

Berechnung, Fertigung und Messung

KISSsoft ist eine bekannte Zahnradauslegungssoftware mit rund 4000 verkauften Lizenzen weltweit. Speziell auf die Zahnradfertigung und -messung bezogene Funktionalitäten erleichtern die enge Zusammenarbeit und den Datenaustausch zwischen Berechnungs-, Fertigungs- und Qualitätssicherungsingenieuren.

Da die KISSsoft-Berechnungen eine gemeinsame Datenbasis für die Zahnradauslegung, -fertigung sowie -vermessung liefern, bieten sie eine Lösung für eine Vielzahl von Fragen und Problemen, die auf Werkstattebene auftreten.

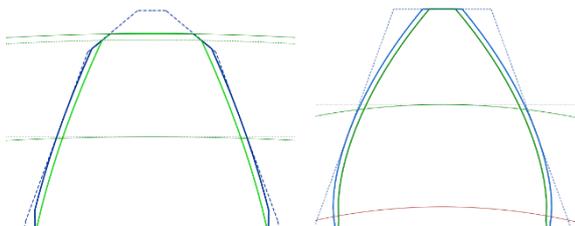
Vorbereitungswerkzeug

- Werkzeug-Kopfhöhe anpassen
- Erforderliche Protuberanz auslegen
- Werkzeug aus der Datenbank auswählen

Als Vorbereitungswerkzeuge stehen Wälzfräser und Stossräder zur Verfügung. Bei der Vorbereitung muss die Kopfhöhe des Werkzeugs erhöht werden, um das Kopfspiel aufgrund der Erzeugungsprofilverschiebung zu kompensieren. Um Schleifkerben und erhöhte Spannungskonzentration zu vermeiden, wird eine Protuberanz angewendet.

Werkzeuge mit Kantenbruch

- Vermeiden von Eingriffsstörungen
- Beibehalten der grösstmöglichen Überdeckung



Der Zahnrad-Kantenbruch bei der Vorfertigung erfordert ein individuelles Werkzeug. KISSsoft erlaubt die Definition von Kopfkantenbruchwinkel und -grösse.

Als Folge davon wird der Kopfformdurchmesser verkleinert und die Überdeckung reduziert. Dies wirkt sich sowohl auf das Geräusch als auch auf die Festigkeit des Zahnrades ungünstig aus und muss von Fall zu Fall sorgfältig geprüft werden.

Schleifwerkzeug

- Minimal erforderliche Schleiftiefe ermitteln
- Eingriffsstörung vermeiden
- Abrichter auf Wiederverwendung prüfen

In verschiedenen Branchen werden unterschiedliche Schleiftechniken und -strategien eingesetzt. Bei Industrie- und Automobilgetrieben wird der Zahnfußbereich in der Regel nicht geschliffen, bei Getrieben für die Luft- und Raumfahrt in vielen Fällen schon.

Die Kopfhöhe des Schleifwerkzeugs kann per Knopfdruck für verschiedene Bedingungen wie z.B. geforderter minimaler aktiver Fussdurchmesser, maximaler Fussformdurchmesser, Schleifen des Fusses etc. berechnet werden.

KISSsoft prüft, ob ein vorhandener Abrichter verwendet werden kann. Dadurch können die Werkzeugkosten und -vorlaufzeit reduziert werden.



Die resultierenden Verzahnungsmodifikationen wie z.B. eine Kopfrücknahme oder Eingriffswinkelmodifikation sowie deren Toleranzbereiche werden in der Grafik "Profildigramm" aufgezeigt.

Bewertung von Toleranzen

- Einfluss der Zahndickentoleranz
- Einfluss des Aufmasses & Werkzeugradius

Die Erzeugungprofilverschiebung des Vor- und Endbearbeitungswerkzeugs beeinflussen die Kopf- und Fussformdurchmesser und damit die Länge des aktiven Profils.

Für unterschiedliche Toleranzbedingungen visualisiert KISSsoft die Zahnform sowie mögliche Eingriffsstörungen oder Kollisionen bereits in der Simulation. Animationen ermöglichen eine übersichtliche Darstellung des Verzahnungs- oder Fertigungsprozesses.

Wälzfräser-Datenbank

- Werkzeuge aus einer Datenbank auswählen
- Auslegung eines neuen Werkzeugs

Um die Wiederverwendbarkeit von bestehenden Werkzeugen zu prüfen, können die Werkzeuge in die KISSsoft-Datenbank importiert werden.



Dadurch können Getriebekonstrukteure bereits in einer frühen Konstruktionsphase prüfen, ob ein geeignetes Werkzeug für eine neue Verzahnung verfügbar ist. Wenn ein neues Werkzeug benötigt wird, lassen sich die Bezugsprofilaten exportieren und als Angebotsanfrage an den Gleason-Werkzeughersteller senden.

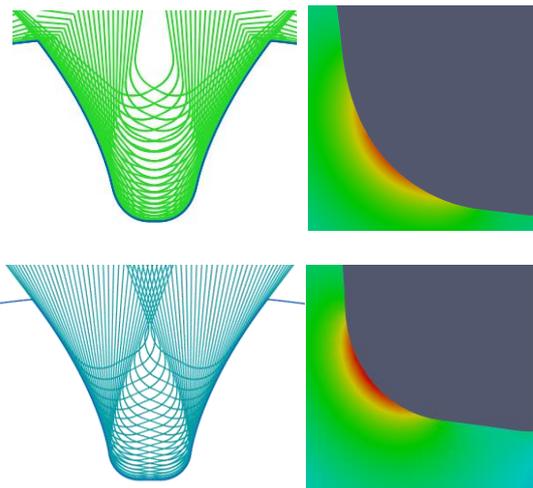
Eingriffswinkel-modifizierte Wälzfräser

- Werkzeugmodul & Eingriffswinkel berechnen
- Fussrundung optimieren

Wälzfräser mit modifiziertem Eingriffswinkel und Modul werden zur Verbesserung der Werkzeug-Standzeit eingesetzt. Solche Wälzfräser-Steigungen erzeugen jedoch eine andere Fussform, was zu unterschiedlichen Fussspannungen führt.

Bei der Verwendung eines modifizierten Wälzfräasers wird empfohlen, die FEM-Berechnung in KISSsoft unter Berücksichtigung der gefertigten Fussrundung anzuwenden.

Die Herstellsimulation zeigt Interferenzen für verschiedene Toleranzbedingungen. Die Bahnkurve des Zahnkopfes zeigt eine potentielle Kollision bei Abrollen auf.



Power Skiving

- Vorfräsen mit Power Skiving
- Auslauf des Werkzeugs prüfen

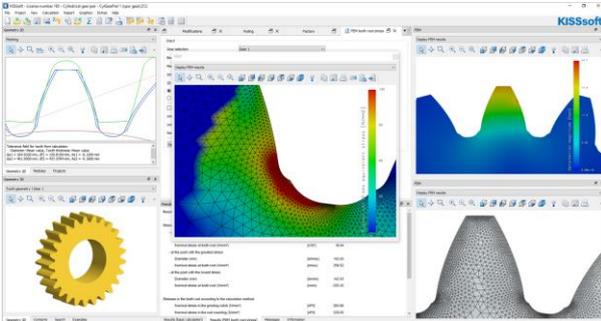
KISSsoft ermöglicht die Abschätzung der Herstellbarkeit von Zahnrädern mit Power Skiving. Basierend auf Achskreuzwinkel und Werkzeugdurchmesser wird die Fertigung des Zahnrad hinsichtlich der Prozessgrenzen überprüft.

Für Aussenverzahnungen wird das Risiko einer Kollision zwischen dem Werkzeug und der Wellenschulter auf der Vorder- und Rückseite bewertet. Bei Innenverzahnungen wird das Risiko für Kollisionen zwischen dem Werkzeugschaft und der Bohrung geprüft.

Für eine detaillierte Analyse wird die Kollisionsprüfung durch Gleason empfohlen.

Fussrundung & Zahnfußspannungen

- Analyse von Schleifkerben
- Spannungskonzentration im Zahnfuß



Die Bewertung der Zahnfußfestigkeit erfolgt nach den geltenden DIN-, ISO- oder AGMA-Normen. Bei nicht genormten Fussformen oder Schleifkerben ist jedoch eine FEM-Berechnung erforderlich.

Bei Schleifkerben oder anderen Fertigungsfehlern ermöglicht KISSsoft eine 2D- und 3D-FEM-Berechnung, in der die Spannungsüberhöhung dargestellt wird.

Natürliche & ausgelegte Verschränkung

- Natürliche Verschränkung durch Abwälzen
- Auslegung der Verschränkung zur Tragbild-Optimierung

Beim kontinuierlichen Wälzschleifen von schrägverzahnten Stirnrädern mit Balligkeit entsteht eine natürliche Verschränkung.

Die Auswirkung auf den Kontakt unter Last und die Geräuschanregung kann mit KISSsoft ermittelt werden.

Werkzeugprofil für nicht-evolventische Verzahnungen

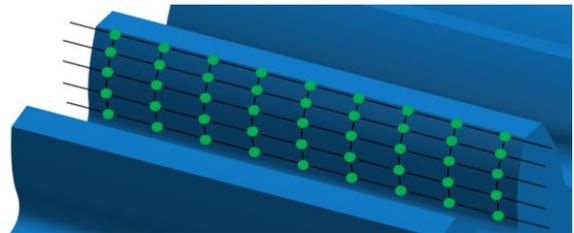
- Nicht-evolventische Verzahnungen einlesen
- Werkzeugprofil für Abwälzverfahren

Nicht-evolventische Zahnräder mit beispielsweise gerader Flanke oder positiver Flankenkrümmung können teilweise im Wälzverfahren hergestellt werden.

KISSsoft berechnet für nicht-evolventische Zahnräder das Werkzeugbezugsprofil durch einen umgekehrten Wälzprozess. Das Bezugsprofil oder die erzeugte Werkzeugform kann dann als 2D *.dxf Zahnform für die Werkzeugherstellung exportiert werden.

Messgitter-Koordinaten

- 3D-Modelle als STEP und Messgitter
- Datenexport im GDE- und GAMA-Format



Zur Steuerung einer Koordinatenmessmaschine werden in KISSsoft die Messgitterkoordinaten und die Normalvektoren für die Zahnflanke ausgegeben. Dies ist für die meisten Verzahnungsarten wie z.B. Stirn-, Kegel-, Schnecken- oder Beveloidräder möglich.

Die Exportformate für GDE und GAMA® sind verfügbar. Sie erlauben einen schnellen und sicheren Datentransfer zwischen verschiedenen Fertigungs- und Messmaschinen.

Die Richtlinie VDI/VDE 2610 liefert eine exakte und eindeutige Methode zur Beschreibung von Verzahnungsgeometrie und Fertigungsdaten.

Zahndickenmessung

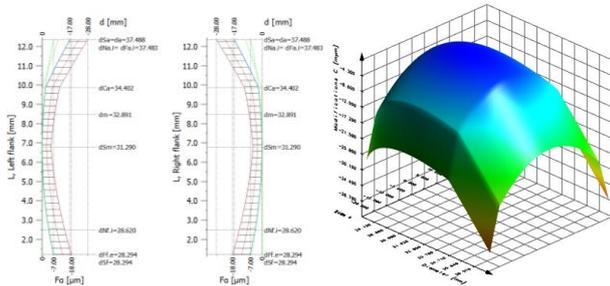
- Zahnweite und Rollenmass berechnen
- Auch für Pass- und Hochverzahnungen

Für die Messung der Zahndicke werden die Zahnweite oder das Rollenmass benötigt. Mit Hilfe der Zahnformanalyse in KISSsoft ist die Analyse der Zahndicke an jeder Position der Zahnhöhe möglich.

Für Zahnwellenprofile kann eine abgeflachte Kugel verwendet, um das Berühren des Zahnfußes zu vermeiden. Bei Hochverzahnungen wird der Kugel- bzw. Rollendurchmesser berechnet, so dass eine korrekte Messung möglich ist.

Profil- & Flankenlinienmodifikation

- Flanken-, Profil- & kombinierte Modifikationen
- K-Diagramme mit Toleranzen ausgeben



Die Verzahnungsmodifikationen können für rechte und linke Flanken unabhängig voneinander definiert werden, um ein optimales Laufverhalten für Zug und Schubbetrieb zu erhalten.

Die K-Diagramme werden in KISSsoft zur Referenzierung für die Messmaschine bereitgestellt, und die Toleranzbereiche angezeigt. Zusätzlich sind die Modifikationen pro Flanke in 3D-Grafiken verfügbar.

Lehrzahnräder

- Verwendung von vorhandenen Lehrzahnradern
- Eingriffsbedingungen an Nutzkreisen prüfen

Für ein gefertigtes Zahnrad wird die Verwendbarkeit von vorhandenen Lehrzahnradern geprüft. Das Zahnradpaar wird auf den Eingriffsbeginn bzw. das Eingriffsende hin kontrolliert, einschliesslich der jeweiligen fertigungsbedingten Toleranzen. Dies hilft, die Anzahl der benötigten Lehrzahnräder zu minimieren.

Optional kann ein neues Lehrzahnrad passend für die Geometrie des gefertigten Zahnrades berechnet werden. Die Lehrzahnräder lassen sich auf Gleason-Maschinen und anderen Prüfgeräten verwenden.

Berechnung-Fertigung-Messung

- Fertigungsfehler auf Geräusch bewerten
- Reales Tragbild unter Last simulieren

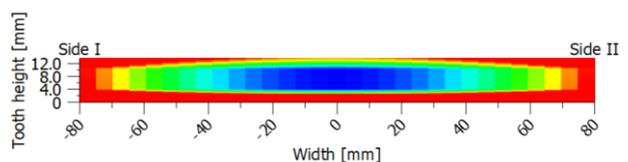
Der "Design-Manufacture-Measure"-Loop integriert KISSsoft, Gleason-Zahnradmaschinen und Messtechniklösungen in einen gesamtheitlichen Prozess.

Fertigungsfehler können zu einer erhöhten Geräuschanregung oder einem ungünstigen Tragbild im Betrieb führen. Um die Auswirkung der Fertigungsfehler vorherzusagen, wird die gemessene Flankentopographie in KISSsoft importiert.

Mit Hilfe der Kontaktanalyse wird das Laufverhalten analysiert, entweder als Zahnradpaar oder im Antriebsstrang. Dies erlaubt einen Vergleich zwischen dem Soll- und Ist-Zustand. Nach dieser Analyse kann das gefertigte Zahnrad freigegeben werden oder nicht.

Montage-Tragbild

- Tragbild nach der Montage prüfen
- Inklusive Lagerspiel und Montagetoleranzen



Die Tragbildprüfung im lastfreien Zustand ist eine übliche Kontrolle nach Abschluss der Getriebemontage. Mit KISSsoft kann das Tragbild im Leerlauf unter Berücksichtigung der Lagerspiele und der zulässigen Montage oder Fertigungstoleranzen vorausberechnet und simuliert werden.

Die Touchierpastendicke kann als zusätzlicher Parameter in der Berechnung angegeben werden.

Kontaktieren Sie uns für eine Software-Demo unter +41 55 254 20 50 oder info@KISSsoft.com