

## Berechnung beschleunigungsoptimierter Steuerkurven

Zeitschrift "UNI Cadmus" 1991

Seit über 20 Jahren gibt es das Programmpaket OPTIMUS MOTUS ® zur Entwicklung, Optimierung, Simulation und Berechnung von Kurven- und Gelenkgetrieben sowie zur Erstellung von Datenträgern zur Fertigung der Kurven. OPTIMUS MOTUS ® richtet sich an Maschinenhersteller, die ungleichförmig übersetzende Getriebe in ihren Maschinen einsetzen. Das Programmpaket wird von Ingenieuren benutzt, die die Maschinenteknologie beherrschen und ihre spezifischen Kenntnisse von den notwendigen Bewegungsabläufen kreativ umsetzen können. OPTIMUS MOTUS ® ist also ein Softwarewerkzeug, mit dem Ingenieure ihr Know-How in Ideen, Lösungen und konkrete Fertigungsunterlagen umsetzen.

OPTIMUS MOTUS ® wurde bisher auf der Basis des Betriebssystems UNIX angeboten. Die Software ist einerseits sehr komplex, andererseits ist für die Berechnung von Kurven- und Gelenkgetrieben eine hohe Rechenleistung erforderlich. Mit der Bestrebung, OPTIMUS MOTUS ® unter einem leistungsfähigen und gleichzeitig verbreiteten Betriebssystem zu nutzen, ergibt sich fast zwangsläufig der Einsatz von UNIX-Workstations, z. B. des Cadmus 9300 und des Cadmus FX1 von der Firma PCS in München.

Neben dem klassischen Programmpaket OPTIMUS MOTUS ® das nunmehr über 18 Programm-Module verfügt und damit fast die gesamte Aufgabenpalette im Bereich Kurven- und Gelenkgetriebe durch spezifische Funktionen abdeckt, gibt es jetzt ein Standardprogramm Kurvengetriebe, mit dem die elementaren und am häufigsten geforderten Berechnungen für Kurvengetriebe abgewickelt werden können.

Das Standardprogramm Kurvengetriebe umfaßt folgende Funktionen:

- Berechnung von Kurvenscheiben und Zylinderkurven mit Stößel- oder Schwinghebelantrieb
- Menügesteuerte Bedienung
- Dialoggeführte Werteeingabe
- Trigonometrische, polynomielle und kombinierte Bewegungsgesetze z.B.:
  - Rast
  - Geneigte Sinuslinie
  - Polynom 5. Ordnung Rast in Rast
  - Modifiziertes Beschleunigungstrapez
  - Modifizierte Sinuslinie
  - Einfache Sinuslinie

- Allgemeine Geneigte Sinuslinie
- Polynom 5. Ordnung mit Gerade
- Quadratische Parabel
- Harmonische Kombination Rast in Umkehr
- Polynom 5. Ordnung Bewegung in Bewegung
- Gerade
- Polynom 7. Ordnung
- Berechnung von Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung des Abtriebsgliedes
- Berechnung des Übertragungswinkels und des Krümmungsradius
- Berechnung der Extremwerte der oben angegebenen Größen, außerdem des dynamischen Kennwertes  $C_{mdyn}$
- Ausgabe einer Bewertungsgraphik mit Rollenmittelpunktsbahn, Werkzeugbahn, Profilhahn, Lage des Kurvenabtriebsgliedes (ggf. auch für die Gegenkurve) und Diagramm für Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Übertragungswinkel und Krümmungsradius
- Ausgabe einer Tabelle der kinematischen Abmessungen, des Bewegungsplans und der kinematischen Ergebnisgrößen
- Erzeugung eines NC-Programms für die Fertigung der Kurven im Gegenlauf oder im Gleichlauf
- Erzeugung eines tangentialen Einlaufes in die Kurvenbahn
- Übergabe der Kurvenbahnen an ein CAD-System über IGES oder DXF
- Verwaltung der Datensätze in einem eigenen Archiv
- Automatische Hub-Schwingwinkel-Umrechnung
- Automatische Randwertanpassungen

Das Standardprogramm Kurvengetriebe eignet sich z. B. für folgende Anwendungen:

- Entwicklung schnellaufender Kurvengetriebe ohne vorgeschaltete Gelenkgetriebe
- Berechnung von Kurven für einfache Hubbewegungen
- Einsatz in Übungen zum Fach Getriebelehre

Es eignet sich also einerseits für den breiten Einsatz in der Praxis, denn es wurde von den Praktikern geschrieben, die auch das Gesamtpaket OPTIMUS MOTUS® entwickelten, andererseits aber auch insbesondere für die Lehre, für die Vertiefung theoretischer Betrachtungen aus der Vorlesung Getriebelehre in praktischen Übungen.

Auf Grund der schnellen Berechnungen und der graphischen Aufbereitung der Ergebnisse können Studenten der Getriebelehre die Charakteristika der verschiedenen Bewegungsgesetze, die Bedeutung der Kennwerte zur Bewertung von Kurvengetriebeauslegungen und die Auswirkungen von Parameteränderungen hautnah

kennenlernen. Gerade in einem theoretisch so durchtränkten Fach wie der Getriebelehre ist das für den Studierenden von besonderer Wichtigkeit.

Das Standardprogramm Kurvengetriebe wird über einheitliche Menüs bedient, die der Benutzer erfahrungsgemäß nach wenigen Minuten beherrscht. Die Bilder 1 bis 4 zeigen Bewertungsgraphiken für die vier verschiedenen Kurventriebtypen, die das Standardprogramm behandelt. Jedes dieser Bilder ist folgendermaßen strukturiert:

Links oben werden die kinematischen Abmessungen des Kurvengetriebes, die Drehrichtung, die Kurvenbauform, die Kurvendrehzahl und der Werkzeugdurchmesser angezeigt. Links unten werden die Kurvenbahnen dargestellt:

Rollenbahn:	strichpunktiert
Werkzeugbahn:	gestrichelt
Profilbahn(en):	durchgezogen

Die Skalenstriche des dargestellten Achsenkreuzes stellen eine Einteilung von 10 mm dar. Die Drehrichtung der Kurve wird mit einem Drehrichtungspfeil angezeigt. Das Kurven-Abtriebsglied wird in der Stellung  $\phi = 0$  Grad dargestellt. In blau ist der Bewegungsbereich des Hauptkurven-Abtriebsgliedes markiert, bei Schwinghebelantrieb durch zwei Begrenzungslinien, bei Stoßelantrieb durch zwei Begrenzungspunkte.

Rechts unten im Bild ist eine Skizze des Kurventriebtyps angegeben, aus der die Bedeutung der kinematischen Abmessungen des Kurvengetriebes ersichtlich wird.

Rechts oben sind Diagramme für

- Weg des Kurvenabtriebsgliedes,
- Geschwindigkeit des Kurvenabtriebsgliedes bezogen auf die angegebene Drehzahl,
- Beschleunigung des Kurvenabtriebsgliedes bezogen auf die Drehzahl,
- Übertragungswinkel zwischen Kurve und Abtriebsglied
- Krümmungsradius der Rollenmittelpunktsbahn

angegeben. Die Diagramme für Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung werden ergänzt durch die Extremwerte der in ihnen dargestellten Verläufe.

Die senkrechten punktierten Linien durch die Diagramme unterteilen den Bewegungsplan in 90-Grad-Abschnitte. Im Diagramm für den Krümmungsradius der Rollenmittelpunktsbahn wird der Rollenradius durch zwei waagerechte Linien angedeutet, so daß Unterschnitt an den Kurven auch graphisch angezeigt wird. Bild 5 zeigt ein Muster einer kinematischen Tabelle, Bild 6 ein Muster für ein technologisch aufbereitetes NC-Programm.

Das NC-Programm kann für Gegenlauf- und für Gleichlaufräsen ausgegeben werden und enthält im Falle offener Kurven einen tangentialen Einlauf in die Kurvenbahn, so daß Absätze an den Profilanfangspunkten vermieden werden. Das NC-Programm wird für eine bestimmte Maschine oder ein zur Verfügung stehendes NC-Programmiersystem so formatiert, daß ein minimaler Aufwand für den Maschinenbediener entsteht. Die NC-Postprozessoren können auf Wunsch den betriebsspezifischen Erfordernissen angepaßt werden, z. B. im Umfang der abgefragten und umgesetzten technologischen Parameter oder in der Bezeichnung und Anordnung der Koordinatenachsen. Der Benutzer kann die Auflösung des NC-Programms, also die Schrittweite der Kurvenberechnung, frei wählen bis herab zu 0.1 Grad, das entspricht einem Programmumfang von 3.600 NC-Sätzen. Er erhält vom Standardprogramm Kurvengetriebe einen Vorschlag für eine zweckmäßige Wahl der Anzahl der NC-Sätze, der sich an der Länge der Werkzeugbahn und am Werkzeugdurchmesser bemißt.

Bild 7 stellt die über die CAD-Schnittstelle übergebene Kurvenbahn dar. Diese CAD-Geometrie wird für die Erstellung von Werkstattzeichnungen verwendet, so daß die Kurvenprofile in ihren wirklichen Proportionen und - auf die Fertigung bezogen - lagertreu dargestellt werden.

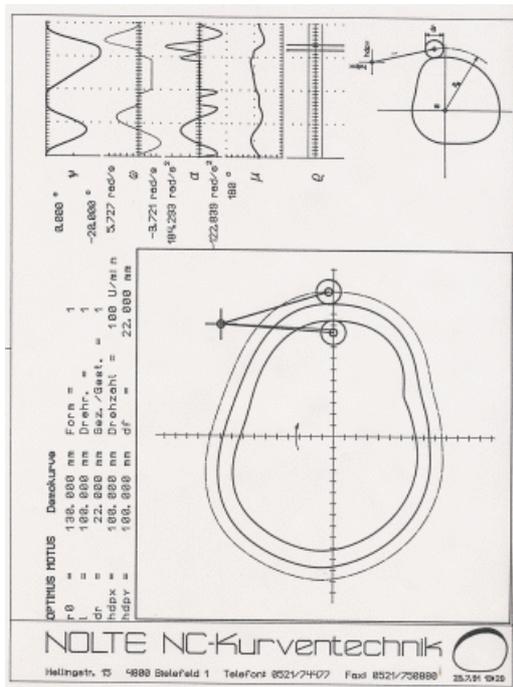


Bild 1

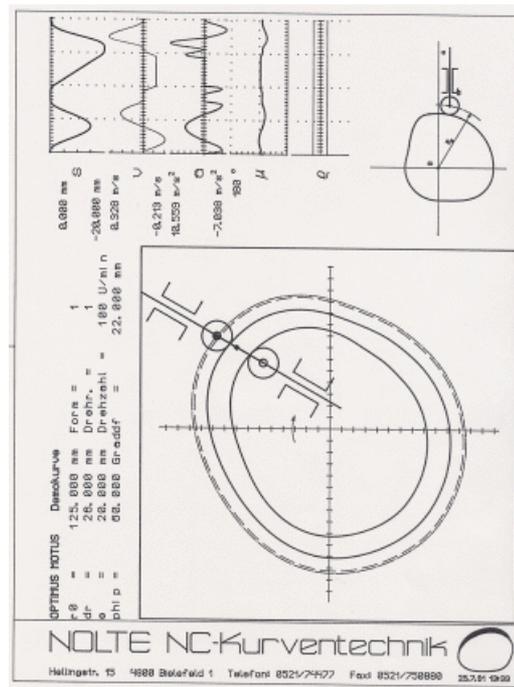


Bild 2

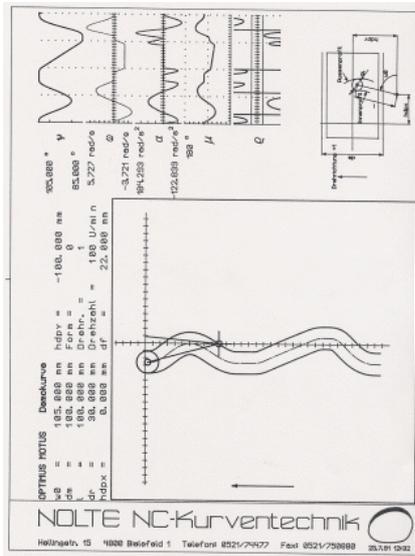


Bild 3

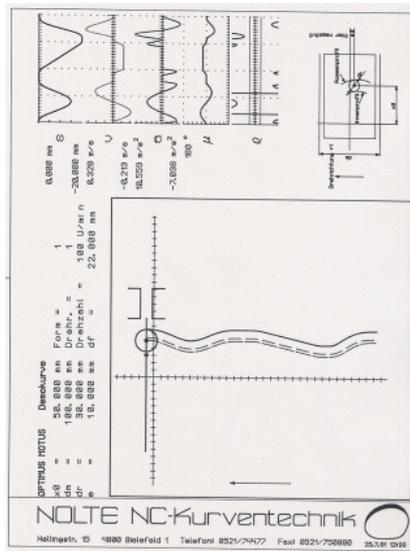


Bild 4

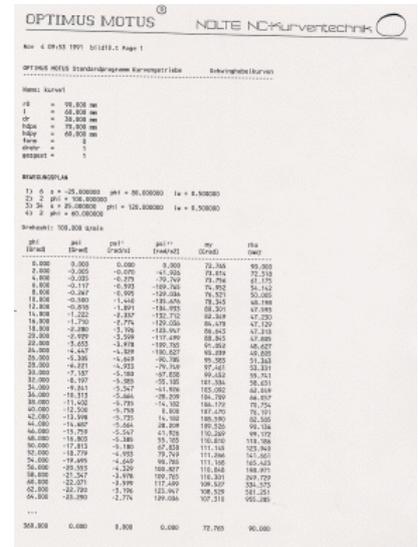


Bild 5

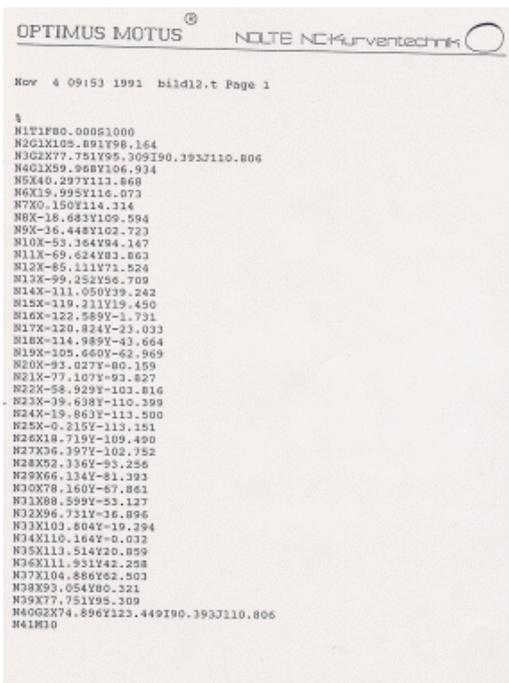


Bild 6

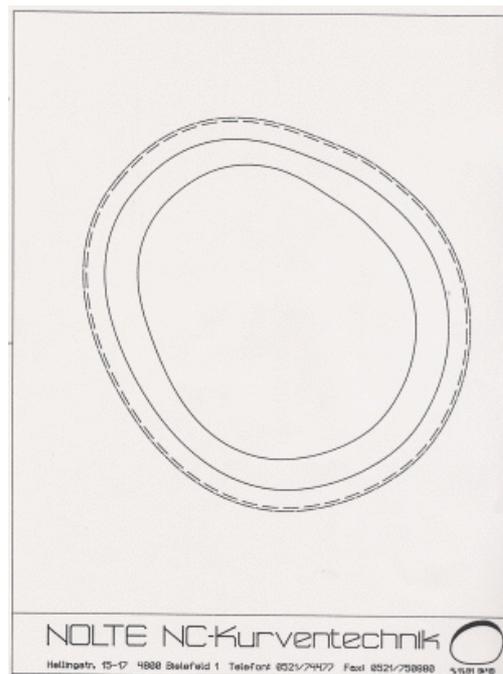


Bild 7