

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

Wenn Entwicklung und Vertrieb am gleichen Strang ziehen

Viele Unternehmen im Maschinenbau zerfallen intern in zwei Lager: die Ingenieure, die konstruieren und entwickeln auf der einen Seite, Einkauf und Vertrieb auf der anderen Seite. Oft sind sich beide Lager nur darin einig, dass die jeweils andere Seite noch nicht verstanden hat, was sinnvoll für das Unternehmen ist. Und vermutlich haben beide Seiten ein wenig Recht.

Das Spektrum von Beispielen reicht vom Einkäufer, der für ein Kleinteil irgendwo einen günstigeren Anbieter findet und bei einer Maschine im Wert von etlichen tausend Euro einige Cent einsparen kann, mit der Folge, dass die Maschine beim Kunden innerhalb kurzer Zeit defekt ist und von einem Servicetechniker irgendwo hinter dem Ural repariert werden muss, bis hin dem Familienunternehmen, bei dem an der Spitze immer ein Techniker stand, und das seit Jahren schon Maschinen unter Herstellkosten verkauft ohne es zu merken. Getreu dem Firmenmotto „Gemacht wird, was technisch möglich ist“.

Dies soll nun aber keine Glosse über die Probleme in Maschinenbau-Betrieben werden, sondern motivieren, warum es sich manchmal lohnt, die Grenzen aufzureissen und über den Tellerrand zu schauen. Zwei Anwendungen aus unserem Haus sollen hier als Beispiele dienen:

Schnelle Abklärung von Herstellkosten

Entwickelt ein Ingenieur ein Getriebe, z.B. ein Industriegetriebe mit mehreren Stirnradstufen, ist er vollauf beschäftigt, die konstruktive Ausführung der Teile und die festigkeitsmässige Auslegung unter einen Hut bzw. in den vorhandenen Bauraum zu bekommen. Bereits seit Jahren bietet die KISSsoft AG hierzu mit KISSsys eine Software an, die als Kombination der KISSsoft-Maschinenelement-Berechnung mit einer Tabellenkalkulation, einem Kinematikmodul, einer 3D Darstellung und einer Programmiersprache dem Ingenieur stets alle wichtigen Parameter zur Auslegung des Getriebes im Überblick bietet. Durch Auslegungs- und Optimierungsfunktionen kann er die technischen Aspekte seiner Konstruktion verhältnismässig einfach und komfortabel meistern. So weit so gut. Die beiden ersten Fragen eines potentiellen Kunden lauten in der Regel aber nicht „Wie konstruieren Sie die Antriebswelle?“, sondern „Wie gross wird das Getriebe?“ und „Wie viel wird es kosten?“.

Die erste Frage kann der Ingenieur mit den Standard-Getriebemodellen, die mit KISSsys zusammen ausgeliefert werden, sehr schnell beantworten: Die Modelle beinhalten eine Auslegungsfunktion, die nach Eingabe der Randbedingungen (Schmierungsart, Materialien, zu übertragendes Drehmoment und Drehzahl, Gesamtübersetzung) im Idealfall mit vier Mausklicks – Aufteilen der Gesamtübersetzung auf die einzelnen Stufen, Auslegung von Stufe 1 und Stufe 2, Auslegen der Wellen und Lager – einen ersten Entwurf für ein z.B. zweistufiges Getriebe erstellt. Bei mehr Stufen erhöht sich die Anzahl Mausklicks entsprechend. Damit steht im Regelfall bereits nach 15 Minuten ein erster Grobentwurf zur Verfügung, mit entsprechenden Informationen zu Baugrösse und Gewicht. Ebenso kann leicht und vor allem schnell abgeklärt werden, ob für eine bestimmte Aufgabenstellung z.B. ein zwei- oder ein dreistufiges Getriebe besser geeignet ist. Oder ob es überhaupt Lösungen mit zwei Stufen gibt.

Um die zweite Frage angehen zu können, wurden die Modelle um eine einfache Kostenrechnung erweitert. Diese basiert auf Kilopreisen für die relevanten Getriebeteile, also Wellen, Zahnrädern und

dem Gehäuse, und den Preisen für die Wälzlager in der Konstruktion, welche über Textdateien definiert oder auch im Bedarfsfall einzeln während der Kostenberechnung eingegeben werden können. Eine vor einigen Jahren bei Firma L.Kissling in Zürich durchgeführte Analyse der Herstellkosten von typischen Getriebeteilen wie Wellen, Ritzelwellen und Zahnräder hat deutlich gemacht, dass bei klassischen Getriebeteilen innerhalb eines gewissen Bereichs eine recht genaue Kostenschätzung über das Teilgewicht gemacht werden kann.

Dabei ist zu beachten, dass bei der im Getriebesonderbau tätigen Firma die typische Losgrösse in der Fabrikation zwischen 2 und 10 Stück beträgt. Es zeigte sich, dass die Variation der Herstellkosten (über Nachkalkulation) eines gleichen Teiles bei wiederholter Herstellung etwa gleich gross ist, wie der Unterschied zwischen den Herstellkosten von zwei unterschiedlichen, aber ähnlichen, Teilen gleichen Gewichts. Trotz beträchtlicher Streuung der Kosten von einzelnen Fertigungsaufträgen war nach Auswertung der Kosten von hunderten Teilen im Bereich von 20 bis 2000 kg eine klare Tendenz zwischen Preis und Gewicht erkennbar.

Logischerweise ist zu erwarten, dass bei einer Produktion in grösseren Serien etwas genauer differenziert werden muss, da dort die Streuung zwischen Wiederhollosen deutlich kleiner ist. Die grundsätzliche Anwendung dieser Vorgehensweise kann auch mit einem entsprechend verfeinerten Ansatz gemacht werden.

Insgesamt erlauben diese Modelle einem Ingenieur, innerhalb von ein bis zwei Stunden ein angefragtes Getriebe so weit vorauszulegen, dass er die Machbarkeit, den notwendigen Bauraum (und das Gewicht) und die voraussichtlichen Kosten schon recht genau abschätzen kann.

The screenshot displays the KISSsys software interface for a two-stage helical gearbox. The main window is titled "UserInterface" and contains a table with various parameters and results. A 3D model window titled "kSys 3DView" shows a 3D rendering of the gearbox components. A schematic diagram on the right shows the layout of the three shafts (Shaft1, Shaft2, Shaft3) and their bearings.

SetLoad		SHAFT FORCES			Set Hand of Helix	Refresh
KA gears []	1.25	Shaft1	1000	30	Calculate Strength	Show Comment
Lh required [h]	5000	Shaft3	1000	30	Calc. MaxTorque	Shaft Results
Est. mass	19 kg				Calculate Prices	Bearing Results
Est. Price	290 EUR				Reports	Gear Results

GEAR SIZING		SHAFT SIZING			Type of bearing	Shaft ends
Strategy	i fixed				Rillenkugellager (einreihig)	right/right
a [mm]	axis angle [°]	b [mm]	i for sizing	i effective		Req. safety, shafts
Pair 1 Size	93.154	23.047	4.1917	4.1905		
Pair 2 Size	130.68	33.34	3.5785	3.5789	Fatigue	1.5
		i total	15	14.997	Static	1.5
		delta i [%]	2	Divide_i		

RESULTS	
Applied on	Shaft1
Speed [rpm]	-1000
Torque [Nm]	-100
Power [kW]	10.472
Rotation	Counterclockwise

RESULTS	
Lhmin [h]	
Bearing1	5364.8
Bearing2	6877.3
Bearing3	10631

GEARS	
eta [-]	
Beta max [°]	
Beta min [°]	
step Beta [°]	

INCLINATION	
Around x-axis	Inclin

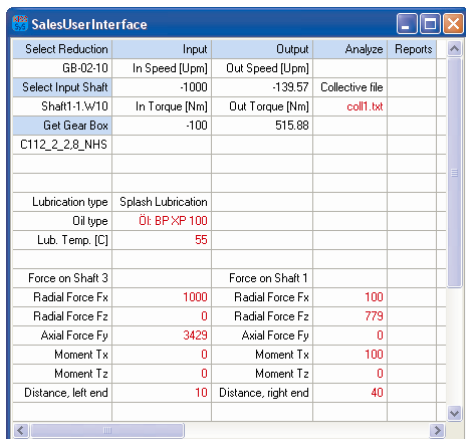
Bild 1: Auslegungsmodell für ein zweistufiges Stirnradgetriebe, mit integrierter Kostenrechnung.

Getrieberechnung im Vertrieb

Noch weiter geht eine zweite Anwendung, die ein Seriengetriebehersteller hatte: das Produktspektrum umfasst Baussatzgetriebe, bei denen die beiden Stirnradstufen und die Antriebswelle vom Kunden kombiniert werden können. Zu den freigegebenen Kombinationen gibt es einen Katalog, der Angaben zur übertragbaren Leistung und maximalen Kräften auf der Abtriebswelle macht.

Recht häufig kommt es aber vor, dass ein Kunde ein bestimmtes Getriebe aus dem Katalog auswählt, dann aber Anforderungen ausserhalb der Katalogspezifikationen hat, also z.B. eine höhere Querkraft auf die Abtriebswelle als im Katalog spezifiziert, dafür ein geringeres Drehmoment. Der Verkauf musste in solchen Fällen in der Vergangenheit die Spezifikationen an die Entwicklungsabteilung geben, dort wurde das gesamte Getriebe mit den Kundenanforderungen durchgerechnet und dem Vertrieb mitgeteilt, ob das Getriebe für diese Anforderungen geeignet ist. Der Vertrieb konnte daraufhin ein Angebot abgeben. Der ganze Prozess brauchte oft mehrere Wochen, unter anderem wegen der ohnehin schon hohen Auslastung der Berechnungsabteilung.

Im Rahmen der Einführung von KISSsys in der Berechnungsabteilung wurde ein spezielles Modell zur Adressierung dieser Problematik erstellt. Das Modell erlaubt das Behandeln der zuvor beschriebenen zweistufigen Getriebe. Ausserdem ist eine Datenbank angehängt, welche die Details sämtlicher zur Auswahl stehender Komponenten enthält. Damit lässt sich der Katalog im KISSsys-Modell abbilden. Eine spezielle Variante des Modells, die als einzige Eingabemöglichkeiten die Auswahl der betrachteten Getriebevariante, die Definition von Schmierstoff- und Temperatur und die Angabe der äusseren Lasten ermöglicht, wurde jedem Vertriebsmitarbeiter auf seinen Laptop kopiert. Seither kann jeder Vertriebsmitarbeiter direkt und eigenständig die Fragen der Kunden beantworten und entsprechende Angebote erstellen. Neben einer schnelleren Reaktionszeit auf Kundenanfragen, bis hin zur Abklärung der technischen Fragen vor Ort beim Kunden, wurde auch die Berechnungsabteilung entlastet. Da die zur Auslegung und Konstruktion verwendeten KISSsys-Modelle die gleiche Datenbank verwenden, entsteht auch kaum Mehraufwand, die notwendigen Daten stehen für den Vertrieb automatisch zur Verfügung. Damit können Konstruktion und Vertrieb am selben Strang ziehen – und diesmal sogar auf derselben Seite!



Select Reduction	Input	Output	Analyze	Reports
GB-02-10	In Speed [Upm]	Out Speed [Upm]		
Select Input Shaft	-1000	-139.57	Collective file	
Shaft1-1.W10	In Torque [Nm]	Out Torque [Nm]	coll1.txt	
Get Gear Box	-100	515.88		
C112_2_2,8_NHS				
Lubrication type	Splash Lubrication			
Oil type	Oil: BP XP 100			
Lub. Temp. [C]	55			
Force on Shaft 3	Force on Shaft 1			
Radial Force Fx	1000	Radial Force Fx	100	
Radial Force Fz	0	Radial Force Fz	779	
Axial Force Fy	3429	Axial Force Fy	0	
Moment Tx	0	Moment Tx	100	
Moment Tz	0	Moment Tz	0	
Distance, left end	10	Distance, right end	40	

Lifetime bearings [h]				
Mod. Calc. Method	no	no	no	
Shaft 1	Shaft 1	Shaft 2	Shaft 3	
Left bearing	331.77	896.3	9.356e+005	
Right bearing	2000.9	2983.6	77320	
Tooth life [h]				
	Stage 1, Gear 1	Stage 1, Gear 2	Stage 2, Gear 1	Stage 2, Gear 2
Foot	9e+099	9e+099	9e+099	9e+099
Pitting	9e+099	9e+099	100.53	590.5
Scoring Safety [-]				
	Stage 1	Stage 2		
Integral Temp.	5.0541	4.4221		
Flash Temp.	9.283	5.1043		
Add. Info				
	i Stage 1	i stage 2	i total	
Reductions	1.4074	5.0909	7.165	
	eta stage 1	eta stage 2	eta total	
Efficiencies	0.9	0.8	0.72	

Bild 2: Eingabedialog für Vertriebsmitarbeiter und die zugehörige Resultatübersicht.

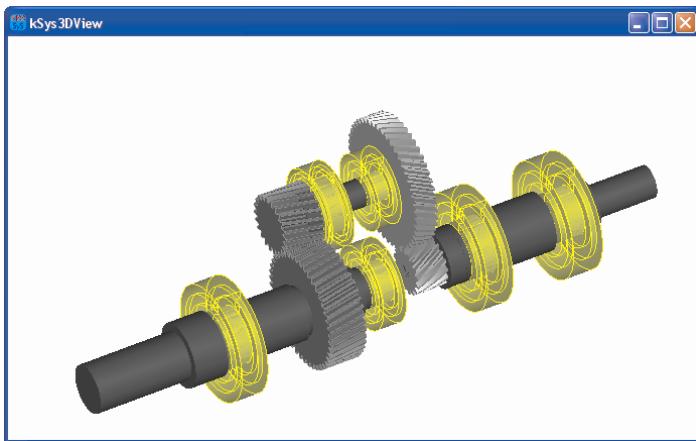


Bild 3: Dreidimensionale Darstellung der Getriebestufen in der gewählten Kombination.

KISSsoft Berechnungsprogramme

Seit 25 Jahren bereits existiert das Berechnungsprogramm KISSsoft, eine Software zur Auslegung, Nachrechnung und Optimierung von Maschinenelementen, wobei der Fokus auf dem Getriebebau liegt. D.h. die Elemente umfassen alle Arten von Zahnrädern, Wellen, Lager, Schrauben, Federn, die üblichen Welle-Nabe-Verbindungen usw.

Mit dem nächsten Release, der bereits in einer Vorabversion auf der Hannover Messe gezeigt wurde, erhält das Programm eine komplett neue Oberfläche. Durch die eingebaute Projektverwaltung vereinfacht diese die Verwaltung der Berechnungsdaten und zugehöriger Dokumente. Die erweiterte Funktionalität bei den Grafiken hilft bei der Interpretation der Ergebnisse. Und schliesslich ermöglicht die direkte Einbindung der Onlinehilfe eine bessere Unterstützung des Anwenders mit relevanten Informationen.

Viele Detailverbesserungen, die meisten auf Anregungen von Kunden, machen die Software intuitiver und sicherer in der Anwendung.

Es werden auch zusätzliche Berechnungen und Funktionen mit dem neuen Release verfügbar sein. So wurden die CAD Schnittstellen erweitert, und im Bereich der Wälzlagerberechnung und der Zahnräder zusätzliche Berechnungen programmiert. Zu KISSsys, dem Systemprogramm zur Modellierung von kompletten Getrieben, stehen neue Standardmodelle für mehrstufige Stirnradgetriebe, Kegel-Stirnradgetriebe und Schnecken-Stirnradgetriebe zur Verfügung. Vor allem in der Benutzerführung und bei den automatischen Auslegungen wurden hier Verbesserungen eingebaut. Die integrierte Kostenberechnung wurde um die Abschätzung der Gehäusekosten erweitert.