

# Präzisionsgetriebe- und Servoantriebsauslegung mittels „intelligentem“ Katalog

MATTHIAS MENDEL

**Durch einen „intelligenten“ Katalog auf CD-ROM wird die Berechnung von Antrieben für den jeweiligen Anwendungsfall stark vereinfacht. Ein Nachteil dieser Lösung war bisher, dass die Konstrukteure viel Speicherplatz auf den Festplatten ihrer PCs belegen mussten, um ständig Zugriff auf den Katalog zu haben. Ein Hersteller von Präzisionsgetrieben und Servoantrieben, der solch einen elektronischen Katalog seit einem Jahr anbietet, wird diesen deshalb ab zirka Juli 2001 auch im Internet zur Verfügung stellen.**

## Einleitung

Der generelle Trend im Maschinenbau zu immer kompakteren, leichteren und leistungsfähigeren Servoantrieben bestimmt maßgeblich die Tendenz, dass die präzisen und kompakten Harmonic-Drive-Getriebe und -Servoantriebe in einer Vielzahl von Anwendungen zum Einsatz kommen. Die technischen Vorteile dieser Produkte im

Vergleich zu herkömmlichen Lösungen werden im Rahmen der Produktentwicklung weiter ausgebaut. Neben heute selbstverständlichen Anforderungen wie Produktqualität, Zuverlässigkeit und After-sales-Service spielt in zunehmendem Maße der Pre-sales-Service im Sinne von schneller auf die Kundenwünsche bezogene Produktauslegung und Dokumentation eine wichtige Rolle. Einfach zu handhabende Werkzeuge, welche die Anforderungen der Kunden aus verschiedenen Branchen bezüglich einer schnellen, korrekten Antriebsauslegung erfüllen, sollten für jeden Konstrukteur einfach zugänglich und handhabbar sein. Da bei der Auswahl von Präzisionsgetrieben und -antrieben nicht nur die korrekte Leistungszuordnung eine Rolle spielt, sondern auch Aussagen zu produktbezogenen Genauigkeitsdaten, Abtriebslagerdaten, der Lebensdauer in Abhängigkeit von Belastungszyklen usw., hat Harmonic Drive ein solches Arbeitsmittel als intelligenten Katalog auf CD-ROM seit zirka einem Jahr erfolgreich im Einsatz.

## „Intelligenter“ Katalog macht Antriebsauslegung einfach

Der gesamte Inhalt der CD-ROM ist sowohl in Deutsch als auch in Englisch wahlweise verfügbar. Auf der CD-ROM sind allgemeine Informationen zum Unternehmen und zur Getriebefunktion abrufbar (Bild 1). Des Weiteren werden interessante Anwendungsbeispiele aus allen Branchen gezeigt, wie z. B. aus der Robotik, dem Werkzeug-

maschinenbau, der Medizintechnik, der Luft- und Raumfahrt (Bild 2), der Halbleitertechnik usw. Neben den allgemeinen Informationen zur Anwendung gibt es auch Hinweise zum Einsatz von bestimmten Produkten mit direkten „Links“ zur Produktbeschreibung und Berechnung.

Falls für den Anwender der Einstieg über die Anwendungsbeispiele nicht sinnvoll ist, kann selbstverständlich direkt über eine strukturierte Produktauswahl die Berechnung eines speziellen Produktes erfolgen. Die menügeführte, klar strukturierte Produktauswahl verzweigt generell zwischen mechanischen Präzisionsgetrieben und Präzisionservoantrieben. Im Bereich der Präzisionsgetriebe werden dann sämtliche Bautypen, wie z. B. Hohlwellengetriebe, Motoranbaugesetze, Planetengetriebe usw., zur Auswahl angeboten und mit Hilfe von prägnanten Merkmalen und Schnittzeichnungen kurz erklärt. Die gleiche Prozedur findet im Bereich der Präzisionservoantriebe statt, wobei auch hier die verschiedenen Typen von Servoantrieben kurz beschrieben werden. Diese Kurzbeschreibung der jeweiligen Produkte ermöglicht dann eine dem Anwendungsfall entsprechende Produktauswahl. Nachdem z. B. ein Hohlwellenservoantrieb der Baureihe FHA ausgewählt worden ist, verzweigt das Programm in einen Bereich, wo sämtliche technischen Daten, welche derzeit z. B. in den Papierkatalogen enthalten sind, als Datenbank hinterlegt sind. Um den Nutzern die Bearbeitung zu vereinfachen, wurden sämtliche Tabellen technischer Daten, wel-

Dr. Matthias Mendel ist Leiter Produktmanagement & Verkaufsförderung der Harmonic Drive AG in 65555 Limburg an der Lahn



1: Der elektronische Katalog bietet auch allgemeine Informationen über das Unternehmen und über Getriebefunktionen



2: Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Luft- und Raumfahrt

che in den Papierkatalogen aufgeführt sind, eins zu eins in den elektronischen Katalog übernommen. Dies bedeutet, dass über definierte „Reiter“ beispielsweise Getriebedaten, Genauigkeitsdaten, Torsionssteifigkeitsdaten, Abtriebslagerdaten und anderes direkt betrachtet werden können (Bild 3). Vorteil dieser Darstellung ist, dass bei Auswahl eines bestimmten Produktes sämtliche Baugrößen dieses Produktes mit sämtlichen technischen Daten sehr schnell und übersichtlich verfügbar sind. Über die Scroll-Funktion können dann z. B. in einer schnellen Übersicht sämtliche gewünschte Leistungsdaten betrachtet werden.

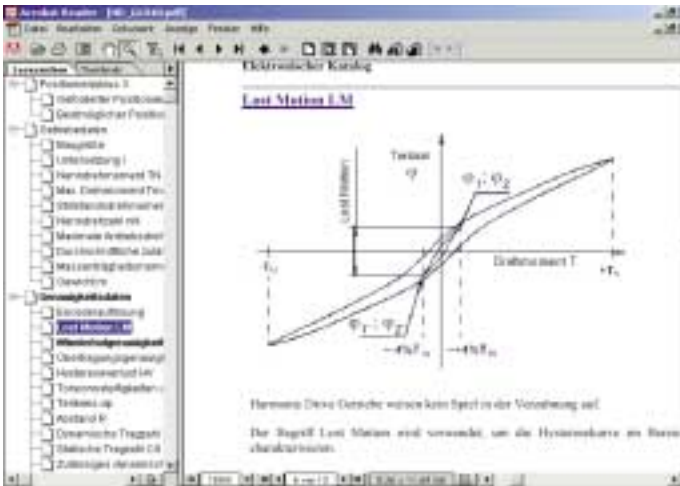
Neben dieser Funktionalität gibt es ein sogenanntes Schnellsuchsystem. Im oberen Bereich der Suchmaske gibt es wahlweise für Kunden, die bereits mit den Produkten von Harmonic Drive vertraut sind, die Möglichkeit, die Baugröße und Übersetzung des vorausgewählten Produktes anzugeben. Des Weiteren ist es möglich, über die typischen Antriebsparameter wie Nenndrehmoment, Beschleunigungsdrehmoment, Kollisionsdrehmoment oder Abtriebslagerkapazität eine automatische Suche der kor-

rekten Baugröße durchzuführen. Über eine einfache farbliche Ampelkennung (rot, gelb, grün) werden alle Baugrößen in dieser Produktbaureihe automatisch gekennzeichnet, welche den Suchkriterien entsprechen. Hierbei bedeutet:

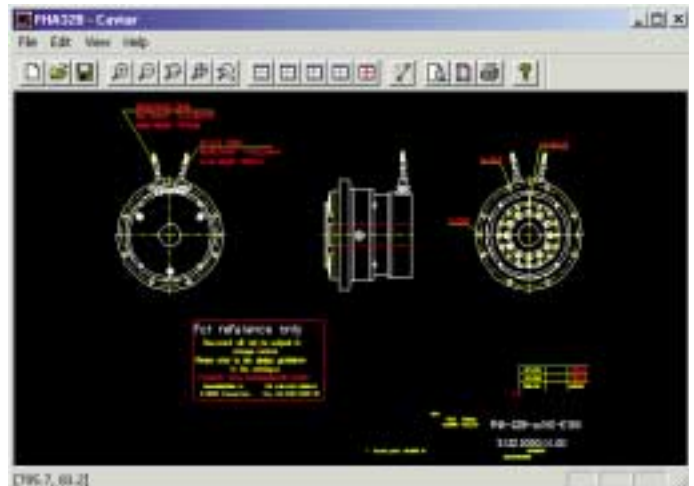
- Grün: Kriterien erfüllt;
- Gelb: Kriterien nahezu erfüllt;
- Rot: Kriterien nicht erfüllt.

Unabhängig vom Suchergebnis kann dann auch wahlweise eine andere Baugröße und Übersetzung für die weitere Berechnung ausgewählt werden. Die Auswahl erfolgt durch Mausklick auf die entsprechende Zeile. Bei Servoantrieben wird durch die Eingabe des Last-Massenträgheitsmomentes bereits eine erste dynamische Zuordnung durch den Vergleich der Massenträgheitsmomente zwischen Antrieb und Last durchgeführt. Für die Erläuterung sämtlicher technischer Daten ist auf dieser Arbeitsmaske ebenfalls ein Glossar verfügbar. Im Glossar werden detailliert sämtliche technische Daten und Definitionen zu Genauigkeitsdaten, Abtriebslagerdaten usw. beschrieben. Des Weiteren kann nach der Baugrößenzuordnung ebenfalls ein DXF-

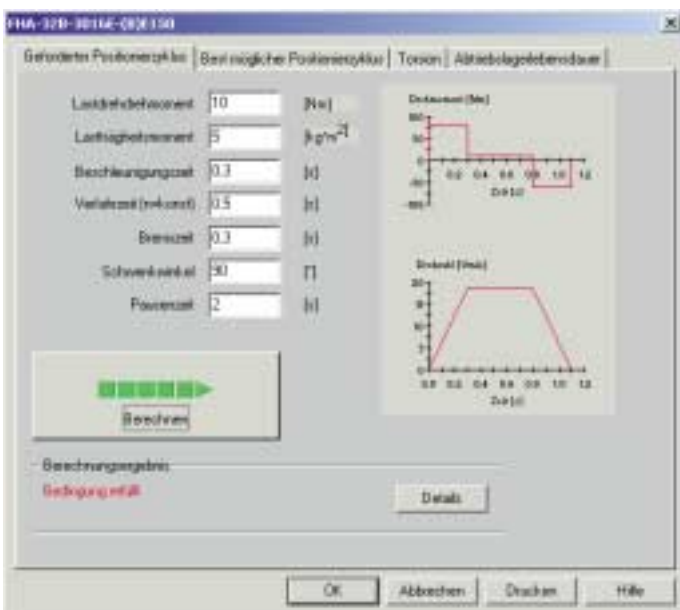
CAD-File sowohl betrachtet (Bild 4) als auch für die weitere Bearbeitung auf der Festplatte gespeichert werden. Die eigentliche Nachrechnung des Antriebes oder des Getriebes erfolgt über den Button „Berechnungen“. Nach dieser Auswahl verzweigt das Programm in Abhängigkeit des ausgewählten Produktes in verschiedene Berechnungsprozeduren. Für Servoantriebe werden beispielsweise vier Berechnungsmöglichkeiten angeboten. Für eine bekannte Anwendung kann ein geforderter Positionierzyklus für das ausgewählte Produkt überprüft werden (Bild 5). Nach Eingabe der Parameter des Positionierzyklus, wie z. B. Lastdrehmoment, Lastträgheitsmoment, Beschleunigungszeit, Verfahrzeit konstanter Drehzahl, Bremszeit, Schwenkwinkel und Pausenzeit, erfolgt eine automatische graphische Darstellung des Drehmoment- und Drehzahl-Zeitverlaufes und eine Überprüfung sämtlicher dynamischer Parameter. Falls der Antrieb für den geforderten Positionierzyklus korrekt ausgewählt wurde, könnten jetzt sämtliche Ergebnisse und technische Daten des Antriebes ausgedruckt werden.



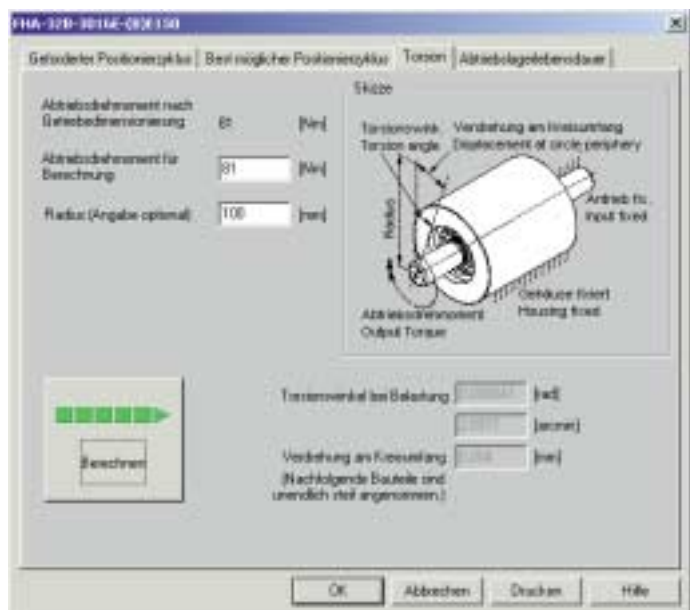
3: Der elektronische Katalog enthält alle technischen Daten, die in den Papierkatalogen von Harmonic Drive enthalten sind



4: CAD-File eines Hohlwellenservoantriebs des Typs FHA



5: Berechnungsergebnis eines Positionierzyklus für einen Hohlwellenservoantrieb des Typs FHA



6: Berechnung der Torsion

Des Weiteren gibt es die Möglichkeit, über „Details“ sämtliche berechneten und zulässigen Parameter zu betrachten. Falls die Antriebsauswahl in Bezug auf den geforderten Positionierzyklus nicht ausreichend ist, wird dies entsprechend angezeigt. Auch hier ist es möglich, die berechneten und zulässigen Parameter zu betrachten. Sämtliche überschrittenen Grenzen werden schnell erkennbar in rot angezeigt. Gegebenenfalls kann dann eine Korrektur des Positionierzyklus stattfinden oder eine größere beziehungsweise kleinere Baugröße ausgewählt werden. Bei Auswahl einer anderen Baugröße oder auch eines anderen Produktes muss der geforderte Positionierzyklus nicht neu eingegeben werden, das heißt die Berechnung eines Positionierzyklus kann für mehrere Produkte ohne Neueingabe erfolgen. Eine zweite Möglichkeit zur Auslegung des Servoantriebes besteht darin, den bestmöglichen (kürzesten) Positionierzyklus unter Annahme von bekannten Lastbedingungen berechnen zu lassen. Hierfür ist es notwendig, Lastdrehmoment, Lastträgheit, Schwenkwinkel, maximale Abtriebsdrehzahl und Abtriebsdrehmoment einzugeben. Aus diesen Daten und der Produktdatenbank wird dann automatisch ein bestmöglicher Positionierzyklus berechnet und graphisch dargestellt.

Neben der Überprüfung des Positionierzyklus ist es für Servoantriebe ebenfalls möglich, die vorhandene Torsion in Abhängigkeit der Torsionssteifigkeit und des anliegenden Drehmomentes zu berechnen (Bild 6). In diesem Programmteil kann ebenfalls die Verdrehung an einem Kreisumfang mit einem definierten Radius in Abhängigkeit der Torsionssteifigkeit und des Abtriebsdrehmomentes ermittelt werden.

Des Weiteren kann – neben der Getriebe- und Antriebsauslegung – sowohl die Lebensdauer der Abtriebslagerung als auch die Verkippung der Abtriebslagerung in Abhängigkeit der Abtriebslagerbelastungen, wie Radialkraft, Axialkraft und Kippmoment, sehr schnell berechnet werden. Sämtliche Berechnungsergebnisse können in einer sauberen und übersichtlichen Form zur Dokumentation ausgedruckt werden.

Für die Berechnung von Präzisionsgetrieben ohne Motor ist weiterhin die Er-

mittlung der Getriebelebensdauer in Abhängigkeit von Durchschnittswerten oder eines beliebigen Lastkollektives möglich. Selbstverständlich wird in Abhängigkeit des eingegebenen Lastkollektives der Drehmoment- und Drehzahl-Zeitverlauf graphisch zur Veranschaulichung dargestellt. In diesem Programmteil erfolgt sowohl die Berechnung der Getriebelebensdauer in Abhängigkeit der Belastungsdaten als auch die Überprüfung von Maximaldrehmomenten und Drehzahl in Abhängigkeit von Fett- oder Ölschmierung des Getriebes. Auch hier werden bei Überschreiten von zulässigen technischen Daten diese schnell erkennbar unter „Details“ in rot angezeigt, um entsprechende Korrekturen der Ausgangsdaten oder der Getriebebaugröße durchführen zu können. Mit Hilfe dieser Programmstruktur ist eine sehr komfortable Auslegung von Getrieben und Servoantrieben in Analogie zu den bekannten technischen Informationen und Berechnungsgrundlagen der gedruckten Papierkataloge möglich.

Der intelligente Katalog von Harmonic Drive ist kostenfrei für alle Kunden erhältlich. Durch die übersichtliche Menüführung und die Parallelen zu den bekannten Produktkatalogen sind spezielle Schulungsmaßnahmen für die Bedienung dieses Programms nicht notwendig. Neben den beschriebenen Funktionalitäten des intelligenten Kataloges gibt es im Bereich der Unternehmensbeschreibung auch einen direkten Link zur Website von Harmonic Drive.

### Vom intelligenten Katalog zum „Webcalculator“

Da sich dieses Programm bisher bestens bewährt hat, hat es zur Hannover Messe 2001 die konsequente Umsetzung dieser Inhalte auf die Internet-Website gegeben (<http://www.harmonicdrive.de>). Die Freigabe dieses Teils der Website wird zirka Juli 2001 erfolgen. Hintergrund ist die bekannte Problematik, dass der Konstrukteur mit den runden Scheiben überhäuft wird und Updates von neuen Getriebebaugrößen, neuen Produkten usw. nur mit größerem Aufwand seitens des Kunden möglich sind. Deshalb hat sich Harmonic Drive entschieden, sämtliche technischen Daten und Be-

rechnungsmöglichkeiten zur Getriebe- und Antriebsauswahl direkt im Internet anzubieten. Nur diese Strategie ermöglicht es dem Kunden, jederzeit auf dem aktuellsten Stand zu sein und Speicherplatz auf seiner Festplatte zu sparen. Neben der Übertragung der bekannten Auslegungs- und Berechnungsmöglichkeiten für die Harmonic-Drive-Produkte wird es eine für den Konstrukteur wesentliche Erweiterung der Programmmodule geben. Für die Berechnung von Harmonic-Drive-Getrieben und -Planetengetrieben mit handelsüblichen Servomotoren verschiedenster Bauarten ist bereits eine umfangreiche Fremdmotordatenbank mit sämtlichen technischen Daten und Kennlinien der Motoren fertig gestellt. Mit Hilfe dieser Daten oder wahlweise eingegebenen Motordaten kann dann eine exakte dynamische Nachrechnung des kompletten Antriebsstranges unter Berücksichtigung von Erwärmung usw. erfolgen. In Abhängigkeit der Belastungsdaten, der Getriebedaten und der Motordaten wird eine detaillierte dynamische Auslegung und Überprüfung des Belastungszyklus durchgeführt. Hilfsprogramme zur Berechnung von beliebigen Massenträgheitsmomenten sind ebenfalls verfügbar. In einer weiteren Ausbaustufe werden dann typische Belastungsfälle für Antriebssysteme wie Drehtisch, Spindeltrieb, Zahnstangenantrieb und Ähnliches so aufbereitet, dass der Konstrukteur sehr schnell seinen Anwendungsfall in übersichtlicher Weise berechnen kann. Auch dieser Service für den Konstrukteur per Internet wird selbstverständlich kostenfrei zur Verfügung stehen. Bei der Gestaltung der Programmoberfläche wird besonders darauf Wert gelegt, eine einfache Handhabung für den Anwender zu gewährleisten und kurze Feedbackzeiten zwischen Anwender und Webserver zu erreichen. Da die Testphase für den „Webcalculator“ noch nicht abgeschlossen ist, wird empfohlen, den intelligenten Katalog vorab auf CD anzufordern.

### Anmerkung der Redaktion

Unsere Leser können den beschriebenen elektronischen Katalog mittels der folgenden Kennzahl anfordern.

HARMONIC DRIVE