

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: Schaltgetriebe mit Planetendifferential

Aufbau des Tutorials

Das Tutorial ist in zwei Teile gegliedert, die in dieser Reihenfolge durchgearbeitet werden sollen.

Teil I erklärt, wie KISSsys zu starten ist und die wichtigsten Punkte, die beim Modellaufbau zu beachten sind.

Teil II illustriert wie in KISSsys ein komplexes Getriebe mit verschiedenen Leistungszweigen aufgebaut wird.

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

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Einführung	3
2.1	Zusammenfassung der wichtigsten Punkte	3
2.2	Systematisches Vorgehen	3
2.3	Errata und Bemerkungen	3
2.4	Aufgabenstellung	4
2.5	KISSsys aufrufen	4
2.6	Auswahl des Projektverzeichnisses	5
2.7	Starten des leeren KISSsys Modells	5
2.8	Laden der Vorlagendatei	5
3	Aufbau des Modells	6
3.1	Baumstruktur	6
3.1.1	Maschinenelemente	6
3.1.2	Einzelkräfte infolge überlagerter Wellen	7
3.1.3	Verbindungen	9
3.1.4	Leistungsfluss	12
3.1.5	KISSsoft Berechnungen hinzufügen	14
3.2	Eingabe von Zahnrad- Wellen- und Lagerdaten	15
3.2.1	Zahnraddaten	15
3.2.2	Wellen und Lager	16
4	3D Grafik	19
4.1	3D Grafik in Baumstruktur hinzufügen	19
4.2	Positionierung der Wellen	19
4.2.1	Positionierung der Wellen s1a und s1b	19
4.2.2	Positionierung der Welle s2	19
4.2.3	Positionierung Welle s6	20
4.2.4	Positionierung der Welle s3	20
4.2.5	Positionierung der Welle s4	20
4.2.6	Positionierung der Welle s5	21
4.2.7	Positionierung des Planetenzapfens	21
4.3	Arbeiten an der 3D Grafik	21
4.3.1	Innendurchmesser der Zahnräder	21
4.3.2	Farbe und Transparenz	22
4.3.3	Darstellung der Innenlager	23
4.4	Einfügen von CAD Daten	24
5	Schalten der Gänge	24
5.1	Hintergrund zu den Kupplungselementen	24
5.2	Umsetzung im Beispiel	25
5.3	Starten der Funktion	26
6	User Interface	27
6.1	Eingabe der Leistung	27
6.2	Funktionsaufrufe im User Interface	29
7	Abschliessende Arbeiten	30
7.1	Berechnung der Drehzahlen für die Lagerberechnung bei überlagerten Wellen	30
7.2	Eingabe des Drehzahlverhältnisses für Front- und Heckantrieb	31
7.3	Eingabe Wirkungsgrad	33
7.4	Einstellungen zur Berechnungsmethodik	33
8	Berechnung Mehrfacheingriff	34

8.1	Bemerkungen	34
8.2	Rechengang für Strassengang und Geländegang	34
8.3	Umsetzung	34
9	Anhang A, „SetSpeed“	36
9.1	Code (Zeilennummer nicht Teil des Codes)	36
9.2	Erklärungen	37

2 Einführung

2.1 Zusammenfassung der wichtigsten Punkte

- 1) Bei überlagerten Wellen (z.B. Losrad auf Welle), muss die **Lagerkraft der äusseren Welle** mittels eines Kraftelementes **an die darunter liegende Welle** übergeben werden (Abschnitt 3.1.2)
- 2) Dazu ist „call OnCalcTorque during calculation of torque“ zu aktivieren (Abschnitt 7.4).
- 3) Weiter ist bei überlagerten Drehzahlen für die Berechnung der zwischen den Wellen liegenden Wälzlagern nur die Differenzdrehzahl zu verwenden (Drehzahl Aussenring – Drehzahl Innenring) (Abschnitt 7.1)
- 4) Die Drehzahlen an den beiden Ausgängen (Vorder- und Hinterachse) werden **miteinander in Bezug** gestellt. Dazu ist eine Drehzahl am Ausgang als „Constraint=Yes“ zu setzen. Weiter wird ein Ausdruck verwendet mittels dessen die eine Drehzahl (die der Vorderachse) aus der anderen (der Hinterachse) berechnet wird (dazu ist eine Iteration nötig) (Abschnitt 3.1.32 und 7.1)
- 5) Damit die notwendige Iteration nach den Drehzahlen ausgeführt wird muss „iteration for torque and speed with damping“ gesetzt werden (Abschnitt 7.4).

2.2 Systematisches Vorgehen

Ein KISSsys Modell zu erstellen umfasst die folgenden Schritte

1. Planung: Namensgebung, Umfang und Ziele des Modells
2. Maschinenelement in der Baumstruktur einfügen (rote Icons)
3. Maschinenelemente verbinden (graue Icons)
4. Leistungsquellen und –senken definieren
5. KISSsoft Berechnungen zu den Maschinenelementen hinzufügen (blaue Icons)
6. 3D Grafik hinzufügen, Elemente im Raum positionieren
7. Tabellen / User Interfaces hinzufügen und ausgestalten
8. Eigene Funktionen programmieren
9. Tests, debugging

2.3 Errata und Bemerkungen

- 1) Treten beim Durcharbeiten des Tutorials Fragen oder Schwierigkeiten auf, so hilft die KISSsoft Hotline gerne weiter. Adresse, Tel. Nr. usw. siehe oben.
- 2) Der für das Planetendifferential verwendete Planetensatz wird in der Praxis eher als Doppelplanetensatz ausgeführt da dort Sonne und Planetenträger gleichen Drehsinn haben. Um aber das Beispiel nicht zu komplex zu gestalten wird hier ein einfacher Planetensatz verwendet, was dazu führt dass die beiden Abtriebe über die Sonne und den Planetenträger entgegengesetzt drehen.
- 3) Die ursprüngliche Idee des Tutorials hatte eine Differentialsperre zwischen dem Aussenring und dem Planetenträger vorgesehen. Diese Kupplung wurde c3 genannt. Sie wird jedoch in

Realität nicht verwendet obwohl sie im Tutorial beschrieben ist. Es wird empfohlen genau nach dem Tutorial vorzugehen (d.h. also die Kupplung c3 mit zu modellieren obwohl diese später nicht verwendet wird).

- 4) Fehler bei der Benennung der Kräfte auf s2 infolge überlagerter Welle s6

2.4 Aufgabenstellung

Es soll ein Verteilergetriebe für ein 4x4 Fahrzeug modelliert werden. Das Verteilergetriebe besitzt eine Gelände- und einen Strassengang, sowie ein sperrbares Planetendifferential als Längsdifferential. Weiter wird ein Teil der Leistung über einen PTO abgezogen. Die Kegelraddifferentiale in den Achsen werden nicht modelliert. Die Losräder sitzen auf der Eingangswelle und werden über Kupplungen geschaltet.

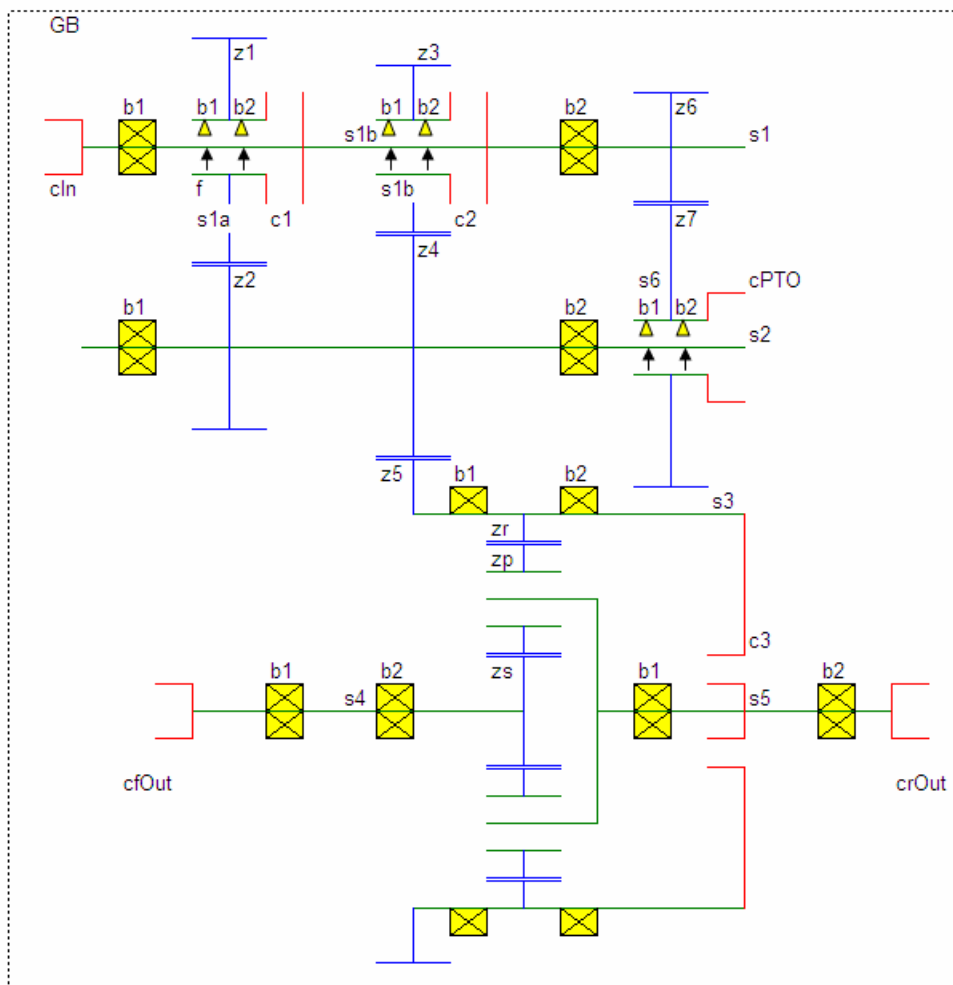


Abbildung 2.4-1 Schema des zu modellierende Getriebes

- | | |
|---------------|---|
| z: Zahnräder | b: Lager (b1: linkes Lager, b2: rechtes Lager) |
| s: Wellen | rote Pfeile: Leistungsein- bzw. ausgänge |
| c: Kupplungen | roter Bogen: Leistungsübertragung durch virtuelle Kupplung c3 |

2.5 KISSsys aufrufen

Als Erstes wird Projektordner angelegt. Nachdem Starten von KISSsys wird der angelegte Projektordner als Projektverzeichnis definiert. Stellen Sie sicher dass der letzte Patch (download unter www.KISSsoft.ch) installiert ist.

2.6 Auswahl des Projektverzeichnisses

KISSsys arbeitet mit Projekten. Diese sind nichts anderes als Verzeichnisse, in denen die KISSsys Modelle und dazugehörige KISSsoft Dateien gespeichert werden. Bevor ein Modell in KISSsys geöffnet oder erstellt werden kann, muss definiert werden, in welchem Projekt (oder Verzeichnis) das KISSsys Modell abgelegt werden soll. Vor dem Beginn einer Modellerstellung ist also ein entsprechendes Verzeichnis anzulegen.

Über die in der folgenden Abbildung markierte Schaltfläche wird das Projekt/Verzeichnis ausgewählt, hier C:\Programme\KISSsoft 03-2008\KISSsys\tutorial-003. Nach der Auswahl des Projektverzeichnisses wird der Dialog „Browse For Folder“ mit OK abgeschlossen. KISSsys öffnet dann mit einer leeren Datei.

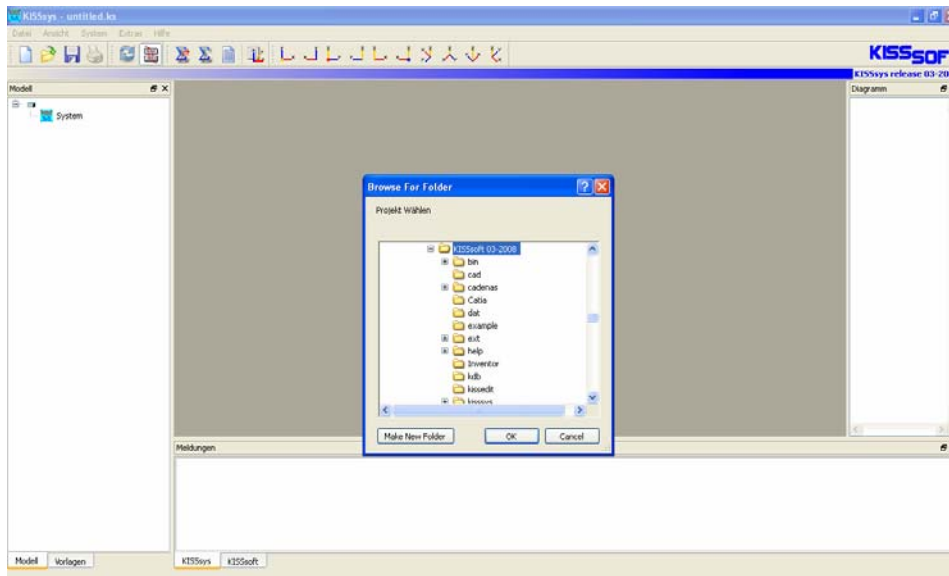


Abbildung 2.6-1 Auswahl des Projektverzeichnisses

2.7 Starten des leeren KISSsys Modells

KISSsys startet nun mit einem leeren Modell. In einem ersten Schritt muss unter dem Menü „Extras“ der „Administrator“ Modus aktiviert werden.

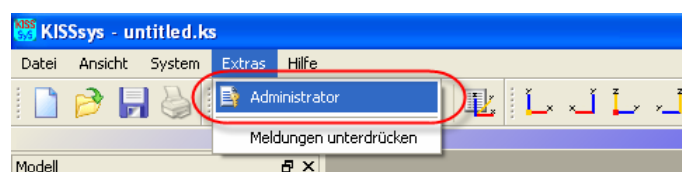


Abbildung 2.7-1 Aktivieren des Administratormodus

Kann die Option „Administrator“ nicht gewählt werden, so ist die KISSsys Lizenz dafür nicht vorhanden. In diesem Fall ist KISSsoft AG zu kontaktieren.

2.8 Laden der Vorlagendatei

Als erster Schritt beim Erstellen eines neuen Modells muss die Bibliothek an Standardelementen geladen werden, die Vorlagendatei. Unter „Datei“ wird „Vorlagendatei öffnen“ gewählt und die Datei „templates.ks“ geöffnet. Unter „Templates“ sind nun sämtliche Elemente, die in KISSsys verwendet werden können, vorhanden. Nach diesem Schritt kann nun mit dem Aufbau eines neuen Systems begonnen werden.

Für den Planetensatz sind folgende Details zu beachten:

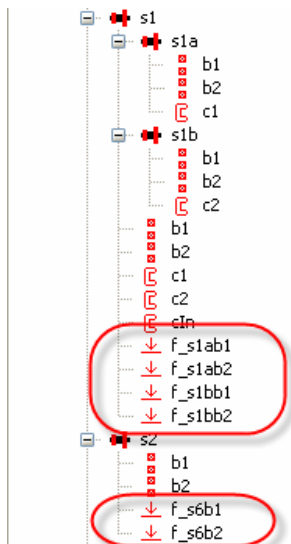
- 1) Der Planet sei nur mit einem Lager gelagert, d.h. auf der Welle „sp“ wird nur ein Wälzlager „b1“ („kSysRollerBearing“ in den Vorlagen) platziert
- 2) Der Planetenträger ist über eine spezielle Kupplung „kSysPlanetCarrierCoupling“ (nicht verwechseln mit „kSysCoupling“) zu modellieren. Diese soll für dieses Beispiel „cc“ genannt werden und sitzt auf der Welle s5. Sie dient dazu, die Planetenwelle bezüglich des Raumkoordinatensystems zu rotieren.

Nachdem diese zwei Elemente hinzugefügt sind, sieht die Baumstruktur wie folgt aus (siehe Abbildung oben, ganz rechts).

Weiter sind sämtliche Stirnräder auf den jeweiligen Wellen anzuordnen, die Baumstruktur und das Schema sehen wie folgt aus (Abbildung 3.1-5)

3.1.2 Einzelkräfte infolge überlagerter Wellen

Es fehlen nun noch Kraftelemente auf den Wellen s1 und s2. Diese Kraftelemente sollen die Lagerkräfte von s1a und s1b sowie s6 auf die jeweils darunter liegende Welle (s1 und s2) leiten. Dazu werden auf s1 insgesamt vier, auf s2 zwei Kräfte aufgebracht. Der Namen dieser Kräfte soll die Herkunft der Kraft erkennbar machen. Es wird aus den Vorlagen (Templates) das KISSsys Element „kSysCentralLoad“ verwendet.



Die Namen der Kräfte setzen sich zusammen aus:

Beispielsweise für „f_s1ab1“:

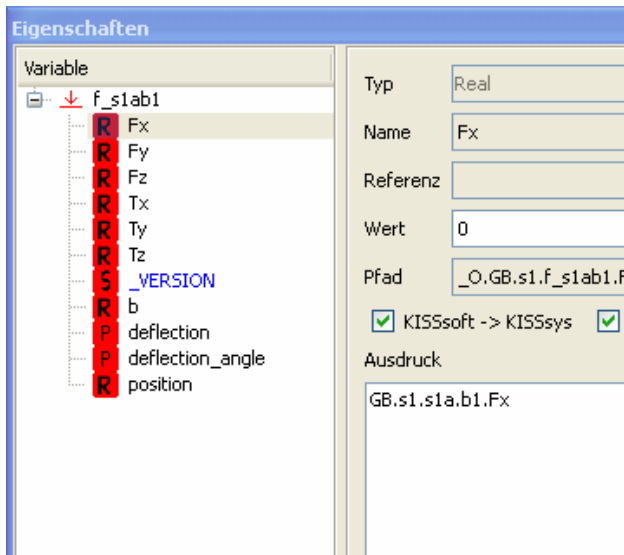
„f“ für Kraft

„s1a“ kennzeichnet die Welle von der die Kraft übernommen wird

„b1“ kennzeichnet das Lager von dem die Lagerkräfte übernommen werden

Abbildung 3.1-2 Kräfte infolge der überlagerten Wellen auf s1 und s2

Die Kraftkomponenten der eben eingefügten Kräfte müssen nun mit den Komponenten der Lagerkräfte verbunden werden. Dazu rechter Mausklick auf eine Kraft (z.B. f_s1ab1), „Eigenschaften“ wählen und unter Fx den folgenden Ausdruck einfügen: **GB.s1.s1a.b1.Fx**



Der Ausdruck stellt sicher dass die auf die Welle wirkende Kraft (respektive deren x-Komponente) gleich der x-Komponente der Lagerkraft des Lagers b1 auf s1a ist.

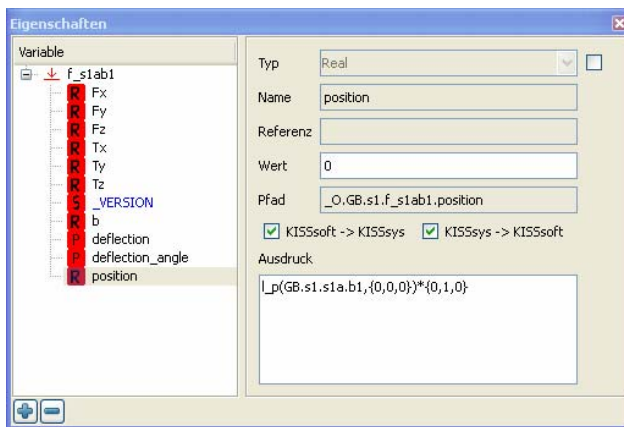
Die entsprechenden Ausdrücke müssen auch für Fy und Fz eingetragen werden

Bei Fy: **GB.s1.s1a.b1.Fy**

Bei Fz: **GB.s1.s1a.b1.Fz**

Diese Verknüpfungen der Kräfte die auf die Welle wirken mit den Lagerkräften der überlagerten Wellen muss für alle Kräfte (f_s1ab1, f_s1ab2, f_s1bb1, f_s1bb2, f_s6b1, f_s6b2) erstellt werden

Abbildung 3.1-3 Verknüpfungen der Kräfte



Der Ausdruck stellt sicher, dass die Position der Last gleich der Position des Lagers gestellt wird.

Diese Funktion sucht den Punkt des Lagers GB.s1.s1a.b1 auf dem „Parent“- Element („s1a“). Zuletzt wird mit (*{0,1,0}) nur die y-Komponente gewählt.

$$l_p(\text{GB.s1.s1a.b1}, \{0,0,0\}) * \{0,1,0\}$$

Dies wird äquivalent für alle anderen Kräfte wiederholt.

Abbildung 3.1-4 Verknüpfungen der Kraftposition

Danach müssen die Stirnräder hinzugefügt werden:

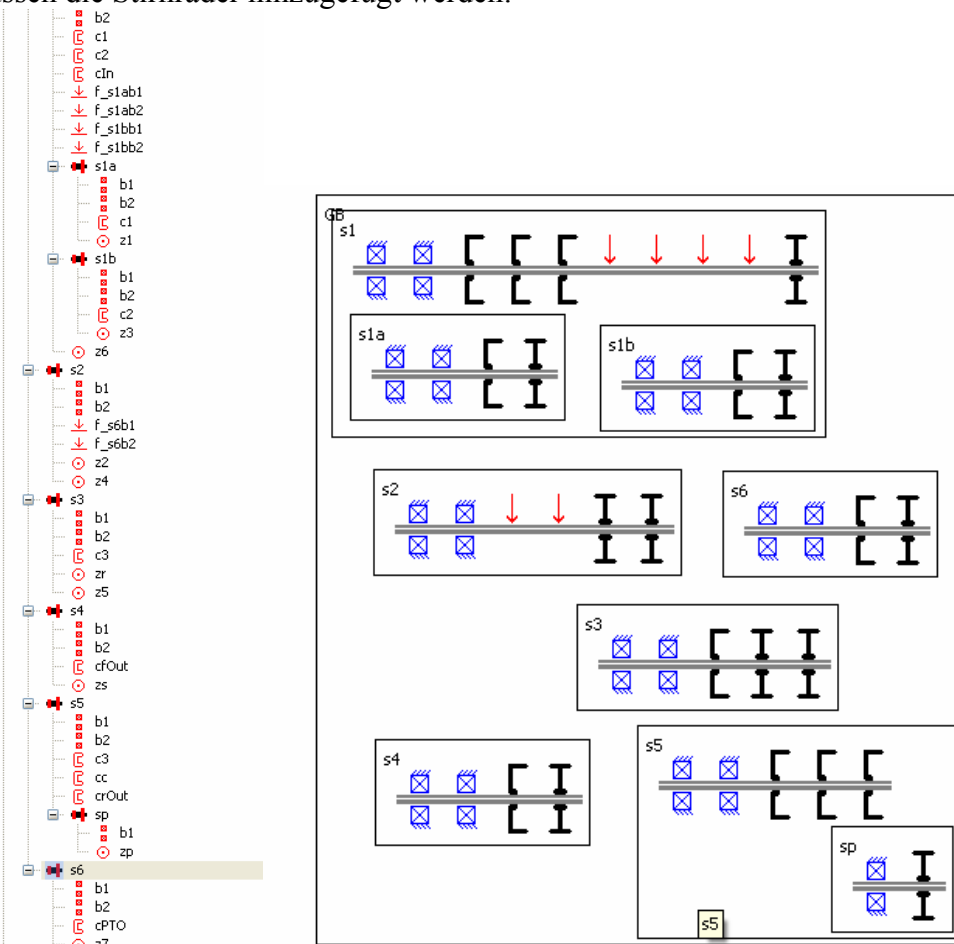


Abbildung 3.1-5 Baumstruktur und Schema mit den Maschinenelementen.

3.1.3 Verbindungen

Im nächsten Schritt werden die folgenden Verbindungen definiert:

- 1) Verbindungen der Schaltkupplungen für den Strassengang (c1, c1): dazu wird der „kSysCouplingConstraint“ aus den Vorlagen verwendet.

Vorgehen: Zuerst wird in den Vorlagen der „kSysCouplingConstraint“ kopiert und in der Baumstruktur innerhalb der Gruppe „GB“ eingefügt. Der Name wird mit „C1“ festgelegt, damit ist klar, welche Kupplungen verbunden werden (nämlich c1 auf s1 mit c1 auf s1a). In einem zweiten Schritt sind die zu verbindenden Kupplungen auszuwählen. Ausserdem muss definiert werden, ob die Kupplung geschlossen (aktiviert) oder offen (nicht aktiviert) ist.

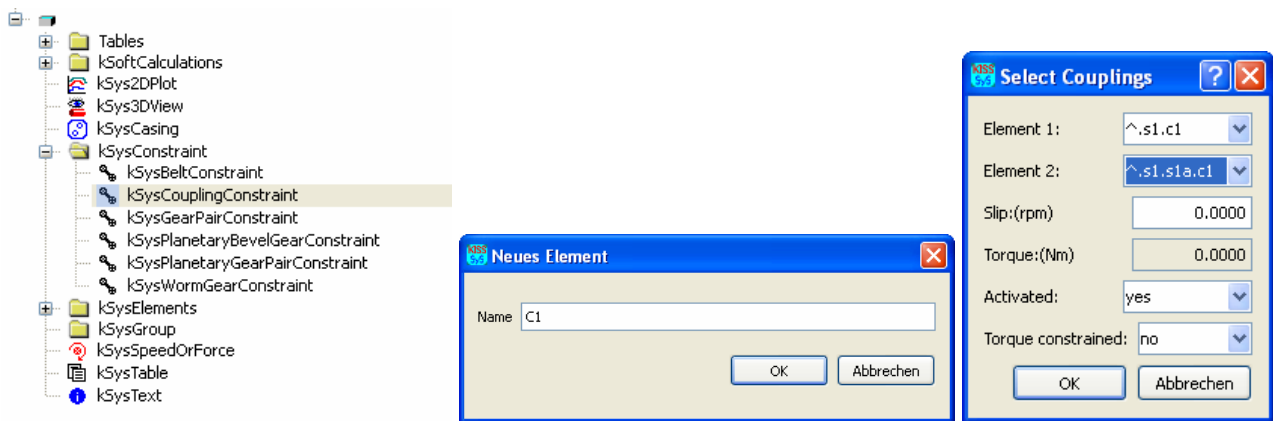


Abbildung 3.1-6 Definition einer Kupplungsverbindung, hier für Strassengang.

- 2) Verbindung der Schaltkupplungen für den Geländegang (c2,c2): analog. Hier wird die Kupplung aber offen gelassen („Activated=No“) da nicht beide Gänge gleichzeitig geschlossen sein sollten:

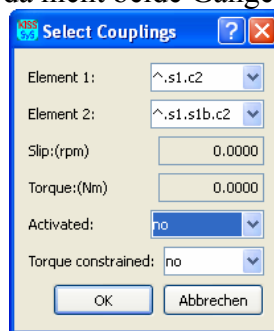


Abbildung 3.1-7 Definition der Kupplung für Geländegang

- 3) Verbindungen zwischen den beiden Kupplungen c3, die Differentialsperre. Diese soll offen sein („Activated=No“):

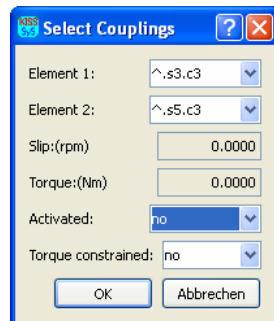
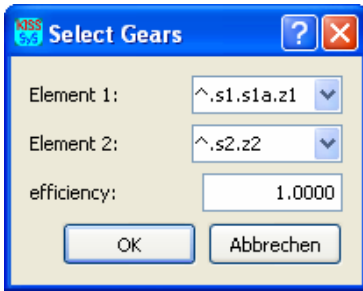
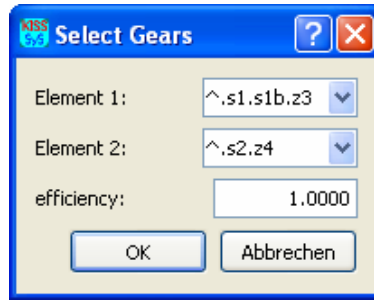


Abbildung 3.1-8 Verbindung zwischen den Kupplungen c3

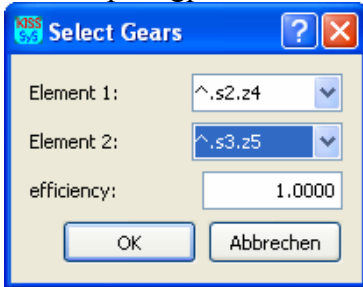
Nachdem nun Kupplungen innerhalb des Getriebes verbunden sind, werden nun die einzelnen Zahnräder miteinander verbunden. Für die Stirnradpaare ist dazu jeweils eine Verbindung vom Typ „kSysGearPairConstraint“ notwendig, für den Planetensatz sind zwei (einmal von Sonne zu Planet, dann für Planet zu Ring) Verbindungen vom Typ „kSysPlanetaryGearPairConstraint“ notwendig. Die Verbindungen werden aus den Vorlagen (Templates) in die Baumstruktur kopiert, und zwar unterhalb der Gruppe „GB“:



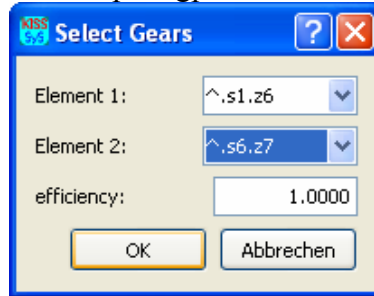
Stirnradpaar gp1



Stirnradpaar gp2



Stirnradpaar gp3



Stirnradpaar gp4

Abbildung 3.1-9 Definition der Zahnradpaare.



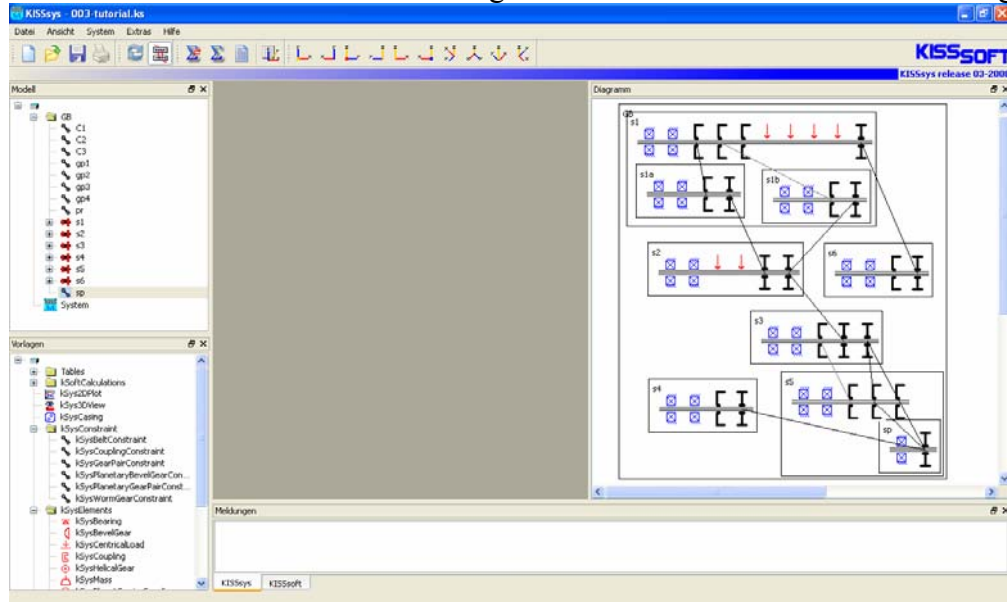
Planetensatz, Verbindung „sp“ zwischen Sonne zs und Planet zp



Planetensatz, Verbindung zwischen Planet zp und Ring zr

Abbildung 3.1-10 Definition der Verbindungen für den Planetensatz

Die Baumstruktur mit den Verbindungen und das Schema sollten nun wie folgt aussehen:



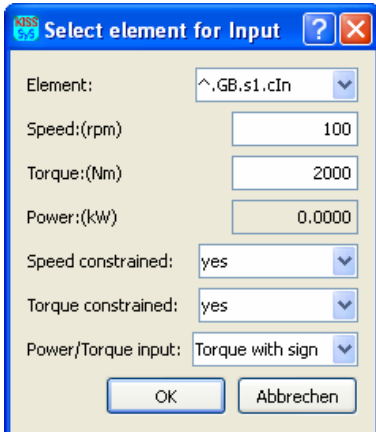
Schwarze Verbindungen:
aktive /
geschlossene
Verbindungen

Graue Verbindungen:
inaktive /
offene
Verbindungen

Abbildung 3.1-11 Baumstruktur und Schema mit Verbindungen

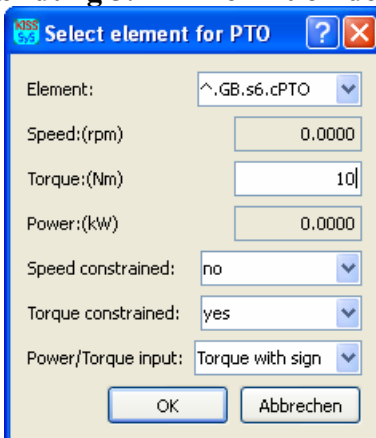
3.1.4 Leistungsfluss

Die Leistungsein- und -ausgänge sind in den Vorlagen als Element „kSysSpeedorForce“ vorhanden. Es wird aus den Vorlagen kopiert und in der Baumstruktur (direkt in der obersten Ebene, also nicht innerhalb der Gruppe „GB“) vier mal eingefügt.



Beim Leistungseingang „Input“ wird die Drehzahl und das Drehmoment vorgegeben. Beide Werte sind vorzeichenbehaftete Größen. Ist das Produkt der beiden Vorzeichen positiv, so ist die Leistung positiv, d.h. es handelt sich um einen Leistungseingang.

Abbildung 3.1-12 Definition des Leistungseinganges „Input“ (Motor)



Die PTO zieht ein Moment von 10Nm (Annahme für dieses Beispiel). Da der Drehsinn im Gegenuhrzeigersinn (sprich: Drehzahl ist negativ) ist, muss das Moment als positiv eingegeben werden damit die Leistung negativ (Leistungsausgang) wird.

Abbildung 3.1-13 Definition des PTO (Leistungsausgang)

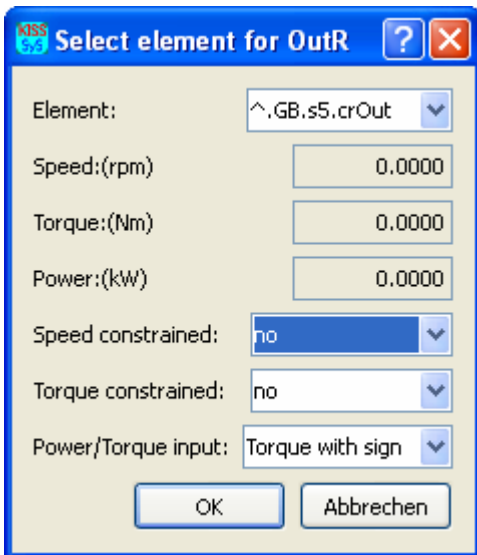
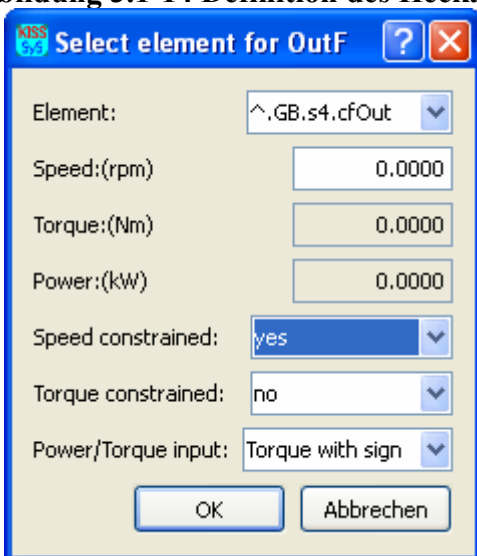


Abbildung 3.1-14 Definition des Heckantriebes

Beim Heckantrieb („OutR“) folgen Drehzahl und Drehmoment aus dem Eingang und dem Aufbau des Getriebes. Es werden keine Werte vorgegeben.



Die Bedingung für den Frontantrieb („OutF“) soll sein, dass Vorderachse und Hinterachse gleich schnell drehen, aber gegensinnig. Diese Bedingung wird im Abschnitt 7.2 noch präzisiert werden. Damit ist die Drehzahl an diesem Ausgang (der Vorderachse) aus der Drehzahl des Ausgangs „OutR“ gegeben, also muss „Speed constrained=yes“ gesetzt werden.

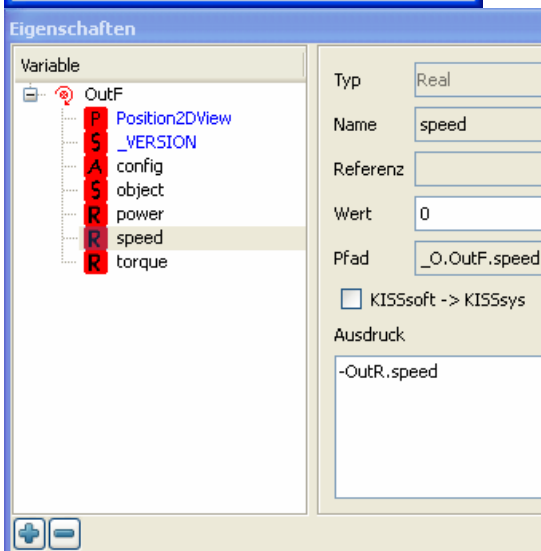


Abbildung 3.1-15 Definition des Frontantriebes

Mit rechtem Mausklick auf den vorderen Leistungsausgang „OutF“ und Wahl von „Eigenschaften“ und Wahl von „speed“, kann ein Ausdruck für die Drehzahl an diesem Ausgang definiert werden. Im Feld „Ausdruck“ wird „-OutR.speed“ eingegeben. Damit wird sichergestellt, dass die Drehzahl am Ausgang gleich der Drehzahl der Welle s5 ist, aber in entgegengesetzter Drehrichtung.

Die Kinematikberechnung kann nun über rechten Mausklick auf „System“, Auswahl von „calcKinematic“ aufgerufen werden (Dazu Abschnitt 7.4 beachten). Nach einem Refresh, sieht das Schema wie folgt aus:

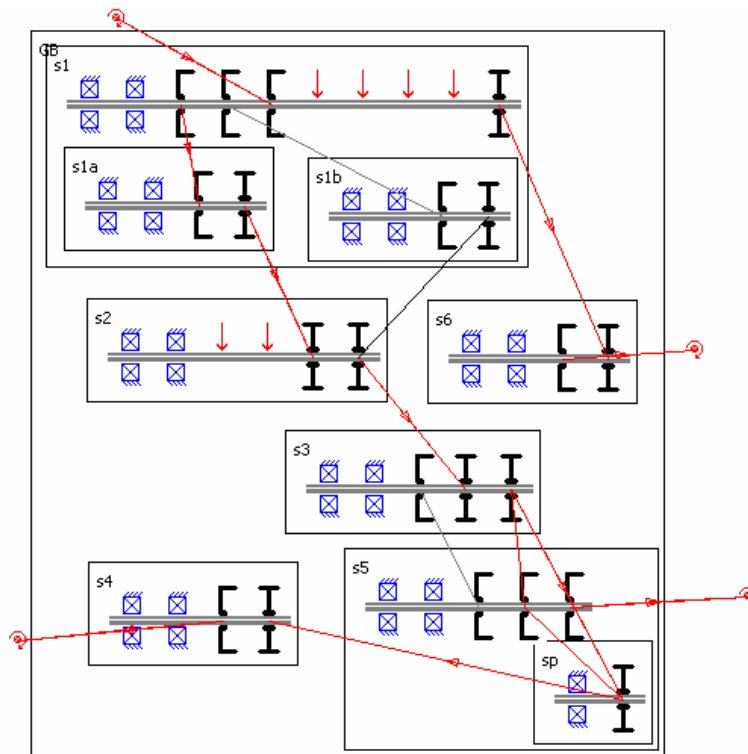


Abbildung 3.1-16 Schema nach Berechnung der Kinematik.

3.1.5 KISSsoft Berechnungen hinzufügen

Es werden nun die Zahnradberechnungen, die Wellen- und Lagerberechnungen hinzugefügt. Die Zahnradpaarberechnungen werden direkt unterhalb der entsprechenden Verbindung mit dem gleichen Namen angeordnet. Die Berechnung des Planetensatzes wird auf der gleichen Ebene wie der in der die Verbindungen definiert sind eingefügt. Die Wellen und Lagerberechnungen werden innerhalb der entsprechenden Wellenberechnung eingefügt.

Zu beachten ist dass aus den Vorlagen die Lagerberechnung „Bearing2“ kopiert wird. Der Index „2“ bedeutet, dass insgesamt zwei Wälzlager berechnet werden. Achtung: für den Planetenzapfen (der Planet ist auf dem Zapfen nur über ein Wälzlager gelagert), muss „Bearing1“ aus den Vorlagen verwendet werden. Die Baumstruktur sieht nun wie folgt aus:

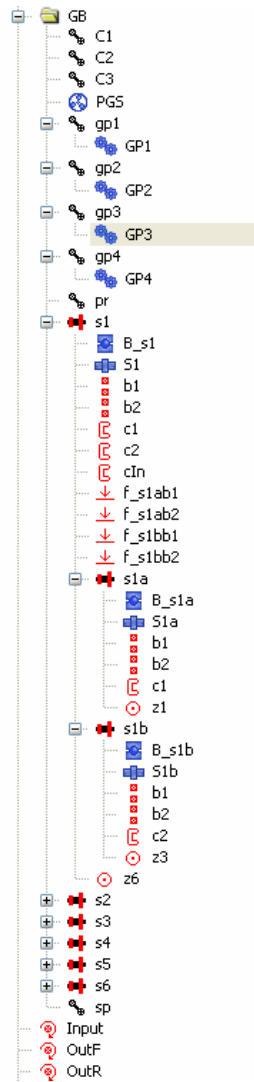


Abbildung 3.1-17 Baumstruktur mit Berechnungen

3.2 Eingabe von Zahnrad-Wellen- und Lagerdaten

3.2.1 Zahnraddaten

Die folgenden Verzahnungsdaten sollen verwendet werden. Dazu Doppelklick auf die Berechnungen (blaue Icons) in der Baumstruktur. Nach Eingabe der Verzahnungsdaten die Eingaben jeweils mit „Berechnen F5“ bestätigen, danach das KISSsoft Fenster mit „Schliessen“ (Kreuz in der rechten oberen Ecke des KISSsoft Fensters) schliessen.

Abbildung 3.2-1 Eingabe Stirnradstufe GP1

Abbildung 3.2-2 Eingabe Stirnradstufe GP2

Basissdaten Bezugsprofil Toleranzen

Geometrie

Normalmodul m: 1.5000 mm

Eingriffswinkel im Normalschnitt α_n : 20.0000 °

Rad 1 rechtssteigend

Schrägungswinkel am Teilkreis β : 15.0000 °

Achsabstand a: 94.0000 mm

Rad 1 Rad 2

Zähnezahl z: Rad 1: 47 Rad 2: 73

Zahnbreite b: Rad 1: 15.0000 Rad 2: 20.0000 mm

Profilverschiebungsfaktor x^* : Rad 1: 0.2450 Rad 2: 0.3210

Qualität (DIN3961) Q: Rad 1: 6 Rad 2: 6

Festigkeit

Rechenmethode: DIN 9990 Methode B

Lebensdauer H: 20000.0000 h

Anwendungsfaktor K_A : 1.2500

Breitenlastfaktor $K_{H\beta}$: 1.0891

Bezugsgrad: Rad 1

Leistung P: 20.8392 kW

Drehmoment T: 1016.1702 Nm

Drehzahl n: 195.8333 1/min

Werkstoffe und Schmierung

Rad 1: 18CrNiMo7-6, Einsatzstahl, einsatzgehärtet, ISO 6336-5 Bild 9/10 (M2), Kernfestigkeit \geq 25HRC 30min \geq 12mm \leq HR C28

Rad 2: 18CrNiMo7-6, Einsatzstahl, einsatzgehärtet, ISO 6336-5 Bild 9/10 (M2), Kernfestigkeit \geq 25HRC 30min \geq 12mm \leq HR C28

Schmierung: Öl: ESSO Sparlan EP-220

Abbildung 3.2-3 Eingabe Stirnradstufe GP3

Basissdaten Bezugsprofil Toleranzen

Geometrie

Normalmodul m: 1.5000 mm

Eingriffswinkel im Normalschnitt α_n : 20.0000 °

Rad 1 rechtssteigend

Schrägungswinkel am Teilkreis β : 15.0000 °

Achsabstand a: 56.0000 mm

Rad 1 Rad 2

Zähnezahl z: Rad 1: 35 Rad 2: 35

Zahnbreite b: Rad 1: 15.0000 Rad 2: 15.0000 mm

Profilverschiebungsfaktor x^* : Rad 1: 0.3000 Rad 2: 0.0977

Qualität (DIN3961) Q: Rad 1: 6 Rad 2: 6

Festigkeit

Rechenmethode: DIN 9990 Methode B

Lebensdauer H: 20000.0000 h

Anwendungsfaktor K_A : 1.2500

Breitenlastfaktor $K_{H\beta}$: 1.4660

Bezugsgrad: Rad 1

Leistung P: 0.1017 kW

Drehmoment T: 10.0000 Nm

Drehzahl n: 100.0000 1/min

Werkstoffe und Schmierung

Rad 1: 18CrNiMo7-6, Einsatzstahl, einsatzgehärtet, ISO 6336-5 Bild 9/10 (M2), Kernfestigkeit \geq 25HRC 30min \geq 12mm \leq HR C28

Rad 2: 18CrNiMo7-6, Einsatzstahl, einsatzgehärtet, ISO 6336-5 Bild 9/10 (M2), Kernfestigkeit \geq 25HRC 30min \geq 12mm \leq HR C28

Schmierung: Öl: ESSO Sparlan EP-220

Abbildung 3.2-4 Eingabe Stirnradstufe GP4

Geometrie Festigkeit Bezugsprofil Toleranzen

Systemdaten

Normalmodul m_n : 1.0000 mm

Eingriffswinkel im Normalschnitt α_n : 20.0000 °

Achsabstand a: 25.3000 mm

geradverzahnt

Schrägungswinkel am Teilkreis β : 0.0000 °

Anzahl Planeten: 3

Raddaten

	Sonne	Planeten	Hohlrad
Zähnezahl z	22	27	-77
Zahnbreite b	5.0000	5.0000	5.0000 mm
Profilverschiebungsfaktor x^*	0.4575	0.4315	-0.7446
Qualität (DIN3961) Q	6	6	6
Zeichnungsnummer	0.000.0	0.000.0	0.000.0
Kopfkreiskürzung $k'm_n$	-0.0890	-0.0890	0.0000 mm
Innen-/Aussendurchmesser d_i	0.0000	0.0000	0.0000 mm
Innen-/Aussendurchmesser der Bandage d_{bi}	0.0000	0.0000	0.0000 mm

Abbildung 3.2-5 Eingabe Verzahnungsdaten Planetensatz

3.2.2 Wellen und Lager

Position der Kupplungen:

c_{In} : $y=5\text{mm}$

c_1 : $y=70\text{mm}$

c_2 : $y=140\text{mm}$

Position der Lager :

$y = 15 \text{ mm}$

$y = 170 \text{ mm}$

Position z_6 :

$y=190\text{mm}$

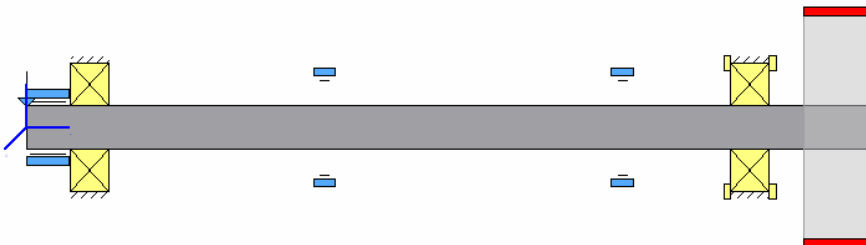
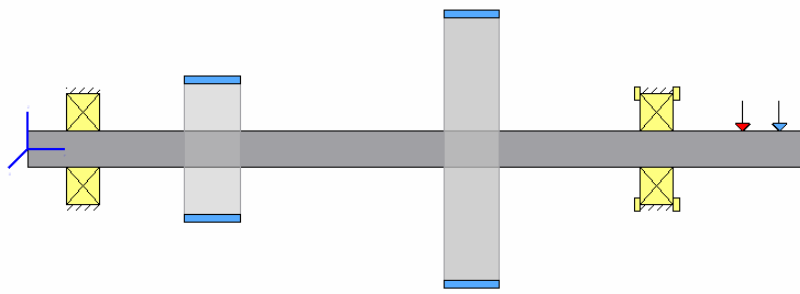


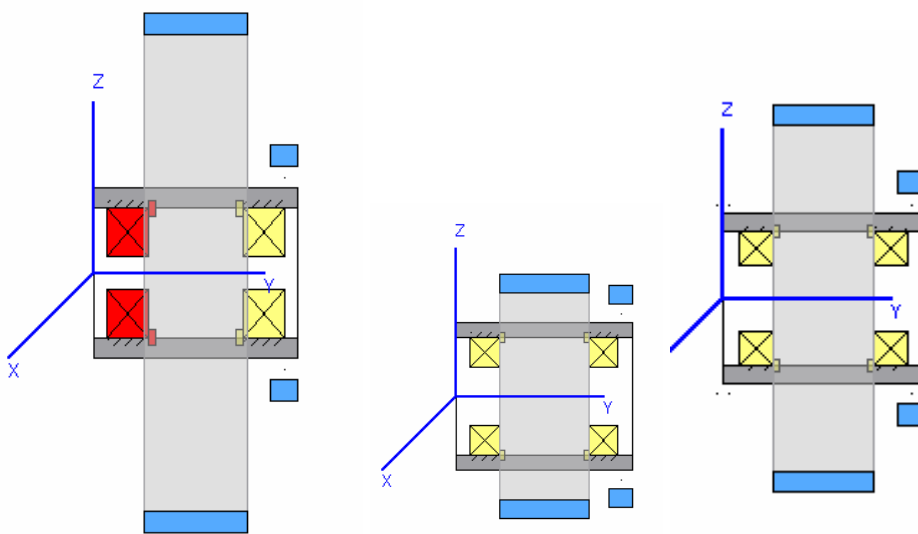
Abbildung 3.2-6 Eingabe Welle s1



Position der Zahnräder
 $z_3 y = 50 \text{ mm}$
 $z_4 y = 120 \text{ mm}$

Position der Lager :
 $y = 15 \text{ mm}$
 $y = 195 \text{ mm}$

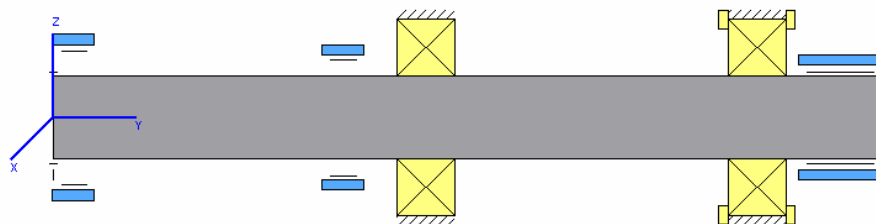
Abbildung 3.2-7 Eingabe Welle s2



Position der
 Kupplungen:

$y = 28 \text{ mm}$
 für s1a, s1b und s6

Abbildung 3.2-8 Eingabe s1a, s1b, s6



Kupplungen:
 $cc y = 5 \text{ mm}$
 $crOut y = 180 \text{ mm}$
 $c3 y = 70 \text{ mm}$

Lager :
 90 mm und 170 mm

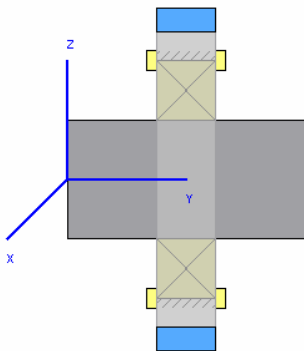
Abbildung 3.2-9 Eingabe s5



Kupplung:
cfOut
y = 10 mm
zs y = 190 mm

Lager :
30 mm und 150 mm

Abbildung 3.2-10 Eingabe s4



Lastkollektive	Lastkollektive nicht berücksichtigen	Nr.	0
Zahnräder	Zahnräder sind nur Lasteinleitungen		
Wälzlager	Wälzlagersteifigkeiten aus innerer Geometrie		
Toleranzlage	Mittelwert		
<input type="checkbox"/>	Erweiterte Lagerlebensdauer nach ISO 281		
<input checked="" type="checkbox"/>	Gewichtskraft berücksichtigen		
<input type="checkbox"/>	Kreiseffekt berücksichtigen		

Abbildung 3.2-11 Eingabe des Planetenzapfens (sp)

Beachte: da nur ein Lager, Berechnung mit Wälzlagersteifigkeiten aus innerer Geometrie

z5: y = 10 mm
zr: y = 20 mm
Kupplung c3: y = 65 mm
b1 : y = 30 mm
b2 : y = 58 mm

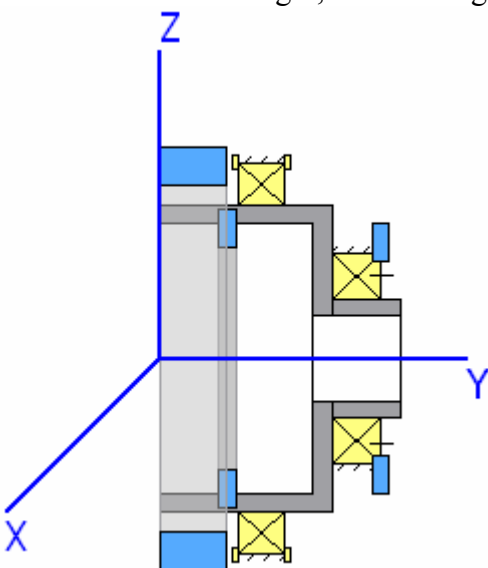


Abbildung 3.2-12 Eingabe s3

4 3D Grafik

4.1 3D Grafik in Baumstruktur hinzufügen

Aus den Vorlagen wird die 3D Grafik „kSys3Dview“ in die Baumstruktur (oberste Ebene) eingefügt. Über rechte Maustaste, „Show“ wählen. Noch liegen alle Maschinenelement an der gleichen Stelle da deren räumliche Anordnung noch nicht definiert wurde. Es werden daher im nächsten Schritt die räumliche Anordnung der Wellen definiert.

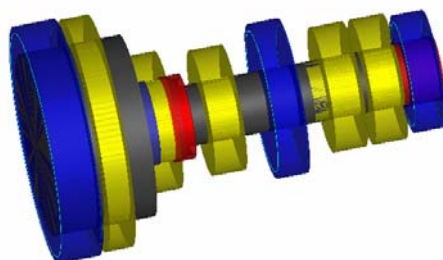


Abbildung 4.1-1 Ansicht des KISSsys Modells in der 3D Grafik

4.2 Positionierung der Wellen

4.2.1 Positionierung der Wellen s1a und s1b

Die Wellen s1a und s1b werden bezüglich der Welle s1 positioniert. Die Wellen haben Abstand (radial) von Null, axial von $\text{deltay} = 35\text{mm}$ (für s1a) und $\text{deltay} = 105\text{mm}$ (für s1b)

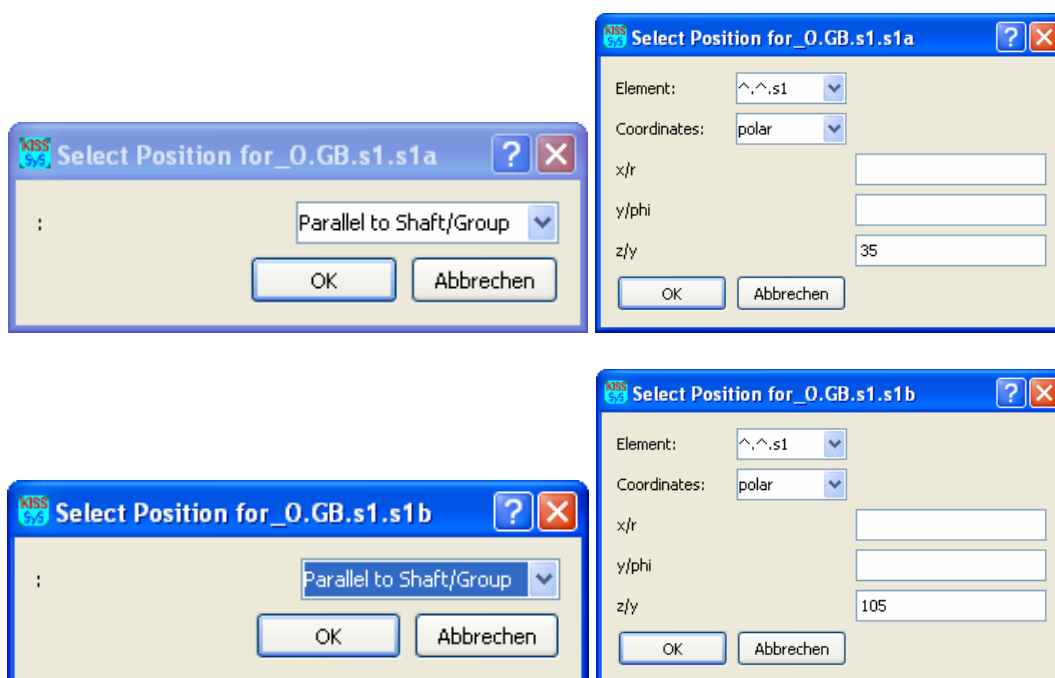


Abbildung 4.2-1 Positionierung der Wellen s1a und s1b

4.2.2 Positionierung der Welle s2

Die Welle s2 wird bezüglich der Welle s1 positioniert. Die beiden linken Wellenenden befinden sich auf gleicher Höhe. Der Abstand ist gerade gleich dem Achsabstand (a) des Zahnradpaares gp1 (oder gp2 oder gp4):

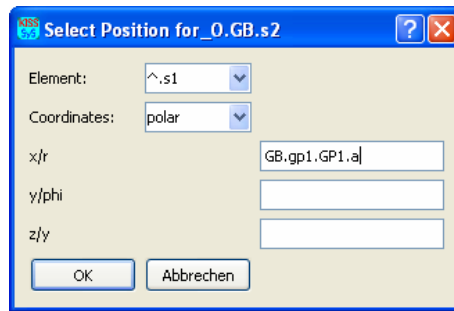


Abbildung 4.2-2 Positionierung der Welle s2

4.2.3 Positionierung Welle s6

Diese Welle wird relativ zu s2 positioniert. Der radiale Abstand ist gleich Null. Die relative y Position ist $\delta_{y2} = 180$ mm

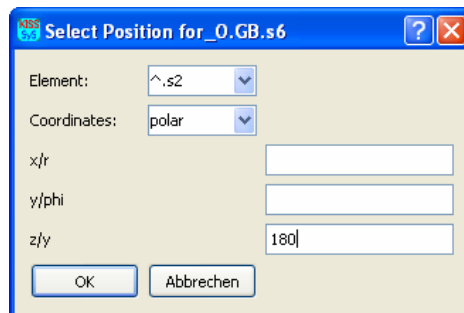


Abbildung 4.2-3 Positionierung der Welle s6

4.2.4 Positionierung der Welle s3

Diese Welle muss so positioniert werden dass z5 und z4 zentrisch im Eingriff sind. s3 wird also relativ zu s2 positioniert. Der Abstand ist gerade gleich dem Achsabstand (aus der Verzahnung gp3 bestimmt) und die y Verschiebung bestimmt sich aus den beiden Positionen der Zahnräder. Die Positionen der Zahnräder auf den jeweiligen Wellen sind in der Variablen „position“ abgelegt. Die Welle soll ausserdem vertikal unterhalb von s2 liegen ($\phi = -90$ Grad)

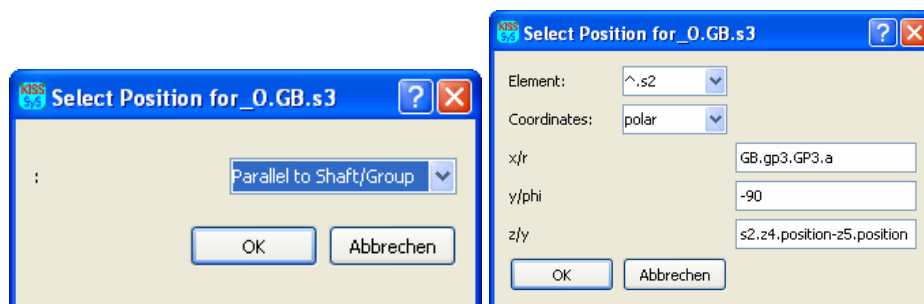


Abbildung 4.2-4 Positionierung der Welle s3

4.2.5 Positionierung der Welle s4

Die Welle s4 wird bezüglich der Welle s3 positioniert. Sie sind konzentrisch, die relative y Position muss so gewählt werden, dass zs (Welle s4) und zr (Welle s3) auf der gleichen absoluten y Position liegen.

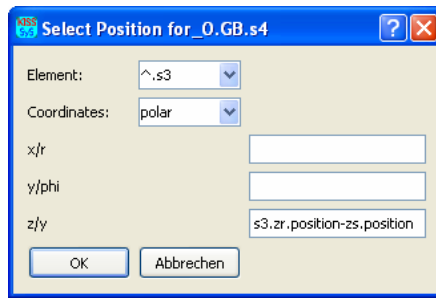


Abbildung 4.2-5 Positionierung der Welle s4

4.2.6 Positionierung der Welle s5

Die Welle s5 wird bezüglich der Welle s3 positioniert. Sie sind konzentrisch, die relative y Position muss so gewählt werden, dass zp (Planet) und zr (Ring) auf der gleichen absoluten y Position liegen. Dabei wird angenommen, dass das rechte Wellenende des Planetenzapfens an der gleichen Position liegt wie das linke Wellenende von s5 (Mitte Planet bis Ende Planetenzapfen: 5mm)

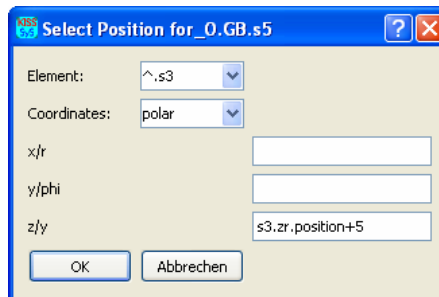


Abbildung 4.2-6 Positionierung der Welle s5

4.2.7 Positionierung des Planetenzapfens

Der Planetenzapfen wird bezüglich der Welle s3 positioniert so dass der Planet mit dem Hohlrad in Eingriff ist (mittig). Der Achsabstand folgt aus der Planetenberechnung.

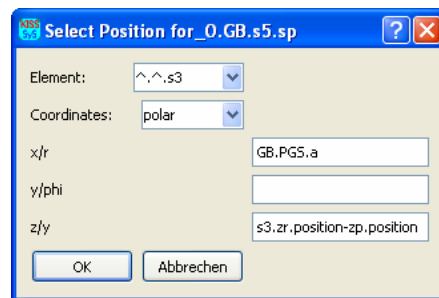


Abbildung 4.2-7 Positionierung des Planetenzapfens

4.3 Arbeiten an der 3D Grafik

4.3.1 Innendurchmesser der Zahnräder

Die Innendurchmesser der Zahnräder sollten gleich dem Aussendurchmesser der jeweiligen Welle gesetzt werden. Dazu wird bei allen Zahnräder, ausser dem Hohlrad, bei der Variablen „di“ (Innendurchmesser), der folgende Ausdruck eingefügt. Dieser liefert den Aussendurchmesser der Welle an der Stelle an der sich das Zahnrad gerade befindet:

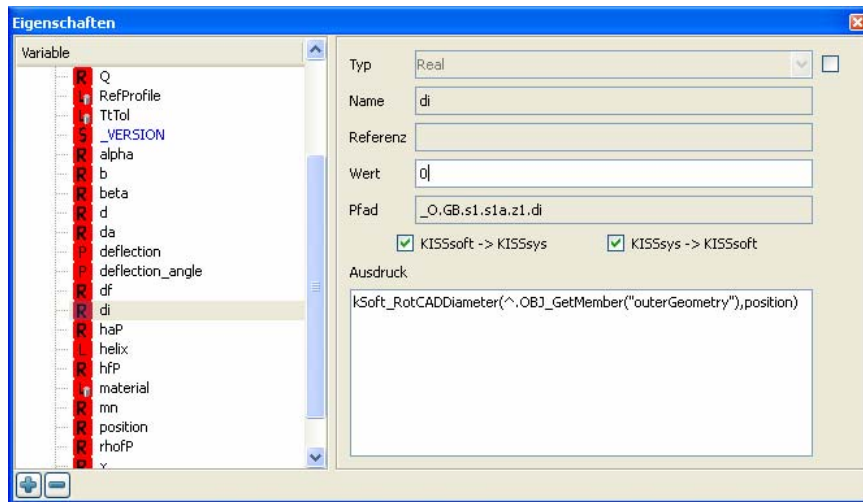


Abbildung 4.3-1 Ausdruck für „di“

Beim Hohlrad muss der Wert für „di“ manuell (im Feld „Wert“) gleich dem Innendurchmesser der Welle gesetzt werden, aber negativ:

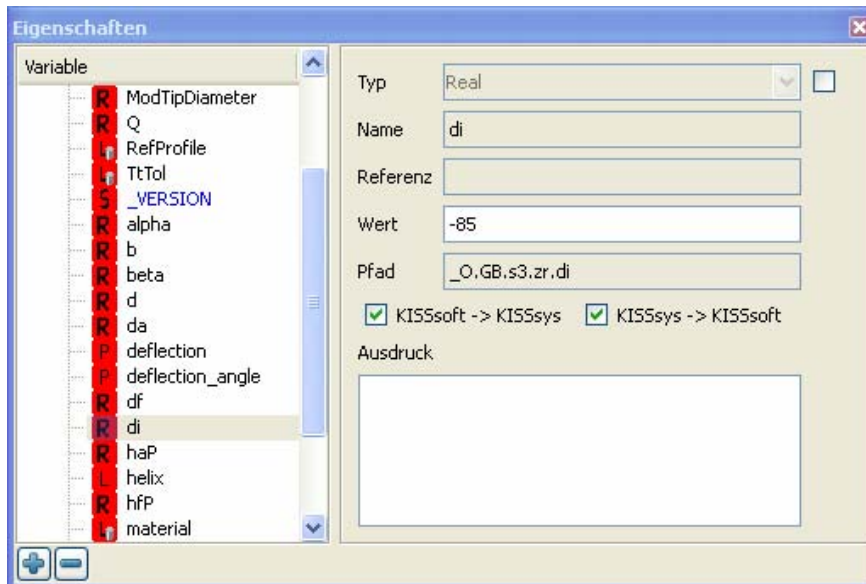


Abbildung 4.3-2 Eingabe von „di“ beim Hohlrad („zr“)

4.3.2 Farbe und Transparenz

Wird den Maschinenelementen (Zahnradern „z“, Lagern „b“, Wellen „s“ und Kupplungen „c“) eine Variable `kSys_3DColor` und `kSys_3Dtransparency` zugefügt, kann die Farbe und Transparenz verändert werden. Für die Farbe gelten Zahlenwerte zwischen 0-255 und für die Transparenz zwischen 0 (undurchsichtig) -1(durchsichtig). Der Benutzer hat die Möglichkeit dies unter „System/Einstellungen“ zu variieren.

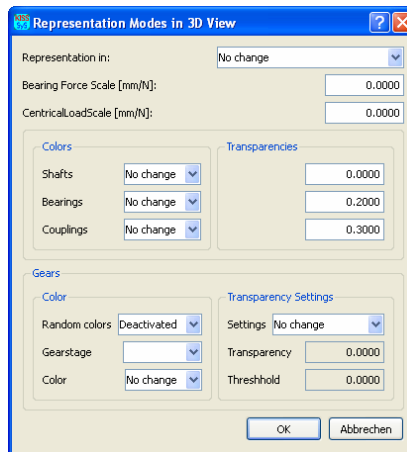
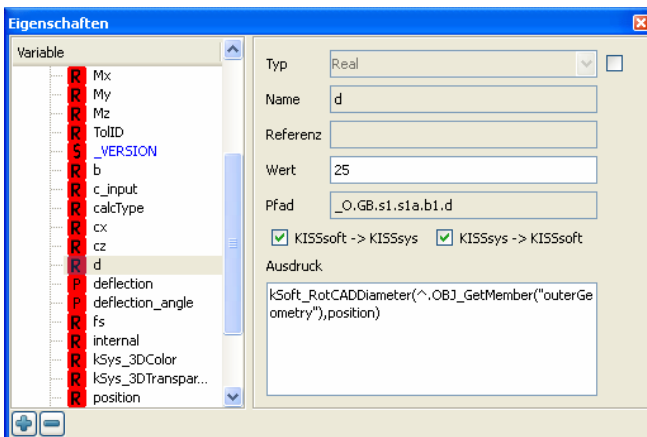


Abbildung 4.3-3 3D- Grafik Einstellungen

4.3.3 Darstellung der Innenlager

Um die Innenlager darzustellen wird folgender Trick angewandt:

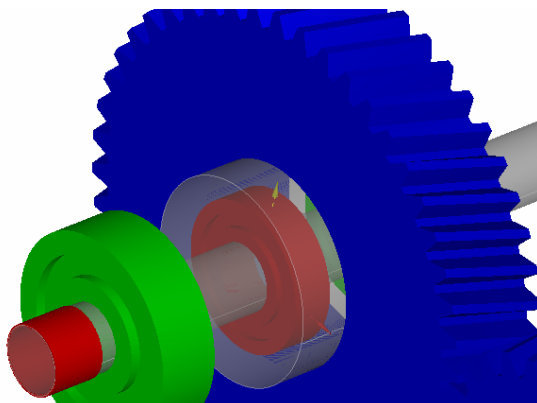
Für die Lager auf den Wellen s1a, s1b und s6 muss für jeweils beide Lager in den Eigenschaften der Ausdruck der Variable „d“ gelöscht werden.



Der Ausdruck bei „d“ muss gelöscht werden

Abbildung 4.3-4 Notwendiger „Trick“ um Innenlager korrekt darzustellen

Nach Refresh sollte die Grafik wie folgt aussehen:



Lager: grün
 Welle des Losrades: grau, undurchsichtig
 Darunterliegende Welle: grau, durchsichtig
 Ebenfalls gezeigt: das lokale Koordinatensystem der Welle des Losrades.

Abbildung 4.3-5 Grafik mit korrekter Darstellung der Innenverzahnung

4.4 Einfügen von CAD Daten

Je nach Version von KISSsys können sat oder iges oder step Daten aus CAD importiert werden. Dazu ist aus den Vorlagen das Element „kSysCasing“ in die Baumstruktur zu kopieren. In diesem Beispiel werden vier einzelne CAD Datensätze eingelesen, dazu sind vier KISSsys Elemente „kSysCasing“ notwendig. Sie werden in diesem Beispiel „Wheel1“ bis „Wheel4“ genannt:

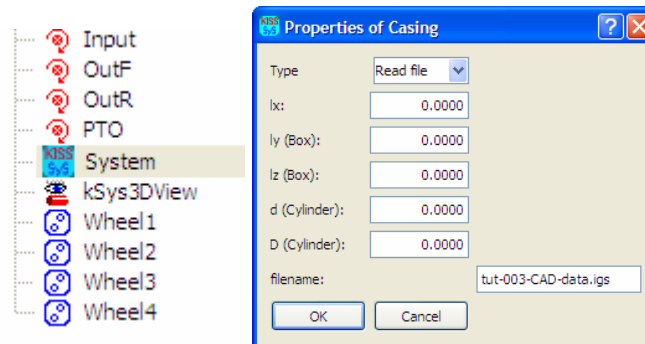


Abbildung 4.4-1 Baumstruktur mit eingefügten Elementen zur Einbindung der CAD Daten (links), Definition der Darstellung (Dialog zu den kSysCasing Elementen) (rechts)

Wird über rechte Maustaste der Dialog aufgerufen, so muss unter „Typ“ „Datei lesen“ gewählt werden. Im Feld „Datei Name“ muss der vollständige Dateiname (inkl. Pfad) die importiert werden soll angegeben werden.

Nach einem Refresh kann die 3D Grafik wie folgt aussehen:

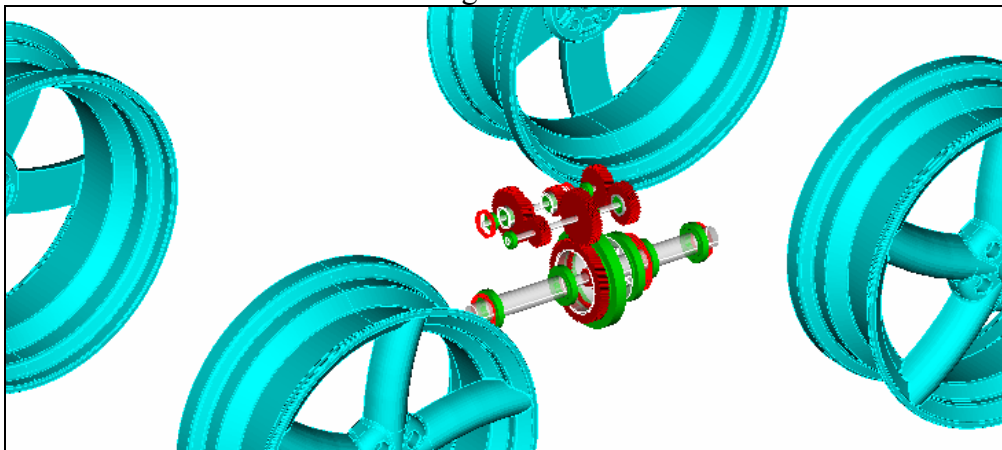


Abbildung 4.4-2 Darstellung des Getriebes mit importierter Geometrie

5 Schalten der Gänge

5.1 Hintergrund zu den Kupplungselementen

Für die Kupplungsverbindung ist die Funktion

`setConfig(Activation, Torque constrain)`

Es gibt folgende übliche Fälle:

- Kupplung geschlossen, kein Schlupf, Moment berechnet: `setConfig([TRUE, 0], FALSE)`

- Kupplung geschlossen, Schlupf und Moment vorgegeben: `setConfig([TRUE, schlupf], [TRUE, moment])`
- Kupplung offen, kein Drehmoment: `setConfig(FALSE, FALSE)`
- Kupplung offen, mit vorgegebenem Drehmoment: `setConfig(FALSE, [TRUE, moment])`

Für ein Schaltgetriebe mit zwei Gängen, bei dem das Moment im ersten Gang am Abtrieb, beim zweiten Gang am Antrieb vorgegeben werden soll könnte eine Schaltfunktion also wie folgt aussehen:

<pre> IF gear=1 THEN Coupling1.setConfig([TRUE, 0], FALSE); Coupling2.setConfig(FALSE, FALSE); Input.setConfig(TRUE, FALSE); Output.setConfig(FALSE, TRUE); ELSIF gear=2 THEN Coupling1.setConfig(FALSE, FALSE); Coupling2.setConfig([TRUE,0], FALSE); Input.setConfig(FALSE, FALSE); Output.setConfig(TRUE, TRUE); ENDIF </pre>	<p>Schaut ob Rad 1 verbunden ist Schaltet Kupplungen entsprechend der Zahnradwahl</p> <p>Wenn Rad 2 gewählt ist, werden Kupplungen nach diesen Einstellung gesetzt</p>
--	--

5.2 Umsetzung im Beispiel

Die Funktion zum Schalten der Gänge soll in einer Tabelle „Settings“ enthalten sein. Dazu wird zuerst aus den Vorlagen die Tabelle „UserInterface“ in die Baumstruktur (oberste Ebene) kopiert und dabei „Settings“ genannt. Mit rechter Maustaste und Auswahl von „Dialog“ kann die Größe der Tabelle (z.B. 25 Zeilen und Spalten) definiert werden. Über Auswahl von „Show“ kann die Tabelle angezeigt werden. Mit rechtem Mausklick auf „Settings“ in der Baumstruktur und Auswahl von „Neue Variable“ kann nun eine neue Variable mit Namen „SetSpeed“ vom Typ „Funktion“ eingefügt werden. Durch rechten Mausklick auf „Settings“, Auswahl von „Eigenschaften“ öffnet sich das folgende Fenster (erste Abbildung). Hier kann nun durch rechten Mausklick auf „SetSpeed“ und Auswahl von „Bearbeiten“ der Funktionseditor aufgerufen werden (zweite Abbildung). Weiter soll eine Variable „OnOffRoad“ vom Typ „Real“ angelegt werden. Diese soll den momentan gewählten Gang beschreiben. Ist sie gleich 0, so soll der Strassengang aktiv sein, ist sie 1 so soll der Geländegang aktiv sein.

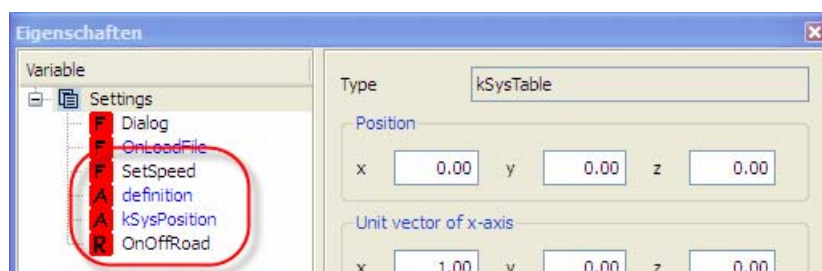


Abbildung 5.2-1 Eigenschaften (Variablen) unter „Settings“. Beachte die neu definierten Variablen

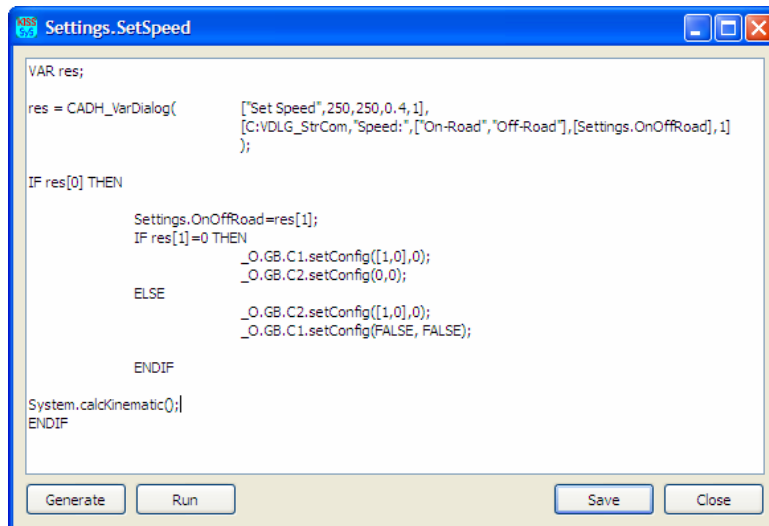


Abbildung 5.2-2 Funktion „SetSpeed“, detaillierte Erklärungen siehe Anhang A

Die Funktion „CADH_VarDialog“ generiert einen Dialog in dem ausgewählt werden kann ob im Strassen- oder Geländegang gefahren wird. Der Dialog liefert als Resultat einen Array „res“. Das nullte Element in „res“ ist 1 (oder TRUE) wenn der Dialog mit „OK“ bestätigt wird, 0 (oder FALSE) wenn der Dialog mit „Close“ abgebrochen wird. Das erste Element entspricht der Auswahl die getroffen wurde (wird „On-Road“ gewählt so wird 0 zurückgegeben, wird „Off-Road“ gewählt wird 1 zurückgegeben).

Die äussere IF Bedingung prüft ob der Dialog mit „OK“ geschlossen wurde. Danach wird die Auswahl in der Variablen Settings.OnOffRoad abgelegt.

Wurde „On-Road“ gewählt, wird die Kupplung C1 geschlossen, C2 geöffnet. Wurde „Off-Road“ gewählt, wird die Kupplung C2 geschlossen, C1 geöffnet.

Nach dem Öffnen/Schliessen der Kupplung wird die Kinematikberechnung aufgerufen und ein Refresh der Darstellung durchgeführt.

Die Funktion kann noch erweitert werden so, dass die offene Kupplung in der 3D Grafik durchscheinend dargestellt wird, die geschlossene undurchsichtig:

```

IF res[0] THEN
  Settings.OnOffRoad=res[1];
  IF res[1]=0 THEN
    GB.C1.setConfig([TRUE, 0], FALSE);
    GB.s1.c2.kSys_3DTransparency=0.9;
    GB.s1.s1b.c2.kSys_3DTransparency=0.9;
    GB.C2.setConfig(FALSE, FALSE);
    GB.s1.c1.kSys_3DTransparency=0;
    GB.s1.s1a.c1.kSys_3DTransparency=0;
    GB.gp2.GP2.Kwb2=1.0;
    GB.gp3.GP3.Kwb1=1.0;
  ELSE
    GB.C2.setConfig([TRUE, 0], FALSE);
    GB.s1.c2.kSys_3DTransparency=0;
    GB.s1.s1b.c2.kSys_3DTransparency=0;
    GB.C1.setConfig(FALSE, FALSE);
    GB.s1.c1.kSys_3DTransparency=0.9;
    GB.s1.s1a.c1.kSys_3DTransparency=0.9;
    GB.gp2.GP2.Kwb2=0.7;
    GB.gp3.GP3.Kwb1=0.7;
  ENDIF
System.calcKinematic();
ENDIF

```

Abbildung 5.2-3 Funktion „SetSpeed“

5.3 Starten der Funktion

Im UserInterface „Settings“ wird nun in der gewünschten Zelle durch rechter Mausklick, Auswahl von „Funktion einfügen“ ein Funktionsaufruf eingefügt:

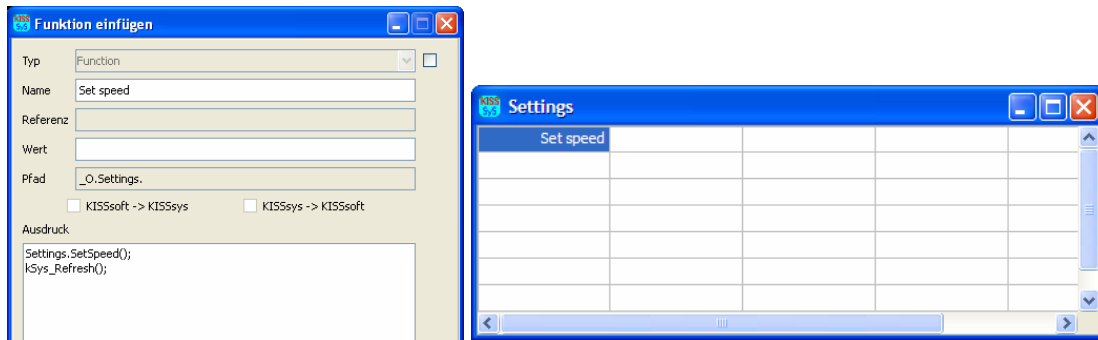


Abbildung 5.3-1 Aufruf der Funktion „SetSpeed“, User Interface mit Funktionsaufruf

Durch Doppelklick auf das blaue Feld „SetSpeed“ wird die Funktion „SetSpeed“ unter „Settings“ aufgerufen und es erscheint der folgende Dialog:

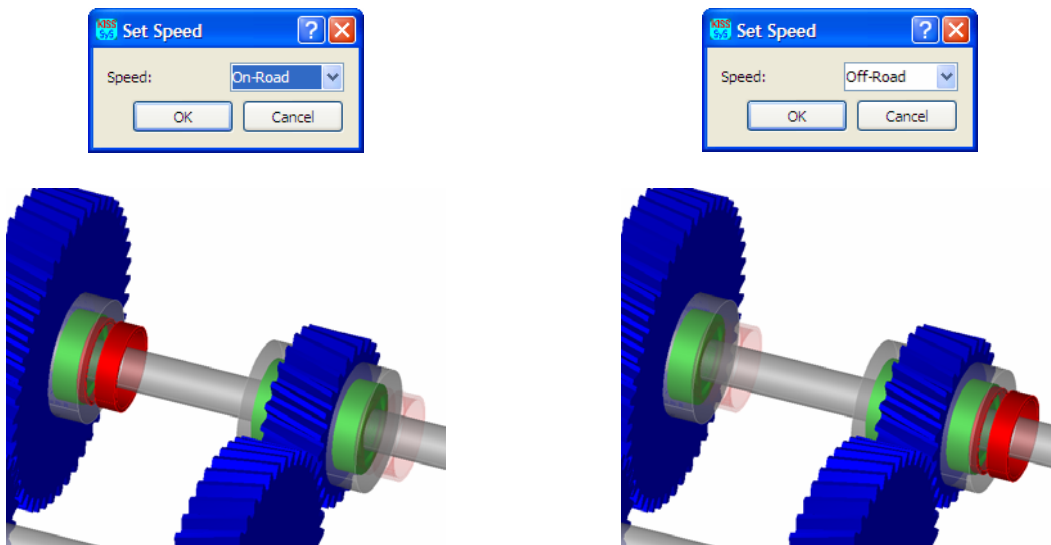


Abbildung 5.3-2 Schalten des Gelände- und Strassenganges

Je nach Auswahl wird der Strassen- oder Geländegang aktiviert. Die entsprechenden Kupplungen werden hervorgehoben und der aktuelle Leistungsfluss wird neu berechnet. Der Pfad, über den die Leistung fließt, wird im Schema rot markiert.

6 User Interface

6.1 Eingabe der Leistung

Grundsätzlich werden die folgenden Operationen im User Interface (in diesem Beispiel) verwendet (es gibt noch Weitere, dies sind jedoch die am Häufigsten gebrauchten)

Eingabe von Text	Als Kommentar	Beschreibender Text kann direkt in eine Zelle getippt werden. Dieser Text erscheint in schwarzer Schrift mit weissem Hintergrund Siehe Abbildung 6.1-1
Eingabe von Zahlen	Zur Anzeige von Werten von Variablen	Rechter Mausklick auf die gewünschte Zelle, „Real einfügen“ wählen. Es erscheint eine Eingabemaske in der im Feld „Ausdruck“ der Pfad der Variablen eingegeben wird deren Wert angezeigt werden soll. Die Werte werden in schwarzer Schrift mit weissem Hintergrund angezeigt. Siehe Abbildung 6.1-2

Referenz auf Zahlen	Zur Anzeige und Eingabe von Werten von Variablen	Rechter Mausklick auf die gewünschte Zelle, „Real einfügen“ wählen. Es erscheint ein Eingabemaske bei der links unten „Referenz“ gedrückt werden muss. Danach muss im Feld „Referenz auf“ der Pfad der Variablen eingegeben werden deren Wert angezeigt werden soll. Achtung: der Pfad muss in Anführungszeichen stehen. Die Werte werden in roter Schrift mit weissem Hintergrund angezeigt. Siehe Abbildung 6.1-4
Eingabe von Funktionsaufrufen	Aufruf von Funktionen durch Doppelklick	Rechter Mausklick auf die gewünschte Zelle, „Funktion einfügen“ wählen. Es erscheint ein Eingabemaske. Hier wird unter „Name“ der Name eingegeben unter dem die Funktion im User Interface angezeigt werden soll. Im Feld „Ausdruck“ werden diejenigen Variablen aufgerufen in denen die auszuführenden Funktionen stehen. Die Funktion wird mit einem leeren Argument aufgerufen () und mit Semikolon abgeschlossen. Funktionen werden mit schwarzer Schrift auf grauem Grund angezeigt. Siehe Abschnitt 6.2

Beispiel für die Eingabe von Text:

KINEMATICS	speed [rpm]	torque [Nm]	power [kW]
Input	100	2000	20.944
Output R	4.1982	-7783.4	3.4218
Output F	-4.1982	1729.6	0.7604

Abbildung 6.1-1 User Interface mit Text

Anzeigen von Werten:

Im Ausdruck wird der Pfad der Variablen geschrieben deren Wert angezeigt werden soll. Im gezeigten Beispiel ist dies die Leistung am Eingang (die sich aus den Eingaben der Drehzahl und des Drehmomentes, siehe unten) bestimmt.

Für die Anzeige der Drehzahlen, Drehmoment und Leistungen an Vorder- und Hinterachse sind folgende Variablen zu verwenden:

OutF.speed
OutF.torque
OutF.power

OutR.speed
OutR.torque
OutR.power

Abbildung 6.1-2 Beispiel für die Anzeige von Werten aus Variablen

Das User Interface sieht dann wie folgt aus:

KINEMATICS	speed [rpm]	torque [Nm]	power [kW]
Input	100	2000	20.944
Output R	4.1982	-7783.4	3.4218
Output F	-4.1982	1729.6	0.7604

Abbildung 6.1-3 User Interface mit Anzeigen von Werten aus Variablen

Nun kann – für die Eingabe des Eingangsdrehmomentes und Drehzahl – je eine Referenz eingefügt werden:



Durch Setzen des Flag bei Typ kann „Reference to Real“ gewählt werden. Unter „Referenz“ ist nun der Pfad der anzusprechenden Variablen einzugeben (In Anführungs- und Schlusszeichen). Hier am Beispiel der Drehzahl am Eingang gezeigt.

Für die Eingabe des Drehmomentes am Eingang ist entsprechend der folgende Pfad einzugeben:

„Input.speed“

Abbildung 6.1-4 Eingabe einer Referenz

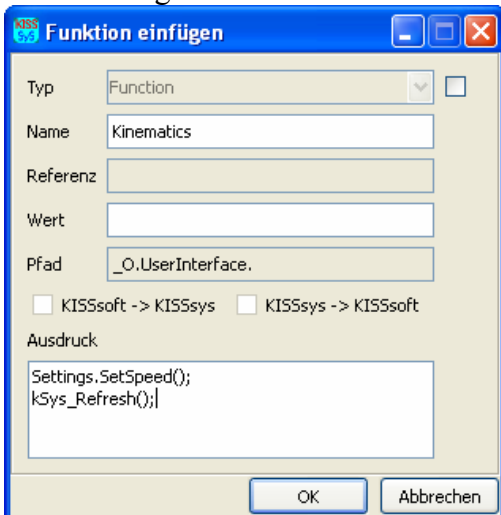
Nach dieser Änderung sieht das UserInterface aus wie Abbildung 6.1-1.

6.2 Funktionsaufrufe im User Interface

Es sollen vom User Interface die folgenden Funktionen aufgerufen werden können:

- 1) Auswahl des Ganges (bereits in Abschnitt 5 erledigt)
- 2) Berechnung der Kinematik
- 3) Ausführen der KISSsoft Berechnungen
- 4) Aufrufen des Protokolls für das Gesamtgetriebe

Die einzufügenden Funktionen werden wie folgt definiert:

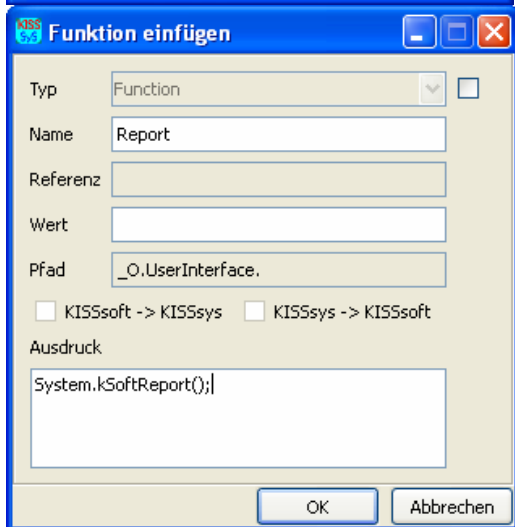


In einem ersten Schritt wird der oben definierte Dialog für die Auswahl des Strassen- oder Geländeganges aufgerufen.

Danach wird die Kinematikberechnung aufgerufen. Nach Abschluss der Kinematikberechnung erfolgt ein Refresh



Die KISSsoft Berechnungen werden über die Funktion kSoftCalculate aufgerufen, diese befindet sich unter System.
Nach Abschluss der KISSsoft Berechnungen erfolgt ein Refresh



Mit diesem Befehl wird ein Report generiert in dem alle KISSsoft Berichte zusammengefasst sind.

Abbildung 6.2-1 Definition verschiedener Funktionen

Das User Interface sieht nun wie folgt aus:

KINEMATICS	speed [rpm]	torque [Nm]	power [kW]
Input	100	2000	20,944
Output R	24,638	-7783,4	20,082
Output F	-24,638	1729,6	4,4626
Kinematics	Strength	Report	

Die vier Funktionen können nun durch Doppelklick (auf graue Button) aufgerufen werden.

Abbildung 6.2-2 User Interface mit den zugefügten Funktionsaufrufen

7 Abschliessende Arbeiten

7.1 Berechnung der Drehzahlen für die Lagerberechnung bei überlagerten Wellen

Die Drehzahl die für die Wälzlagerberechnung verwendet wird ist immer gleich der Drehzahl der Welle auf der sich das Lager befindet. Dies ist bei überlagerten Wellen nicht korrekt. Z.B. ist die für die Lagerberechnung massgebliche Drehzahl für die Lager zwischen dem Losrad und der darunter liegenden Welle gleich der Differenzdrehzahl des Losrades und der darunter liegenden Welle.

D.h. dass z.B. der Aussenring mit der Drehzahl des Losrades dreht und der Innenring des Lagers mit der Drehzahl der darunter liegenden Welle. Die für die Berechnung der Lager massgebliche Drehzahl ist die Differenz davon.

Beispielsweise ist in der Lagerberechnung „B_s1a“ bei der Welle „s1a“ die Drehzahl „n“ wie folgt zu berechnen (Analog muss auch bei der Lagerberechnung bei „s1b“ und bei „s6“ verfahren werden):

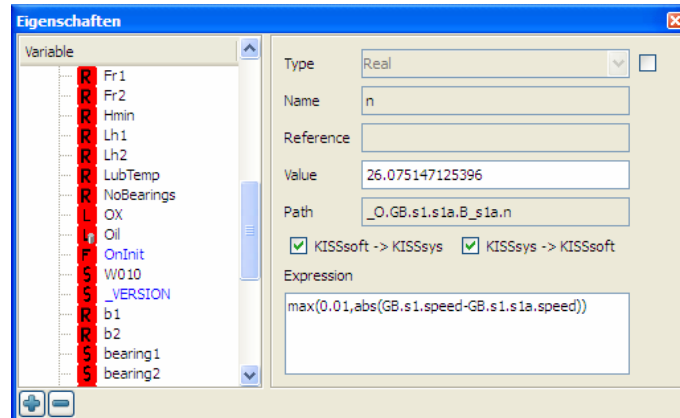


Abbildung 7.1-1 Berechnung der für die Lagerberechnung relative Drehzahl

Die entsprechenden Ausdrücke für „n“ bei der Berechnung bei „s1b“ und „s6“ sind wie folgt:

Ausdruck für „n“ bei der Lagerberechnung „B_s6“ bei „s6“:
 $\text{abs}(\text{GB.s6.speed}-\text{GB.s2.speed})$

Ausdruck für „n“ bei der Lagerberechnung „B_s1b“ bei „s1b“:
 $\text{abs}(\text{GB.s1b.speed}-\text{GB.s1.speed})$

Die gleiche Überlegung trifft für die Berechnung des Wälzlagers des Planetenzapfens zu. Hier ist die in der Lagerberechnung zu verwendende Drehzahl gleich der absoluten Drehzahl des Planetenzapfens (bezogen auf den Raum) minus der Drehzahl des Planetenträgers.

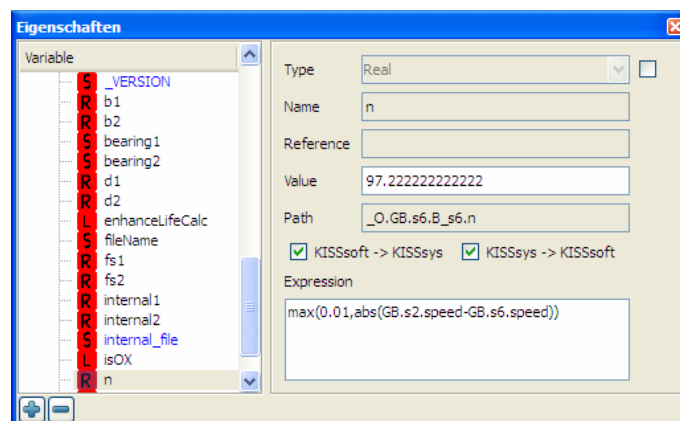


Abbildung 7.1-2 Berechnung der Drehzahl für die Lagerberechnung am Planetenzapfen.

7.2 Eingabe des Drehzahlverhältnisses für Front- und Heckantrieb

Noch ist die Drehzahl an der Vorderachse entgegengesetzt gleich der Hinterachse. Es soll jedoch ein beliebiges Drehzahlverhältnis möglich sein.

Der Wert des Drehzahlverhältnisses soll in einer Variable „FrontRearRatio“ unter „Settings“ abgelegt sein. Dazu in der Baumstruktur rechter Mausklick auf „Settings“ und „neue Variable“ wählen. Danach eine Variable „FrontRearRatio“ vom Typ „Real“ anlegen:

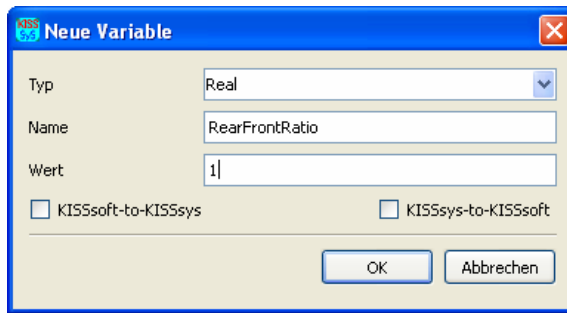


Abbildung 7.2-1 Erstellen einer neuen Variable „FrontRearRatio“ vom Typ Real unter „Settings“

Es soll nun gelten, dass die Drehzahl an der Vorderachse gleich der Drehzahl an der Hinterachse multipliziert mit diesem Faktor ist. Dazu wird unter dem Element „OutF“ (Ausgang an der Vorderachse) in der Baumstruktur der Ausdruck für „speed“ wie folgt erweitert:

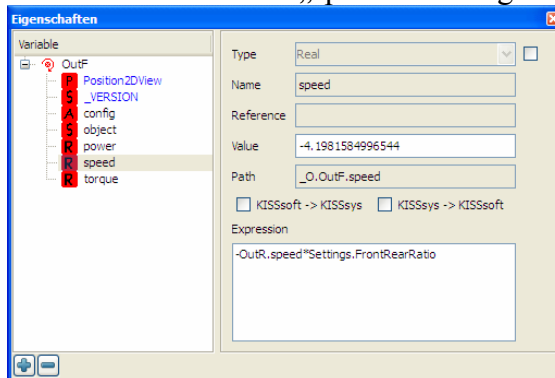


Abbildung 7.2-2 Berechnung Drehzahl der Vorderachse aus der Hinterachse und gegebenen Faktor

Der Faktor kann im Dialog in dem auch der Gang gewählt wird, eingegeben werden. Dazu wird der Dialog erweitert (Eingabe eines Wertes, Übergabe dieses Wertes in die oben erstellte Variable). Dazu mit rechtem Mausklick auf „SetSpeed“ (in den Eigenschaften von „Settings“) „Bearbeiten“ aufrufen. Es erscheint wieder der Funktionseditor:

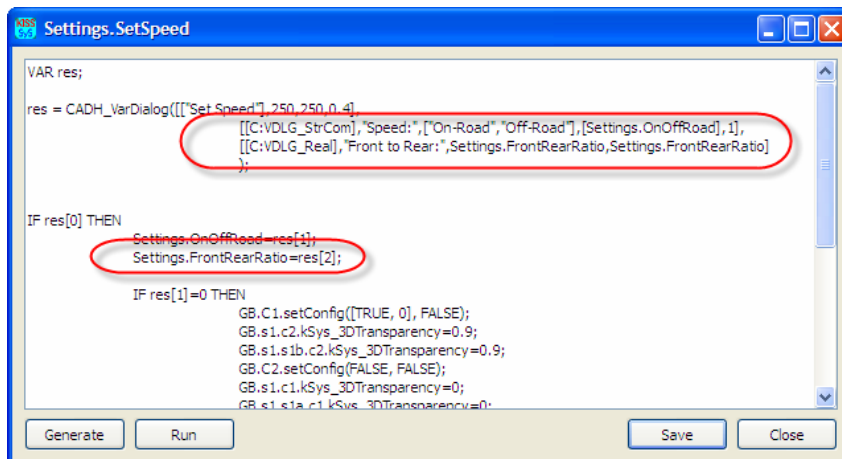


Abbildung 7.2-3 Funktion „SetSpeed“

Der Dialog sieht nun wie folgt aus. Wird z.B. 1.5 für den Wert „Front to Rear“ eingegeben, so resultieren die Drehzahlen wie gezeigt:

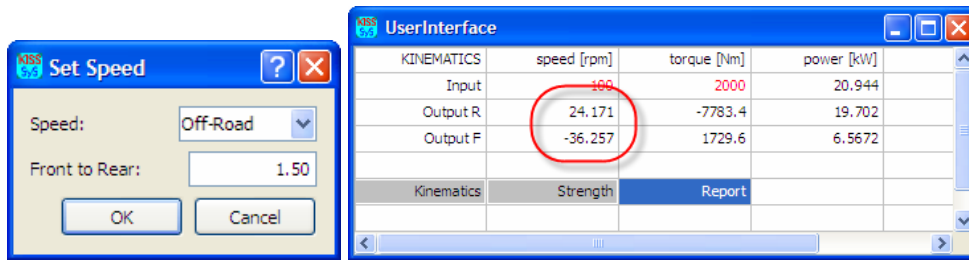


Abbildung 7.2-4 Ungleiche Drehzahlen an Vorder- und Hinterachse

Damit ändert sich die Wälzleistung im Planetensatz. Diese wird für die Berechnung der Festigkeit des Planetensatzes benötigt (die Kupplungsleistung wird nicht verwendet). Die Wälzleistung kann in der Planetenberechnung betrachtet werden, dazu den Plusknopf rechts der Leistungsangabe drücken. Hier sind auch die einzelnen Drehzahlen der Sonne, des Trägers und des Rings sichtbar.

7.3 Eingabe Wirkungsgrad

Die Wirkungsgrade können in den Verbindungen, entweder durch Aufrufen der Dialoge oder direkt in der Variablen „eta“ abgelegt werden. Dabei sind lediglich die Verzahnungswirkungsgrade einzugeben.

7.4 Einstellungen zur Berechnungsmethodik

Die Kinematikberechnung enthält Bedingungen zu den Drehmomenten und Drehzahlen, die nur durch iterative Berechnung zu lösen sind. Unter System, „kSysKinematicMode“ ist deshalb „iteration for speed and torque with damping“ zu wählen.

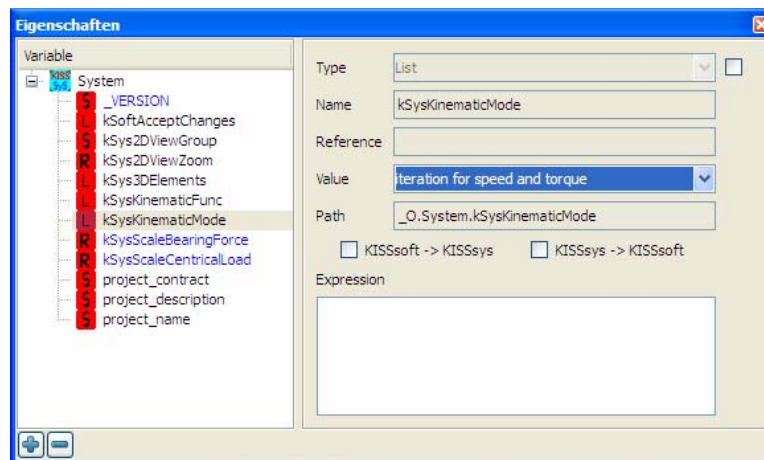


Abbildung 7.4-1 Einstellung für die Kinematikberechnung

Weiter bedingt die Übergabe von Lagerkräften an darunter liegende Wellen (wie bei den Losrädern) dass die Wellenberechnung ebenfalls iterativ ausgeführt wird. Dazu ist unter System „kSysKinematicFunc“ „call On Calc Torque during calculation of torque“ zu wählen.

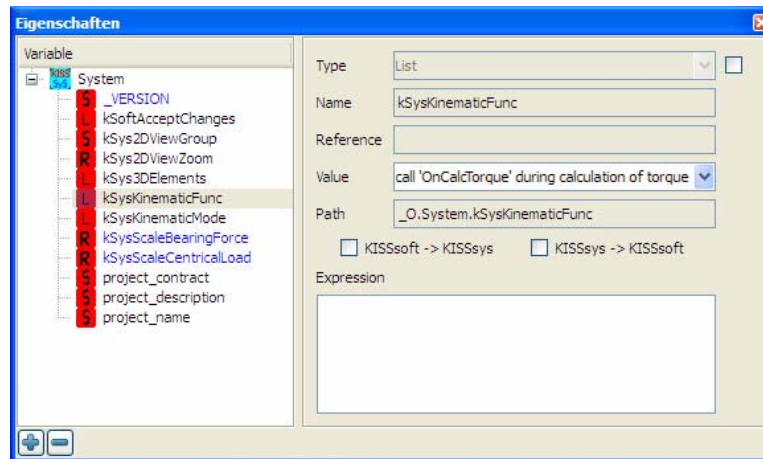


Abbildung 7.4-2 Einstellung für die Wellen / Kräfteberechnung

8 Berechnung Mehrfacheingriff

8.1 Bemerkungen

Das Zahnrad z4 auf Welle s2 ist sowohl mit dem Zahnrad z3 auf Welle s1b und z5 auf Welle s3 im Eingriff. Es sind in der Baumstruktur daher zwei KISSsoft Berechnungen angeordnet, einmal unter der Verbindung „gp2“ und unter „gp3“.

8.2 Rechengang für Strassengang und Geländegang

Im Strassengang ist nur der Eingriff „gp3“ aktiv. Damit kann normal gerechnet werden, es sind keine besonderen Vorkehrungen zu treffen, K_{wb} ist 1.00.

Im Geländegang ist der Eingriff „gp2“ als auch der Eingriff „gp3“ aktiv. D.h. dass das Zahnrad z4 auf Wechselbiegung belastet wird. Der Wechselbiegungsfaktor K_{wb} ist daher 0.7 (es werden keine weiteren Momente über s2 eingebracht). Der Sicherheitsfaktor der für die Dimensionierung zu verwenden ist, ist für z4 wie folgt zu bestimmen:

Sicherheit Fuss = Minimum (Sicherheit Fuss aus Berechnung GP2, Sicherheit Fuss aus Berechnung GP3), mit K_{wb} für z4=0.7 (K_{wb} für z2 und z5 je 1.0)

Sicherheit Flanke = Minimum (Sicherheit Flanke aus Berechnung GP2, Sicherheit Flanke aus Berechnung GP3), mit K_{wb} für z4=0.7 (K_{wb} für z2 und z5 je 1.0)

8.3 Umsetzung

Obiges bedeutet das bei der Auswahl des Ganges auch gleichzeitig der Faktor K_{wb} für z4 in der Zahnradberechnung gesetzt werden muss. D.h. dass in der Funktion „SetSpeed“ unter „Settings“ die entsprechende Befehle gegeben werden müssen.

```

VAR res;

res = CADH_VarDialog(["Set Speed"],250,250,0,-4),
[[C:VDLG_StrCom], "Speed:", ["On-Road", "Off-Road"], [Settings.OnOffRoad], 1],
[[C:VDLG_Real], "Front to
Rear:", Settings.FrontRearRatio, Settings.FrontRearRatio
]);

IF res[0] THEN
    Settings.OnOffRoad=res[1];
    Settings.FrontRearRatio=res[2];

    IF res[1]=0 THEN
        GB.C1.setConfig([TRUE, 0], FALSE);
        GB.s1.c2.kSys_3DTransparency=0.9;
        GB.s1.s1b.c2.kSys_3DTransparency=0.9;
        GB.C2.setConfig(FALSE, FALSE);
        GB.s1.c1.kSys_3DTransparency=0;
        GB.s1.s1a.c1.kSys_3DTransparency=0;
        GB.gp2.GP2.Kwb2=1.0;
        GB.gp3.GP3.Kwb1=1.0;
    ELSE
        GB.C2.setConfig([TRUE, 0], FALSE);
        GB.s1.c2.kSys_3DTransparency=0;
        GB.s1.s1b.c2.kSys_3DTransparency=0;
        GB.C1.setConfig(FALSE, FALSE);
        GB.s1.c1.kSys_3DTransparency=0.9;
        GB.s1.s1a.c1.kSys_3DTransparency=0.9;
        GB.gp2.GP2.Kwb2=0.7;
        GB.gp3.GP3.Kwb1=0.7;
    ENDIF
System.calcKinematic();

```

Abbildung 8.3-1 Funktion „SetSpeed“

Für die Darstellung der Resultate für das Zahnrad z4 sind im User Interface die folgenden Ausdrücke zu verwenden

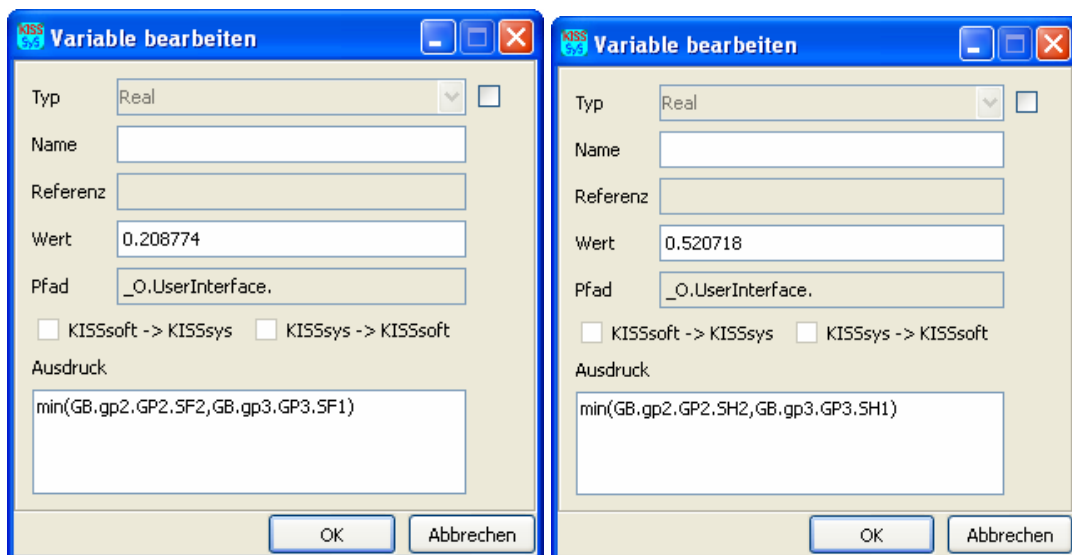


Abbildung 8.3-2 Anzeige der minimalen Fuss- und Flankensicherheit für z4 aus den beiden Einzeleingriffen GP2 und GP3

Das User Interface sieht nach Anzeige der resultierenden Sicherheitsfaktoren wie folgt aus:

UserInterface			
KINEMATICS	speed [rpm]	torque [Nm]	power [kW]
Input	100	2000	20.944
Output R	90.009	-2029.5	19.13
Output F	-135.01	451.01	6.3766
Kinematics	Strength	Report	
Safeties	SF root	SH flank	
z1	0.09802	0.26917	
z2	0.10229	0.26751	
z3	9999	2931.4	
z4	0.20968	0.52216	
z5	0.24631	0.52338	
zs	0.074825	0.18844	
zp	0.052041	0.19457	
zr	0.10072	0.36045	

Abbildung 8.3-3 Anzeige der Fuss- und Flankensicherheiten im User Interface

9 Anhang A, „SetSpeed“

9.1 Code (Zeilennummer nicht Teil des Codes)

```

1  VAR res;
2  res = CADH_VarDialog(["Set Speed"],250,250,0.4),
3      [[C:VDLG_StrCom], "Speed:", ["On-Road", "Off-Road"], [Settings.OnOffRoad], 1],
4      [[C:VDLG_Real], "Front to Rear:", Settings.FrontRearRatio, Settings.FrontRearRatio]
5      );
6  IF res[0] THEN
7      Settings.OnOffRoad=res[1];
8      Settings.FrontRearRatio=res[2];
9      IF res[1]=0 THEN
10         GB.C1.setConfig([TRUE, 0], FALSE);
11         GB.s1.c2.kSys_3DTransparency=0.9;
12         GB.s1.s1b.c2.kSys_3DTransparency=0.9;
13         GB.C2.setConfig(FALSE, FALSE);
14         GB.s1.c1.kSys_3DTransparency=0;
15         GB.s1.s1a.c1.kSys_3DTransparency=0;
16         GB.gp2.GP2.Kwb2=1.0;
17         GB.gp3.GP3.Kwb1=1.0;
18     ELSE
19         GB.C2.setConfig([TRUE, 0], FALSE);
20         GB.s1.c2.kSys_3DTransparency=0;
21         GB.s1.s1b.c2.kSys_3DTransparency=0;
22         GB.C1.setConfig(FALSE, FALSE);
23         GB.s1.c1.kSys_3DTransparency=0.9;
24         GB.s1.s1a.c1.kSys_3DTransparency=0.9;
25         GB.gp2.GP2.Kwb2=0.7;
26         GB.gp3.GP3.Kwb1=0.7;
27     ENDIF
28     System.calcKinematic();
29 ENDIF

```

9.2 Erklärungen

VAR res;

Es wird eine lokale Variable „res“ definiert. Der Typ der Variablen muss vorerst nicht definiert werden. Der Typ ist gleich dem Typ des rechts des Gleichheitszeichens in der Zeile 3 stehenden Ausdrucks. Da der Befehl CADH_VarDialog einen Array zurückgibt, ist res vom ebenfalls ein Array

CADH_VarDialog

„Set Speed“ ist der Name des Dialoges, 250 die Breite in Pixel, 250 die Höhe in Pixel. 0.4 definiert dass 40% der Breite im linken Teil des Fensters sind, 60% im rechten. Die folgenden Ausdrücke in eckigen Klammern definieren jeweils ein Eingabefeld. Die eckigen Klammern sind durch Komma getrennt. Im ersten Ausdruck wird eine Auswahlliste, genannt „Speed“ generiert. Ausgewählt wird zwischen „On- Road“ und „Off- Road“. Die zweite Zeile erlaubt die Eingabe eines Wertes. Die Vorbelegung der Eingabemaske wird durch [Settings.OnOffRoad] und Settings.FrontRearRatio definiert.

Die äussere IF Schleife prüft ob der Dialog mit „Ok“ abgeschlossen wurde. Trifft dies zu, so ist das nullte Element im Array „res“ gleich 1. Also liefert res[0] 1 oder TRUE zurück und die IF Bedingung ist erfüllt.

Zeile 7: In die Variable „OnOffRoad“ wird 1 oder 0 geschrieben. 0 bedeutet Strassengang, 1 bedeutet Geländegang.

Zeile 8: Das eingegebene Verhältnis wird in die Variable „FrontRearRatio“ geschrieben

Zweite IF Schleife: wenn die Auswahl ob Strassen- oder Geländegang (res[1]) Null ist, so wurde der Strassengang gewählt. Dann wird die Kupplung C1 geschlossen, C2 geöffnet, sowie Kwb für z4 auf 1.00 gesetzt. Im ELSE Zweig (der ausgeführt wird wenn der Geländegang gewählt ist) wird c2c2 geschlossen, C1 geöffnet und Kwb für z4 wird auf 0.7 gesetzt.

In Zeile 29 wird dann die Kinematikberechnung aufgerufen.