

## KISSsys Anleitung:

### Berechnung der Kinematik

Stichwörter  
Letzte Änderung: 16. Aug. 2005

#### 1 Einleitung

In KISSsys kann die Kinematik eines Systems abgebildet werden. Mit der Definition von Drehzahl und Drehmoment an den Eingängen werden die Drehmomente und Drehzahlen an allen Verbindungen berechnet.

#### 2 Berechnung der Kinematik

Die Kinematik wird durch Verbindungen (unter „kSysKinematicConstraint“) definiert. In der Prinzipskizze wird der Leistungsfluss durch diese Verbindungen sowie Krafteinleitungen dargestellt. Verbindungen, die ein Drehmoment übertragen, werden rot dargestellt, ansonsten ist die Farbe schwarz. Deaktivierte Verbindungen zwischen Kupplungen werden grau gezeichnet.

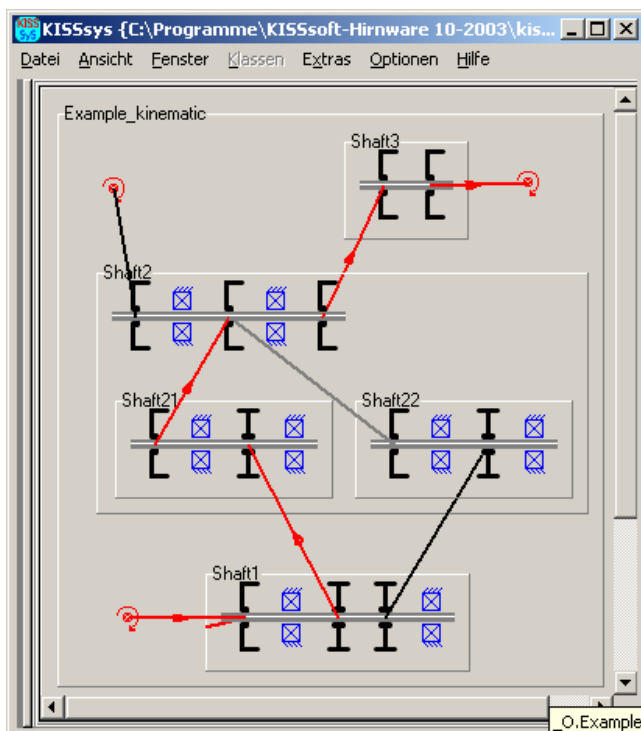


Abbildung 2-1 Kinematisches Schema

Im Normalfall, wenn keine Umlaufgetriebe vorhanden sind und alle Bauteile miteinander verbunden sind, muss genau eine Drehzahl vorgegeben werden und ein Drehmoment muss als unbekannt definiert werden.

Die Berechnung der Kinematik kann dann über „calcKinematic“ unter „System“ gestartet werden.

Wenn eine Fehlermeldung ausgegeben wird, die besagt, dass die Anzahl Zwangsbedingungen nicht stimmt, sind zu viele Drehzahlen definiert oder es sind zu viele Verbindungen vorhanden. In nebenstehendem Beispiel gibt es fünf Drehzahlen (Wellen) als Freiheitsgrade, so dass genau fünf Zwangsbedingungen definiert werden müssen: Eine Drehzahl und zwei Übersetzungen und zwei Kupplungsverbindungen.

Die Fehlermeldung, dass die Anzahl Kräfte falsch ist, bedeutet, dass zu viele unbekannte Kräfte vorhanden sind. In diesem Beispiel ist ein Drehmoment am Antrieb unbekannt und ein Moment am Abtrieb vorgegeben. Bei Planetenstufen sind dagegen zwei unbekannte Drehmomente und zwei vorgegebene Drehzahlen zu definieren.

## 2.1 Definition der Verbindungen

---

Verbindungen zwischen Stirnrädern und Kegelrädern erfolgen durch Elemente vom Typ „kSysGearPairConstraint“. Es werden im zugehörigen Dialog die beiden Zahnräder

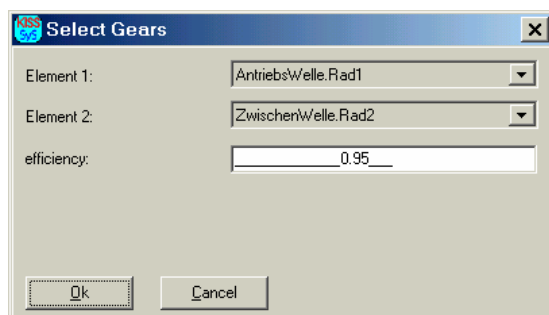


Abbildung 2-2 Verbindungsdialog

ausgewählt, die im Eingriff stehen, und ein Wirkungsgrad kann vorgegeben werden. Die Übersetzung wird aus den Zähnezahlen der Zahnräder berechnet. Ein Hohlrad sollte immer als Rad2 ausgewählt werden, da in der KISSsoft-Berechnung nur diese Reihenfolge möglich ist.

Für Kupplungen gibt es entsprechend den Typ „kSysCouplingConstraint“ mit Übersetzung Eins und ohne Drehrichtungsumkehr. Ein Schlupf kann optional vorgegeben werden und die Verbindung kann aktiviert oder deaktiviert werden, was für die Berechnung von Schaltgetrieben wichtig ist.

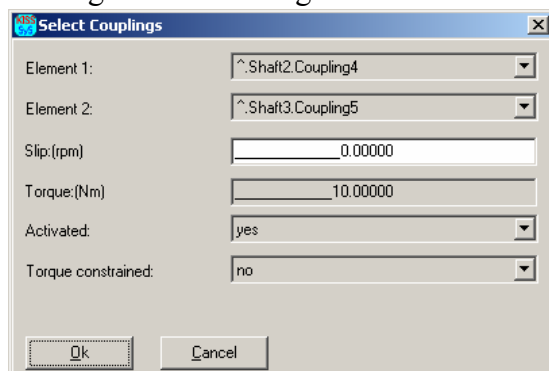


Abbildung 2-3 Kupplungsdialog

Die Kinematik von Planetenstufen wird mit „kSysPlanetaryGearPairConstraint“ abgebildet. Dabei muss neben den beiden Zahnrädern auch eine Kupplung des Planetenträgers ausgewählt werden. Die Zahnräder müssen in der richtigen Reihenfolge entsprechend der Konfiguration von Innen nach Aussen vorgegeben werden, also Sonne/Planet oder Planet/Planet oder Planet/Hohlrad.

Für Verbindungen Schnecke/Schneckenrad ist die Verbindung „kSysWormGearConstraint“ geeignet.

In allen Verbindungen sind unter „element“ die Namen der ausgewählten Elemente gespeichert und unter „f“ die Ergebnisse der Kräfteberechnung.

## 2.2 Definition von Drehmomenteinleitungen

---

Die Drehmomenteinleitungen sind vom Typ „kSysSpeedOrForce“. Mit diesen Drehmomenteinleitungselementen lassen sich Drehzahlen und Drehmomente vorgeben. Unter Dialog lässt sich konfigurieren, ob die Drehzahl oder das Drehmoment vorgegeben werden soll.

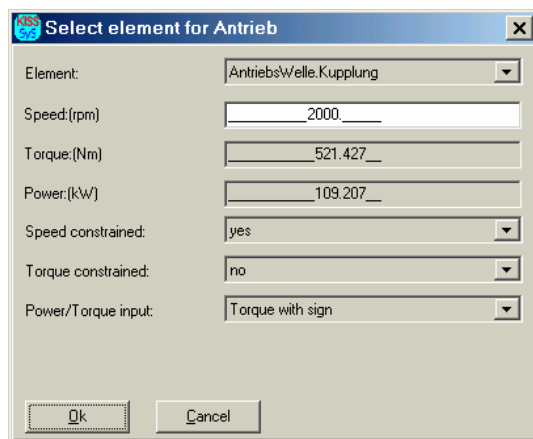


Abbildung 2-4 Drehmomenteinleitung

Statt einer vorzeichenbehafteten Drehmomenteingabe lässt sich das Drehmoment auch als treibend oder getrieben eingeben oder die Leistung wird vorgegeben. Es wird dann eine entsprechende Formel für das Drehmoment generiert, daher sollte die Einstellung nicht gewählt werden, wenn das Drehmoment z.B. bei Lastkollektiven über Funktionen verändert werden soll.

Wenn das Vorzeichen von Drehmoment und Drehzahl gleich sind, wird Leistung eingeleitet anderenfalls aus dem System abgegeben.

## 2.3 Änderung der Konfiguration der Verbindungen

---

Die Konfiguration von Verbindungen zwischen Kupplungen und Momenteinleitungen kann auch über eine Funktion geändert werden. Dies wird z.B. für Schaltgetriebe oder Lastkollektive mit unterschiedlichen Krafteinleitungen benötigt.

Für die Kupplungsverbindung ist die Funktion `setConfig(slipConstraint_r / [slipConstraint_r, slip_r], torqueConstraint_r/[torqueConstraint_r, torque_r])` verfügbar. 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 Drehmomenteinleitungen sieht die Definition ähnlich aus. Mit der Funktion `setConfig(speedConstraint_r, torqueConstraint_r/[torqueConstraint_r, type_r, torque_r])` lässt sich die Konfiguration ändern. Die Variable `type` steht für 0..Drehmoment mit Vorzeichen, 1..Drehmoment treibend, 2..Drehmoment getrieben, 3..Leistung treibend, 4..Leistung getrieben. Beispiele:

- Drehzahl und Drehmoment vorgegeben: `setConfig(TRUE, TRUE)`
- Drehzahl und Drehmoment mit vorzeichenbehaftetem Wert vorgegeben: `setConfig(TRUE, [TRUE,0,20])`
- Drehzahl frei, Leistung treibend vorgegeben: `setConfig(FALSE, [TRUE,3,20])`

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:

```

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

```

## 2.4 Steuerung und Ablauf der Kinematikberechnung

In der Kinematikberechnung, die über `System.calcKinematic()` gestartet werden kann, werden zunächst die Drehzahlen bestimmt. In einem zweiten Schritt werden dann die Momente berechnet.

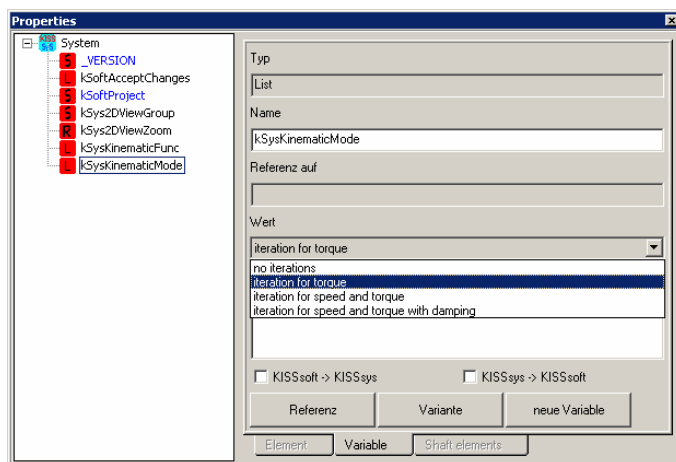


Abbildung 2-5 System.kSysKinematikMode

Mit Hilfe der Variablen „System.kSysKinematikMode“ kann eine Iteration der Berechnung für die Drehmomente oder Drehmomente und Drehzahlen aktiviert werden. Bei der Iteration für die Momente wird die Momentenberechnung iterativ durchgeführt und die in den Kraffteinleitungen angegebenen Formeln werden in jedem Schritt ausgewertet. Dies ist auch schon für die Berechnung mit Wirkungsgrad erforderlich, da für die Verluste die Richtung des Leistungsflusses bekannt sein muss. Wenn zusätzlich noch eine Iteration für die Geschwindigkeiten gemacht werden soll, wird innerhalb der Drehzahliteration die Iteration für die Momente gemacht. Dies kann erforderlich sein, wenn Drehzahlen abhängig von Momenten sind, z.B. wenn eine Motorenkennlinie hinterlegt wird. Wenn eine der Iterationen nicht konvergiert, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Unter „System.kSysKinematikFunc“ kann der Aufruf der Funktion „System.OnCalcTorque“ in jedem Iterationsschritt aktiviert werden. Standardmässig werden in dieser Funktion die Lagerkräfte bestimmt.

## **2.5 Lastabhängige Verluste und Leistungsaufteilung**

Lagerverlustleistungen sind lastabhängig. Bei den Lagerelementen kann unter „Tloss“ ein Verlustmoment vorgegeben werden. Das Vorzeichen muss der Drehzahl entgegengerichtet sein, es könnte dazu z.B. ein Ausdruck „-sign(speed)\*betrag“ eingegeben werden. Die Drehzahl wurde vor der Kräfteberechnung in einem ersten Schritt schon aktualisiert, sie darf daher verwendet werden. Der Betrag des Verlustmomentes kann ausserdem abhängig von den berechneten Drehmomenten sein, da die Kräfteberechnung iterativ durchgeführt wird. Innerhalb der Kinematikberechnung werden die Lagerkräfte allerdings nicht neu bestimmt, das passiert nur innerhalb der KISSsoft Berechnungen. Wenn die Lagerverluste von den Lagerkräften abhängig sein sollen, müssen nach der ersten Kinematikberechnung die KISSsoft Wellenberechnungen durchgeführt werden und danach wiederum die Kinematikberechnung. Hierfür sollte im Normalfall ein Iterationsschritt ausreichend sein. Diese Lagerkräfteberechnung kann auch über die Einstellung in „System.kSysKinematikFunc“ in die Iteration der Kinematikberechnung integriert werden. Es wird dann in jedem Iterationsschritt der Kinematikberechnung die Function „OnCalcTorque“ aufgerufen, die in der Standardimplementation die Lagerkräfte iterativ bestimmt (max. 10 Schritte).

Wenn das Abtriebsdrehmoment sich in einem bestimmten Verhältnis auf zwei Wellen verteilen soll, kann man bei der Welle mit dem kleineren Abtriebsdrehmoment z.B. „0.5 \* Abtrieb1.torque“ als Drehmoment vorgeben. Das Drehmoment von „Abtrieb1“ ist hier eine berechnete Grösse. Die richtige Lösung wird dann iterativ gefunden. Die Iteration konvergiert allerdings nur, wenn die Vorgabe für das kleinere Drehmoment erfolgt. Eine Methode, die dagegen immer funktioniert, ist die Definition eines Momentes in Abhängigkeit eines fest vorgegebenen anderen Drehmomentes.

Wenn die Iteration für die Kräfte bei der Berechnung nicht konvergiert, erfolgt eine Fehlermeldung.