERE LÖSUNGEN FÜR DEN MASCHINENBAU



*„Leistungsstarke & benutzerfreundliche Software“*

- Berechnung der realen 3D-Zahnform
- Software für komplette Getriebe
- Webbasierte Berechnungssoftware
- 3D-Integrationen für CAD-Systeme
- Dienstleistungen & Schulungen

[www.gwj.de](http://www.gwj.de)

# GWJ Technology GmbH

---

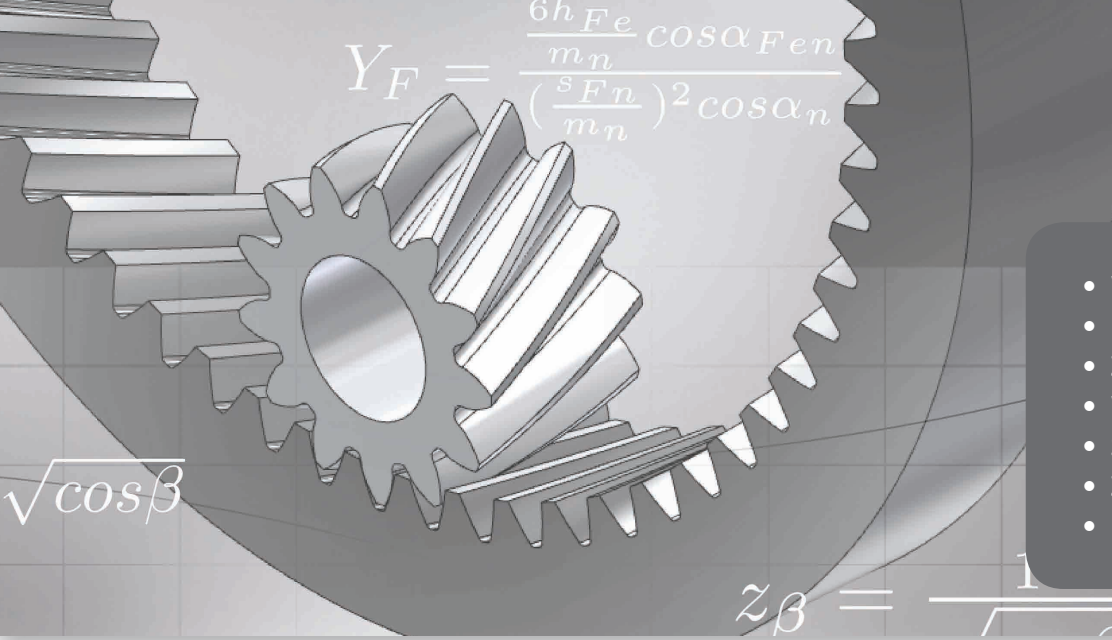
Der Fokus bei GWJ Technology, mit Sitz in Braunschweig, liegt auf der Entwicklung von qualitativ hochwertiger und professioneller Berechnungssoftware für den Maschinenbau, um Ingenieure und Konstrukteure in der täglichen Praxis optimal zu unterstützen.

Umfangreiches Fachwissen, hoher Qualitätsanspruch und langjährige Erfahrung sind unsere Stärke und fließen in die Entwicklung unserer Softwareprodukte ein.

Die Standardprodukte zur Berechnung von Maschinenelementen bis hin zu kompletten Systemen sind skalierbar und lassen sich flexibel in 3D-Konstruktionsumgebungen integrieren.

## **GWJ Lösungen sind:**

- Innovativ und wegweisend
- Schnell und einfach bedienbar
- Praxisnah und zuverlässig



- Wellen
- Lager
- Zahnräder
- Welle-Nabe-Verbindungen
- Schrauben
- Zahnriemen
- Federn und vieles mehr

## eAssistant / TBK

**eAssistant**  
the engineering assistant

eAssistant ist eine webbasierte Berechnungssoftware für den Maschinenbau. Mit der Software lässt sich eine ganze Reihe verschiedener Maschinenelemente, wie Wellen, Zahnräder, Schrauben, Lager usw., professionell auslegen, nachrechnen und optimieren.

*„Die clevere Art zu rechnen“*

Kombiniert mit den Vorteilen einer echten Weblösung bietet eAssistant alles, was man von üblicher Standardsoftware gewohnt ist. eAssistant ist die marktführende Online-Anwendung und kommt weltweit bei zahlreichen Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen zum Einsatz.

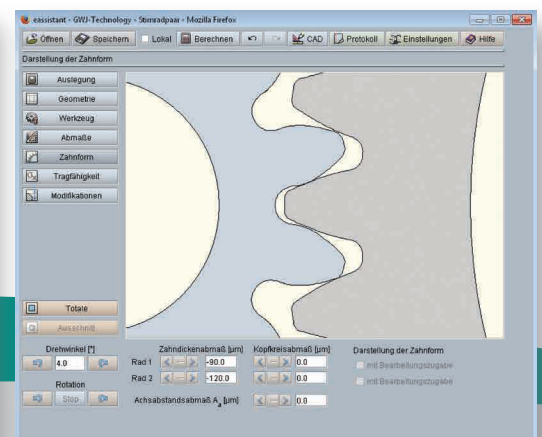
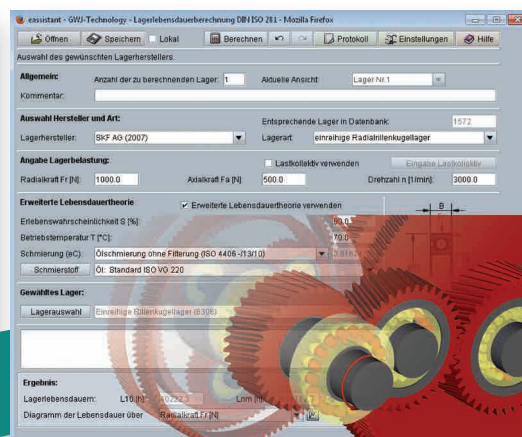
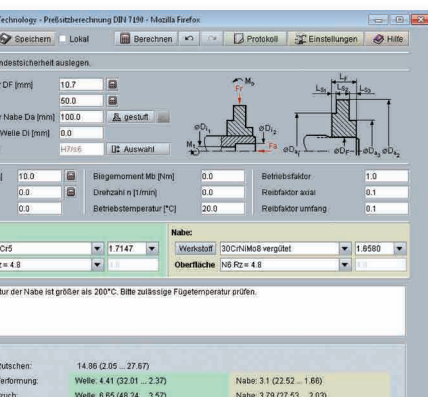
### Intelligente eAssistant 3D-CAD-PlugIns

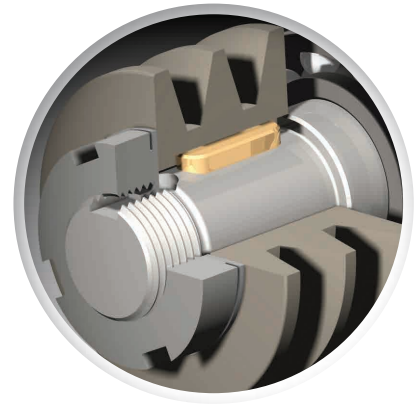
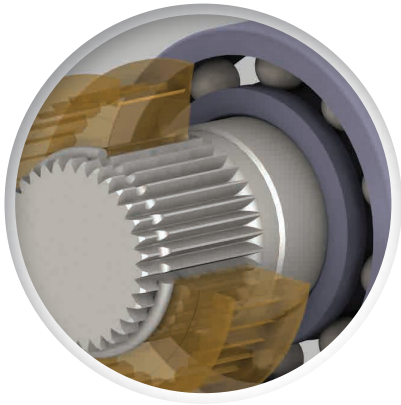
Die leistungsstarken eAssistant 3D-Integrationsmodule ermöglichen eine nahtlose Verbindung von Berechnung und Konstruktion. Die CAD-PlugIns sind für diverse CAD-Systeme erhältlich. Auf Basis der berechneten Daten werden die 3D-CAD-Modelle auf Knopfdruck erstellt. Neben den CAD-PlugIns unterstützt der eAssistant auch das 2D-Ausgabeformat DXF.

### Nur zahlen, wenn man es wirklich nutzt!

Egal ob eine tägliche oder gelegentliche Nutzung, der eAssistant bietet mit den nutzungsabhängigen und pauschalen Zeiträumen eine sehr flexible Kostenstruktur.

- Keine Investitions- oder Wartungskosten
- Professionelle Online-Berechnungen schon ab 32 Cent pro Minute





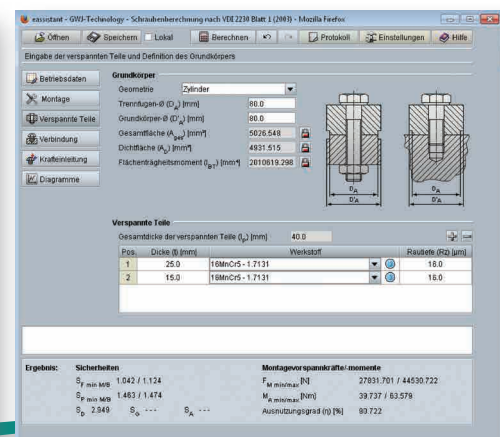
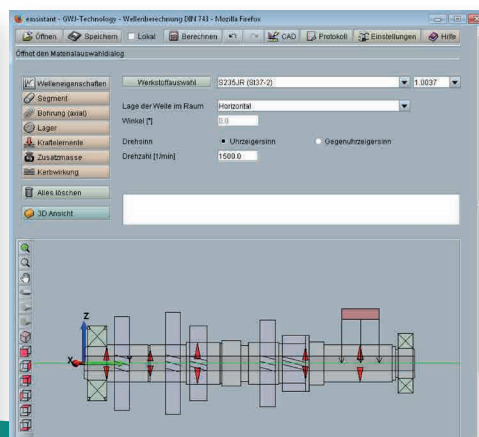
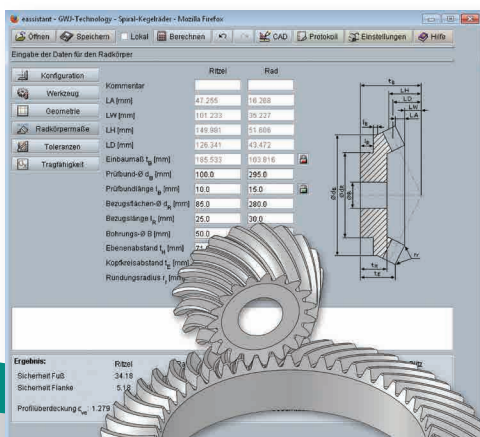
## Welche Vorteile bringt die eAssistant Software?

- Sofort einsetzbar, keine Installation nötig
- Immer die aktuellste Version verfügbar, überall, weltweit, rund um die Uhr
- Berechnungen nach anerkannten Normen, wie DIN, ISO, VDI, ANSI oder AGMA
- Spart wertvolle Zeit
- Automatische Neuberechnung
- Projektverwaltung zum Öffnen und Speichern der Berechnungen
- Protokolle mit allen relevanten Daten im HTML/PDF-Format
- Detaillierte Ergebnisse, damit die Berechnung jederzeit nachvollziehbar wird

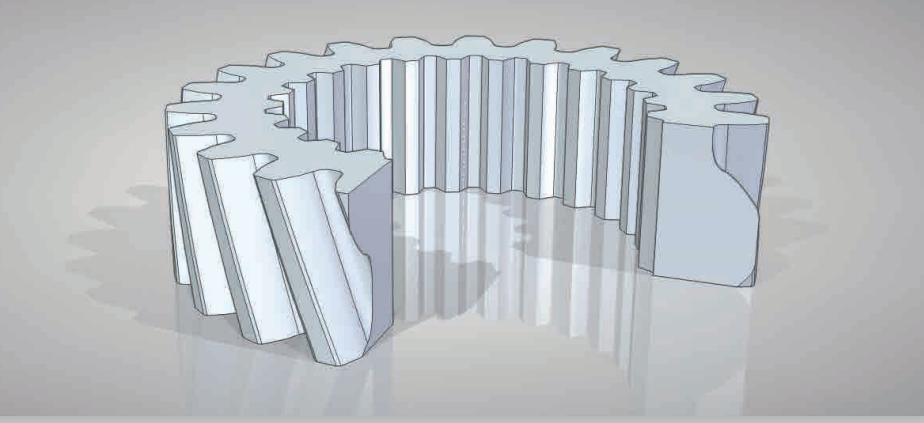
## Was bietet die eAssistant Software?

- Komfortable und praxisorientierte Berechnungen
- Einfache und intuitive Bedienung
- Verschiedene Auslegungsfunktionen
- Redo/Undo-Funktion
- Große Auswahl von Standardwerten aus Werkstoff- oder Geometriedatenbanken
- Grafische Darstellungen der Ergebnisse zur besseren Anschauung
- Sprachauswahl: Deutsch oder Englisch
- Erweiterung zur Systemberechnung mit dem SystemManager

*eAssistant gibt es nicht nur als moderne Weblösung, sondern auch als klassische Offline-Software zum Installieren. TBK ist die Offline-Version vom eAssistant. Weitere Informationen gibt es direkt bei GWJ!*







## 3D-CAD-PlugIns

Die CAD-PlugIns für verschiedene CAD-Systeme bieten die Möglichkeit, Berechnung und Design nahtlos miteinander zu verbinden. Gemeinsam mit den Berechnungslösungen *eAssistant/TBK* lassen sich mit Hilfe der CAD-PlugIns im Handumdrehen viele klassische Maschinenelemente direkt im CAD auslegen, nachrechnen und optimieren. Die Berechnungen erfolgen nach Normen (z.B. DIN, ISO, ANSI, VDI, AGMA, ...) sowie nach anerkannten Berechnungsmethoden. Für die Dokumentation können detaillierte Protokolle mit allen wichtigen Eingabedaten, Ergebnissen und grafischen Darstellungen im HTML- oder PDF-Format erstellt werden.

### Direktstart

Alle *eAssistant/TBK*-Berechnungsmodule werden über ein integriertes Menü direkt im CAD-System gestartet. Auf Basis der zuvor berechneten Daten wird das 3D-Modell anschließend auf Knopfdruck erzeugt.

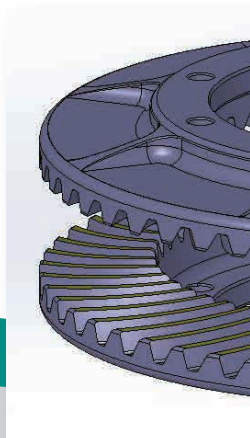
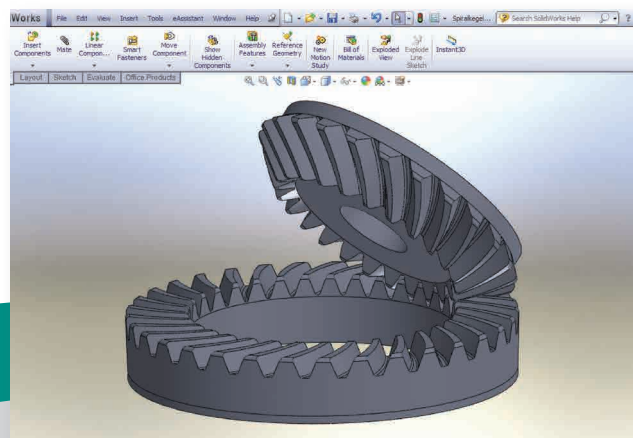
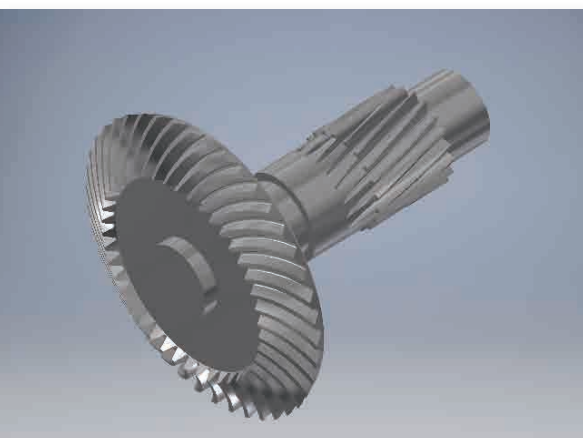
### Verzahnungen

Für Stirnradpaare und Zahnwellen kann die Geometrie unter Berücksichtigung von Toleranzen, Kopfkantenbruch und Profilverziehung bis hin zur exakten Zahnform berechnet werden. Die Animation und Simulation des Eingriffs ist ebenfalls möglich. Für diese Darstellung kann der User einfach die kleinsten, mittleren und größten Abmaße für die Zahndicken und den Achsabstand definieren.

### 3D-Modelle

Es können außen- und innenverzahnte, schräg- oder geradzahnte Stirnräder als feature-basiertes 3D-Teil erzeugt werden. Kopfkantenbruch und Wellenbohrung werden dabei mit berücksichtigt. Eine weitere Besonderheit des CAD-PlugIns ist die bidirektionale Kopplung zwischen *eAssistant/TBK* und CAD-System. Ändert der Nutzer die Berechnung, dann wird das CAD-Modell bei Bedarf aktualisiert.

**„Design und Berechnung vereinfachen“**



### Kegelräder

Die CAD-PlugIns unterstützen die Erzeugung von gerad-, schräg- und spiralverzahnten Kegelrädern als natives 3D-Bauteil direkt im CAD-System.

### Ritzelwellen

Evolventische Verzahnungen können direkt auf einem bereits bestehenden Teil generiert werden. Außerdem kann der Nutzer für Ritzelwellen einen Verzahnungsauslauf modellieren. Hierfür muss der Anwender einen Fräser- oder Schleifscheibenradius vorgeben.

### Keil- und Kerbzahnwellen

Für Keil- und Kerbzahnwellen können sowohl die Wellen als auch die Naben im 3D erstellt werden. Diese lassen sich ebenso in einem bereits existierenden Zahnradteil generieren.

### Voll- und Hohlwellen

Der Konstrukteur kann auf Basis der Berechnung Wellen mit beliebig vielen zylindrischen

und konischen Wellensegmenten als bidirektionales 3D-Modell erzeugen. Dadurch kann das 3D-Modell einer Welle an eine geänderte Berechnung automatisch angepasst werden.

### Fertigungsangaben in 2D

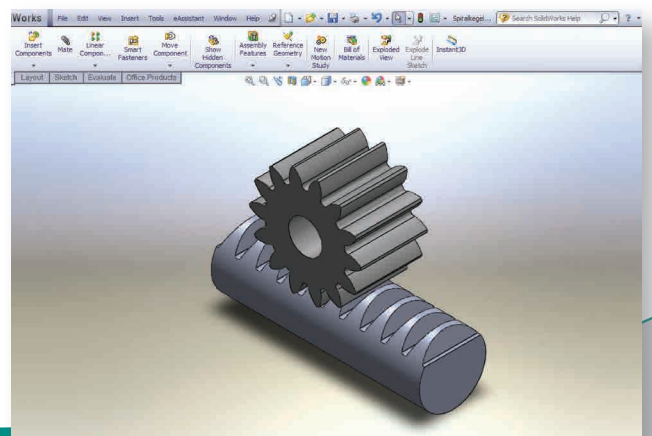
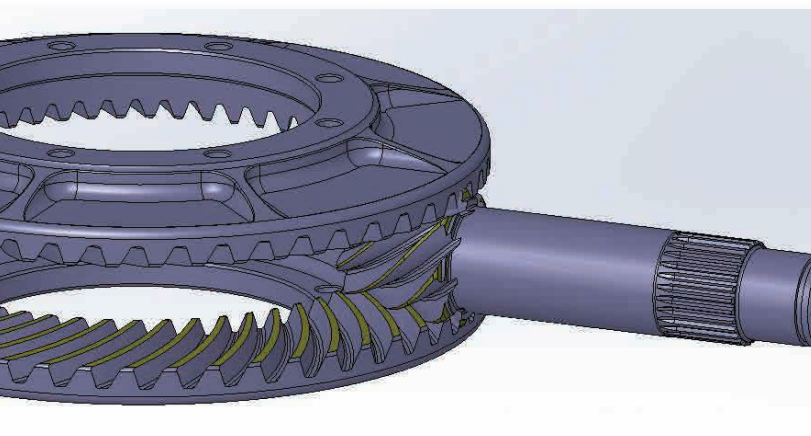
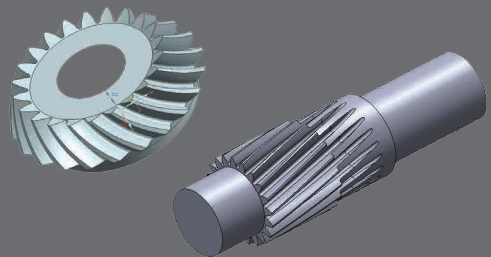
Die Herstelltdaten von Zahnrädern, d.h. von Stirnrädern, Zahnwellenverbindungen und Kegelrädern, können schnell und komfortabel als Tabelle auf die Fertigungszeichnung gesetzt werden. Aussehen und Umfang der Verzahnungstabelle sind individuell konfigurierbar. Das manuelle und damit fehleranfällige Hinzufügen der Herstelltdaten auf die Zeichnung entfällt.

### Intelligente Bauteile

Alle Berechnungsinformationen werden im 3D-Bauteil gespeichert. Das bedeutet, der User kann die Berechnung mühelos wieder aufrufen. Enthält ein Bauteil mehrere unterschiedliche Berechnungselemente, so ist es möglich, die verschiedenen Berechnungen zu öffnen.

*Die einzelnen Funktionalitäten der CAD-PlugIns sind von dem jeweiligen CAD-System abhängig. Die CAD-PlugIns sind momentan für die folgenden CAD-Systeme erhältlich:*

- SOLIDWORKS
- Solid Edge
- Autodesk Inventor
- NX
- CATIA
- Creo Parametric



# SystemManager

Mit dem *SystemManager* können komplette Systeme von Maschinenelementen, wie Mehrwellen- oder leistungsverzweigte Getriebe, schnell und einfach aufgebaut werden. Die einzelnen Systemelemente sind mit den *eAssistant/TBK*-Berechnungsmodulen verknüpft. Es können komplexe Systeme, wie zum Beispiel

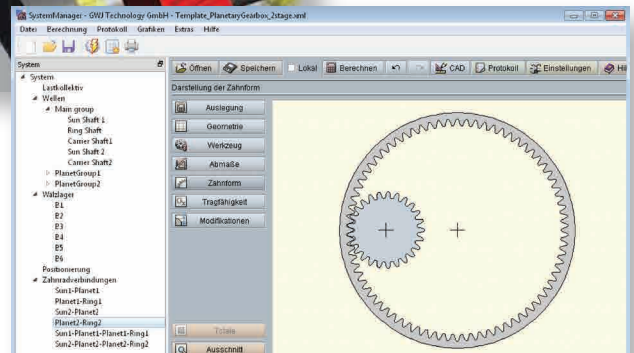
- Mehrwellensysteme gekoppelt mit Verzahnungen,
- achsparallele Wellensysteme für mehrstufige Stirnradgetriebe, konzentrische Wellensysteme für Planetengetriebe, allgemeine Umlaufrädergetriebe, koaxiale Wellen oder
- rechtwinklige Wellensysteme mit Kegelrädern oder Schnecken

ohne großen Einarbeitungsaufwand aufgebaut und auf Knopfdruck durchgerechnet werden.

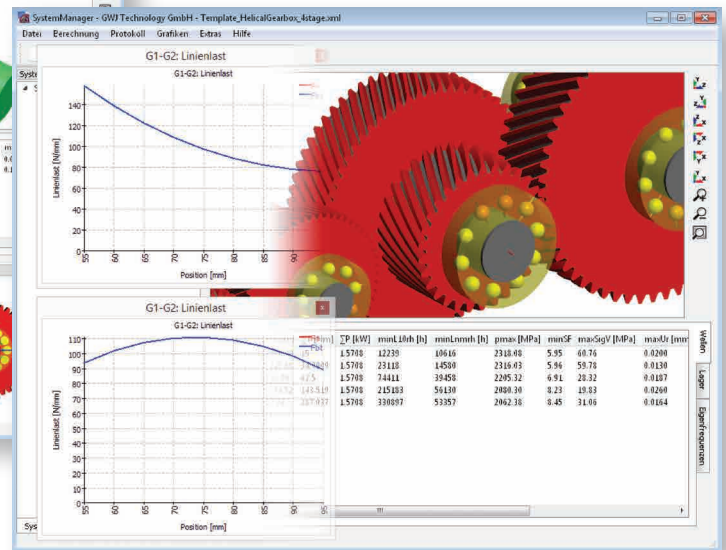
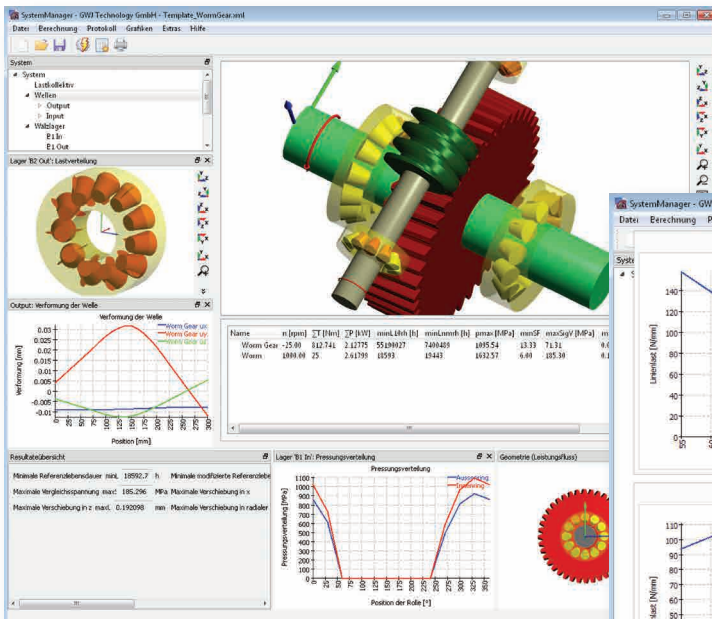
## Direkte Verbindung zum *eAssistant/TBK*

- Integrierte Wellenberechnung für Durchbiegung und Lagerkräfte unter Berücksichtigung nichtlinearer Lagersteifigkeiten von Wälzlager
- Wellenfestigkeitsberechnung über direkte Verknüpfung zum *eAssistant/TBK*-Wellenmodul
- Integrierte Wälzlagerberechnung zur Ermittlung der nominellen und erweiterten Lebensdauerberechnung nach DIN ISO 281 mit Wälzlagerdatenbank und Schmierstoffdatenbank
- Verzahnungsberechnung über Verknüpfung mit *eAssistant/TBK* (Stirnräder, Planetenstufen, Kegelräder und Schnecken)
- Lastkollektive auf Systemebene definierbar, Lager und Verzahnungen werden mit gegebenen Kollektiv berechnet.

**„Schnell und einfach ganze Systeme erstellen“**

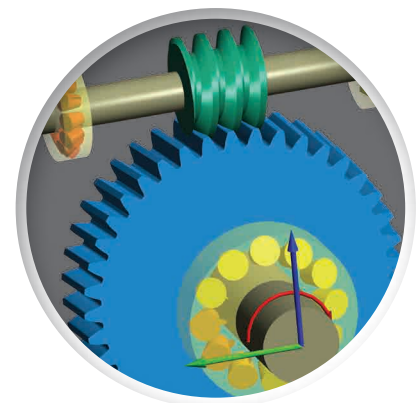
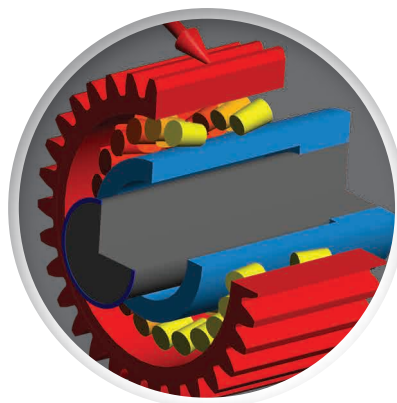
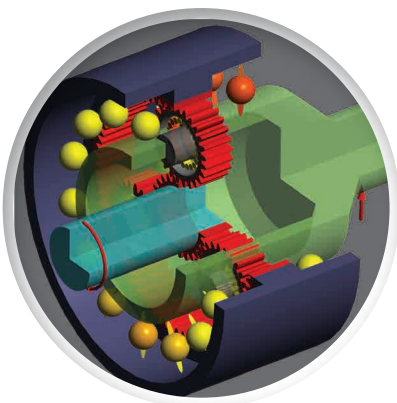






## Was kann der SystemManager?

- Überblick Verzahnungs- und Wellensicherheiten sowie Lagerlebensdauern direkt auf der Benutzeroberfläche
- Verschiedene Schaltstellungen konfigurierbar und Berücksichtigung dieser in der Lastkollektivberechnung
- Lastverteilung über die Zahnbreite von Verzahnungen mit Berücksichtigung von Flankenlinienkorrekturen
- Eigenfrequenzen können auf Systemebene berechnet werden, mit Kopplung von Dreh- und Biegeschwingungen.
- Eigenformen werden zur einfachen Identifizierung der Art der Schwingung 3D animiert dargestellt.
- Wälzlagerberechnung mit Berücksichtigung der inneren Lagergeometrie zur Berechnung der nominellen und erweiterten Referenzlagerlebensdauer nach ISO/TS 16281
- Detaillierte Ergebnisgrafiken/Diagramme, Darstellung des Leistungsflusses in 3D, ...
- Rechtwinklige Wellensysteme mit Kopplung zu Kegelrad- und Schneckenmodul
- Parametervariation und stochastische Parametervariation



# TBK Manufacturing Suite

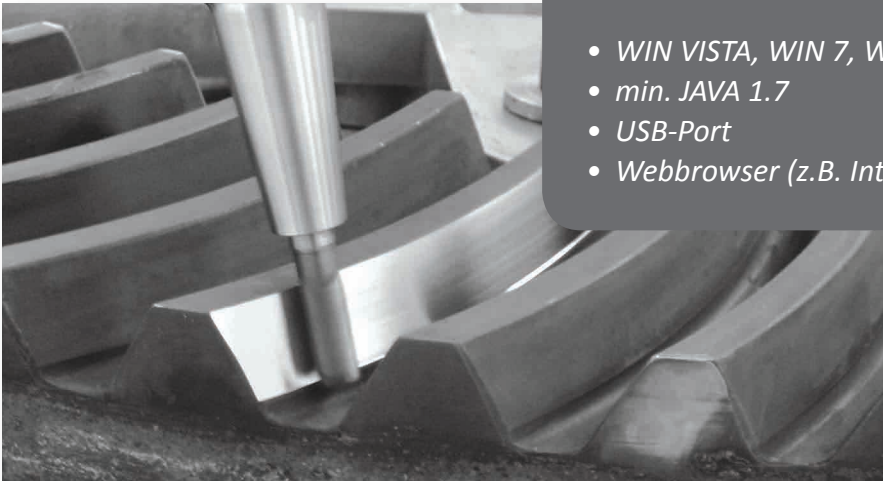
Die *TBK Manufacturing Suite* ist eine leistungsstarke Software speziell für die Berechnung der realen 3D-Geometrie von Verzahnungen. Diese dient als ideale Ausgangsbasis für die Fertigung von Stirn- und Kegelrädern auf Universal-Mehrachsbearbeitungszentren. Die *TBK Manufacturing Suite* zählt in diesem Bereich zu den weltweit führenden Softwarelösungen und wurde bereits mehrfach ausgezeichnet.



Bei der Herstellung von Verzahnungen auf CNC-Bearbeitungszentren ergeben sich die folgenden Vorteile und Möglichkeiten:

- Mehr Freiheitsgrade für eine optimale Auslegung von Verzahnungen, z.B. frei wählbarer Modul, von 20° abweichende Eingriffswinkel, Sonderverzahnungen wie Hoch- und Kurzverzahnungen, Pfeilverzahnungen, Kegelräder
- Kompaktere Bauteile, da Wälzfräserauslauf nicht notwendig
- Geringere Werkzeugbevorratung, durch die Herstellung mit Standardwerkzeugen
- Herstellung komplexer Teile mit Verzahnungen in einer Aufspannung möglich, z.B. Teile mit Innen- und Außenverzahnungen
- Keine Verzahnungsmaschinen notwendig
- Größere Bauteilabmessungen und größerer Modulbereich möglich (je nach Maschinenzentrum)
- Trockenbearbeitung, Weich- und Hartbearbeitung möglich
- Geeignet für Einzelteil- und Kleinserienfertigung ab ca. Modul 3 oder 4 aufwärts
- Produktivität und Bearbeitungszeiten je nach Anforderungen vergleichbar oder besser gegenüber bisheriger Fertigung (insbesondere im größeren Modulbereich)
- DIN-Verzahnungsqualitäten von 4 und besser möglich, Oberflächen nahezu wie geschliffen realisierbar

*Die Berechnung der Zahnform basiert auf einer **mathematischen Herstellsimulation** analog der Herstellung auf traditionellen Verzahnungsmaschinen. Das Ergebnis ist eine reale 3D-Zahnformgeometrie und liefert damit eine vergleichbare Festigkeit und identisches Laufverhalten zu herkömmlich gefertigten Zahnrädern.*



#### Systemvoraussetzungen:

- WIN VISTA, WIN 7, WIN 8.1 oder WIN 10
- min. JAVA 1.7
- USB-Port
- Webbrowser (z.B. Internet Explorer, Mozilla Firefox)



#### Notwendige Voraussetzungen

Für die Herstellung von Verzahnungen auf CNC-Bearbeitungszentren sind u.a. folgende Voraussetzungen notwendig:

- CNC-Bearbeitungszentren, welche Anforderungen bezüglich der geforderten Genauigkeiten der Verzahnungen erfüllen sowie entsprechende Randbedingungen für die Maschinenaufstellung
- Auf die Verzahnungsherstellung abgestimmte Bearbeitungstechnologien und -strategien
- Exakte 3D-Geometrie der jeweiligen Zahnform als Ausgangsbasis für die entsprechende CAM-Programmierung

#### Kurzüberblick

Die *TBK Manufacturing Suite* ermöglicht die Berechnung der Geometrie und Tragfähigkeit von evolventischen Stirnradverzahnungen als:

- Außen- und Innenverzahnung
- Gerad- und Schrägverzahnung
- Evolventische Zahnwellen

Damit können auf Basis der exakten Zahnform entsprechende Stirnräder sowie Zahnwellen und Zahnwellennaben hergestellt werden. Die Fertigung von echten und unechten Pfeilverzahnungen, d.h. von Doppelschrägverzahnungen mit und ohne Abstand, ist damit ebenfalls möglich.

Weiterhin können auch verschiedene Typen von Kegelrädern (Geometrie und Tragfähigkeit) berechnet werden:

- Gerad- und schrägverzahnte Kegelräder mit verschiedenen Zahnhöhenformen
- Spiralverzahnte Kegelräder

Die Ausgabe der 3D-Verzahnungsgeometrie erfolgt im STEP- und IGES-Format. Für die Dokumentation der Berechnungsergebnisse können Protokolle im HTML- und PDF-Format generiert werden.

Die Software ist in deutscher, englischer und chinesischer Sprache erhältlich.

**„Leistungsstarke & benutzerfreundliche Software“**

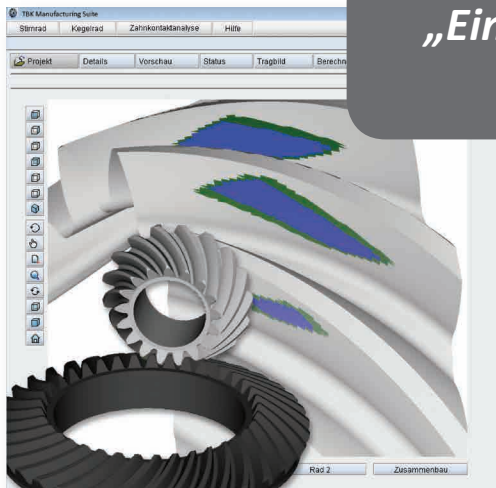
# Zahnkontaktanalyse (TCA)

## Lastfreie Zahnkontaktanalyse für Stirnräder, gerad-, schräg- und spiralverzahnte Kegelräder

Die Zahnkontaktanalyse (TCA) in der *TBK Manufacturing Suite* ermöglicht eine Berechnung der exakten Tragbildlage und -größe am Rad und Ritzel, vergleichbar mit einer Tragbildprüfung auf einem Abrollprüfstand. Das Tragbild lässt sich somit vor Fertigungsbeginn kontrollieren und optimieren.

Die Zahnkontaktanalyse inklusive Tragbildvisualisierung ist für die folgenden Verzahnungen möglich:

- Innen- und außenverzahnte Stirnräder
- Gerad- und schrägverzahnte Kegelräder
- Spiralverzahnte Kegelräder



*„Ein sehr flexibles Tool, um schnell ein Tragbild zu generieren“*



## Zahnkontaktanalyse im Überblick

- Mittels Simulation des Abwälzvorgangs bei gleichzeitiger Kollisionsprüfung und Ermittlung der Kontaktbereiche wird das Tragbild berechnet.
- Die Kontaktflächen werden eingefärbt, so dass das Tragbild direkt auf der dreidimensionalen Zahnflanke dargestellt wird.
- Entspricht die Position des Tragbildes nicht der technischen Vorgabe, so kann durch Modifikation verschiedener Parameter die Tragbildlage passend verschoben werden, noch bevor der erste Span fällt.
- Neben der Idealposition der Zahnräder untereinander, kann eine davon abweichende Einbausituation berücksichtigt werden.
- Beim 5-Achsfräsen wird das berechnete Tragbild aufgrund des Herstellungsverfahrens in der Regel auf Antrieb ohne nachträgliche Korrekturen erzielt. So entfallen sonst übliche Anpassungsarbeiten bzw. Bearbeitungsschleifen. Ein Closed Loop ist üblicherweise nicht erforderlich.







**„Reale Zahnform ist die Voraussetzung zum 5-Achsfräsen“**

## Reale Zahnform

---

Die wesentlichste Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Anwendung des 5-Achsfräsens von Verzahnungen ist die korrekte Zahnformgeometrie. Da Zahnräder sowohl zur Übertragung von Drehbewegungen als auch Drehmomenten dienen, muss die Tragfähigkeit und das Laufverhalten 5-achsgefräster Zahnräder in erster Linie identisch oder besser im Vergleich zu traditionell gefertigten Zahnrädern sein.

Somit sollte die 3D-Zahnform als Ausgangsbasis für das 5-Achsfräsen gemäß der gleichen Grundprinzipien der traditionellen Zahnradfertigung berechnet werden. Dies gewährleistet darüber hinaus die Anwendbarkeit der bisherigen Erfahrungen sowie der entsprechenden standardisierten Berechnungsverfahren zur Tragfähigkeit.

Hierbei nimmt die *TBK Manufacturing Suite* eine führende Position bei der nur sehr geringen Anzahl an entsprechend verfügbaren und von Verzahnungsmaschinenherstellern unabhängigen Lösungen weltweit ein.

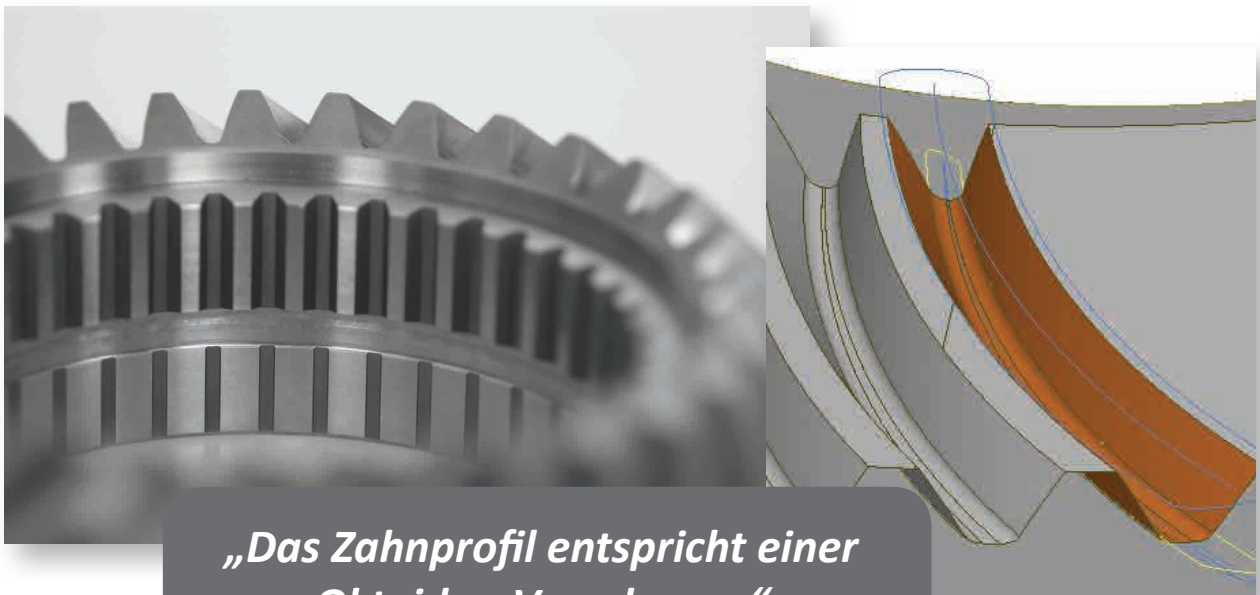
So erfolgt die Berechnung der Zahnform in der *TBK Manufacturing Suite* mittels einer mathematischen Herstellsimulation analog der Fertigung auf entsprechenden Verzahnungsmaschinen, aber ohne deren Einschränkungen.

Für Stirnräder ist sowohl das Abwälzfräsen als auch das Abwälzstoßen als Herstellverfahren integriert. Für Gerad- und Schrägkegelräder steht das Wälzhobeln und für Spiralkegelräder beispielsweise das kontinuierliche Wälzfräsen zur Verfügung.

## Stirnräder

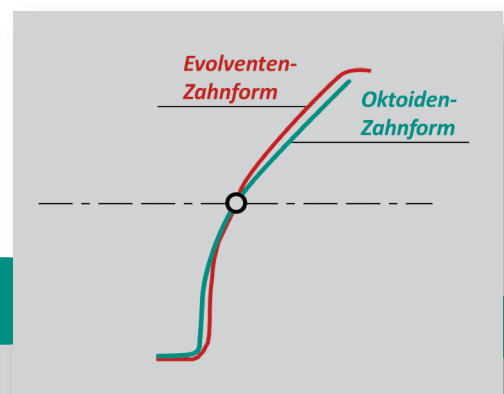
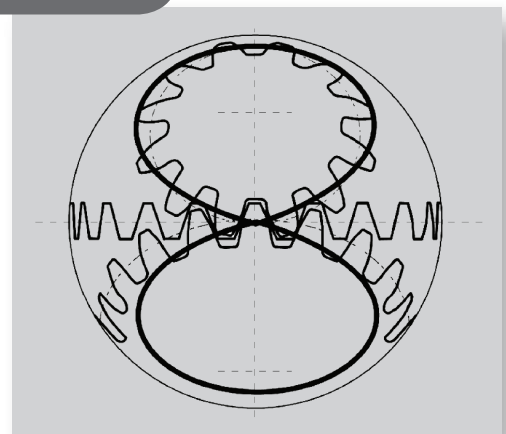
Bei der traditionellen Stirradfertigung mittels Abwälzfräsen oder Abwälzstoßen ergibt sich im Fußbereich kein konstanter Radius, sondern eine durch den Abwälzvorgang bedingte Fußkurve. Um zu gewährleisten, dass keine Eingriffsstörung mit dem später kämmenden Gegenrad auftritt und die

Zahnfußspannung zur Tragfähigkeitsberechnung passt, darf hier nicht einfach mit einem konstanten, beliebig gewählten Radius gearbeitet werden. Dies muss auch entsprechend bei der CAM-Programmierung beachtet werden.



## Kegelräder

Im Gegensatz zu Stirnrädern weisen traditionell gefertigte Kegelräder keine Evolvente, sondern eine Oktoide als Zahnprofil auf. Aufgrund der sehr geringen Anzahl an verfügbaren Softwarelösungen für die Berechnung der realen und damit korrekten 3D-Zahnform von Kegelrädern auf Basis einer mathematisch Herstellsimulation, gibt es auch Näherungslösungen am Markt. Diese arbeiten häufig mit einer vereinfachten Berechnung der 3D-Kegelradgeometrie auf Basis einer virtuellen Stirnradverzahnung. Dadurch erhält man als Zahnprofil eine Evolvente und keine Oktoide.



## Was hat das für Folgen?

Vergleicht man die beiden Zahnprofile (reale Kegelradgeometrie = Oktoide und Näherungslösung = Evolvente) grundsätzlich miteinander, so ergeben sich deutliche Unterschiede für die Zahnfußtragfähigkeit beeinflussenden Parameter, wie

- Zahnfußdickensehne,
- Biegehebelarm,
- Winkel für Kraftangriff und
- Verlauf der Fußkurve.

Hieraus resultiert eine zum Teil erheblich geringere Zahnfußfestigkeit der Näherungslösung mit Evolventenzahnform im Vergleich zu realen, traditionell gefertigten Kegelrädern mit Oktoidenzahnform.

Weiterhin bewirkt die Oktoide als Zahnprofil bei Kegelrädern eine höhere Verlagerungsunempfindlichkeit, analog der Evolvente bei Stirnrädern.

Außerdem weisen traditionell gefertigte Kegelräder eine konjugierte Verzahnung auf. Dies gewährleistet ein einwandfreies Laufverhalten.

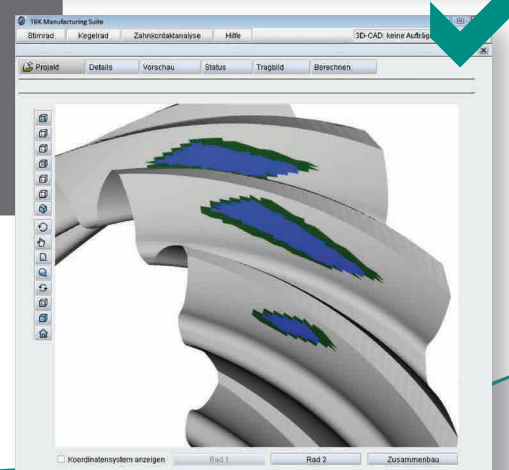
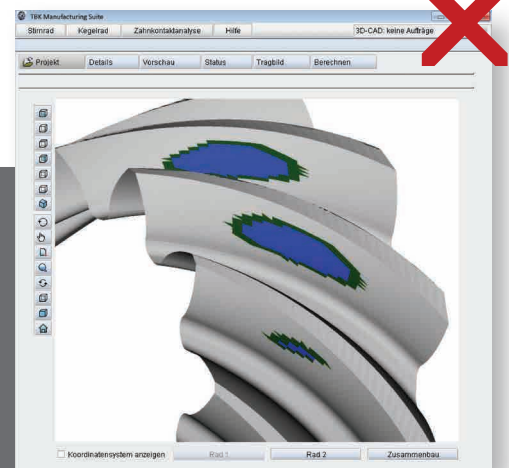
Um so größer die Abweichungen von der konjugierten Verzahnung, z.B. durch Modifikationen, sind, desto schlechter ist das Laufverhalten (erhöhte Schwingungen / Laufgeräusche).

Kegelräder auf Basis einer Näherungslösung mit virtueller Stirnradverzahnung (Evolvente) weisen eine nicht konjugierte Verzahnung auf. Hieraus resultiert ein schlechteres Laufverhalten im Vergleich zu realen Kegelradsätzen.

Dies wird zum einen durch die Verzahnungstheorie aufgrund der nicht konjugierten Verzahnung sowie durch Anwendererfahrungen bestätigt.

### Wie sieht das Tragbild aus?

Ob es sich bei einem Spiralkegelrad um eine angenäherte oder reale Zahnformgeometrie handelt, lässt sich auch anhand des Tragbildes identifizieren. Reale Spiralkegelräder mit einer Oktoide als Zahnprofil weisen in der Regel ein Tragbild in Form eines **Parallelogramms** auf. Bei angenäherter Zahnform mit Evolventenprofil ergibt sich ein **elliptisches** Tragbild.



Haben wir Ihr Interesse geweckt? Möchten Sie mehr über unsere Produkte erfahren? Kein Problem! Gern bieten wir Ihnen eine Webpräsentation an. Bitte sprechen Sie uns an!

GWJ Technology GmbH  
Celler Straße 67-69  
D-38114 Braunschweig

Tel.: + 49 (0)531/129 399-0  
Fax: + 49 (0)531/129 399-29  
[www.gwj.de](http://www.gwj.de)

