

KISSsoft AG - ☎ +41 55 254 20 50
Uetzikon 4 - ☎ +41 55 254 20 51
8634 Hombrechtikon - ✉ info@KISSsoft.AG
Switzerland - www.KISSsoft.AG

KISSsys Tutorial:

Zweistufiges Planetengetriebe

Grundsätzliches zu diesem Tutorial

Das Tutorial zeigt wie ein Planetengetriebe in KISSsys aufgebaut werden kann und weist auf einige Spezialitäten hin.

Es wird empfohlen das erste Tutorial, KISSsys-Tutorial-001 durchzuarbeiten, bevor dieses Tutorial angegangen wird.

Das Modell kann beliebig erweitert werden, dazu sind weiterführende Anleitungen vorhanden die aber etwas Erfahrung mit KISSsys bedingen.

Treten beim Durcharbeiten des Tutorials Fragen oder Probleme auf hilft die KISSsoft Hotline unter der oben angegebenen Adresse gerne weiter.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	2
2	Aufbau des Systems.....	3
2.1	KISSsys aufrufen.....	3
2.2	Modellierung der ersten Stufe.....	3
2.2.1	Maschinenelemente, Wellenberechnungen.....	3
2.2.2	Verbindungen.....	4
2.2.3	Planetenberechnung.....	5
2.3	Modellierung der zweiten Stufe.....	6
2.4	Positionierung der Planetenwellen.....	7
2.5	Leistungsein- und ausgang, Verbindung der beiden Stufen.....	8
2.6	Eingabe der Verzahnung.....	10
2.7	Eingabe der Wellen.....	11
2.7.1	Sonnenwelle.....	11
2.7.2	Planetenträger.....	13
2.7.3	Welle für Hohlrاد / Gehäuse.....	13
2.7.4	Planetenachse.....	13
3	User Interface.....	15
3.1	User Interface einfügen.....	15
3.1.1	Leistungsdaten.....	15
3.1.2	Funktionen.....	16
3.1.3	Angaben zur Festigkeitsrechnung der Verzahnung.....	18
3.2	Weitere Funktionalitäten.....	20
3.2.1	Welle-Nabe Berechnung.....	20
3.2.2	Lastkollektive.....	21
3.2.3	Position der Hohlräder.....	21
4	Besonderheiten.....	22
4.1	Drehzahlen für die Wälzlagerberechnung der Planetenlager.....	22
4.2	Anzahl Planeten.....	23
4.3	Baumstruktur.....	23
4.4	Wellenberechnungen.....	23

1 Aufgabenstellung

Es soll ein KISSsys Modell für die Berechnung eines zweistufigen Planetengetriebes mit integrierter Stirnrad-, Wellen-, und Lagerberechnung erstellt werden. Dieses Modell kann dann für Auslegungen oder Nachrechnungen solcher Systeme verwendet werden.

Zu beachten:

- Die Hohlräder werden festgehalten
- Der Planet der ersten Stufe ist mit zwei symmetrisch angeordneten Lagern gelagert
- Der Planet der zweiten Stufe ist mit einem einzelnen Lager gelagert (mittig)

2 Aufbau des Systems

Das neue System wird aus Elementen wie Zahnrädern, Wellen usw. sowie den dazugehörigen KISSsoft Berechnungen zusammengesetzt. Diese Elemente werden aus einer Bibliothek, den sogenannten „Vorlagen“ oder „Templates“ entnommen. Es wird vorausgesetzt, dass der Anwender bereits das Tutorial 001, zweistufiges Stirnradgetriebe durchgearbeitet und verstanden hat.

2.1 KISSsys aufrufen

Zuerst muss ein (Projekt-) Ordner angelegt werden oder es muss ein solcher vorhanden sein. Danach wird KISSsys über Windows-Start/Programme/KISSsoft-Hirware 03-2008/KISSsys gestartet und der entsprechende Ordner wird als Projektverzeichnis gewählt.

Über „Optionen“ wird der Administratormodus aktiviert. Danach werden die Vorlagen über „Datei/Vorlagendatei öffnen“ importiert.

2.2 Modellierung der ersten Stufe

2.2.1 Maschinenelemente, Wellenberechnungen

Aus den Vorlagen werden nun die folgenden Elemente kopiert und wie folgt angeordnet (zu beachten ist dass mit Vorteil die Planetenwelle unterhalb des Planetenträgers angeordnet wird).

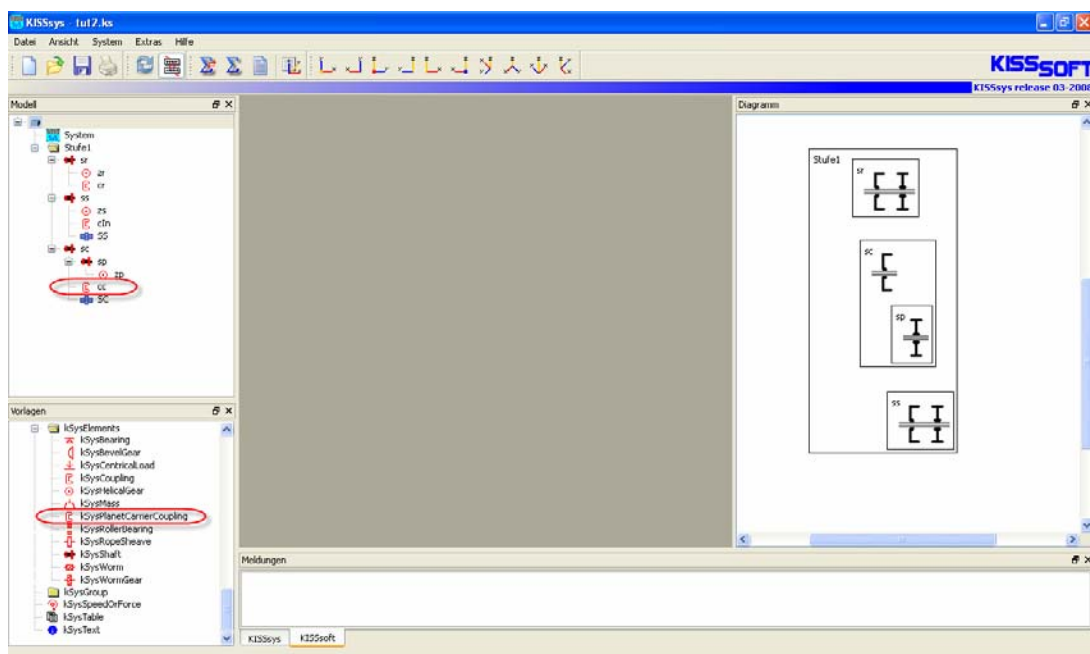


Abbildung 2.2-1 Aufbau des Modells, erster Schritt, erste Stufe

Zu beachten ist dass bei Einfügen der Berechnungen (Welle, Lager) die dazugehörige Welle ausgewählt wird und die Option „Save file in KISSsys“ gesetzt ist.

Weiter muss bei der Kupplung des Planetenträgers die Variable „NofPlanets“ vom Typ „Real“ eingefügt werden. In dieser Variablen steht der Wert der die Anzahl der Planeten definiert. Dazu rechter Mausklick auf „cc“ und „neueVariable“ (hier wird die neue Variable „NofPlanets“ angelegt, es seien hier drei Planeten vorhanden):

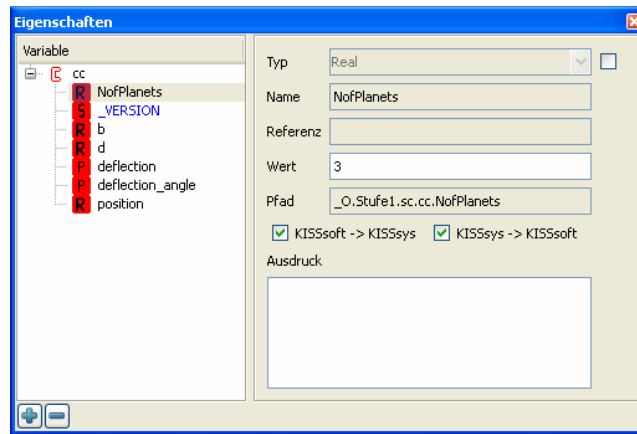
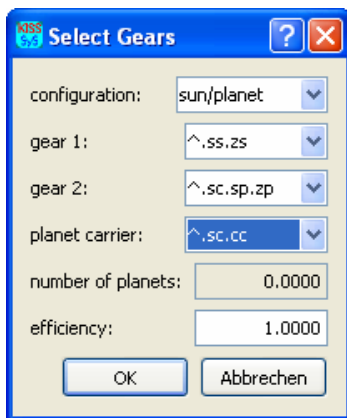


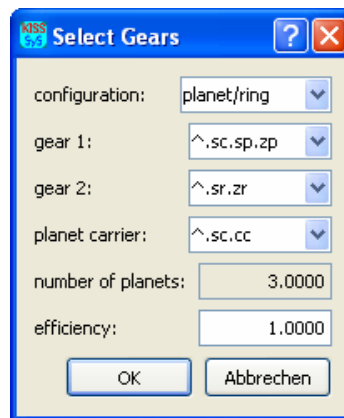
Abbildung 2.2-2 Erstellen der Variablen „NofPlanets“ zur Definition der Anzahl Planeten in der Stufe.

2.2.2 Verbindungen

Nun werden die Verbindungen auf der unterhalb der Gruppe eingefügt (aus den Vorlagen, kSysPlanetaryGearConstraint kopieren), einmal für die Verbindung Sonne/Planet „zsyp“, einmal für die Verbindung Planet/Ring „zpyr“:



Gear 1: Sonnenrad
Gear 2: Planetenrad



Gear 1: Planetenrad
Gear 2: Ring

Abbildung 2.2-3 Einfügen der Verbindungen

Das KISSsys Model sollte nun folgendermassen aussehen:

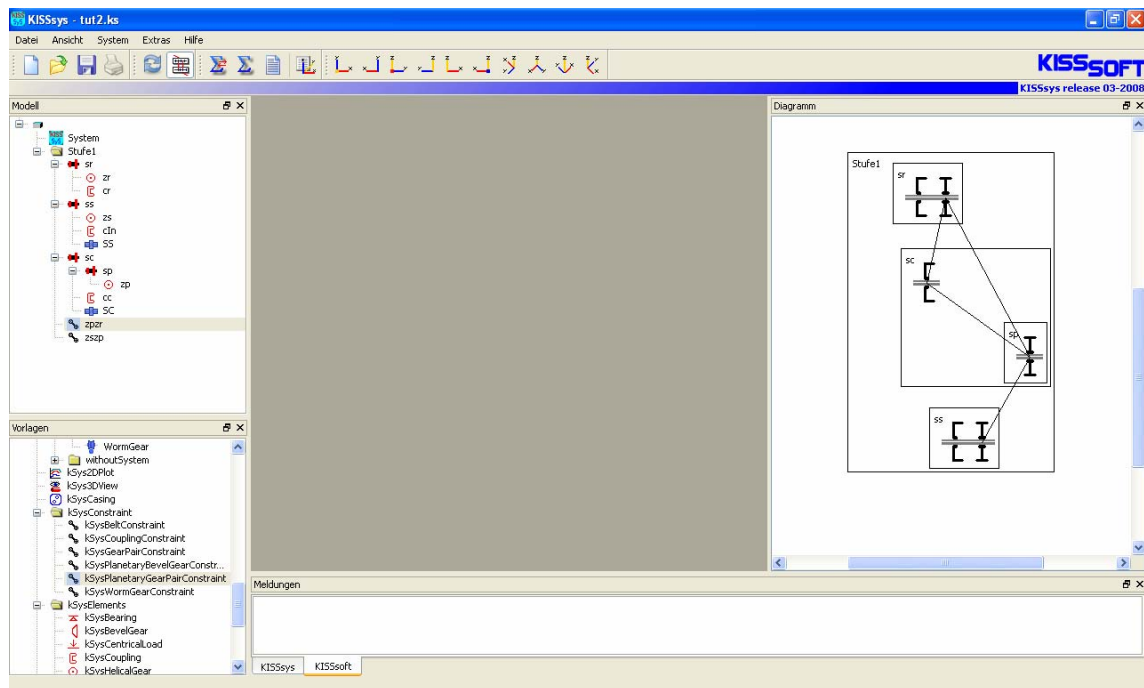


Abbildung 2.2-4 KISSsys Model nach Einfügen der Planetenverbindungen.

2.2.3 Planetenberechnung

Nachfolgend wird aus den Vorlagen eine Planetenberechnung importiert und auf der gleichen Ebene wie die Verbindungen in der Baumstruktur eingefügt. Dazu müssen die beiden Verbindungen angegeben werden, ebenso die Art der Speicherung:

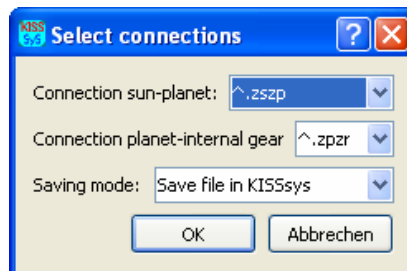


Abbildung 2.2-5 Einbinden der Planetenberechnung.

Das KISSsys Model sollte nun wie folgt aussehen:

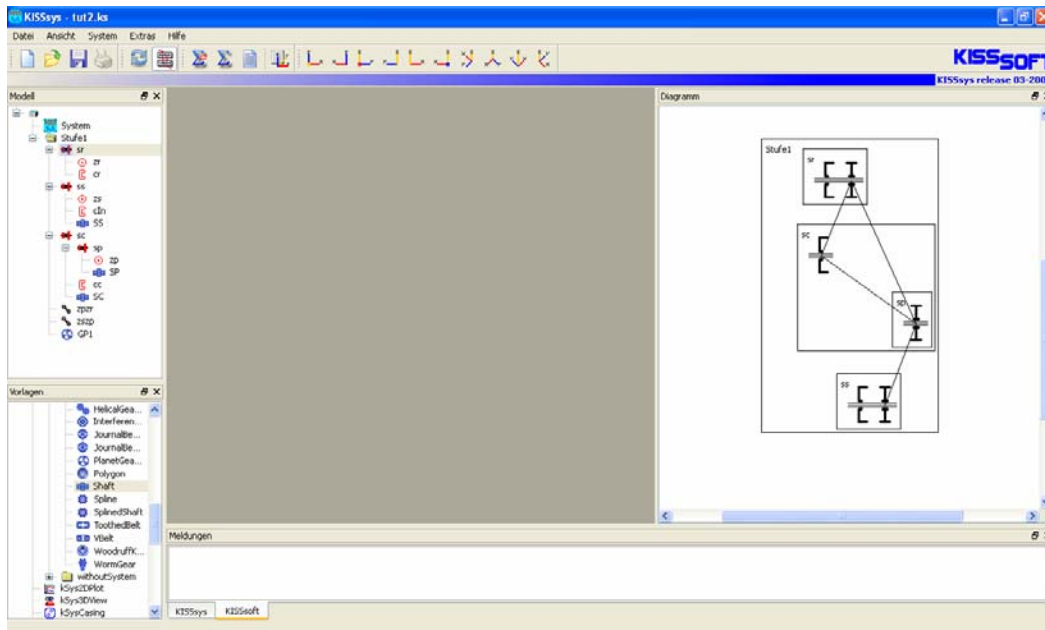


Abbildung 2.2-6 KISSsys Model nach einfügen der Planetenberechnung.

2.3 Modellierung der zweiten Stufe

Nun wird die Gruppe „Stufe1“ kopiert und unterhalb der obersten Ebene als „Stufe2“ eingefügt:

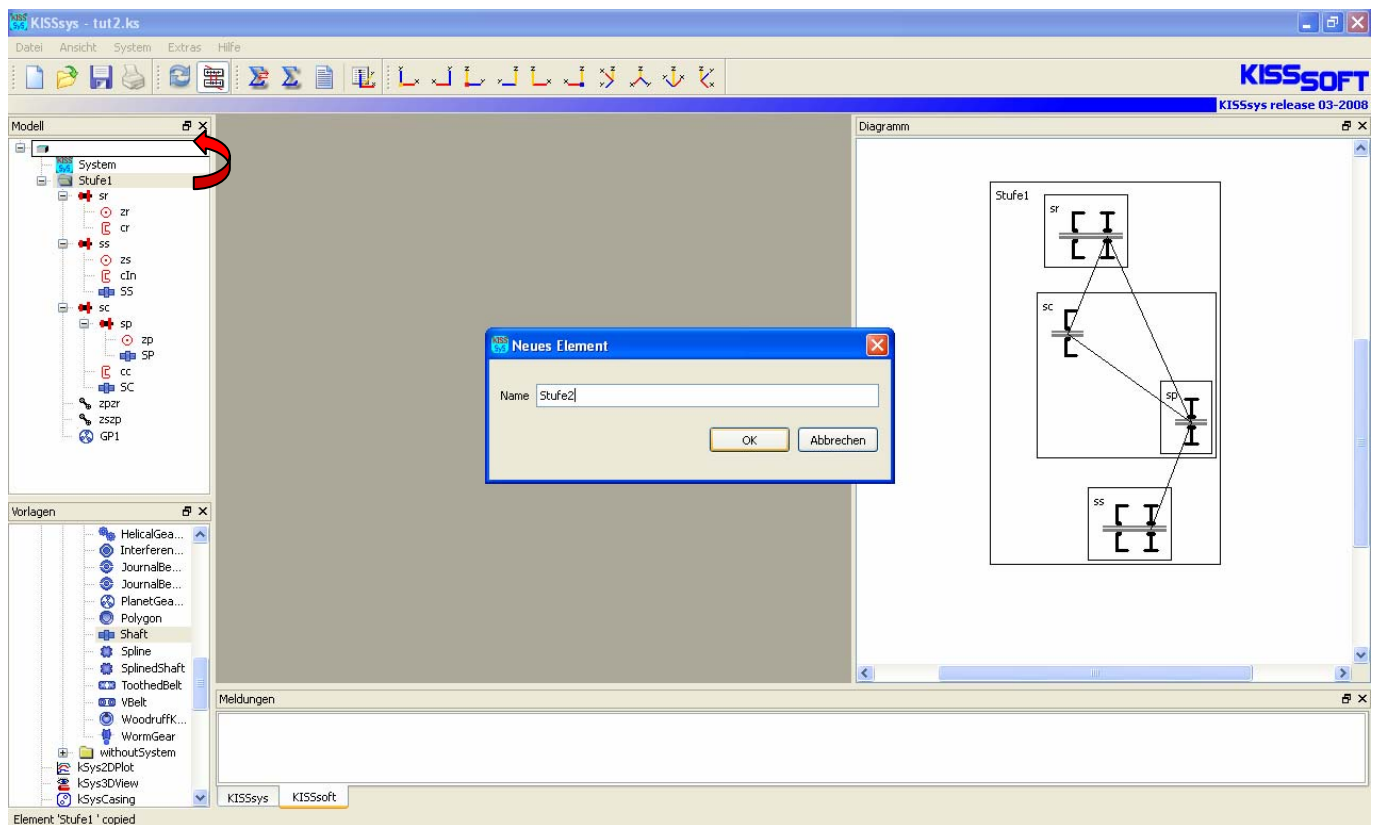


Abbildung 2.3-1 Kopieren und einfügen der ersten Stufe als zweite Stufe

Das KISSsys Model sieht nun wie folgt aus:

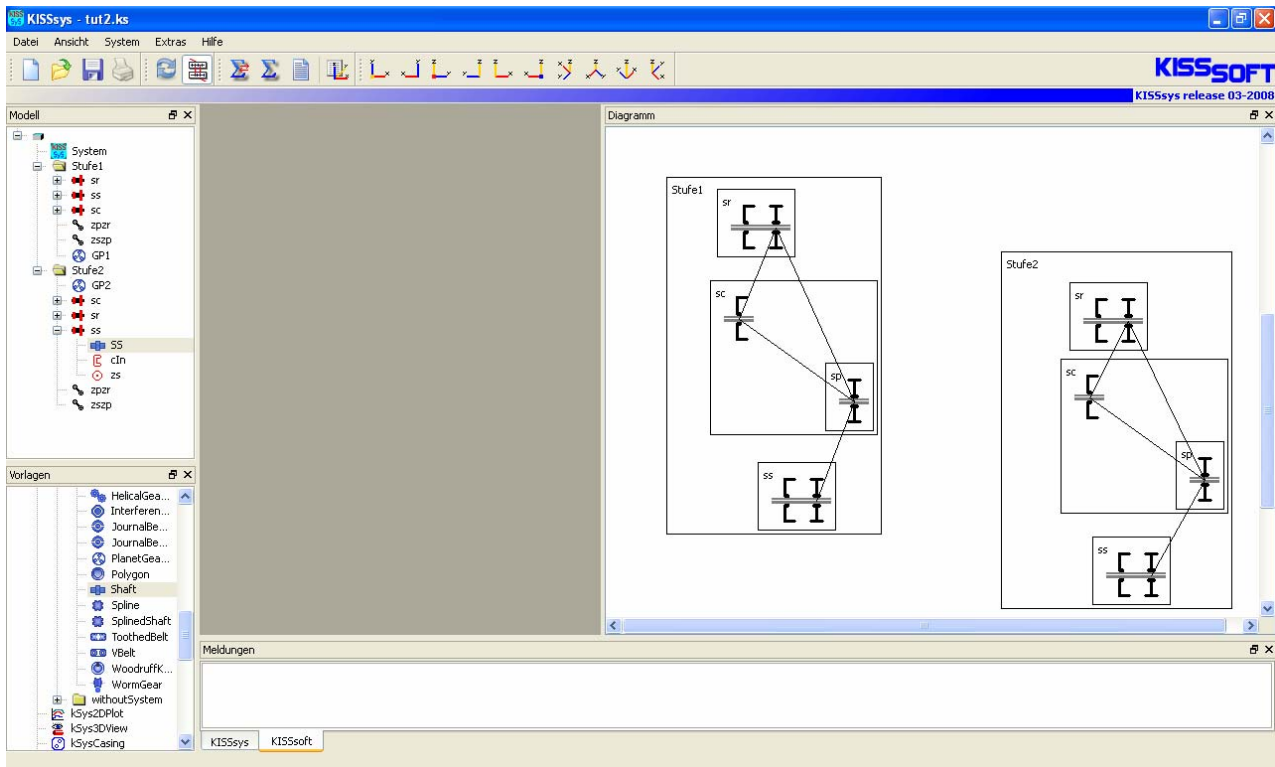


Abbildung 2.3-2 KISSsys Model mit zwei Stufen.

Die zweite Stufe wird jetzt noch bezüglich der ersten im Raum positioniert. Über Aufruf von „Dialog“ in der Gruppe „Stufe2“ kann nun die zweite Stufe versetzt zur ersten positioniert werden (beispielsweise um 200mm verschoben):

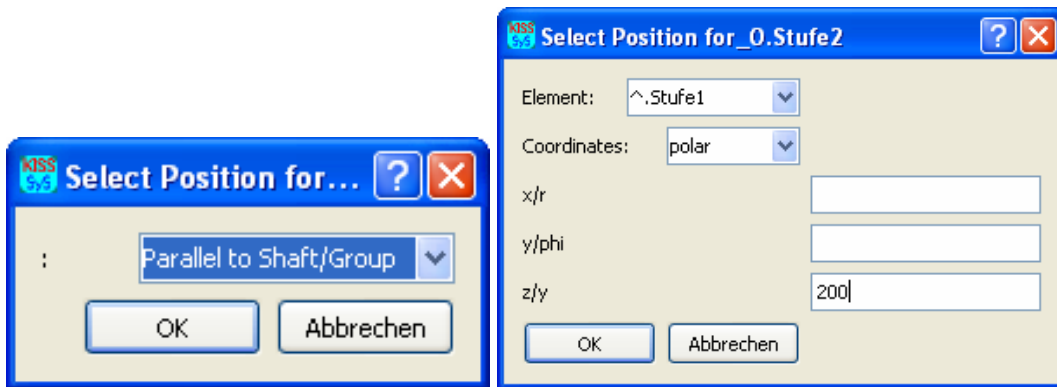


Abbildung 2.3-3 Positionierung der zweiten Gruppe bezüglich der ersten Gruppe.

2.4 Positionierung der Planetenwellen

Die Planetenwellen der beiden Stufen müssen noch im Raum angeordnet werden. Dazu bei den beiden Planetenwellen den Dialog aufrufen und diese parallel zur jeweiligen Sonnewelle positionieren. Der Abstand entspricht dem Achsabstand zwischen Sonne und Planeten:

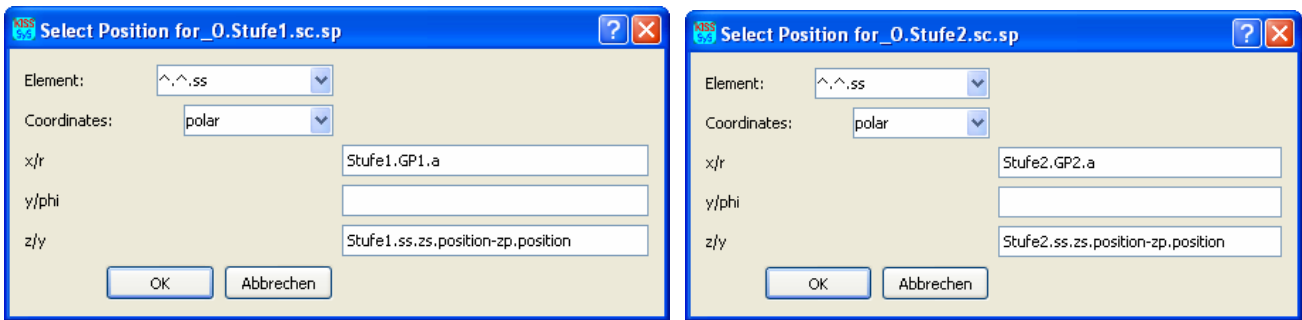
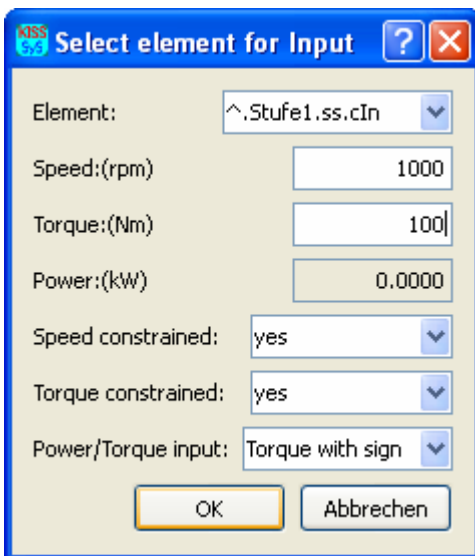


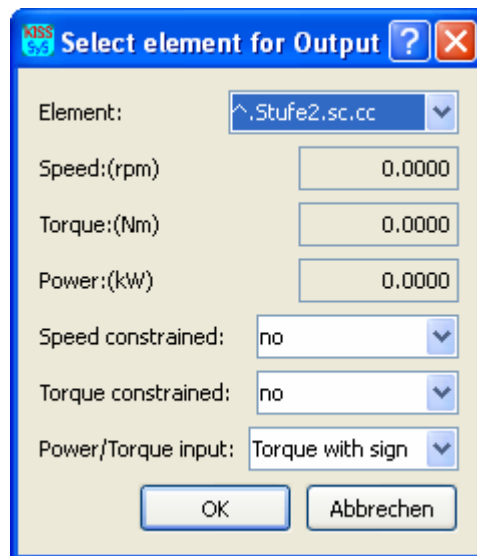
Abbildung 2.4-1 Positionierung der beiden Planetenachsen bezüglich der jeweiligen Sonnenachse.

2.5 Leistungsein- und ausgang, Verbindung der beiden Stufen

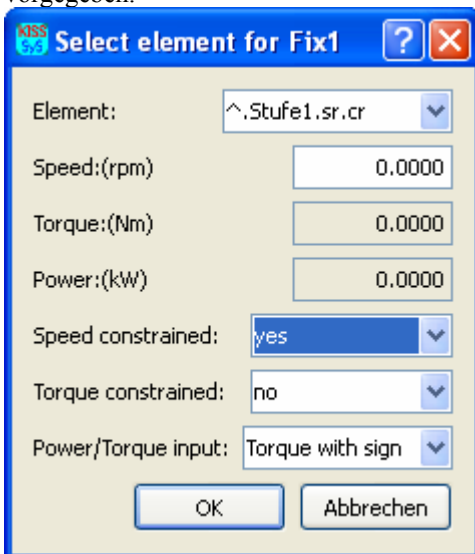
Über ein „kSysSpeedOrForce“ Element (aus den Vorlagen) wird nun die Leistung in das System eingebracht, respektive entnommen (Leistungseingang sei die Kupplung auf der Sonnenwelle der ersten Stufe, Leistungsausgang sei die Kupplung auf dem Planetenträger der zweiten Stufe). Ebenfalls über „kSysSpeedOrForce“ Elemente werden die beiden Hohlräder festgehalten.



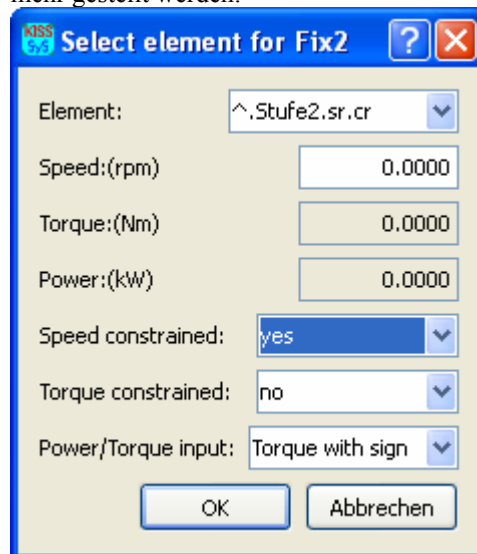
Die Drehzahl und das Drehmoment wird in diesem Beispiel am Leistungseingang (Sonne erste Stufe) vorgegeben.



Dementsprechend kann am Leistungsausgang (Planetenträger zweite Stufe) keine weitere Bedingung mehr gestellt werden.



Die Drehzahl des Kranzes wird auf Null gesetzt, er wird festgehalten



Die Drehzahl des Kranzes wird auf Null gesetzt, er wird festgehalten

Abbildung 2.5-1 Einfügen der „kSysSpeedOrForce“ Elemente.

Weiter muss noch der Planetenträger (Ausgang der ersten Stufe) mit der Sonne (Eingang der zweiten Stufe) verbunden werden. Dies über eine Kupplungsverbindung (kSysCouplingConstraint) die wie folgt zu konfigurieren ist:

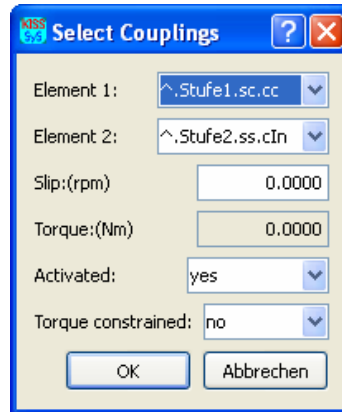


Abbildung 2.5-2 Konfiguration der Kupplung die die beiden Stufen verbindet.

Nun kann die Kinematik überprüft werden indem die Funktion „calcKinematic“ unter „System“ aufgerufen wird. Es sollte am unteren Bildschirmrand die Meldung „Kinematic calculated“ erscheinen. Nun „Refresh All“ drücken (fünftes Symbol von links in der zweiten Menüleiste).

Das KISSsys Model sollte nun wie folgt aussehen:

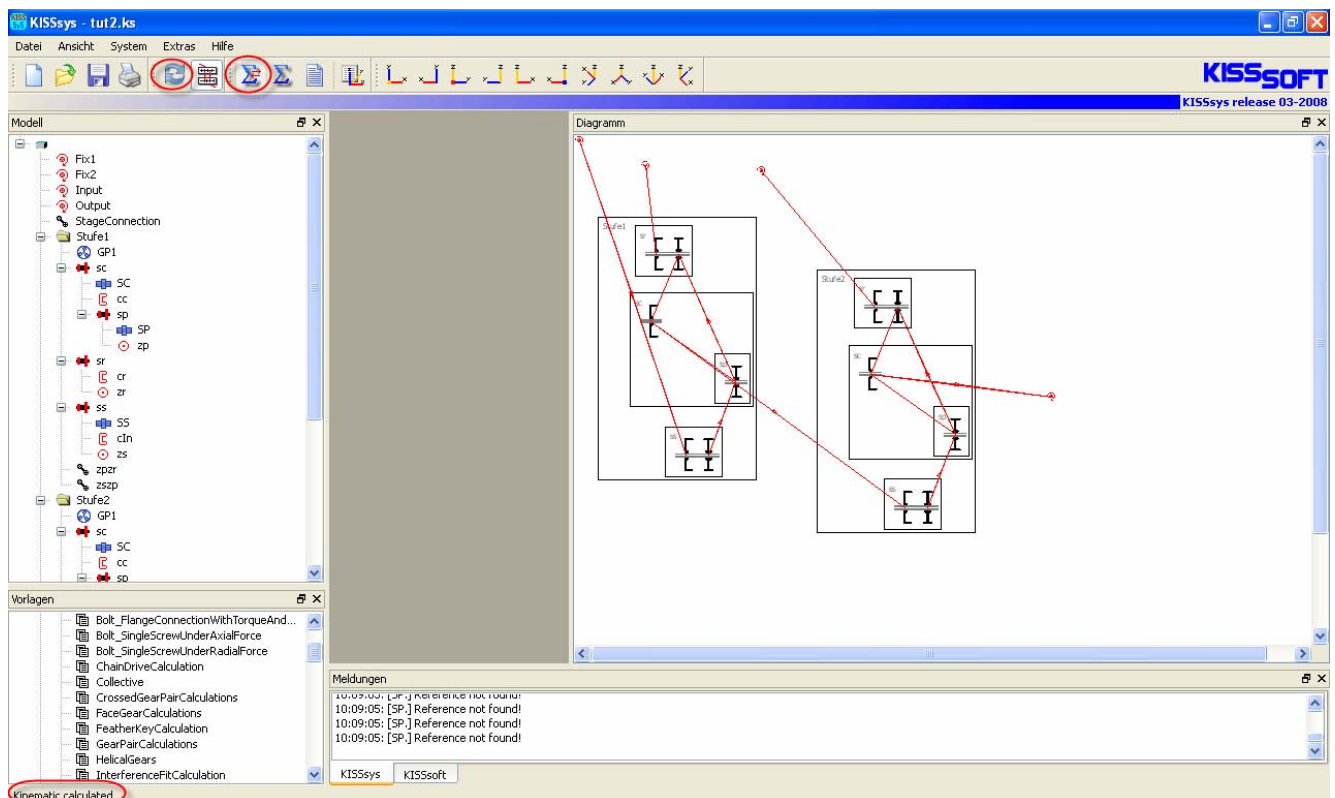


Abbildung 2.5-3 KISSsys Model, Aufbau der Struktur ist abgeschlossen.

2.6 Eingabe der Verzahnung

Es können nun Verzahnungsdaten in den KISSsoft Berechnungen der beiden Planetenstufen eingegeben werden. Dazu Doppelklick auf „GP1“ bei Stufe 1 und Stufe 2 um zu KISSsoft zu gelangen. Hier in gewohnter Weise eine Verzahnung eingeben oder auslegen lassen (oder bestehende Datei öffnen):

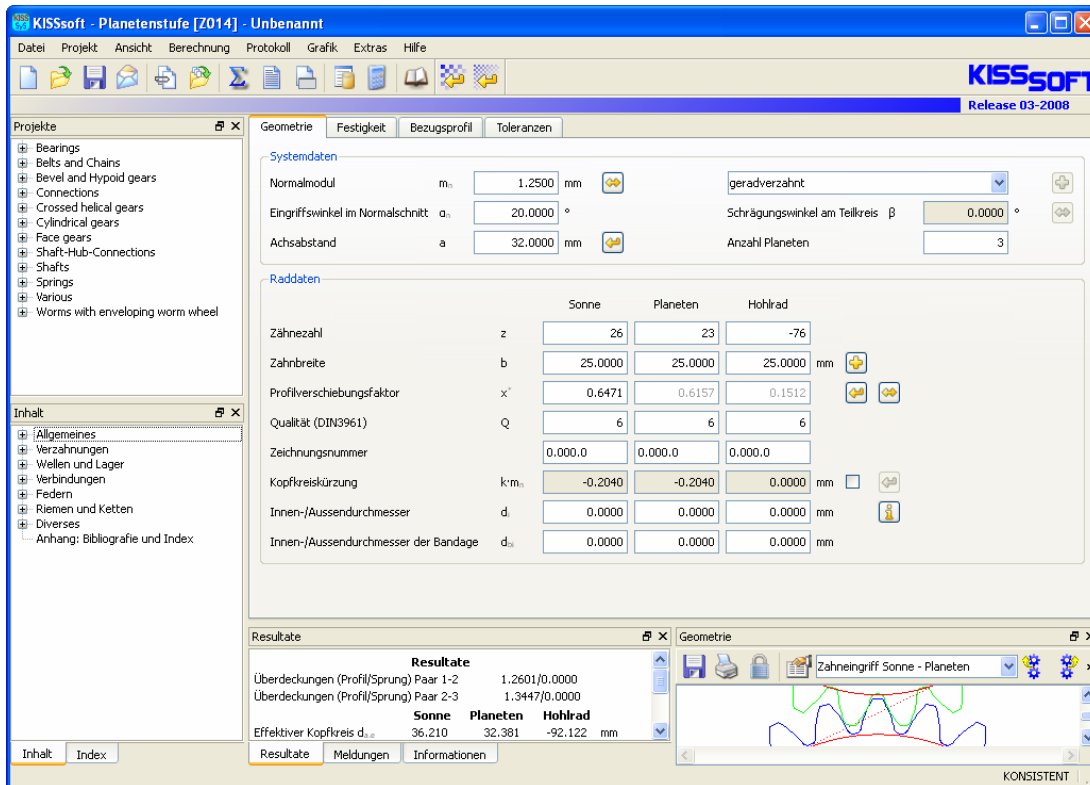


Abbildung 2.6-1 Eingabe der Verzahnungsdaten in KISSsoft

Die Anzahl der Planeten jedoch wird nicht in KISSsoft vorgegeben, diese Information wird aus KISSsys entnommen. Variable NofPlanets aus „PlanetaryGearPairConstraint“, welche zu Anfang definiert worden ist.

Für die 3D Darstellung muss noch das Element kSys3DView aus den Vorlagen in die Baumstruktur kopiert werden (unterhalb „System“). Über „Show“ wird die 3D Darstellung angezeigt:

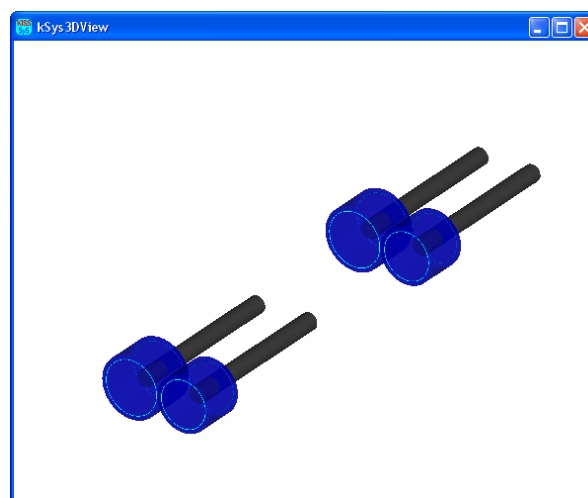


Abbildung 2.6-2 3D Ansicht.

Die Hohlräder sind zur Zeit nicht sichtbar. Dazu muss in den Elementen „zr“ ein Wert für die Variable di angegeben (negativer Wert da Hohlrad). Anstatt eines festen Wertes kann z.B. die Formel $df-10*mn$ genommen werden.

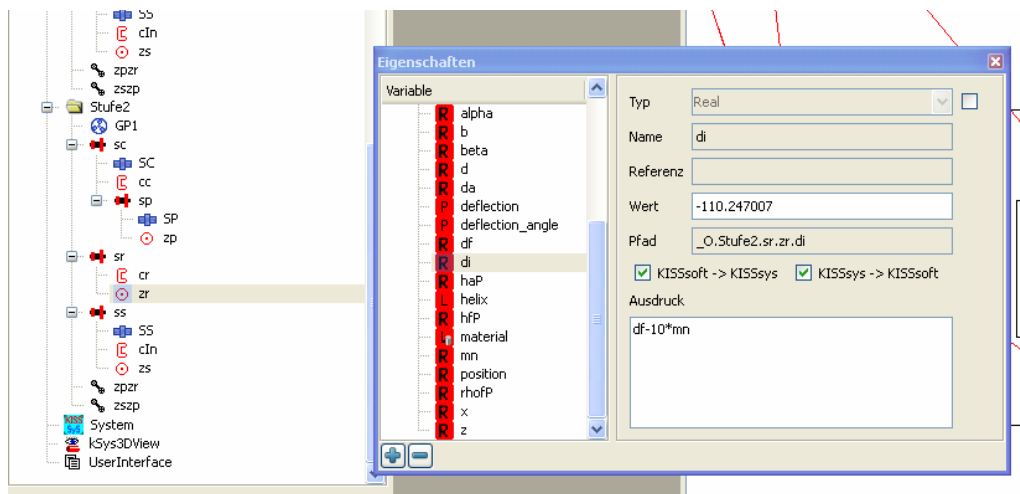


Abbildung 2.6-3 Definition des Aussendurchmessers des Hohlrades.

Die 3D Grafik sieht dann wie folgt aus:

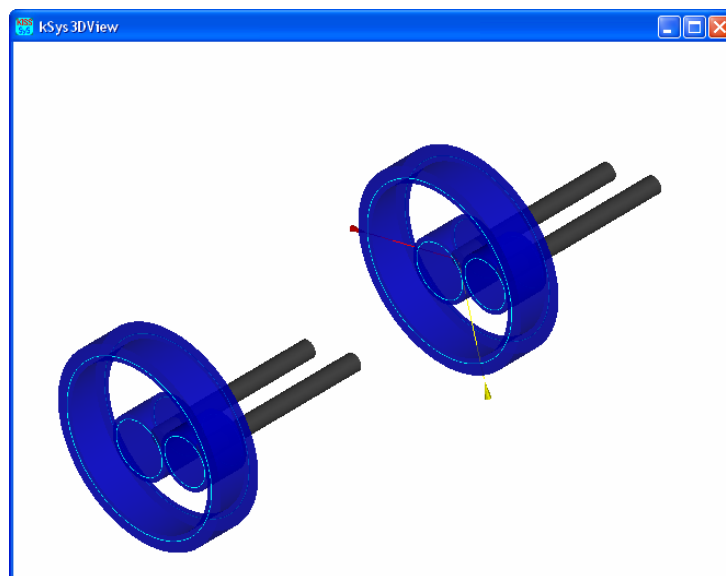


Abbildung 2.6-4 3D Ansicht mit Hohlräder.

2.7 Eingabe der Wellen

2.7.1 Sonnenwelle

Um die Sonnenwelle zu lagern wird an das linke Ende ein Lager vom Typ „kSysBearing“ eingefügt und „b1“ genannt. Mit rechter Mausklick „UpdateShaftElements“ wird das Lager im Welleneditor aktualisiert. Über „SS“ in Stufe 1, per Doppelklick, gelangt man in das KISSsoft Interface für die Wellenberechnung wo im Welleneditor die Sonnenwelle definiert werden kann, z.B.:

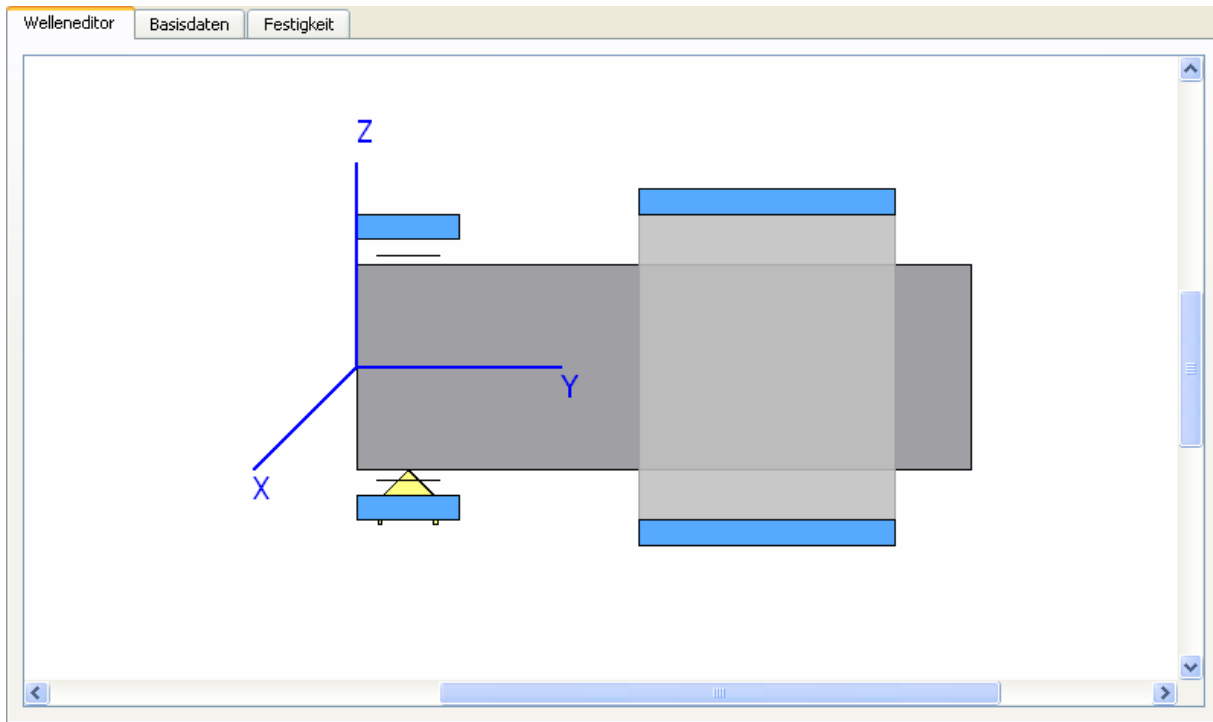


Abbildung 2.7-1 Definition einer Sonnenwelle.

Bevor KISSsoft wieder verlassen wird, muss noch „Berechnen F5“ gedrückt werden damit die Daten gespeichert werden.

Zu beachten ist, dass das Sonnenrad mehrfach auf der Welle vorhanden ist, nämlich genau gleich viele Male wie Planeten vorhanden sind um den Mehrfacheingriff (mit sich aufhebenden Radialkräften) zu simulieren.

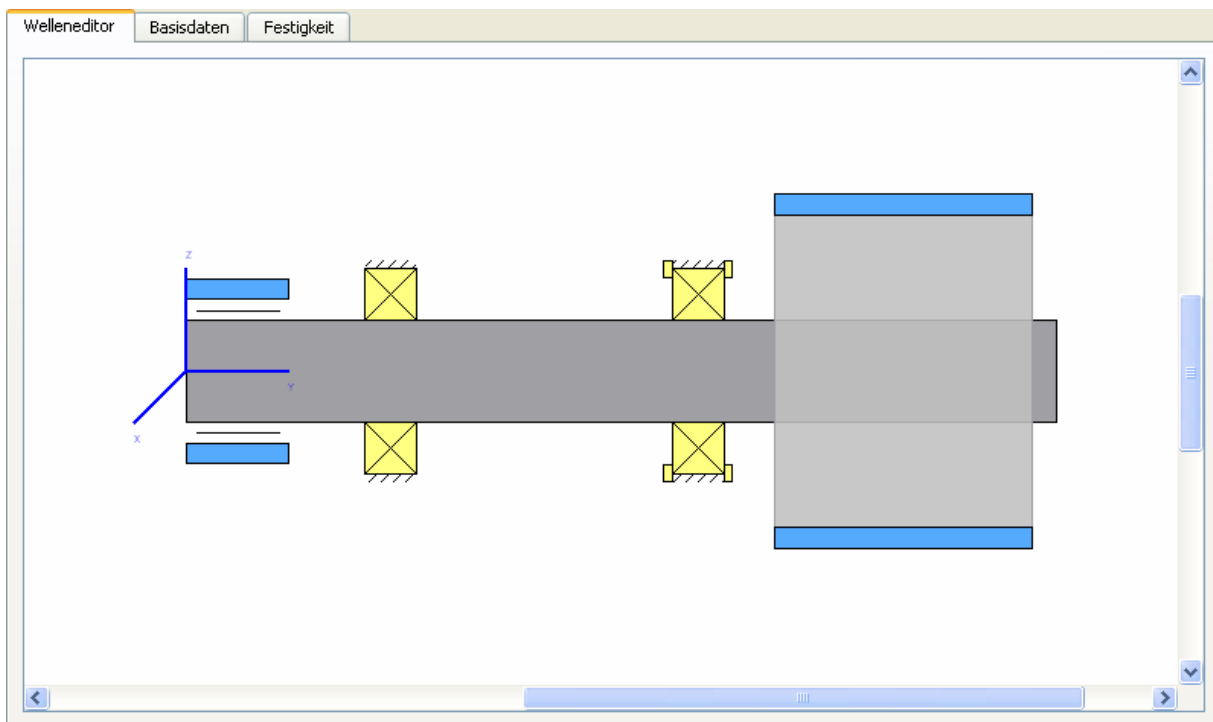


Abbildung 2.7-2 Definition einer Sonnenwelle.

2.7.2 Planetenträger

Die Modellierung des Planetenträgers ist nicht notwendig für die Berechnung und wird hier nicht beschrieben.

Hinweis! KISSsoft Wellenberechnungen sollten entfernt werden, falls Geometrie des Planetenträger nicht definiert ist. Anderfalls könnten Fehler auftreten.

2.7.3 Welle für Hohlrاد / Gehäuse

Die Welle für das Hohlrاد ist im wesentlichen gleich dem Gehäuse des Getriebes. Es ist nicht notwendig diese zu modellieren.

2.7.4 Planetenachse

In diesem Beispiel soll der eine Planet (für die erste Planetenstufe) über zwei symmetrisch angeordnete Wälzlager, der andere nur auf einem einzelnen Pendelrollenlager gelagert sein. Die Modellierung ist daher unterschiedlich.

Zuerst muss die Baumstruktur um die Wälzlager („b1“, „b2“) und die dazugehörigen Berechnungen („Bcalc2“, „Bcalc1“) erweitert werden. Zu beachten ist dass für die Wälzlagerberechnungen aus den Vorlagen für die erste Planetenstufe eine Wälzlagerberechnung für zwei Lager („Bearing2“), für die zweite Planetenstufe eine Wälzlagerberechnung für ein Lager („Bearing1“) verwendet wird:

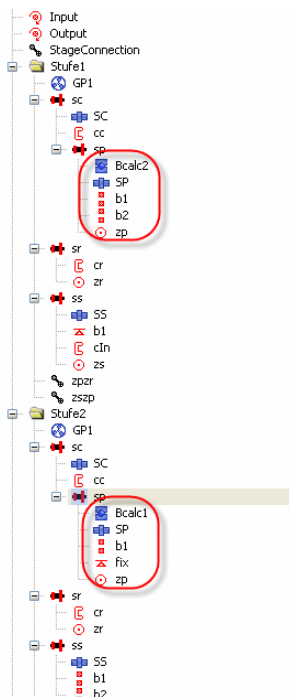


Abbildung 2.7-3 Um die Wälzlager erweiterte Baumstruktur

Da damit zusätzliche Elemente in die Baumstruktur eingefügt wurden muss bei den jeweiligen Wellenberechnungen „SP“ über rechte Maustaste die Funktion „UpdateShaftElements“ aufgerufen werden, damit in der Wellenberechnung die neu hinzugefügten Lager auch tatsächlich beachtet werden. Nun kann das KISSsoft Interface für die Wellenberechnung aufgerufen und die Planetenachsen in der graphischen Welleneingabe modelliert werden. Dabei wird mit Vorteil zuerst der Wert der Variablen „position“ des zweiten Lagers auf z.B. 5mm gesetzt, damit die beiden Lager unterschieden werden können. In diesem Beispiel soll das Planetenrad der ersten Stufe durch zwei Wälzlager symmetrisch gelagert werden. In welcher Distanz die beiden Lager nun auf der Welle angeordnet werden spielt hier keine Rolle da nur eine Radialkraft in der Mitte des Planetenrades wirkt (Bei einem schrägverzahnten Planeten müssten die Lager an der korrekten Position liegen). Die Eingabe der Achse wird mit „Berechnen F5“ beendet:

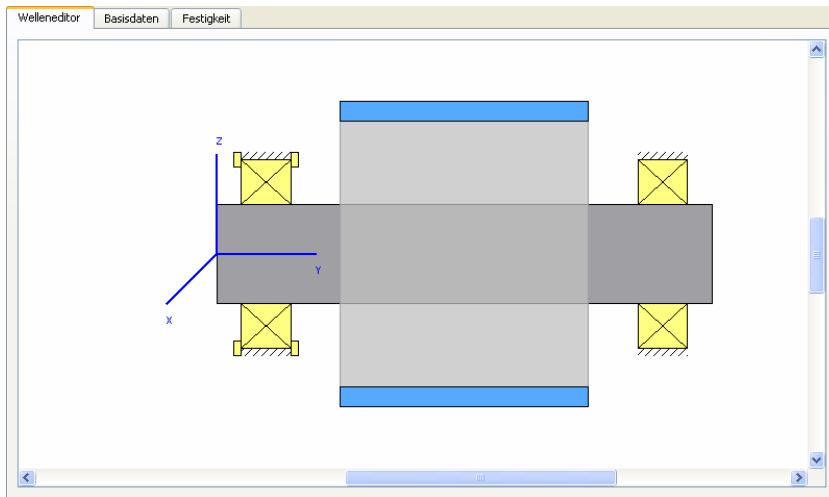


Abbildung 2.7-4 Lagerung des Planeten der ersten Stufe. Ziel ist eine gleichmässige Verteilung der in der Mitte des Zahnrades auftretenden Last auf die beiden Lager.

Das Lager des zweiten Planetenrades wird nun mittig zum Zahnrad platziert. Da hier nur ein Wälzlager in der Wellenberechnung vorhanden ist, ist das System Achse nicht statisch bestimmt. Es ist daher eine zweite Bedingung für die Lagerung anzugeben die, die Last auf das Lager nicht verändert. Dazu ist im Elementeditor der Wellenberechnung das linke (oder rechte) Ende der Achse zu lagern („Eingespannt“).

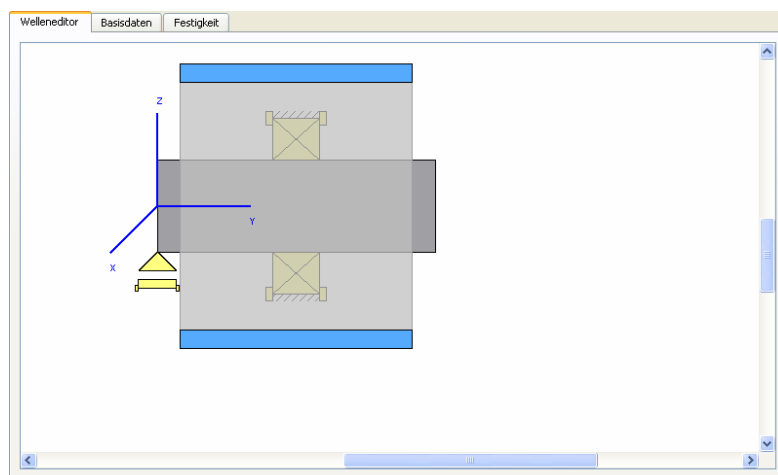


Abbildung 2.7-5 Lagerung des Planeten der zweiten Stufe.

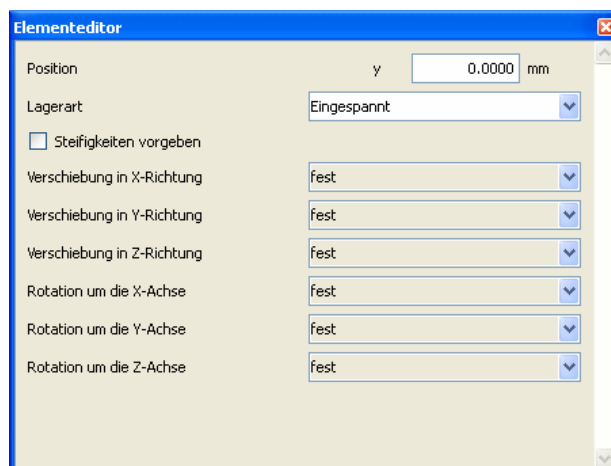


Abbildung 2.7-6 Zwangsbedingung für das linke Achsende.

In der 3D Ansicht sind nun zuerst die Wälzlager nicht sichtbar. Dazu ist in den KISSsoft Interfaces für die beiden Lagerberechnungen „Berechnen F5“ zu drücken damit die Wälzlagerdaten aktualisiert werden. Danach sollte die 3D Ansicht wie folgt aussehen:

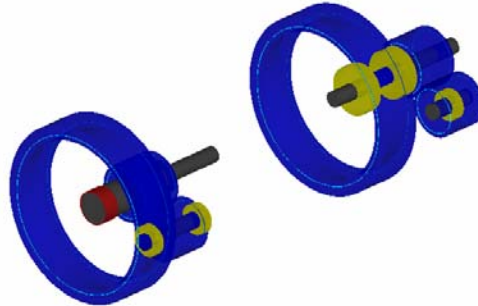


Abbildung 2.7-7 3D Ansicht des zweistufigen Planetengetriebes

3 User Interface

3.1 User Interface einfügen

Um die Handhabung der Berechnung zu vereinfachen wird ein User Interface verwendet das es erlaubt, Ein- und Ausgabegrößen zu bearbeiten oder darzustellen. Dazu wird eine Tabelle „UserInterface“ aus den Vorlagen in die Baumstruktur, unterhalb von „System“ kopiert. Über rechte Maustaste, „Show“ wird sie angezeigt, über „Dialog“ kann die Zahl der Zeilen und Spalten eingestellt werden.

3.1.1 Leistungsdaten

In diesem Beispiel wird das Drehmoment und die Drehzahl am Eingang angegeben. Der beschreibenden Text wie z.B. „Input.speed“ oder „Input.torque“ kann direkt in ein Feld eingetippt werden. Für die Eingabe der Zahlenwerte: rechte Maustaste auf das gewünschte Feld, „Real einfügen“ wählen, „Referenz to Real“ aktivieren und diejenige Variable angeben die angesprochen werden soll:

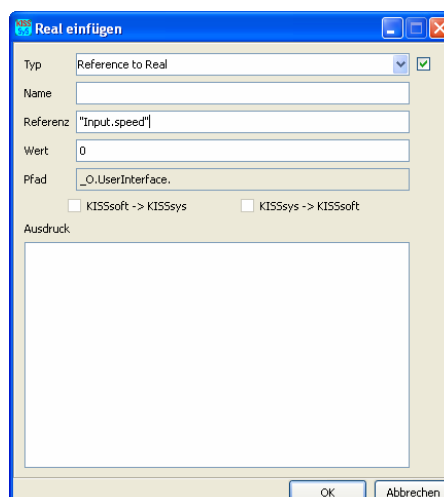


Abbildung 3.1-1 Eingabe für die Eingangsdrehzahl

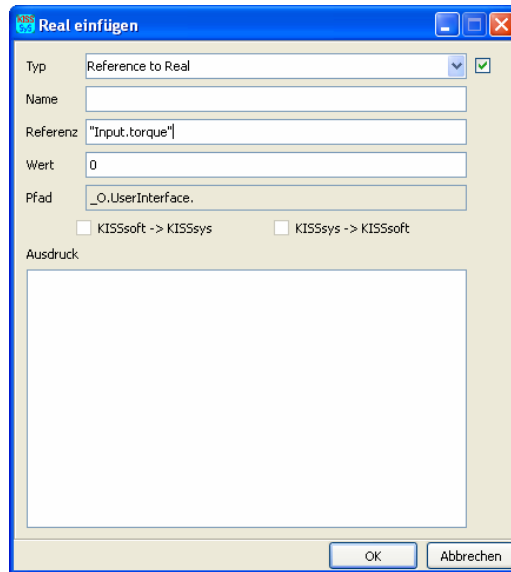


Abbildung 3.1-2 Eingabe des Eingangsmomentes.

Weiter können resultierende Werte zur Information ausgegeben werden, z.B.

1. Eingangsleistung: Dazu in einem Feld rechte Maustaste drücken, „Real einfügen“ wählen und unter „Ausdruck“ den Variablennamen „Input.power“ angeben.
2. Ausgangsdrehzahl: wie oben, Variablennamen „Output.speed“
3. Ausgangsdrehzahl: wie oben, Variablennamen „Output.torque“
4. Ausgangsleistung: wie oben, Variablennamen „Output.power“
5. Untersetzung: hier wird unter „Ausdruck“ der folgende Ausdruck zur Berechnung der Untersetzung eingegeben: $\text{abs}(\text{Input.speed}/\text{Output.speed})$, wobei „abs“ den Betrag eines Argumentes liefert.

Das User Interface könnte dann wie folgt aussehen:

Kinematik	Speed [min ⁻¹]	Torque [Nm]	Power [kW]
Input	1000	100	10.472
Output	127.45	-784.62	10.472
Übersetzung	7.8462		

Abbildung 3.1-3 User Interface mit Angaben zur Kinematik.

3.1.2 Funktionen

Über das User Interface sollen drei Funktionen aufrufbar sein: Berechnen der Kinematik, Ausführen der KISSsoft Berechnungen und Ausgabe der KISSsoft Berichte.

Dazu werden drei Funktionen „Kinematik“, „Strength“ und „Write Reports“ im User Interface eingefügt (rechte Maustaste auf das jeweils gewünschte Feld, „Funktion einfügen“ wählen und wie folgt definieren)

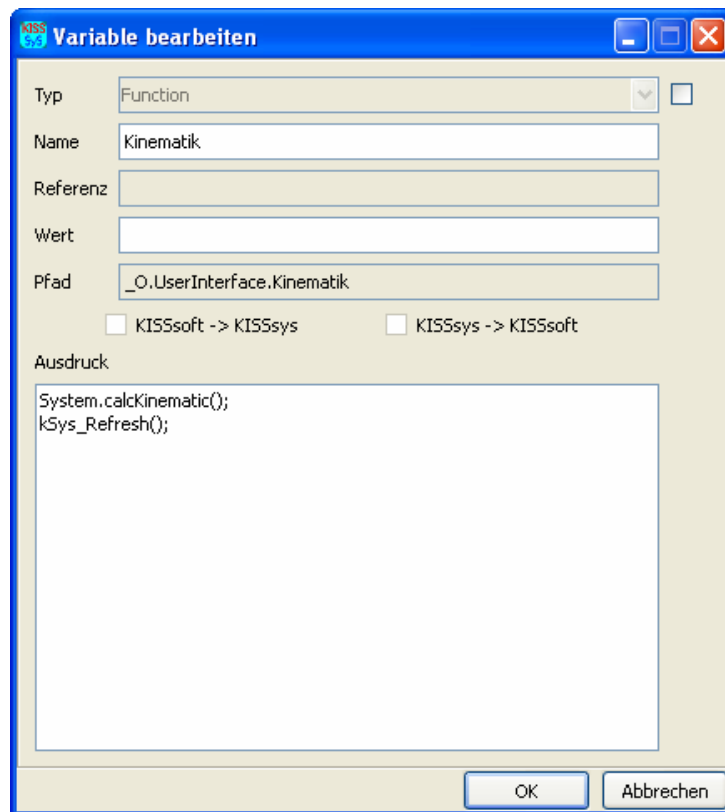


Abbildung 3.1-4 Berechnung der Kinematik und anschliessender „Refresh All“

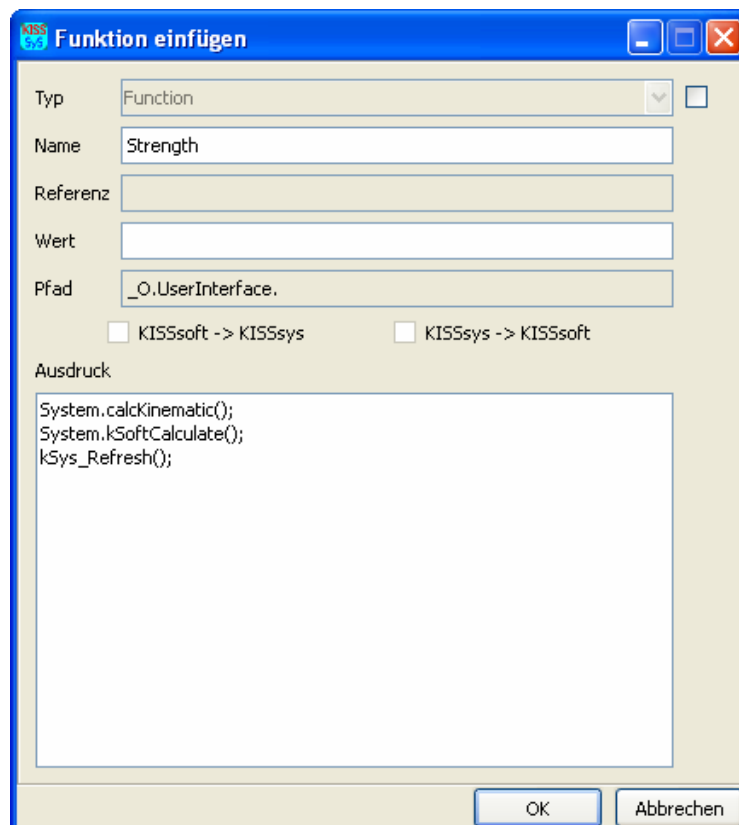


Abbildung 3.1-5 Vor dem Start der KISSsoft Berechnungen wird die Kinematik nochmals berechnet

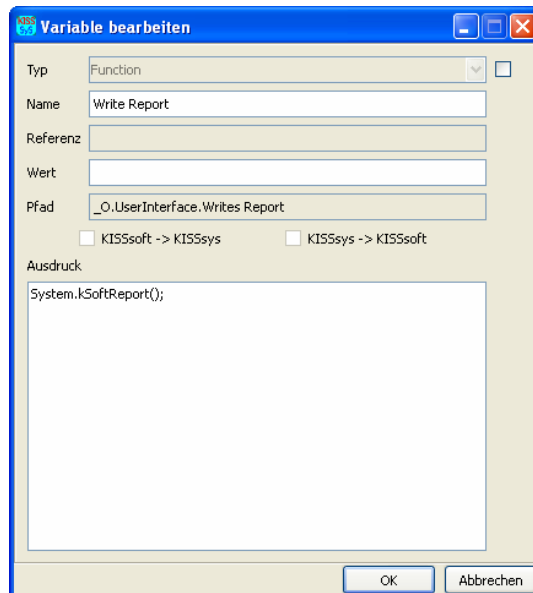


Abbildung 3.1-6 Schreiben der KISSsoft Reports (werden im KISSsys Projektverzeichnis abgelegt)

3.1.3 Angaben zur Festigkeitsrechnung der Verzahnung

Weiter soll im User Interface die geforderte Lebensdauer der Verzahnung vorgegeben und die resultierenden Sicherheitsfaktoren (Minimum aus Ring, Planet und Sonne, für Fuss und Flanke) dargestellt werden. Die geforderte Lebensdauer ist in der Variablen „H“ der KISSsoft Planetenstufenberechnung abgelegt. Für die Eingabe rechte Maustaste auf das gewünschte Feld, „Real einfügen“, „Reference to Real“ wählen und die Referenz „Stufe1.GP1.H“ setzen. Damit wird – wenn im User Interface ein Wert eingegeben wird – dieser Wert der Variablen „H“ zugewiesen, aber nur in der ersten Stufe. Damit die zweite Stufe mit derselben geforderten Lebensdauer berechnet wird, wird in der Variablen „Stufe2.GP1.H“ unter „Ausdruck“ „Stage1.GP1.H“ eingegeben. Damit wird die geforderte Lebensdauer der zweiten Stufe gleich der geforderten Lebensdauer der ersten Stufe gesetzt:

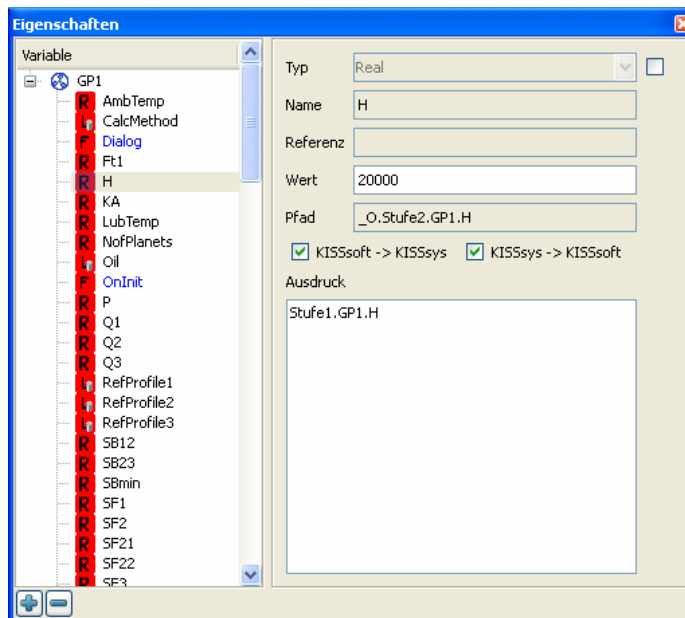


Abbildung 3.1-7 Verknüpfung der geforderten Lebensdauer für Stufe 2 mit der für Stufe 1.

Im User Interface werden nun die resultierenden minimalen Sicherheiten für Fuss und Flanke der beiden Stufen ausgegeben. Die Sicherheiten für die einzelnen Paarungen sind in den Variablen SF1, SF2, SF3 (für Fuss) und SH1, SH2, SH3 (für Flanke) abgelegt. Für die Ausgabe im User Interface ist das Minimum dieser drei Werte zu wählen:

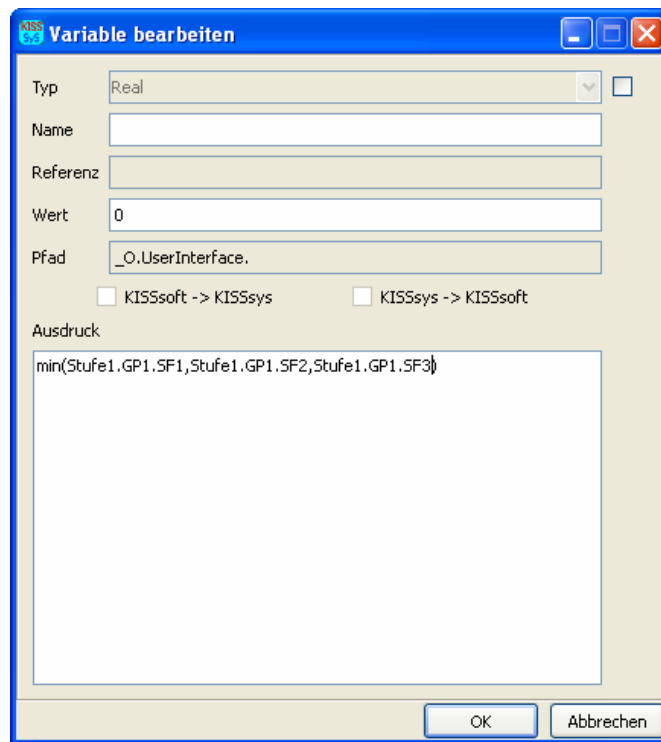


Abbildung 3.1-8 Ausgabe des Minimums der Fussicherheiten für Stufe 1

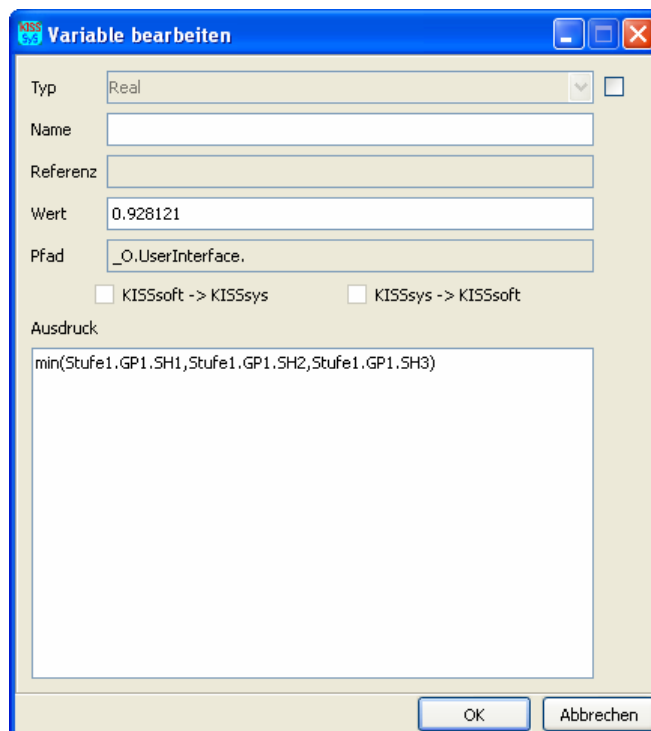


Abbildung 3.1-9 Ausgabe des Minimums der Flankensicherheiten für Stufe 2

Achtung: In der Variablen „SFmin“ respektive „SHmin“ steht nicht die minimale, sondern die geforderte Sicherheit.

Das User Interface sollte dann – nach ausführen von „Strength“ – wie folgt aussehen:

Kinematik	Speed [min ⁻¹]	Torque [Nm]	Power [kW]	Kinematik
Input	1000	100	10.472	Strength
Output	127.45	-784.62	10.472	Writes Report
Übersetzung	7.8462		erf.Lebensd. [h]	20000
Stufe1 SFmin	Stufe1 SHmin	Stufe2 SFmin	Stufe2 SHmin	
1.2283	0.92812	1.0422	1.0075	

Abbildung 3.1-10 User Interface mit geforderter Lebensdauer und berechneter Sicherheit

3.2 Weitere Funktionalitäten

3.2.1 Welle-Nabe Berechnung

Der Leistungseingang des Getriebes, die Kupplung auf der ersten Sonnenwelle, soll über eine Passfeder erfolgen. Die dazugehörige Rechnung soll eingefügt werden. Dazu aus den Vorlagen „FeatherKey“ kopieren und „Stufe1“ einfügen. Im Dialog die der Passfeder zu Grunde gelegten Kupplung wählen und „Save file in KISSsys“ wählen.

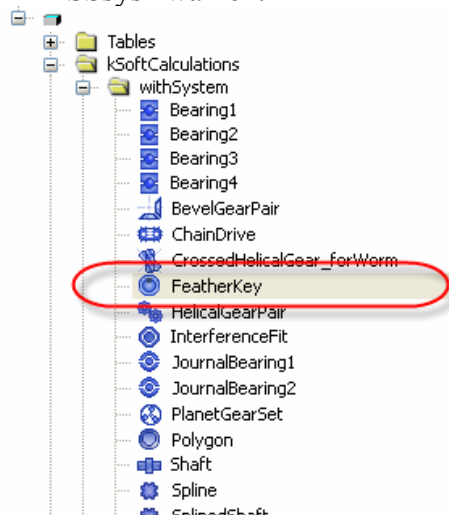


Abbildung 3.2-1 Auswahl der Passfederberechnung in den Vorlagen

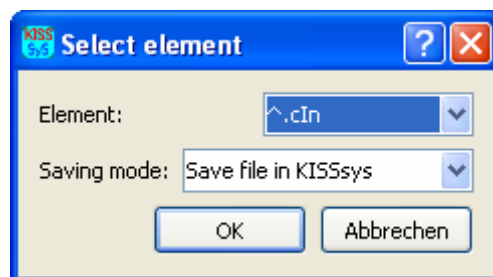


Abbildung 3.2-2 Auswahl der Kupplung.

Einige Parameter in der Passfederberechnung werden nun von KISSsys her übergeben. Dies sind einmal das Drehmoment und der Wellendurchmesser (siehe Markierungen in Abbildung 3.2-3). Durch Doppelklick auf die KISSsoft Berechnung wird die Passfederberechnung geöffnet. Hier kann nun die Passfederberechnung fertig definiert werden:

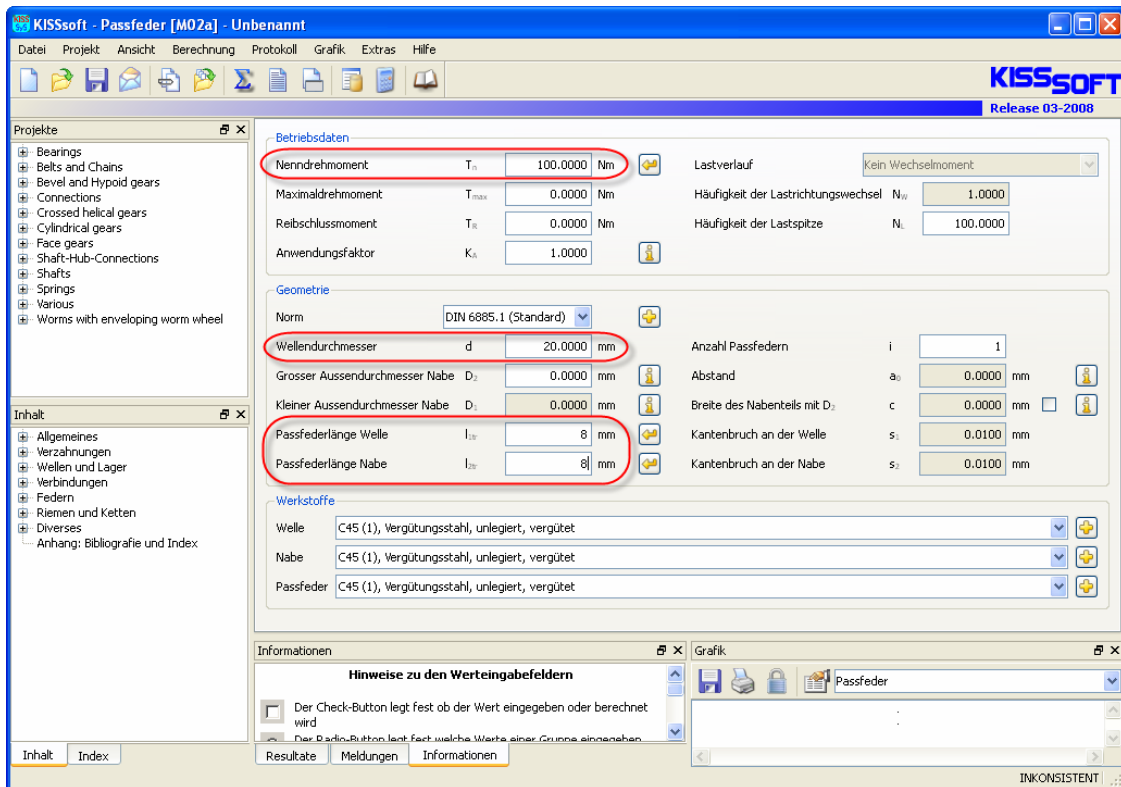


Abbildung 3.2-3 KISSsoft Passfederberechnung. Das Nominaldrehmoment und der Wellendurchmesser werden von KISSsys her übergeben.

3.2.2 Lastkollektive

Es kann eine Berechnung mit einem Lastkollektiv erfolgen, diese kann für den Ausgang oder den Eingang des Systems definiert werden. Siehe dazu „ins-301-LoadSpectrum-template.pdf“.

3.2.3 Position der Hohlräder

Da die axiale Position des Hohlrades nicht identisch die der Sonne ist, kann sie mit Hilfe der Funktion l_p (Referenzpunkt zu Parent- Element) gleich der Position des Sonnenrades gesetzt werden. Dazu wird über „Eigenschaften“ die Position des Elements „zr“ folgendermaßen geändert:

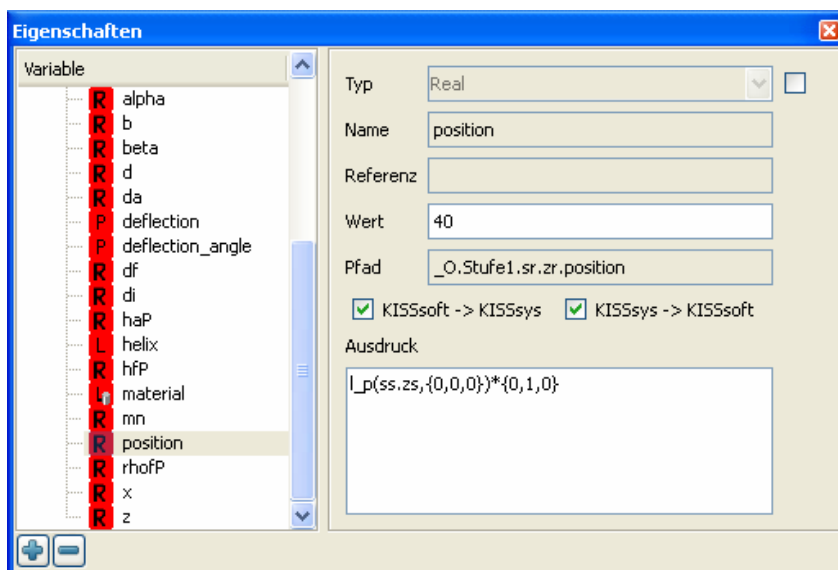


Abbildung 3.2-4 Position des Hohlrades = Position der Sonne

4 Besonderheiten

4.1 Drehzahlen für die Wälzlagerberechnung der Planetenlager

Die Drehzahlen, die für die Wälzlager der Planeten berechnet werden sind absolute Drehzahlen bezüglich einem raumfesten Koordinatensystem. Nun drehen aber die Wälzlager / Planetenachsen mit der Drehzahl des Planetenträgers im Raum. Für die Berechnung der Wälzlagerlebensdauer ist aber nur die Relativedrehzahl bezüglich der Planetenachse (respektive Innenring zu Aussenring des Lagers) relevant. Die Planetenachse dreht wiederum mit der Drehzahl des Planetenträgers. Die Drehzahlen der Planetenlager müssen daher korrigiert werden:

Relativedrehzahl Planet zu Planetenachse (Aussen- zu Innenring Planetenlager)=Absolutdrehzahl(Planet (Drehzahl Aussenring Planetenlager)- Planetenträger/Planetenachse (Drehzahl Innenring Planetenlager))

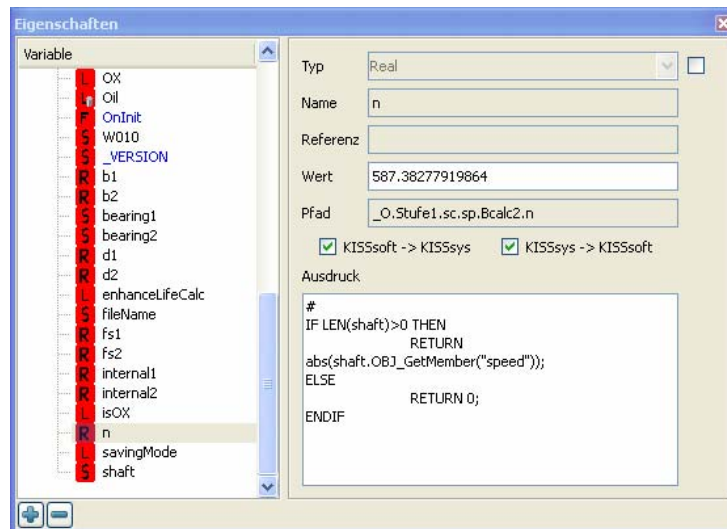


Abbildung 4.1-1 Wälzlagerdrehzahl (für erste Stufe gezeigt, zweite Stufe analog).

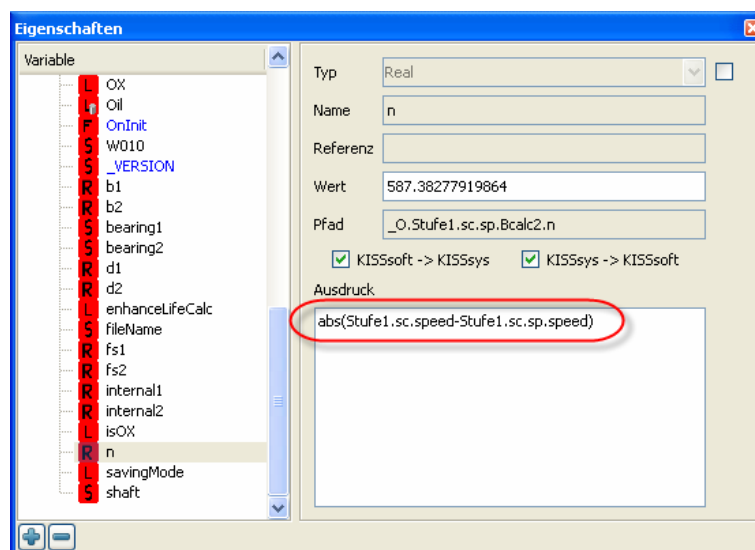


Abbildung 4.1-2 Korrigierte Wälzlagerdrehzahl (für erste Stufe gezeigt, zweite Stufe analog).

4.2 Anzahl Planeten

In den Kupplungen der Planetenträger („cc“) kann die Zahl der Planeten in der Variablen „NofPlanets“ verändert werden. Danach ist sowohl bei der KISSsoft Berechnung der Sonnenwelle als auch der Ringwelle über rechte Maustaste „UpdateShaftElements“ zu wählen, damit die Zahl der Eingriffe aktualisiert wird.

4.3 Baumstruktur

Es wird dringend empfohlen, die Baumstruktur wie gezeigt einzuhalten. Insbesondere sollen die Elemente der Planetenachse unterhalb des Planetenträgers angeordnet werden.

4.4 Wellenberechnungen

Wird in der Baumstruktur unter einer Welle (KISSsys Element) eine Wellenberechnung (KISSsoft Berechnung) eingefügt, so muss in der KISSsoft Berechnung, über den graphischen Welleneditor eine Wellengeometrie definiert werden. Wenn keine Wellengeometrie definiert wurde, erscheint beim Aufruf der KISSsoft Berechnung (über „System.kSoftCalculate“, siehe Kapitel 3.1.2) eine Information.

Dies ist keine Fehlermeldung, d.h. die Berechnung der Kinematik und der anderen KISSsoft Berechnungen verläuft trotzdem korrekt.

Es bestehen drei Möglichkeiten, diese Meldungen zu umgehen:

- Die gefährlichste Möglichkeit ist, sämtliche Meldungen einfach zu unterdrücken indem in KISSsys unter „Extras“ „Meldungen unterdrücken“ gewählt wird. Damit werden auch alle Fehlermeldungen unterdrückt. Die Bedienung von KISSsys wird damit zu einem Blindflug...
- Die Wellengeometrien werden allesamt ausmodelliert, wie in diesem Tutorial vorgeführt.
- Es werden die Wellenberechnungen die nicht notwendig sind aus der Baumstruktur entfernt, respektive beim Aufbau des Models nicht eingefügt. Die Wellenberechnungen sind dann notwendig, wenn entweder die Welle selbst auf Festigkeit überprüft werden soll oder wenn eine Wälzlagerberechnung gewünscht wird. Dann ist die Wellenberechnung notwendig, da in dieser die Lagerkräfte bestimmt werden, welche wiederum für die Berechnung der Wälzlager benötigt werden. In diesem Beispiel sind eigentlich nur die Planetenwellen relevant (evtl. noch die Sonnenwelle wenn z.B. eine Wellen-Nabe Verbindung eingefügt wird, siehe Kapitel 3.2.1). Im Extremfall, wenn nur die Berechnung der Verzahnung interessiert ist keine Wellenberechnung notwendig.

Zur Wiederholung: Es ist zu unterscheiden zwischen dem KISSsys Element Welle „kSysShaft“ und der KISSsoft Wellenberechnung „Shaft“. Ersteres ist notwendig für die Berechnung der Kinematik und damit für den Aufbau eines Systems. Die Berechnung ist nur wichtig wenn z.B. die Festigkeit der Welle geprüft werden soll oder wenn Wälzlager berechnet werden sollen (für diese werden die Reaktionskräfte aus der Wellenberechnung verwendet).

...  kSysShaft

...  Shaft

Abbildung 4.4-1 Links: KISSsys Element Welle, rechts: KISSsoft Wellenberechnung