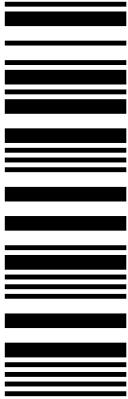


EDBGDC-DEEN  
00471157



# Lenze

## Handbuch/Manual



### Global Drive

### Cam Designer Professional

### Erste Schritte/Getting Started

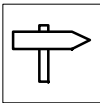
<b>Deutsch</b> .....	<b>1</b>
<b>English</b> .....	<b>41</b>

**ACHTUNG:**

Die Software wird dem Benutzer in der vorliegenden Form zur Verfügung gestellt. Alle Risiken hinsichtlich der Qualität und der durch ihren Einsatz ermittelten Ergebnisse verbleiben beim Benutzer. Entsprechende Sicherheitsvorkehrungen gegen eventuelle Fehlbedienungen sind vom Benutzer vorzusehen.

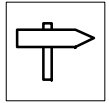
Wir übernehmen keine Verantwortung für direkt oder indirekt entstandene Schäden, z. B. Gewinnverluste, Auftragsverluste oder geschäftliche Beeinträchtigungen jeglicher Art.

Stand	ID-Nr.	Änderungen
2.0 07/2003 TD16	00471157	Überarbeitete Auflage für Cam Designer Professional V02.xx



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
1.1	Was ist neu?	4
1.2	Lieferumfang	4
<b>2</b>	<b>Systemanforderungen</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Installation</b>	<b>5</b>
3.1	Installation des Kopierschutz-Dongle	5
3.2	Installation der Software	5
<b>4</b>	<b>Erste Schritte</b>	<b>6</b>
4.1	Bedienoberfläche Cam Manager	6
4.1.1	Bearbeitungszustände (Status)	8
4.2	Cam Manager-Dokumente verwalten	9
4.3	Cam Manager-Dokumente bearbeiten	10
4.4	Anlegen eines Projekts	10
4.4.1	Maschinenkonstanten	11
4.4.1.1	Master-Achse	11
4.4.1.2	Slave-Achse	13
4.4.1.3	Erste Kurve	14
4.4.1.4	Das Produkt im Cam Manager	15
4.4.2	Anlegen weiterer Slave-Achsen und Produkte	15
4.4.2.1	Slave-Achsen anlegen	15
4.4.2.2	Produkte anlegen	16
4.4.2.3	Gesamtes Projekt	16
4.5	Bedienoberfläche Cam Designer	17
4.6	So erhalten Sie Hilfe bei Problemen	18
4.7	Cam Designer-Dokumente verwalten	19
<b>5</b>	<b>Arbeiten mit dem Arbeitsblatt</b>	<b>20</b>
5.1	Einstellungen für das Arbeitsblatt	22
5.2	Objekt-Eingabemodus	24
5.3	Kurvenmodus	25
5.4	Interpolationsmodus	28
<b>6</b>	<b>Bewegungsgesetze, Mathematischer Hintergrund</b>	<b>30</b>
6.1	Bewegungsaufgaben	30
6.2	Normierte Bewegungsgesetze	31



<b>7</b>	<b>Arbeitsschritte zum Erstellen einer neuen Kurvenscheibe</b>	<b>31</b>
7.1	Setzen der Einstellungen des Arbeitsblattes	31
7.2	Eingabe der technologischen Anforderungen	32
7.3	Verbinden der Segmente	32
7.4	Anpassen der Beschleunigung für Punkte	33
7.5	Generieren der Tabelleninterpolation	33
7.6	Kurven erstellen	34
7.7	Das Nockenschaltwerk	35
7.7.1	Nockentyp und Nockenbezug festlegen	36
7.7.2	Nockentypen	37
7.7.3	Cam Designer schließen	38
7.8	Exportieren der Kurvendaten	38
<b>8</b>	<b>Importieren der Kurvendaten in GDC</b>	<b>39</b>
<b>9</b>	<b>Cam Designer Online Download</b>	<b>40</b>



## Cam Designer Professional

# 1 Vorwort

Cam Designer Professional ist ein grafisches Werkzeug für die komfortable Erstellung von elektronischen Kurvenscheiben.

### Die wesentlichen Eigenschaften vom Cam Designer Professional

- Einfache Erstellung von Kurvenscheiben mit Hilfe grafischer Objekte (z. B. Linien, Polynome).
- Eingabe der Daten direkt in der physikalischen Einheit.
- Automatische Generierung von Verbindungen nach den Bewegungsgesetzen (VDI 2143) unter Einsatz eines Expertensystems (ruckfreier Bewegungen zur Schonung der Mechanik).
- Anzeige von Geschwindigkeit, Beschleunigungsmoment und Ruck.
- Erstellung von Wertepaaren (wahlweise Position, Geschwindigkeit oder Beschleunigung) für die direkte Übernahme der Kurvenscheiben in Global Drive Control.
- Komplette Projektverwaltung (Statistik, Autor, Version, Datum/Zeit) und Mail-Support.
- Drucken der Grafik der Kurvenscheibe mit Projektinformation und Datum.

### Die wesentlichen Eigenschaften vom Software Package - Cam

- 48 Kurven in der PLC speicherbar
- 289 Stützpunkte je Kurve im relativen Datenmodell
- 116 Stützpunkte je Kurve im absoluten Datenmodell
- 48 Nockenschaltwerke speicherbar
- Drei Spuren pro Nockenschaltwerk
- Vier Nocken pro Spur

## 1.1 Was ist neu?

Stand	Id-Nr.	Änderungen
2.0 07/03	00471157	Überarbeitete Auflage für Cam Designer Professional V02.xx

## 1.2 Lieferumfang

Lieferumfang	Wichtig
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD-ROM "Cam Manager" "Cam Designer"</li> <li>• Dieses Handbuch</li> <li>• Kopierschutz-Dongle</li> <li>• Lizenzvertrag</li> </ul>	<p>Überprüfen Sie nach Erhalt der Lieferung sofort, ob der Lieferumfang mit den Warenbegleitpapieren übereinstimmt. Für nachträglich reklamierte Mängel übernimmt Lenze keine Gewährleistung.</p> <p>Reklamieren Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennbare Transportschäden sofort beim Anlieferer.</li> <li>• erkennbare Mängel/Unvollständigkeit sofort bei der zuständigen Lenze-Vertretung.</li> </ul>



## 2 Systemanforderungen

Um mit dem Programm Cam Designer Professional arbeiten zu können, sind folgende Mindestanforderungen an Hard- und Software zu erfüllen:

- Microsoft Windows 98 / ME / NT (Service Pack 5.0) / 2000 (Service Pack 2) / XP
- 64 MByte RAM  
128 MByte RAM (XP, 2000)
- IBM-kompatibler PC (CPU: Pentium 90 Prozessor oder höher)
- Super-VGA Bildschirm
- Festplatte mit min. 70 MByte freier Festplattenkapazität
- CD-ROM-Laufwerk
- Maus (Microsoft-kompatible)
- Parallele Schnittstelle zum Anschluß des Kopierschutz-Dongle
- Global Drive Control V4.0 oder höher (32 Bit-Version)

## 3 Installation

### 3.1 Installation des Kopierschutz-Dongle

Um mit der Software Cam Designer Professional arbeiten zu können, benötigen Sie einen Kopierschutz-Dongle, der im Lieferumfang vom Cam Designer enthalten ist.

Schließen Sie den Kopierschutz-Dongle an eine beliebige parallele Schnittstelle (LPT1, LPT2, ...) Ihres PCs an und sichern Sie ihn mit den beiden Schrauben an der Schnittstelle.

- Sollte an der Schnittstelle ein Drucker angeschlossen sein, können Sie diesen hinter dem Kopierschutz-Dongle anschließen.
- Wenn der PC direkt an der Wand steht oder aus anderen Gründen nicht genügend Platz vorhanden ist, können Sie an der Schnittstelle ein Verlängerungskabel installieren und dann den Kopierschutz-Dongle am Kabel anschließen. Verwenden Sie hierfür ein normales Kabel mit DB-25-Stecker auf DB-25-Buchse.

#### **Demo-Version**

Wenn Sie eine Demo-Version vom Cam Designer Professional erhalten haben, benötigen Sie den Kopierschutz-Dongle nicht. Die Demo-Version hat aber folgende Einschränkungen:

- Das Programm kann nur in einem zeitlich begrenzten Rahmen benutzt werden.
- Projekte können nicht gespeichert werden.

### 3.2 Installation der Software

Um die Software Cam Designer auf Ihrem Rechner zu installieren, führen Sie folgende Schritte aus:

1. Starten Sie Windows.
2. Legen Sie die CD-ROM "Cam Designer" in Ihr CD-ROM-Laufwerk ein.
3. Wählen Sie im Startmenü **Ausführen...**
4. Geben Sie in die Befehlszeile den Laufwerksbuchstaben Ihres CD-ROM-Laufwerks gefolgt von **":\setup.exe"** ein und bestätigen Sie mit **Ok**.
5. Folgen Sie den Anweisungen des Installationsprogramms.



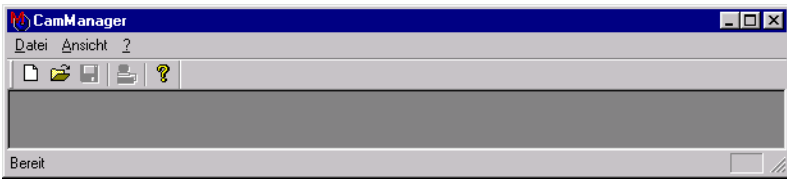
## Cam Designer Professional

### 4 Erste Schritte

Der im Cam Designer Professional enthaltene Cam Manager gibt die Sicht auf der Maschine wieder und ist die zentrale Eingabestelle für die Maschinenkonstanten und Kurvdaten.

#### 4.1 Bedienoberfläche Cam Manager

Wenn Sie unter **Start→Programme** den Cam Manager öffnen, erscheint folgende Oberfläche.



Der Cam Manager unterstützt Sie bei dem Erstellen des Minimalsystems durch ausführlich beschriebene Dialogfelder. Das Hinzufügen und Löschen der Werkzeuge und Produktdaten erfolgt mit dem Cam Manager.

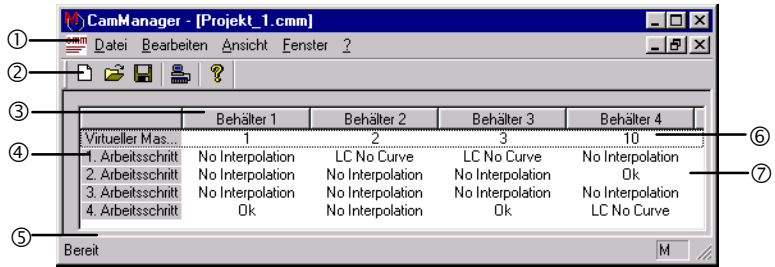


#### Tip!

Es ist vorteilhaft die Arbeit über den Cam Manager zu beginnen. Der Cam Manager vereinfacht das Verwalten der Produkte mit den zugehörigen Achsen.

#### Eingaben über den Cam Manager

- Das gesamte Projekt
  - Struktur der Maschine
  - Benennung der Achse
- Von jeder Achse die Vorschubkonstante und den Getriebefaktor
- Skalierung der Achsen für die Kurvenerstellung
- Die Master-Achse
  - Taktzahl der Maschine
  - Der Wert ist eine Nenngröße und kann im Betrieb maximal 199% betragen.
- Die Slave-Achse
  - Anzahl der zu speichernden Kurven
  - Anzahl der zu vergebenden Stützpunkte
  - Auswahl des Datenmodells
- Die Produkte (Kurven)
  - Benennung des Produkts
  - Nummer des Produkts



### Hinweis!

In der Dokumentation werden keine Namen von Produkten verwendet. Das Bearbeiten eines Produkts wird in Arbeitsschritte unterteilt. Die Produkte werden in diesem Fall Behälter 1, Behälter 2 usw. genannt. Sie können in Ihrem Projekt die Namen von Produkten und Tätigkeiten dann selber wählen.

①	Menüleiste	Die Menüleiste enthält alle Menübefehle vom Cam Manager. Die Menübefehle sind teilweise im Kontextmenü der rechten Maustaste.
②	Symbolleiste*	Die Symbolleiste ermöglicht Ihnen einen schnellen Zugriff auf häufig benötigte Menübefehle. Die Auswahl der zur Verfügung gestellten Funktionen ist abhängig vom aktiven Modus/Fenster.
③	Produkte*	Die Produktreihe enthält die Produkte, die in dem aktuellen Projekt erstellt wurden. Die Produktnamen können frei gewählt werden. Um einen Überblick zu behalten, sollten sinnvolle Namen verwendet werden. Wenn Sie mit der rechten Maustaste direkt auf ein Produkt klicken, erscheint ein Kontext-Menü zum Bearbeiten des Produkts.
④	Achsen	Die Achsenreihe enthält die, zum Projekt gehörende Master-Achse und die Slave-Achsen. Wenn Sie mit der rechten Maustaste direkt auf eine Achse klicken, erscheint ein Kontext-Menü zum Bearbeiten der Achsen.
⑤	Statusleiste*	Die Statusleiste beschreibt die Aktion, die vom ausgewählten Menüeintrag oder einer gedrückten Schaltfläche der Symbolleiste ausgeführt wird.
⑥	Antrieb	Nummer des Antriebs. Die Nummerierung kann in beliebiger Reihenfolge erfolgen. Es ist unzulässig eine Nummer doppelt zu vergeben.
⑦	Status	Der Status des Produktes und des aktuellen Slaves wird angezeigt.



## Cam Designer Professional

### 4.1.1 Bearbeitungszustände (Status)

Global Data diff.	Die globalen Daten des Produktes stimmen nicht mit dem Cam Manager überein.
Object vertical	Es ist eine unzulässige, senkrechte Bewegung vorhanden (vertikale Linie).
Overlapped Objects	Objekte der idealen Kurvenscheibe überlappen sich.
Objects without Space	Gleicher X-Wert aber unterschiedlicher Y-Wert von benachbarten Objekten.
Curve not closed	Die ideale Kurvenscheibe ist keine geschlossene Kurve.
No Interpolation	Es gibt keine Stützpunkttafel.
Interpolation diff.	Die Stützpunkttafel stimmt nicht mit der idealen Kurvenscheibe überein.
LC Read Error	Die LC9-Datei kann nicht gelesen werden, bzw. sie ist nicht vorhanden.
LC Checksum Error	Beim Lesen der LC9-Dateien wurde ein Prüfsummenfehler festgestellt.
LC Globals diff.	Die globalen Daten der LC9-Datei stimmen nicht mit dem Produkt überein.
LC No Curve	Es gibt unter dieser Produktnummer noch keine Kurve in der LC9-Datei.
LC Points diff.	Die Punktwerte in der LC9-Datei stimmen nicht mit der Stützpunkttafel überein.
LC CamContactor diff.	Die Daten der Nocken in der LC9-Datei stimmen nicht mit dem Produkt überein.
LC PosMarker diff.	Die Daten der Positionen der LC9-Datei stimmen nicht mit dem Produkt überein.
OK	Die Daten der Kurvenscheibe stimmen mit der LC9-Datei überein.







## 4.2 Cam Manager-Dokumente verwalten

Zur Verwaltung von Cam Manager-Dokumenten stehen Ihnen folgende Funktionen zur Verfügung.



### Tip!

Nur bei einem geöffneten Projekt stehen Ihnen alle Funktionen zur Verfügung.

	<b>Datei→Neu</b>	Erstellen eines neuen bzw. öffnen eines bereits bestehenden Projektes in einem neuen Fenster.
	<b>Datei→Öffnen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit <b>Neu</b> erstellen Sie ein neues Projekt mit Hilfe eines Assistenten.</li> <li>• Mit <b>Öffnen</b> können Sie bestehende Projekte öffnen.</li> </ul>
	<b>Datei→Schließen</b>	Schließen des aktuellen Projektes. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das aktuelle Projekt wird geschlossen. Die Änderungen bleiben bestehen.</li> </ul>
	<b>Datei→Speichern</b>	Speichern des Dokuments unter einen bereits bestehenden bzw. neuen Namen.
	<b>Datei→Speichern unter...</b>	
	<b>Datei→Verbindung zum OPC-Server</b>	Das Projekt wird Online oder Offline geschaltet. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Verbindung zum OPC-Server wird hergestellt.</li> </ul>
	<b>Datei→Download mehrerer Achsen</b>	Das Projekt wird Online oder Offline geschaltet.
	<b>Datei→Beenden</b>	Schließen des gesamten Cam Designers.



## Cam Designer Professional

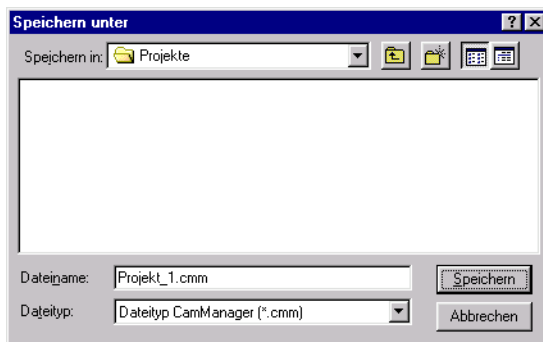
### 4.3 Cam Manager-Dokumente bearbeiten

Bearbeiten→Zufügen einer Slave-Achse	Hinzufügen und löschen weiterer Slave-Achsen
Bearbeiten→Löschen einer Slave-Achse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit <b>Zufügen</b> können Sie eine weitere Slave-Achse hinzufügen. Keine Namen doppelt verwenden.</li> <li>• Mit <b>Löschen</b> können Sie vorhandene Slave-Achsen entfernen.</li> </ul>
Bearbeiten→Zufügen eines Produktes	Hinzufügen und löschen weiterer Produkte
Bearbeiten→Löschen eines Produktes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit <b>Zufügen</b> können Sie ein weiteres Produkt hinzufügen. Keine Namen doppelt verwenden.</li> <li>• Mit <b>Löschen</b> können Sie vorhandene Produkte entfernen.</li> </ul>
Bearbeiten→Projekteinstellungen setzen	Modifizieren der gesamten Achsen und Produkte im Cam Manager oder Cam Designer
Bearbeiten→Cam Designer starten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit <b>Projekteinstellungen setzen</b> können Sie die Eingaben für das gesamte Projekt ändern.</li> <li>• Mit <b>Cam Designer starten...</b> öffnet sich der Cam Designer, in dem Projekteinstellungen gemacht werden können.</li> </ul>

### 4.4 Anlegen eines Projekts

In dem Kapitel wird Ihnen gezeigt, wie Sie ein neues Projekt über den Cam Manager anlegen. Dabei werden die vom System vorgegebenen Namen und Bezeichnungen möglichst beibehalten. Sie können die Bezeichnungen der Projekte, Produkte und Achsen (Arbeitsschritte) nach Ihren Vorstellungen ändern.

1. Wenn Sie den Cam Manager geöffnet haben, wählen Sie den Menübefehl **Datei→Neu**. Beachten Sie die Information im Dialogfeld *Neues Projekt*.
2. Drücken Sie die Schaltfläche **Projekt unter Namen speichern**. Speichern Sie mit dem Dialogfeld *Speichern unter* das Projekt an einer geeigneten Stelle. Für das Beispiel wurde der Ordner *Projekte* erstellt.  
Um ein einheitliches Ergebnis zu erzielen, verwenden Sie den vorgeschlagenen Projektnamen.



3. Nachdem Sie **Speichern** gedrückt haben, erscheint das Dialogfeld **Allgemein**. Verändern Sie die Einstellungen nicht und drücken Sie **Weiter**.

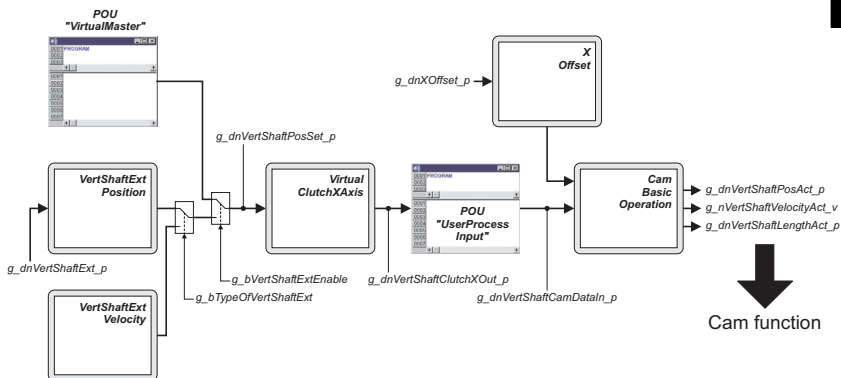


## 4.4.1 Maschinenkonstanten

### 4.4.1.1 Master-Achse

Die Master-Achse besitzt die Eigenschaften einer **Elektrischen Welle**.

Die folgende Übersicht zeigt die relevanten globalen Variablen für die Funktionalität **Elektrische Welle**.



- Die Master-Achse kann eine reale oder virtuelle Achse sein.
- Geben Sie die gezeigten Werte in das Dialogfeld *Master* ein.



## Cam Designer Professional

**Master** [?] [X]

Master [X]

Name:  Einheit:

Minimum:  Maximum:

Taktzahl der Achse:  Bemessungsgröße Takte/min

Maschine

Getriebefaktoren

z2 =

z1 =

Vorschubkonstante [Einh./Umdrehung]:

Inc./Einh. = 18204

< Zurück **Weiter** > Abbrechen

Dialogobjekt	Beschreibung
Eingabefeld <b>Name</b>	Der Name der Master-Achse
Eingabefeld <b>Minimum</b>	Im Dialogfeld <i>Master</i> muß an dieser Stelle immer die 0 eingetragen werden.
Kombinationsfeld <b>Einheit</b>	Die verwendete Einheit
Eingabefeld <b>Maximum</b>	Taktlänge
Eingabefeld <b>Taktzahl der Maschine</b>	Schritte in 1/min Der Nennwert kann im Betrieb maximal 199% betragen.
Eingabefeld <b>Getriebefaktoren z2/z1</b>	Übersetzungsverhältnis (z. B. 100/1 als realer Wert)
Eingabefeld <b>Vorschubkonstante</b>	Strecke pro Umdrehung (Bei Winkelangabe eine Umdrehung = 360°)



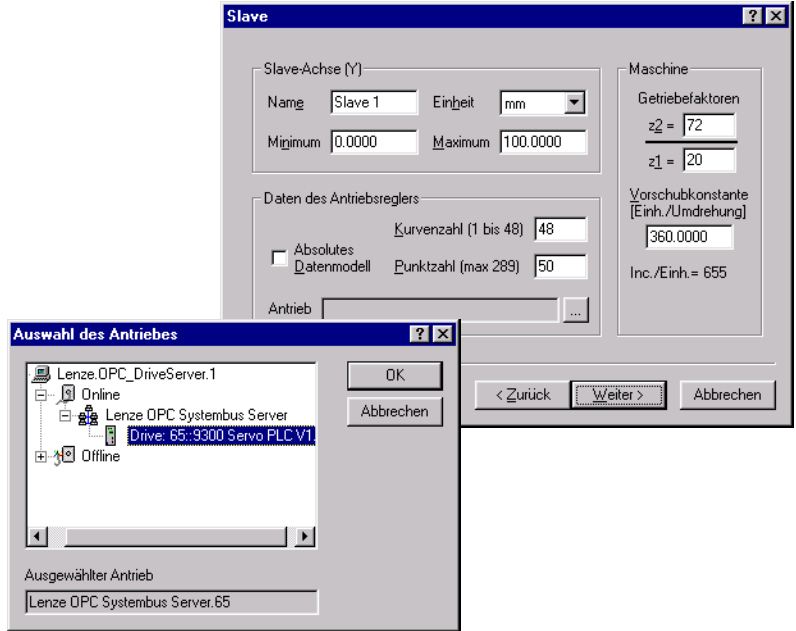
### Hinweis!

Wenn Sie einen virtuellen Master verwenden, dann geben Sie im Gruppenfeld **Maschine** unter **Getriebefaktoren** im Eingabefeld **z2** 100 und in **z1** 1 ein. Damit wird eine größere Auflösung des Leitwinkels erreicht.

- Nachdem Sie die Werte eingegeben und überprüft haben, drücken Sie **Weiter**.



### 4.4.1.2 Slave-Achse



Dialogobjekt	Beschreibung
Eingabefeld <b>Name</b>	Der Name der Slave-Achse
Eingabefeld <b>Minimum</b>	Negative Position vom Ursprung
Kombinationsfeld <b>Einheit</b>	Die verwendete Einheit
Eingabefeld <b>Maximum</b>	Positive Position vom Ursprung
Kontrollkästchen <b>Absolutes Datenmodell</b>	Bei der Verwendung des Absoluten Datenmodells können Sie die Verteilung der Stützpunkte mit dem Cam Designer optimieren. Es stehen aber weniger Stützpunkte zur Verfügung. Geeignet für Bewegungsprofile mit langen, geraden Stücken.
Eingabefeld <b>Kurvenzahl</b>	Maximale Anzahl der Kurvenprofile
Eingabefeld <b>Punktzahl</b>	Anzahl der Stützpunkte Maximal 1 Stützpunkt/ms oder weniger
Eingabefeld <b>Getriebefaktoren z2/z1</b>	Übersetzungsverhältnis zwischen Motor und Werkzeug Beispiel: mehrstufiges Getriebe Getriebe Zähler = $z2 \cdot z4 = 28 \cdot 32 = 896$ (Wert für z2) Getriebe Nenner = $z1 \cdot z3 = 23 \cdot 15 = 345$ (Wert für z1)
Eingabefeld <b>Vorschubkonstante</b>	Strecke pro Umdrehung
Eingabefeld <b>Antrieb</b>	Zuweisung eines Antriebes über die Busadresse. Zeigt den Pfad des gewählten Antriebes. Mit der Schaltfläche ... kann ein Antrieb ausgewählt werden.



## Cam Designer Professional



### Tip!

Geben Sie die gezeigten Werte in das Dialogfeld *Slave* ein.  
Um ein gutes Ergebnis zu erzielen, sollte die Kurvenzahl 48 übernommen werden.

- Nachdem Sie die Werte eingegeben und überprüft haben, drücken Sie **Weiter**.

### 4.4.1.3 Erste Kurve

- Geben Sie die gezeigten Werte in das Dialogfeld *Produkt* ein.

Dialogobjekt	Beschreibung
Eingabefeld <b>Name</b>	Der Name des Produkts, bei dem die Master-Achse und die Slave-Achsen im Einsatz sind.
Eingabefeld <b>Produktnummer</b>	Numerische Zuordnung Die Nummerierung kann in beliebiger Reihenfolge erfolgen. Es ist unzulässig eine Nummer doppelt zu vergeben.
Kontrollkästchen <b>Änderung des...</b>	Der Dateiname wird im Verzeichnis automatisch geändert
Feld <b>Projektdatei für Cam Designer</b>	Zeigt den Dateinamen Mit <b>Speichern unter</b> kann ein anderes Verzeichnis ausgewählt werden



### Hinweis!

Überprüfen Sie, daß die Produktnummern richtig gewählt wurden.

- Nachdem Sie die Werte eingegeben und überprüft haben, drücken Sie **Fertig stellen**.



#### 4.4.1.4 Das Produkt im Cam Manager

Im Cam Manager werden die Produkte mit ihren Eigenschaften in einer Tabellenform angelegt.



Dialogobjekt	Beschreibung
Master	Der Name der Master-Achse/Elektrischen Welle
Slave 1	Der Name einer Slave-Achse
Produkt 1	Das Produkt

### 4.4.2 Anlegen weiterer Slave-Achsen und Produkte

#### 4.4.2.1 Slave-Achsen anlegen

- Unter **Bearbeiten** → **Zufügen einer Slave-Achse** können Sie eine weitere Slave-Achse anlegen.
- Es erscheint das Dialogfeld *Projekteinstellungen Slave 2*. Ändern Sie das Dialogfeld wie gezeigt.



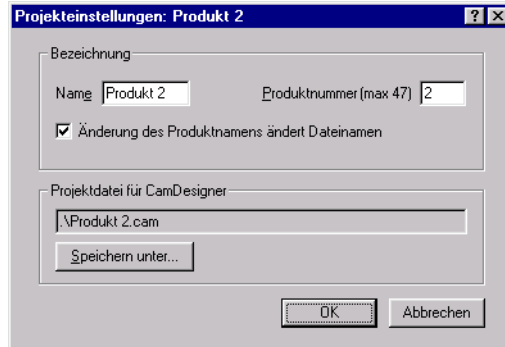
Im Cam Manager wurde die Slave-Achse **Slave 2** hinzugefügt. Wenn Sie eine Slave-Achse im Cam Manager markieren und die rechte Maustaste drücken, können Sie unter **Eigenschaften der Achse** die Einstellungen ändern.



## Cam Designer Professional

### 4.4.2.2 Produkte anlegen

- Wählen Sie den Menübefehl **Bearbeiten**→**Zufügen eines Produktes**.



- Tragen Sie die Werte wie gezeigt in das Dialogfeld *Projekteinstellungen: Produkt 2* ein und bestätigen sie mit **OK**.  
Im Cam Manager wurde das Produkt **Produkt 2** hinzugefügt.



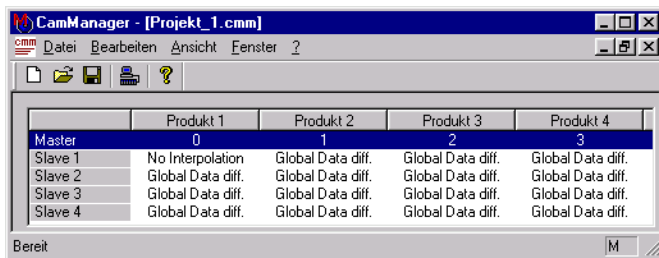
### Hinweis!

Für jede Slave-Achse wird eine LC9-Datei erzeugt. Deshalb muß

- eine eindeutige Produktnummer vergeben werden.
- jede Slave-Achse einem Antrieb zugewiesen werden.

### 4.4.2.3 Gesamtes Projekt

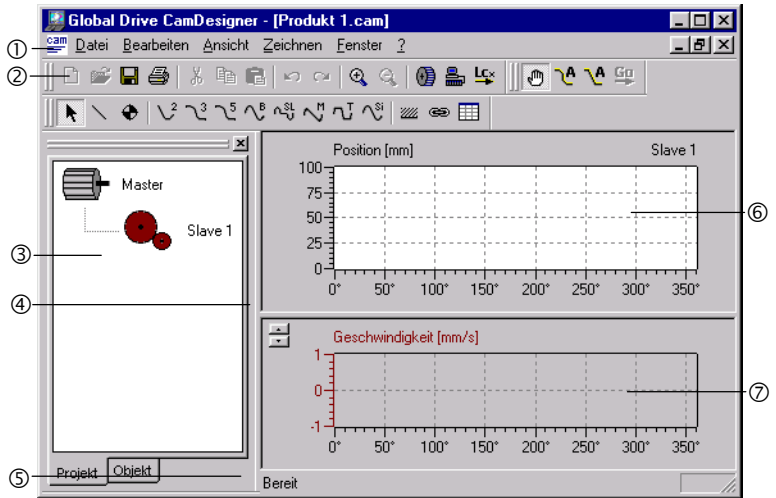
Ein gesamtes Projekt mit mehreren Produkten. Die von Cam Manager vorgegebenen Bezeichnungen wurden übernommen.



Das Projekt *Projekt\_1.cmm* bearbeitet vier Produkte mit jeweils vier Arbeitsschritten. Jetzt können die Slave-Achsen und Produkte nach ihren Aufgaben bezeichnet werden.



## 4.5 Bedienoberfläche Cam Designer



Die abgebildete Bedienoberfläche, ist die eines neu erstellten Projektes. Sie setzt sich aus folgenden Elementen zusammen:

①	Menüleiste	Die Menüleiste enthält alle Menübefehle vom Cam Designer.
②	Symboleiste*	Die Symboleiste ermöglicht Ihnen einen schnellen Zugriff auf häufig benötigte Menübefehle. Die Auswahl der zur Verfügung gestellten Funktionen ist abhängig vom aktiven Modus/Fenster.
③	Objektliste*	Die Objektliste ist ein andockbares Fenster, das die Liste aller Objekte im aktiven Modus anzeigt. Bei einem neu erstellten Projekt wird eine Master-Achse und eine Slave-Achse erzeugt.
④	Bildschirmteiler	Der Bildschirmteiler ist die Grenze zwischen zwei nicht überlappenden Fenstern. Im Cam Designer gibt es Bildschirmteiler zwischen dem Arbeitsblatt, den Zeitlichen Ableitungen und der Objektliste.
⑤	Statusleiste*	Die Statusleiste beschreibt die Aktion, die vom ausgewählten Menüeintrag oder einer gedrückten Schaltfläche der Symboleiste ausgeführt wird und zeigt die Koordinaten des Mauszeigers an.
⑥	Arbeitsblatt	Das Arbeitsblatt ist der Zeichenbereich für das Eingeben und Bearbeiten von grafischen Objekten.
⑦	Zeitliche Ableitungen*	In diesem Diagramm werden die zeitlichen Ableitungen der Objekte aus dem Arbeitsblatt dargestellt.
* optionale Anzeige		



## Cam Designer Professional

### 4.6 So erhalten Sie Hilfe bei Problemen

#### Die Online-Hilfe

Cam Designer verfügt über eine kontext-sensitive Online-Hilfe.

- Wählen Sie im Menü ? den Befehl **Hilfethemen**, um zum Inhaltsverzeichnis, der Stichwortsuche und dem Index der Online-Hilfe zu gelangen.

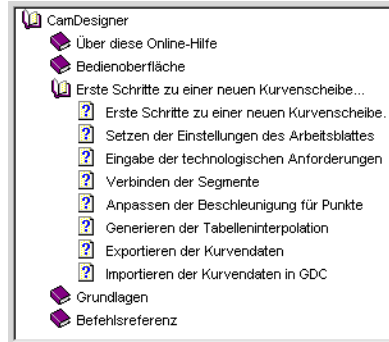
#### Die Funktionstaste <F1>

Mit der Funktionstaste <F1> rufen Sie die kontext-sensitive Hilfe auf:

- Zu einem Menübefehl erhalten Sie Hilfe, wenn Sie mit dem Mauszeiger den Befehl selektieren und die Funktionstaste <F1> betätigen.

#### Tips zu Symbolen in der Funktionsleiste






Wenn Sie den Mauszeiger eine kurze Zeit über einem Symbol in der Funktionsleiste halten, wird der Name des Symbols in einem Tooltip angezeigt.





## 4.7 Cam Designer-Dokumente verwalten

Zur Verwaltung von Cam Designer-Dokumenten stehen Ihnen folgende Funktionen zur Verfügung:

	<b>Datei→Neu</b>	Erstellen eines neuen bzw. Öffnen eines bereits bestehendes Dokuments in einem neuen Fenster. <ul style="list-style-type: none"> <li>Cam Designer ermöglicht Ihnen die gleichzeitige Bearbeitung von mehreren Dokumenten. Diese Arbeitsweise ist z. B. dann sinnvoll, wenn Sie Objekte aus einem Projekt in ein zweites Projekt kopieren möchten.</li> <li>Zur Anordnung der Dokumentfenster stehen Ihnen die Funktionen im Menü <b>Fenster</b> zur Verfügung.</li> </ul>
	<b>Datei→Öffnen</b>	
	<b>Datei→Schließen</b>	Schließen des aktuellen Dokuments. <ul style="list-style-type: none"> <li>Wurde das Dokument nach dem letzten Speichern verändert, erfolgt eine Abfrage, ob das veränderte Dokument gespeichert werden soll.</li> </ul>
	<b>Datei→Speichern</b>	Speichern des Dokuments unter einen bereits bestehenden bzw. neuen Namen. <ul style="list-style-type: none"> <li>Speichern des aktuellen Stand.</li> <li>Mit bestimmten Namen und in einem bestimmten Verzeichnis speichern.</li> </ul>
	<b>Datei→Speichern unter...</b>	
	<b>Datei→Import von Daten...</b>	Importieren der Stützpunkte aus einer Textdatei und als Wertepaare zu speichern.
	<b>Datei→Global Drive-Export...</b>	Wertepaare als Textdatei in einem bestimmten Verzeichnis speichern.
	<b>Datei→Assistent für Export...</b>	Status der Exportdaten wird in einer Tabelle angezeigt
	<b>Datei→Verbindung zum OPC-Server</b>	Öffnet ein Dialogfeld zum Auswählen eines OPC-Servers
	<b>Datei→Ic9-Datei erzeugen u. Download</b>	Mit diesem Menübefehl wird der Online-Download gestartet.
	<b>Datei→Download mehrerer Achsen</b>	Mit diesem Menübefehl öffnen Sie den Dialog <i>Download in die Antriebsregler</i> .
	<b>Datei→Seite einrichten...</b>	Druckeinrichtung mit Druckvorschau
	<b>Datei→Seitenansicht</b>	Voransicht eines Ausdrucks
	<b>Datei→Drucken</b>	Drucken des aktuellen Dokuments.
	<b>Datei→Druckereinrichtung</b>	Dialogfeld zum Einrichten des Druckers öffnet sich.
	<b>Datei→Senden von Mail...</b>	Leeres Mail-Formular öffnet sich.
	<b>Datei→Projekt Info</b>	Eigenschaften und Informationen zum Projekt.
	<b>Datei→Letzte Datei</b>	Die letzten vier Dateien werden angezeigt.
	<b>Datei→Beenden</b>	Schließen des gesamten Cam Designers.

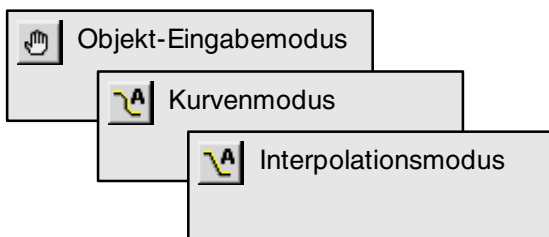


## Cam Designer Professional

### 5 Arbeiten mit dem Arbeitsblatt

Im Cam Designer definieren Sie die zur Erstellung der Kurvenscheibe erforderlichen Daten (Randbedingungen) anhand grafischer Elemente auf dem sogenannten Arbeitsblatt. Dieses Arbeitsblatt besteht aus drei Ebenen, die übereinander angeordnet sind. In der untersten Ebene befindet sich der **Objekt-Eingabemodus**, in der zweiten Ebene der **Kurvenmodus** und in der dritten Ebene der **Interpolationsmodus**.

In den jeweiligen Ebenen sind die grafischen Elemente der darunterliegenden Ebenen sichtbar und werden für die Folgeberechnungen verwendet. Veränderbar sind jeweils nur die Elemente der aktiven Ebene, nicht aber Elemente in darunterliegenden Ebenen. Dieses Prinzip ist mit der Arbeit auf Transparentpapier vergleichbar. Auch dort stehen die Informationen aus den unteren Blättern zur Verfügung, ohne daß sie verändert werden können.



#### Ansicht-Funktionen für das Arbeiten mit dem Arbeitsblatt:

	<b>Ansicht→Objekt-Eingabemodus</b>	Wechseln in den <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Objekt-Eingabemodus</i> (Ebene 1)</li> <li>• <i>Kurvenmodus</i> (Ebene 2)</li> <li>• <i>Interpolationsmodus</i> (Ebene 3)</li> </ul>
	<b>Ansicht→Kurvenmodus</b>	
	<b>Ansicht→Interpolationsmodus</b>	
	<b>Ansicht→Ansicht vergrößern</b>	Cam Designer verfügt über eine einstufige Zoom-Funktion für das Arbeitsblatt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit <b>Vergrößern</b> können Sie einen mit der Maus aufgezogenen Bereich auf das gesamte Arbeitsblatt vergrößern.</li> <li>• Mit <b>Gesamtansicht</b> wechseln Sie vom Modus der Vergrößerung in die Gesamtansicht zurück.</li> </ul>
	<b>Ansicht→Gesamtansicht</b>	
	<b>Ansicht→Zeitliche Ableitungen</b>	Ein- bzw. Ausblenden der zeitlichen Ableitungen <b>Geschwindigkeit</b> , <b>Beschleunigung</b> und <b>Ruck</b> im unteren Teil des Arbeitsblattes.
	<b>Ansicht→Liste der Objekte</b>	Mit den Befehlen in diesem Untermenü können Sie das Fenster mit der Objektliste ein- bzw. ausblenden. <ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Objektliste werden die Grafikobjekte, die im jeweiligen Modus vorhanden sind, dargestellt. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Liste enthält den Typ und die Positionswerte der Objekte.</li> <li>– Die Zeilen sind nach der Reihenfolge der X-Werte sortiert.</li> </ul> </li> <li>• Die Objektliste ist ein andockbares Fenster, das links, rechts, oben oder unten an die Seiten des Hauptfensters angedockt oder frei platziert werden kann.</li> </ul>
	<b>Ansicht→Gitternetzlinien</b>	Ein- bzw. Ausblenden der Gitternetzlinien im Arbeitsblatt.
	<b>Zeichnen→Standardfarbe für Objekte</b> <b>Zeichnen→Farbe der inaktiven Objekte</b> <b>Zeichnen→Farbe markierter Objekte</b>	Einstellen der Farbe für die Objekte in der aktiven Ebene, in den inaktiven Ebenen bzw. für markierte Objekte.



### Allgemeine Funktionen zum Bearbeiten von Objekten:

	<b>Zeichnen→Selektion</b>	Auswahl eines oder mehrerer Objekte. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Objekte können verschoben, verändert, kopiert, ausgeschnitten oder gelöscht werden.</li> <li>• Im ausgewählten Zustand werden am Objekt kleine Rechtecke, sogenannte Ankerpunkte, angezeigt. Durch Drücken und Ziehen mit der linken Maustaste können Sie diese Ankerpunkte verschieben und somit das Objekt in seiner Form verändern.</li> </ul>
	<b>Bearbeiten→Eigenschaften des Objektes...</b>	Öffnen des Dialogfeldes <i>Eigenschaften</i> zum ausgewählten Objekt. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Dialogfeld <i>Eigenschaften</i> können Sie die Eigenschaften des Objektes überprüfen und verändern.</li> <li>• Sie können das Dialogfeld <i>Eigenschaften</i> auch öffnen, indem Sie auf das entsprechende Objekt doppelklicken.</li> </ul>
	<b>Bearbeiten→Ausschneiden</b>	Ausschneiden, Kopieren und Einfügen eines oder mehrerer ausgewählter Objekte über die Windows-Zwischenablage.
	<b>Bearbeiten→Kopieren</b>	
	<b>Bearbeiten→Einfügen</b>	
	<b>Bearbeiten→Markierung löschen</b>	Löschen eines oder mehrerer ausgewählter Objekte.



## Cam Designer Professional

### 5.1 Einstellungen für das Arbeitsblatt

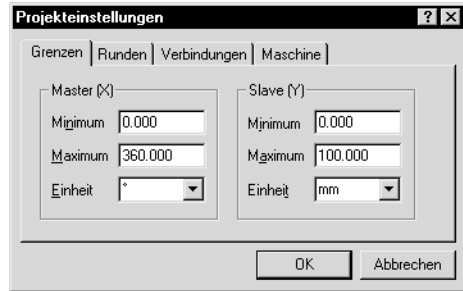
Mit dem Befehl **Bearbeiten**→**Projekteinstellungen setzen...** öffnen Sie das Dialogfeld *Projekteinstellungen*, in dem Sie Einstellungen für das jeweilige Projekt vornehmen können.

Das Dialogfeld *Projekteinstellungen* beinhaltet folgende Register:

#### Grenzen

In diesem Register können Sie die Bereichsgrenzen für den Master und den Slave eingeben.

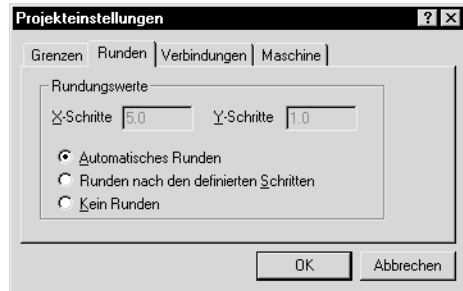
- Beachten Sie, daß das Maximum des Bereiches größer als das Minimum sein muß.
- Wenn Sie die Bereichsgrenzen nachträglich verändern und bereits Grafikobjekte im Projekt vorhanden sind, werden die Objekte gelöscht, die außerhalb der neuen Bereichsgrenzen liegen!
- Sie können für die Einheit einen beliebigen Text eingeben oder eine Einheit (z. B. Inch) aus der Liste auswählen.



#### Runden

Bei der grafischen Eingabe mit der Maus wird eine Umrechnung von den Pixelwerten des Bildschirms in die physikalischen Werte der Achsen vorgenommen. Diese Umrechnung führt oftmals zu sehr "krummen" Werten. In diesem Register können Sie das Rundungsverfahren festlegen.

- Standardmäßig ist eine automatische Berechnung des Rundungswertes eingestellt. Dabei wird in Abhängigkeit vom Wertebereich, vom Zoomfaktor und von der Pixelauflösung ein sinnvoller Wert vorgegeben.
- Alternativ dazu können Sie die Rundungswerte für die Achsen unabhängig voneinander vorgeben oder das Runden auch abschalten.

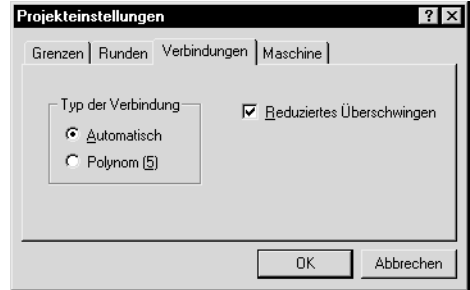




### Verbindungen

Im *Kurvenmodus* werden die Teilstücke der Kurvenscheibe automatisch zu einer Gesamtkurve verbunden. In diesem Register können Sie den Typ der Verbindungen festlegen.

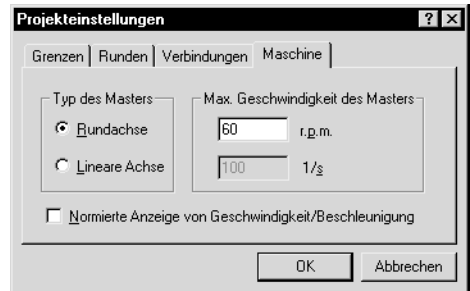
- Standardmäßig ist die Typauswahl auf **Automatisch** eingestellt. Je nach Form und Randwerten des Verbindungsstückes wählt dabei das System einen auf Ruck optimierten Typ der Verbindung zwecks Schonung der Maschine aus.
- Alternativ dazu können Sie als Verbindungstyp Polynome 5. Grades einstellen.
- Wenn Sie die Option **Reduziertes Überschwingen** wählen, können optional Polynome mit Linien kombiniert werden, um das Überschwingen auf ein Minimum zu reduzieren.



### Maschine

Die Eingabe der Grafikobjekte in das Arbeitsblatt und die Darstellung von Geschwindigkeiten und Beschleunigungen bezieht sich standardmäßig auf geometrische Größen. Durch die Eingabe der konkreten Maschinendaten in diesem Register können Sie aber auch die physikalischen Grenzwerte der Bewegungskurven ermitteln.

- Sie können dabei zwischen einer Linear- und einer Rundachse wählen und für die gewählte Achse dann die Bezugsgeschwindigkeit der Master-Achse festlegen.
- Bei einer Rundachse wird der Wert in Umdrehungen pro Minute [r.p.m.] und bei einer Linearachse in Weeinheit pro Sekunde [1/s] eingegeben.
- Durch Abschalten der standardmäßigen Vorgabe **Normierte Anzeige...** werden die Ausgaben in den zeitlichen Ableitungen für die Geschwindigkeit in Weeinheit pro Sekunde [1/s] und für die Beschleunigung in Weeinheit pro Sekunde<sup>2</sup> [1/s<sup>2</sup>] angezeigt.
- Der Slave wird generell als gradliniggeführtes Abtriebsglied betrachtet. Der Wertebereich des Slave wird demzufolge immer als eine Weeinheit (z. B. mm) interpretiert. Die Geschwindigkeiten besitzen die Maßeinheit Weeinheit/s (mm/s) und die Beschleunigungen die Maßeinheit Weeinheiten/s<sup>2</sup> (mm/s<sup>2</sup>).



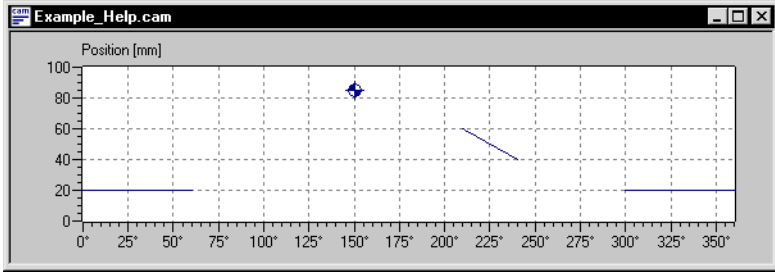


## Cam Designer Professional







### 5.2 Objekt-Eingabemodus



Im **Objekt-Eingabemodus** werden die technologischen Bedingungen, die für die Problemstellung wichtig sind, anhand von grafischen Elementen (sogenannten Objekten) beschrieben:



#### Funktionen für das Arbeiten im Objekt-Eingabemodus:

	<b>Ansicht→Objekt-Eingabemodus</b>	Wechseln in den <i>Objekt-Eingabemodus</i> (Ebene 1).
	<b>Zeichnen→Selektion</b>	Auswahl eines oder mehrerer Objekte. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Objekte können verschoben, verändert, kopiert, ausgeschnitten oder gelöscht werden.</li> <li>• Im ausgewählten Zustand werden am Objekt kleine Rechtecke, sogenannte Ankerpunkte, angezeigt. Durch Drücken und Ziehen mit der linken Maustaste können Sie diese Ankerpunkte verschieben und somit das Objekt in seiner Form verändern.</li> </ul>
	<b>Zeichnen→Linie</b>	Erstellen einer Linie, eines Punktes, eines Polynoms bzw. einer <b>Begrenzung als neues Objekt im Arbeitsblatt:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wählen Sie den entsprechenden Befehl.</li> <li>2. Wählen Sie mit dem Mauszeiger den gewünschten Anfangspunkt und definieren Sie durch Drücken und Ziehen mit der linken Maustaste den Endpunkt.</li> </ol>
	<b>Zeichnen→Punkt</b>	
	<b>Zeichnen→Polynom-5</b>	
	<b>Zeichnen→Begrenzung</b>	



#### Tip!

Informationen zu den Bewegungsgesetzen finden Sie im Kapitel 6, "Bewegungsgesetze, Mathematischer Hintergrund". (□30)

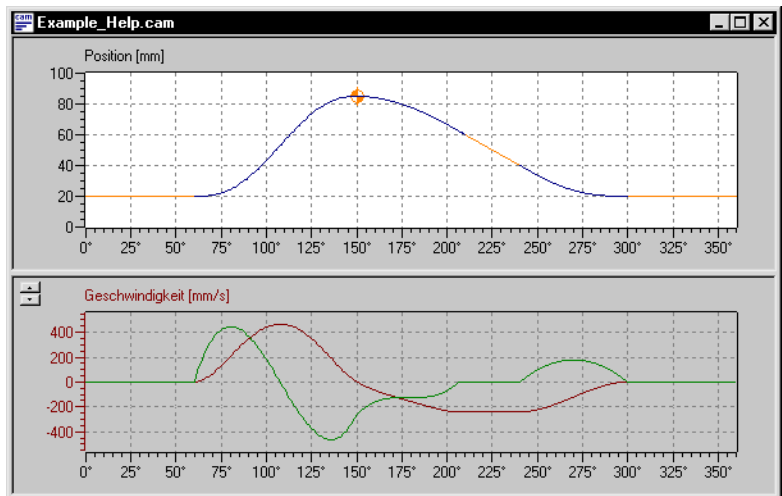



## 5.3 Kurvenmodus



Im **Kurvenmodus** werden alle definierten Objekte zu einer kompletten Kurvenscheibe verbunden.

- Es werden die Verbindungen so generiert, daß unter Berücksichtigung der physikalischen Gesetze eine stoß- und ruckfreie Bewegung ermöglicht wird.
- Weiterhin wird geprüft, ob sich ein Bewegungsübergang ohne Wendepunkte realisieren läßt. Das ist genau dann möglich, wenn man nur mit positiven oder nur mit negativen Beschleunigungswerten auskommt. Bei Bedarf werden die Polynome durch Linien ergänzt.
- Für die Basiselemente Umkehr (U) und Bewegung (B) werden außerdem die Beschleunigungswerte so vorbesetzt, daß der resultierende Ruck minimal wird.
- Eine Bearbeitung der automatisch generierten Objekte im *Kurvenmodus* ist nicht möglich. Sie können aber einzelne Objekte auswählen und in den *Objekt-Eingabemodus* kopieren, wo sie dann auch bearbeitet werden können.



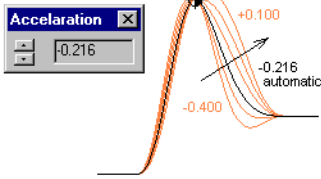
Im unteren Teil des Fensters werden die zeitlichen Ableitungen für Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ruck angezeigt. Die Umschaltung zwischen diesen Ableitungen erfolgt über die Pfeiltasten .



## Cam Designer Professional

### Funktionen für das Arbeiten im Kurvenmodus:

	<b>Ansicht→Kurvenmodus</b>	Wechseln in den <i>Kurvenmodus</i> (Ebene 2).
	<b>Bearbeiten→Start der Berechnung</b>	Starten der automatischen Berechnung von Verbindungssegmenten. <ul style="list-style-type: none"> <li>Bei der Berechnung erfolgt eine Überprüfung, ob die Eingabedaten fehlerfrei sind. Unzulässig sind Teilstücke, die sich überlappen, die senkrecht verlaufen oder die bei gleichem Positionswert der Master-Achse eine unterschiedliche Slave-Position aufweisen.</li> </ul>
	<b>Bearbeiten→Beschleunigung im Punkt</b>	Verändern des Wertes für die Beschleunigung in einem Punkt-Objekt. <ul style="list-style-type: none"> <li>Legen Sie den Mauszeiger über ein Punkt-Objekt auf dem Arbeitsblatt und betätigen Sie die linke Maustaste. Es öffnet sich ein Dialogfeld, in dem Sie die Beschleunigung verändern können.</li> <li>Wenn Polynome mit dem Punkt verbunden sind, ändert sich deren Form entsprechend des Randwertes der Beschleunigung.</li> </ul>



### Umkehrpunkte

Umkehrpunkte haben die Besonderheit, daß zwar die Lage des Punktes im Master-Slave-Koordinatensystem und die Geschwindigkeit in diesem Punkt ( $v=0$ ) definiert sind, aber die Beschleunigung ein freier Parameter ist. Im Cam Designer ist es möglich, einerseits den Wert der Beschleunigung manuell fest vorzugeben oder andererseits vom System automatisch berechnen zu lassen.

- Das Setzen der Option **Selbsteinstellung Beschleunigung** zur automatischen Berechnung der Beschleunigung ist im Dialogfeld *Eigenschaften* für den Umkehrpunkt möglich. Cam Designer berechnet den Wert für die Beschleunigung so, daß die Polynome als Anschlußkurven zum Umkehrpunkt den gleichen Wert für den Ruck (3. Ableitung der Position) besitzen und somit eine optimale Beschleunigungskurve erreicht wird.
- In speziellen Fällen kann es vorkommen, daß die automatische Berechnung der Beschleunigung korrigiert werden muß. Bei stark unsymmetrischen Flanken beispielsweise kann ein Unter- oder Überschwingen an einer Anschlußseite auftreten. Bei deaktivierter Option **Selbsteinstellung Beschleunigung** im Dialogfeld *Eigenschaften* können Sie den Wert für die Beschleunigung manuell eingeben.



### Begrenzungen

Das Zeichen-Objekt Begrenzung kann im *Objekt-Eingabemodus* verwendet werden, um Bereiche zu definieren, in denen keine Bewegung erfolgen darf.

Im *Kurvenmodus* werden zuerst die Teilstücke zu einer geschlossenen Kurve verbunden. Nach der erfolgten Berechnung wird die Einhaltung der Verbotszonen kontrolliert. Falls die Verletzung einer Begrenzung erkannt wird, erscheint eine Fehlermeldung und das entsprechende Objekt wird als ausgewählt gekennzeichnet.

Wenn es zur Verletzung einer Begrenzung kommt, haben Sie verschiedene Möglichkeiten eines manuellen Eingriffs. Die hier aufgeführte Reihenfolge der Korrekturmöglichkeiten entspricht der empfohlenen Vorgehensweise:

1. Versuchen Sie, die manuell im *Eingabemodus* eingefügten Objekte, die an das problematische Kurvenstück grenzen, so zu verändern, daß bei einer automatischen Berechnung keine Verletzung der Begrenzung mehr auftritt. Eine Veränderung der Positionswerte - verlängern oder verkürzen der Objekte - kann dabei genauso sinnvoll sein wie eine Veränderung der Randwerte für die Geschwindigkeit oder Beschleunigung.
2. Wenn Punkt 1 nicht möglich ist oder nicht zum Erfolg führt, fügen Sie ein weiteres Objekt (Punkt oder Linie) so ein, daß die berechnete Kurvenscheibe den Anforderungen genügt. Beachten Sie, daß ein solches Zusatzobjekt die Freiheitsgrade der automatischen Berechnung einschränkt. Es kommt dann zwar nicht mehr zur Verletzung von Begrenzungen, aber die generierte Kurvenscheibe ist in der Regel nicht mehr so "glatt".
3. Wenn Punkt 2 auch nicht zum Erfolg führt, haben Sie noch die Möglichkeit, ein automatisch generiertes Verbindungsstück, beispielsweise ein Polynom-5, im *Verbindungsmodus* auszuschneiden und im *Objekt-Eingabemodus* einzufügen. Danach können Sie die Randwerte manuell so anpassen, daß eine Verletzung der Begrenzung nicht mehr auftritt. Nach diesen Arbeitsschritten wird Ihre Kurvenscheibe sehr wahrscheinlich nicht mehr stoß- und ruckfrei sein.



## Cam Designer Professional

### 5.4 Interpolationsmodus

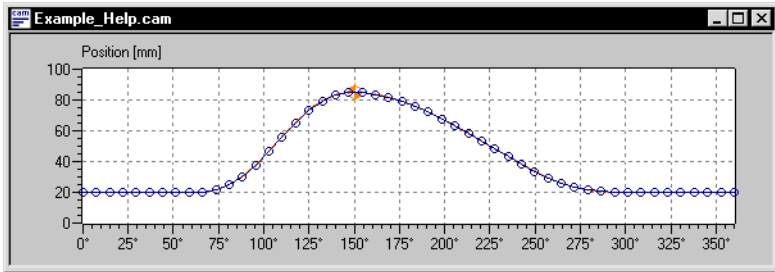


Im **Interpolationsmodus** wird aus der idealen Kurvenscheibe eine Tabelle von Stützpunkten erzeugt, diese Wertepaare können dann zum Zielsystem Global Drive Control übertragen werden.

Cam Designer bietet Ihnen folgende zwei Möglichkeiten zur Erzeugung der Tabelle:

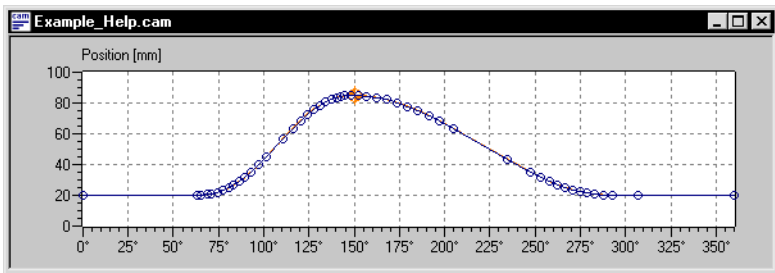
#### 1. Gleichverteilung der Stützpunkte

Alle Punkte werden in einem gleichen Abstand zueinander über den Definitionsbereich verteilt:



#### 2. Optimierte Verteilung der Stützpunkte



Die Punkte werden optimiert angeordnet, d. h., in Bereichen mit geringer Krümmung (z. B. Linien) werden nur wenige Punkte gelegt, in Bereichen mit starker Krümmung dagegen sehr viele:

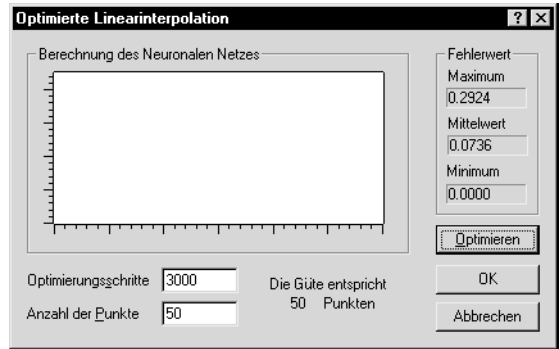


- Durch den Optimierungslauf kann eine Tabelleninterpolation mit deutlich weniger Punkten ausgelegt werden. Würde man vergleichsweise Tabellen mit äquidistanten Stützpunkten einsetzen, muß man für die gleiche Güte der Bewegung 2 bis 7 mal mehr Punkte vorsehen. Die erreichbare Güte hängt von der Form der Kurvenscheibe und von der Anzahl der Optimierungsschritte ab.
- Die Verläufe der Fehlerfunktionen für den minimalen, den mittleren und den maximalen Fehler werden während der Optimierung angezeigt.



### Funktionen für das Arbeiten im Interpolationsmodus:

	<b>Ansicht</b> →Interpolationsmodus	Wechseln in den <i>Interpolationsmodus</i> (Ebene 3).
	<b>Bearbeiten</b> →Start der Berechnung	Öffnen des Dialogfeldes <i>Optimierte Linearinterpolation</i> zur Erzeugung der Tabelle mit Stützpunkten:



#### Anzahl der Punkte

#### Vorgehensweise

1. Legen Sie im Eingabefeld **Anzahl der Punkte** die Anzahl der zu erzeugenden Wertepaare im Bereich von 10 bis 1024 fest.

#### Optimieren

2. Führen Sie (optional) folgende zwei Schritte aus, um eine Optimierung durchzuführen:

– Legen Sie im Eingabefeld **Optimierungsschritte** die Anzahl der Optimierungsschritte im Bereich von 1000 bis 10000 fest.

– Wählen Sie die Schaltfläche **Optimieren**, um mit Hilfe eines Neuronalen Netzes (Künstliche Intelligenz) eine optimale Punkteverteilung berechnen zu lassen. Während des Optimierungsprozesses werden die Fehlerkurven für den maximalen, den mittleren und den minimalen Fehler angezeigt. Es ist das Ziel der Optimierung, daß alle drei Fehlerwerte möglichst nahe zusammen und gering sind.

Nach Abschluß der Optimierung wird angezeigt, wieviele gleichverteilte Punkte notwendig wären, um die gleiche Güte der Bewegung zu erhalten.

#### OK

3. Wählen Sie **OK**, um die Wertepaare zu erzeugen und das Dialogfeld zu schließen.

#### Datei→GDC-Export...

Übertragen der erzeugten Wertepaare zu Global Drive Control.



## Cam Designer Professional

# 6 Bewegungsgesetze, Mathematischer Hintergrund

## 6.1 Bewegungsaufgaben

Nach der VDI 2143 mit dem Titel "Bewegungsgesetze für Kurvengetriebe" kann man die Bewegungsaufgaben in die folgende Systematik bringen:

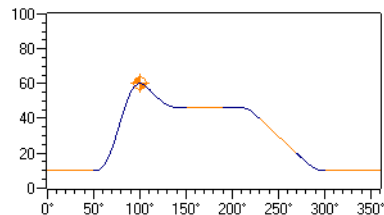
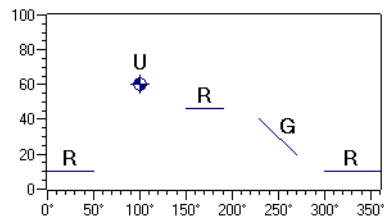
Bewegungsaufgabe	Abkürzung	Geschwindigkeit im Randpunkt	Beschleunigung im Randpunkt	Grafische Darstellung
Rast	R	$v = 0$	$a = 0$	Linie
Konstante Geschwindigkeit	G	$v \neq 0$	$a = 0$	Linie
Umkehr	U	$v = 0$	$a \neq 0$	Punkt
Bewegung	B	$v \neq 0$	$a \neq 0$	Punkt

Mit diesen 4 Bewegungsaufgaben können Sie die technologischen Vorgaben für alle praxisrelevanten Probleme formulieren.

Für die Berechnung der Kurvensegmente zwischen den definierten Teilstücken werden die Randwerte der Vorgaben benötigt.

- Da für R und G die Beschleunigung = 0 ist, können diese beiden Bewegungsaufgaben in Form einer Linie beschrieben werden. Die Randwerte am linken und am rechten Anschluß sind in diesem Fall identisch.
- Für U und B ist die Beschleunigung  $\neq 0$ . Auf dem Arbeitsblatt können diese Elemente grafisch als ein Punkt dargestellt werden.

Nach der Eingabe dieser Basiselemente für die Bewegungsaufgaben und nach der Festlegung der notwendigen Randwerte können die Verbindungen anhand der Bewegungsgesetze berechnet werden. Je nach eingesetzten Verbindungstyp kann eine stoß- und ruckfreie Bewegung erreicht werden.



### Tip!

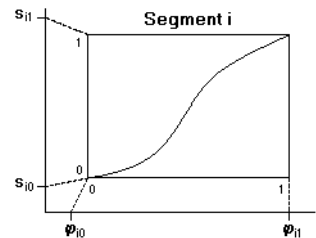
Geben Sie nur die Bewegungsaufgaben vor, die für die Lösung des Problems unbedingt notwendig sind. Je mehr Freiheitsgrade Cam Designer bei der automatischen Generierung von Verbindungen hat, desto "glatter" wird die Bewegungskurve.



## 6.2 Normierte Bewegungsgesetze

Jedes einzelne Segment  $i$  der gesamten Kurvenscheibe beschreibt einen Teil, der durch den Wertebereich  $s_{i0} = f(\varphi_{i0})$  und  $s_{i1} = f(\varphi_{i1})$  definiert ist.

- Intern werden die jeweiligen Funktionen auf den normierten Wertebereich von 0...1 abgebildet.
- Auch die Koeffizienten der Kurven, wie sie in den Eigenschaftsseiten abgelesen werden können, sind auf diesen normierten Wertebereich bezogen.
- Die Geschwindigkeiten und die Beschleunigungen in den Eigenschaftsseiten repräsentieren die realen Randwerte bezogen auf die geometrischen Größen. Die Berechnung erfolgt somit nach den Vorschrift  $v = ds / d\varphi$  und  $a = d^2s / d\varphi^2$ . Diese geometrischen Werte für die Geschwindigkeit und für die Beschleunigung werden auch in der grafischen Darstellungen verwendet.



## 7 Arbeitsschritte zum Erstellen einer neuen Kurvenscheibe

Folgende Arbeitsschritte sind zum Erstellen einer neuen Kurvenscheibe erforderlich:

- Setzen der Einstellungen des Arbeitsblattes
- Eingabe der technologischen Anforderungen
- Verbinden der Segmente
- Anpassen der Beschleunigung für Punkte
- Generieren der Tabelleninterpolation
- Exportieren der Kurvendaten

### 7.1 Setzen der Einstellungen des Arbeitsblattes

Siehe auch Kap. 5.1, "Einstellungen für das Arbeitsblatt". (□22)

1. Wählen Sie **Datei**→**Neu**, um ein neues Projekt im Cam Designer zu beginnen.
2. Wählen Sie **Bearbeiten**→**Projekteinstellungen setzen...**, um das Dialogfeld *Projekteinstellungen* zu öffnen.
3. Wechseln Sie im Dialogfeld *Projekteinstellungen* in das Register **Grenzen** und definieren Sie die Wertebereiche für die Master- und die Slave-Achse sowie die Einheiten für die Achsen. Es ist sinnvoll, die Grenzwerte geringfügig größer zu definieren, da dadurch die Objekte nicht direkt auf dem Rand des Arbeitsbereiches angeordnet werden.
4. Wechseln Sie im Dialogfeld *Projekteinstellungen* in das Register **Maschine** und definieren Sie den Typ der Master-Achse und deren Geschwindigkeit im Arbeitspunkt. Beide Einstellungen dienen der Berechnung von Geschwindigkeiten und Beschleunigungen für die Slave-Achse.
5. Wenn Sie spezielle Forderungen aufgrund des Zielsystems haben, wechseln Sie im Dialogfeld *Projekteinstellungen* in das Register **Verbindungen**, in dem Sie zusätzlich den Typ der Verbindung auswählen können. In allen anderen Fällen empfiehlt es sich, die automatische Auswahl des Verbindungstyps zu behalten.
6. Schließen Sie das Dialogfeld *Projekteinstellungen* mit **OK**.



## Cam Designer Professional

### 7.2 Eingabe der technologischen Anforderungen

Siehe auch Kap. 5.2, "Objekt-Eingabemodus". (□24)

1. Befindet sich Cam Designer nicht im *Objekt-Eingabemodus* (Ebene 1), wählen Sie **Ansicht→Objekt-Eingabemodus**, um in diesen Modus zu wechseln.
2. Erstellen Sie die erforderlichen grafischen Elemente mit Hilfe der Befehle im Menü **Zeichnen**.



#### Tip!

Beachten Sie bei der Eingabe der Randbedingungen folgende Punkte:

- Definieren Sie nur die Randbedingungen, die unbedingt notwendig sind.
- Beschränken Sie die Länge von Rastpositionen auf die minimal mögliche Länge.
- Je mehr Freiheitsgrade Cam Designer bei der automatischen Generierung hat, um so glatter werden die resultierenden Kurven. Gegebenenfalls werden auch Liniensegmente zu den Polynomen ergänzt.
- Es ist günstiger, zuerst mit einem Minimum an Randbedingungen zu beginnen, die automatischen Verbindungen generieren zu lassen und danach gegebenenfalls weitere Randbedingungen zu ergänzen.

### 7.3 Verbinden der Segmente

Siehe auch Kap. 5.3, "Kurvenmodus". (□25)

1. Wählen Sie **Ansicht→Kurvenmodus**, um in den *Kurvenmodus* zu wechseln.
2. Wählen Sie **Bearbeiten→Start der Berechnung...**, um die im *Objekt-Eingabemodus* erstellten grafischen Elemente automatisch zu verbinden.






#### Tip!

- Den Typ der Verbindungen können Sie im Dialogfeld *Projekteinstellungen* auswählen, indem Sie **Bearbeiten→Projekteinstellungen setzen...** wählen und in das Register **Verbindungen** wechseln.
- Die Wertebereiche für die Geschwindigkeit und für die Beschleunigung können normiert oder physikalisch dargestellt werden. (**Bearbeiten→Projekteinstellungen setzen...**, Register **Maschine**)



## 7.4 Anpassen der Beschleunigung für Punkte

Siehe auch Kap. 5.3, "Kurvenmodus", Abschnitt "Umkehrpunkte". (□25)

1. Wählen Sie **Bearbeiten**→**Beschleunigung im Punkt**, wenn Sie eine Korrektur der Beschleunigung manuell und mit hohem Komfort vornehmen möchten. Als Mauszeigersymbol wird nun  angezeigt.
2. Klicken Sie mit dem Mauszeiger auf das Punktobjekt, dessen Beschleunigung Sie verändern möchten.
3. Wählen Sie im Dialogfeld *Beschleunigung* mit Hilfe der Pfeiltasten  die gewünschte Beschleunigung aus.
4. Klicken Sie auf , um das Dialogfeld *Beschleunigung* wieder zu schließen.



### Tip!

Wenn Sie im Dialogfeld *Beschleunigung* die Beschleunigung eines Punktobjektes manuell auf einen optimalen Wert eingestellt haben, sollten Sie im *Objekt-Eingabemodus* für das Punktobjekt die Eigenschaft **Selbsteinstellung Beschleunigung** ausschalten (**Bearbeiten**→**Eigenschaften des Objektes...**). Dadurch wird ein versehentliches Überschreiben des Wertes vermieden.

## 7.5 Generieren der Tabelleninterpolation

Siehe auch Kap. 5.4, "Interpolationsmodus". (□28)

1. Wählen Sie **Ansicht**→**Interpolationsmodus**, um in den *Interpolationsmodus* zu wechseln.
2. Wählen Sie **Bearbeiten**→**Start der Berechnung...**, um das Dialogfeld *Optimierte Linearinterpolation* zu öffnen.
3. Legen Sie im Eingabefeld **Anzahl der Punkte** die Anzahl der zu erzeugenden Wertepaare im Bereich von 10 bis 1024 fest.



### Tip!

Führen Sie folgende zwei Schritte aus, um eine Optimierung der Verteilung der Stützpunkte durchzuführen. Dazu muß während der Neuerstellung eines Projekts bei den Eigenschaften der Slave-Achse **Absolutes Datenmodell** gewählt werden.

- Legen Sie im Eingabefeld **Optimierungsschritte** die Anzahl der Optimierungsschritte im Bereich von 1000 bis 10000 fest.
- Wählen Sie die Schaltfläche **Optimieren**, um mit Hilfe eines Neuronales Netzes (Künstliche Intelligenz) eine optimale Punkteverteilung berechnen zu lassen.

4. Wählen Sie **OK**, um die Wertepaare zu erzeugen und das Dialogfeld zu schließen.



## Cam Designer Professional

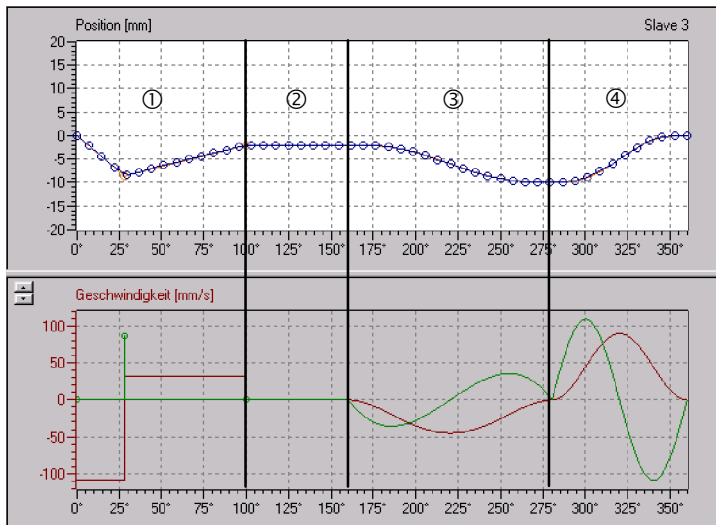
### 7.6 Kurven erstellen

Es wird eine einfache Kurve erstellt und in den Antriebsregler übertragen.

Zur besseren Darstellung und um eine Null-Achse zu erhalten, wählen Sie bitte in dem Dialogfeld *Projekteinstellungen* der Slave-Achse im Eingabefeld **Minimum** einen negativen Wert (z.B. -20.000) und im Eingabefeld **Maximum** einen positiven Wert (20.000).

- Erstellen Sie eine Kurve mit allen zu Verfügung stehenden Werkzeugen. Von den Polynomen ist in diesem Beispiel nur das mit dem höchsten Exponenten zu nutzen. Achten sie darauf, daß sich die Kurvenobjekte nicht überschneiden und daß die Kurve von 0 bis 360° geschlossen ist.
- Gehen Sie in den Interpolationsmodus
- Kompilieren Sie die Kurve.

Das Arbeitsblatt und die zeitliche Ableitung könnten dann folgendermaßen aussehen.



①	Tabelle	Erzeugt eine Linie mit einem Stützpunkt. Ist das Objekt markiert, kann mit dem Menübefehl <b>Bearbeiten</b> → <b>Eigenschaften des Objektes</b> das Objekt bearbeitet werden.
②	Linie	Der Bereich mit einer geraden Linie.
③	Polynom 5. Grades ( $x^5$ )	In diesem Bereich befindet sich mathematisch eine $f(x)=ax^5+bx^4+cx^3+dx^2+ex+f$
④	geneigte Sinuslinie	In diesem Bereich befindet sich eine geneigte Sinuskurve



## 7.7 Das Nockenschaltwerk

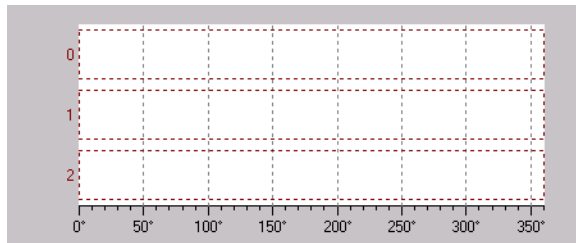


### Hinweis!

Nur für Software Package - Cam verfügbar

Die Eingaben gelten nur für das gewählte Produkt. Sie müssen die anderen Produkte auswählen und die Eingaben wiederholen.

Wählen Sie im Cam Designer den Menübefehl **Ansicht→Nocken bearbeiten** um das untere Fenster des Cam Designer Professional in den entsprechenden Modus zu überführen.





## Cam Designer Professional

### 7.7.1 Nockentyp und Nockenbezug festlegen



#### Tip!

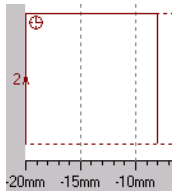
Das Nockenschaltwerk kann auf die X-Achse oder auf die Y-Achse bezogen erstellt werden.

Die Funktionen über das Nockenschaltwerk befinden sich im Kontextmenü der rechten Maustaste.

- Legen Sie zuerst den Nockenbezug mit **Nocken für Slave-Achse** für den aktuellen Datensatz fest. Nachträgliche Änderungen sind nicht möglich. Die eingegebenen Nockendaten werden gelöscht und müssen neu eingegeben werden.
- Mit den gezeigten Befehlen im Kontextmenü können Sie den Typ der Nocken für jede Spur festlegen. Wenn Sie mit der rechten Maustaste in die Spur klicken, können Sie den Nockentyp direkt ändern.






Weg-Nocke Positiv  
 Weg-Nocke Negativ  
 ● Weg-Nocke Beide  
 Zeit-Nocke Positiv  
 Zeit-Nocke Negativ

- Mit **Neue Nocke hinzufügen** fügen Sie eine Nocke in die jeweilige Spur ein. Es können bis vier Nocken in jeder Spur eingefügt werden.

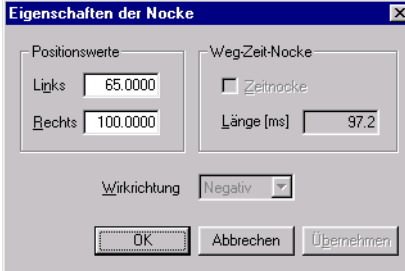




## 7.7.2 Nockentypen

	<b>Weg-Nocke Positiv</b> Ein- und Ausschaltpunkt sind durch Positionen vorgegeben. Die Nocke schaltet, wenn die Bewegungsrichtung positiv ist. (positive Geschwindigkeit)
	<b>Weg-Nocke Negativ</b> Ein- und Ausschaltpunkt sind durch Positionen vorgegeben. Die Nocke schaltet, wenn die Bewegungsrichtung negativ ist. (negative Geschwindigkeit)
	<b>Weg-Nocke Beide</b> Ein- und Ausschaltpunkt sind durch Positionen vorgegeben. Die Nocke schaltet bei positiver und negativer Bewegungsrichtung.
	<b>Zeit-Nocke Positiv</b> Die Nocke schaltet am Einschaltpunkt ein, wenn die Bewegungsrichtung positiv ist. (positive Geschwindigkeit) Nach der eingegebenen Zeit schaltet die Nocke wieder aus.
	<b>Zeit-Nocke Negativ</b> Die Nocke schaltet am Einschaltpunkt ein, wenn die Bewegungsrichtung negativ ist. (negative Geschwindigkeit) Nach der eingegebenen Zeit schaltet die Nocke wieder aus.

Mit **Eigenschaften der Nocke** können Sie die Nocke nachträglich bearbeiten. Zeit- und Längenangaben können auf diesem Weg genau eingegeben werden. Das Dialogfeld ist bei den unterschiedlichen Nockentypen immer gleich. Es sind immer nur die entsprechenden Felder auf dem Dialogfeld aktiv.



Dialogobjekt	Beschreibung
Eingabefeld <b>Links</b>	Anfangswert der Nocke
Eingabefeld <b>Rechts</b>	Endwert der Nocke
Auswahlfeld <b>Wirkrichtung</b>	Positive oder Negative Wirkung
Eingabefeld <b>Länge [ms]</b>	Nocke aktiv (nur bei Zeitnocken)



## Cam Designer Professional

### 7.7.3 Cam Designer schließen

Wenn Sie den Cam Designer schließen erscheint ein Dialogfeld über den Status der Exportdaten.

CAM	Status des Profils
Table	Status der Stützpunkttabelle
Export	Status des GDC-Export

Drücken Sie in diesem Dialogfeld **Schließen**, dann wird der Cam Designer Professional geschlossen.

## 7.8 Exportieren der Kurvendaten

### Zielsystem - Servo-Kurvenscheibe 9300 EK über GDC

1. Wählen Sie im Cam Designer Professional **Datei→GDC-Export...**, um das Dialogfeld *GDC-Export...* zu öffnen.
2. Wählen Sie im Gruppenfeld **Dezimalpunkt** die Option **Komma**.
3. Wählen Sie im Gruppenfeld **Ausgabewerte** die Option **Position**.
4. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Schreiben in Datei**.
5. Wählen Sie **OK**, um die Wertepaare in einer Datei zu speichern. Das Dialogfeld *Speichern unter* wird geöffnet, in dem können Sie den Dateinamen und Ablageort für die Datei angeben.

### Zielsystem - Servo PLC/ECS

Die Daten müssen vor dem Übertragen kompiliert werden.

- Gehen Sie in den Interpolationsmodus.
- Wählen Sie im Cam Designer Professional die entsprechende Slave-Achse mit doppelklick aus und drücken anschließend in der Menüleiste die Schaltfläche **LCx**.

Wurde dieser Vorgang zum ersten Mal ausgeführt, erhalten Sie einen Dialog, der mit **OK** bestätigt wird. Dabei legt das System eine Datei mit dem Namen der Slave-Achse und der Endung \*.Ic9 an. Das Kompilieren muß für neu erstellte Kurven, Nockenschaltwerke und bei jeder Änderung ausgeführt werden.

Mit jedem Kompilieren werden die Daten in die \*.Ic9-Datei übertragen.

Wählen Sie im Drive PLC Developer Studio (DDS) **Ressourcen→CamSupport** mit doppelklick aus. Drücken Sie die Schaltfläche **Kurvdaten zum Projekt hinzufügen**. Es erscheint ein Dialog, in dem Sie die \*.Ic9-Datei auswählen können.



### Tip!

Vergessen Sie nicht, Ihr Cam Designer Professional-Projekt auf Festplatte, Diskette, etc. zu speichern, damit es Ihnen für evtl. Änderungen auch später noch zur Verfügung steht:

- Wählen Sie **Datei→Speichern unter...**, um das Cam Designer Professional-Projekt unter einem neuen Namen zu speichern.

**Wiederholen Sie die aufgeführten Arbeitsschritte, um alle benötigten Kurvenscheiben mit Cam Designer zu erstellen.**

Nachdem Sie alle benötigten Kurvenscheiben mit Cam Designer Professional erstellt und für GDC exportiert haben, können Sie Cam Designer Professional beenden, indem Sie **Datei→Beenden** wählen.



## 8 Importieren der Kurvendaten in GDC



### Stop!

Nehmen Sie zuerst die Grundeinstellungen für die Kurvenscheibe vor (**Parametermenü**→**Dialog Kurzinbetriebnahme**).

Informationen dazu finden Sie in der Betriebsanleitung zum Antriebsregler im Kap. "Inbetriebnahme".

1. Wählen Sie im Parametermenü **Dialog Grunddaten**, um das Dialogfeld *Grunddaten Kurvenscheibe* öffnen.

Im Dialogfeld *Grunddaten Kurvenscheibe*:

2. Geben Sie im Eingabefeld **Kurvenanzahl** die Anzahl der Kurven ein.
3. Wählen Sie im Listenfeld **Datenmodell** das Datenmodell (relativ/absolut) aus.
4. Wählen Sie die Schaltfläche **Kurveneditor**, um das Dialogfeld *Kurveneditor* zu öffnen.

Im Dialogfeld *Kurveneditor*:

5. Wählen Sie im Gruppenfeld **Kurve editieren...**
  - die Option **Import**, wenn Sie eine gesamte Kurvenscheibe importieren möchten.
  - die Option **mathematisch**, wenn Sie einen oder mehrere Kurvenabschnitte importieren möchten.



### Tip!

Die Option **mathematisch** im Gruppenfeld **Kurve editieren...** ermöglicht Ihnen die Aufteilung der Kurvenscheibe in bis zu fünf Abschnitte, wobei Sie für jeden Abschnitt die Art (Polynom, Sinusverlauf, Rastphase, Synchronphase, Importdaten) festlegen und den Anfangs- und Endpunkt frei definieren können.

Wenn Sie einen Kurvenabschnitt importieren möchten, wählen Sie als Abschnittsart **Importdaten**.

6. Wählen Sie für die gesamte Kurvenscheibe (Option **Import**) bzw. für den jeweiligen Kurvenabschnitt (Option **mathematisch**) die Schaltfläche **Durchsuchen**, um die entsprechende Datei mit den Wertepaaren auszuwählen, die Sie zuvor im Cam Designer über **Datei**→**GDC-Export...** gespeichert haben.
7. Wählen Sie die Schaltfläche **Kurve überprüfen**, um die Kurvendaten einer Plausibilitätsprüfung zu unterziehen.
8. Wählen Sie
  - die Schaltfläche **Daten übertragen**, um die Kurvendaten zum Antriebsregler zu übertragen.
  - die Schaltfläche **CAM-Daten speichern**, um die Kurvendaten in einer Datei zu speichern, zwecks Verwaltung über SPS oder Industrie-PC.



## Cam Designer Professional

### 9 Cam Designer Online Download



Für den Download muß der Cam Designer Professional mit der abgebildeten Schaltfläche, die sich in der Menüleiste befindet, *online* geschaltet werden. Dieser Vorgang kann einige Sekunden dauern.

Mit dem Dialog *Antrieb auswählen* können Sie den Antrieb mit einem Doppelklick auswählen, auf dem der Download erfolgen soll.



Der Kurven- und Nockendownload wird mit der abgebildeten Schaltfläche ausgelöst. Dabei werden für die aktuelle Slave-Achse die Daten in die \*.lc9 Datei geschrieben.

Für die Inbetriebnahme von Serienmaschinen kann die \*.lc9 Datei an das PLC-Programm angehängt werden.

Nachdem der Download mit der Schaltfläche gestartet wurde, erscheint ein Fortschrittsdialog. Die Dauer für den Download ist von folgenden Faktoren abhängig.

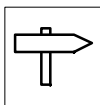
- Hohe Busbelastung (Querkommunikation) erfordert mehr Zeit.
- Wenn viele Daten geändert wurden, steigt die Downloadzeit.

**CAUTION:**

The software is made available to the user in the form presented here. All risks concerning the quality and all results occurring from the use remain the responsibility of the user. The user must provide the corresponding safety measures to protect the software against incorrect use.

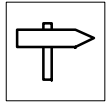
We do not accept any liability for directly or indirectly occurring damages, e.g. profit losses, order losses or any business interferences.

Stand	ID-Nr.	Änderungen
2.0 07/2003 TD16	00471157	Revised Edition for Cam Designer Professional V02.xx



## Contents

<b>1</b>	<b>Preface</b>	<b>44</b>
1.1	What's new?	44
1.2	Scope of supply	44
<b>2</b>	<b>System requirements</b>	<b>45</b>
<b>3</b>	<b>Installation</b>	<b>45</b>
3.1	Installation of the dongle	45
3.2	Software installation	45
<b>4</b>	<b>Getting started</b>	<b>46</b>
4.1	Cam Manager user interface	46
4.1.1	Processing states	48
4.2	Management of Cam Manager documents	49
4.3	Edit Cam Manager documents	50
4.4	How to create a project	50
4.4.1	Machine constants	51
4.4.1.1	Master axis	51
4.4.1.2	Slave axis	53
4.4.1.3	First cam profile	54
4.4.1.4	Products in the Cam Manager	55
4.4.2	Creation of additional slave axes and products	55
4.4.2.1	Creation of slave axes	55
4.4.2.2	Creation of products	56
4.4.2.3	The entire project	56
4.5	Cam Designer user interface	57
4.6	How to get help in the event of problems	58
4.7	Management of Cam Designer documents	59
<b>5</b>	<b>Working with the worksheet</b>	<b>60</b>
5.1	Worksheet settings	62
5.2	Object Input Mode	64
5.3	Curve Mode	65
5.4	Interpolation Mode	68
<b>6</b>	<b>Laws of motion and mathematical background</b>	<b>70</b>
6.1	Specification of movement	70
6.2	Normalised laws of motion	71



<b>7</b>	<b>Steps required for a new cam</b>	<b>71</b>
7.1	Selection of the worksheet settings	71
7.2	Entry of technological requirements	72
7.3	Join segments	72
7.4	Adaptation of the acceleration (points)	73
7.5	Generation of table interpolation	73
7.6	Creation of cam profiles	74
7.7	Cam controller	75
7.7.1	Definition of cam type and cam reference	76
7.7.2	Cam types	77
7.7.3	Close Cam Designer	78
7.8	Export of cam profile data	78
<b>8</b>	<b>Import of profile data into GDC</b>	<b>79</b>
<b>9</b>	<b>Cam Designer Online Download</b>	<b>80</b>



## Cam Designer Professional

# 1 Preface

Cam Designer Professional is a graphical software tool which makes it easy to design electronic cam profiles for drive controllers.

### Main features of Cam Designer Professional:

- Easy design of cam profiles using graphical objects such as lines and polynomials.
- Data can be entered directly as physical units
- Automatic generation of connecting curves based on the Laws of Motion (VDI 2143) using an expert system (automatic calculation of jolt-free movements to protect mechanical components).
- Display of speed, acceleration torque and jolt.
- Creation of value pairs (optionally position, speed or acceleration) for direct cam profile acceptance in Global Drive Control.
- Project management (statistics, author, version, date/time) and mail support.
- Printout of cam profile graphs including project information and date.

### Main features of Software Package - Cam

- 48 profiles can be saved in the PLC
- 289 points per profile (relative data model)
- 116 points per profile (absolute data model)
- 48 cam controllers can be saved
- Three tracks per cam controller
- Four cams per track

## 1.1 What's new?

Version	Id-No.	Changes
2.0 07/03	00471157	Revised edition for Cam Designer Professional V02.xx

## 1.2 Scope of supply

Scope of supply	Important
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD ROM "Cam Manager" "Cam Designer"</li> <li>• This Manual</li> <li>• Dongle</li> <li>• Licence agreement</li> </ul>	<p>After receipt of delivery, check immediately whether the items delivered match the accompanying papers. Lenze does not accept any liability for deficiencies claimed subsequently.</p> <p>Claim</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• visible transport damage immediately to the forwarder.</li> <li>• visible deficiencies/incompleteness immediately to your Lenze representative.</li> </ul>



## 2 System requirements

The following hardware and software requirements must be met in order to use Cam Designer Professional:

- Microsoft Windows 98 / ME / NT (service package 5.0) / 2000 (service package 2) / XP
- 32 MByte RAM  
128 MByte RAM (XP, 2000)
- IBM-compatible PC (CPU: Pentium 90 processor or higher)
- Super-VGA screen
- Hard disk with a minimum of 70 MByte of free hard disk capacity
- CD-ROM drive
- Microsoft-compatible mouse
- Parallel port for dongle connection
- Global Drive Control V4.0 or higher (32-bit version)

## 3 Installation

### 3.1 Installation of the dongle

The dongle, which is included in the delivery package of the Cam Designer software, is required to ensure proper operation of Cam Designer Professional.

Connect the dongle to any parallel port (LPT1, LPT2, ...) of your PC and tighten the screws at the port.

- If the port is already used by a printer, it is possible to connect the printer to the dongle.
- If there is not enough space available, an extension cable can be used to connect the dongle. For this, use a standard cable with a DB-25 male plug and a DB-25 female plug.

#### Demo version

The dongle is not required for the demo version of the Cam Designer software. The demo version is restricted as follows:

- The program can only be used for a limited period of time.
- It is not possible to save projects.

### 3.2 Software installation

Proceed as follows to install the Cam Designer software on your PC:

1. Start Windows.
2. Insert the "Cam Designer" CD-ROM into your CD-ROM drive.
3. Select **Run...** from the start menu.
4. Enter the letter for your CD-ROM drive followed by "**:\setup.exe**" in the command line and press **Ok**.
5. Follow the instructions of the installation program.



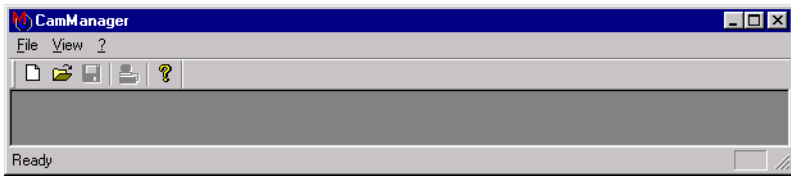
## Cam Designer Professional

### 4 Getting started

The Cam Manager of Cam Designer Professional reflects the view on the machine and is mainly used to input machine constants and profile data.

#### 4.1 Cam Manager user interface

Click **Start→Programs** to open the Cam Manager. The following user interface will appear:



The Cam Manager provides detailed dialog boxes to support you with the creation of the minimum structure. It is used to add and remove tools and product data.

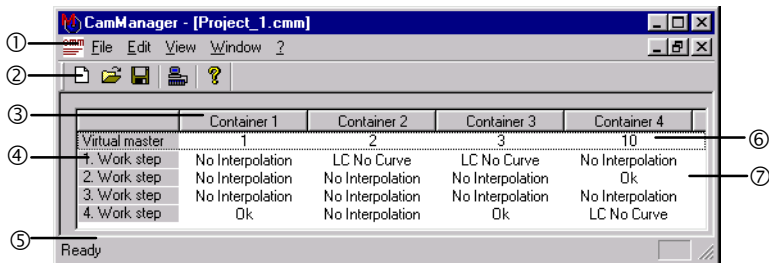


#### Tip!

We recommend to start your project via the Cam Manager. The Cam Manager makes product management with the individual axes easier.

#### Entries via the Cam Manager

- The entire project
  - machine structure
  - axis designation
- Feed constant and gearbox factor of the individual axes
- Axis scaling for profile creation
- Master axis
  - Clock pulse number of the machine  
Value is a nominal value. Max. value during operation = 199%.
- Slave axis
  - Number of cam profiles to be stored
  - Number of points to be selected
  - Selection of the data model
- Products (cam profiles)
  - Product designation
  - Product No.



### Note!

The documentation does not use any product names. Product editing is divided into individual steps. In this case, the products are called "Container 1, Container 2" etc. You may select your own product and job designations in your project.

①	Menu bar	The menu bar contains all menu commands of the Cam Manager. Some of the menu commands are available in the context menu of the right mouse button.
②	Toolbar*	The toolbar gives you fast access to the most frequently required menu commands. The selection of available commands depends on the active window.
③	Products*	The product bar contains the products created in the current project. The product names can be freely selected. For a good overview, it is recommended to use symbolic names. If you click a product with the right mouse button, a context menu opens which can be used to edit the product.
④	Axes	The axes bar contains the master axis and the slave axes of your project. If you click an axis with the right mouse button, a context menu opens which can be used to edit the axis.
⑤	Status bar*	The status bar describes the action activated through the menu or a button of the toolbar.
⑥	Drive	Drive No. The numbers can be assigned in any order you like. Ensure that each number is only assigned once.
⑦	Status	Status display of the product and the current slaves.



## **Cam Designer Professional**

### **4.1.1 Processing states**

Global data diff.	The global product data do not correspond with the Cam Manager.
Object vertical	Unpermissible, vertical motion (vertical line).
Overlapping objects	Objects of ideal cam are overlapping.
Objects without space	Adjacent objects have the same X value but different Y values.
Curve not closed	Ideal cam is no closed cam profile.
No interpolation	No table of points available.
Interpolation diff.	Table of points does not correspond to ideal cam.
LC Read Error	LC9-file cannot be read or not available.
LC Checksum Error	Check sum error detected when LC9-files were read.
LC Globals diff.	The global data of the LC9-file do not correspond to the product.
LC No Curve	LC9-file does not contain any cam profile for the selected product number.
LC Points diff.	Values of the points in the LC9-file do not correspond to the table of points.
LC CamContactor diff.	The cam data of the LC9-file do not correspond to the product.
LC PosMarker diff.	The position data of the LC9-file do not correspond to the product.
OK	The cam data correspond to the LC9-file.





## 4.2 Management of Cam Manager documents

The following functions are available for the management of Cam Manager documents.



### Tip!

The functions are only available if a project is open.

	<b>File→New</b>	Create a new project or open an existing project in a new window.
	<b>File→Open</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Click <b>New</b> to create a new project by means of a wizard.</li> <li>Click <b>Open</b> to open an existing project.</li> </ul>
	<b>File→Close</b>	Close the current project. <ul style="list-style-type: none"> <li>The current project is closed. Changes will be saved.</li> </ul>
	<b>File→Save</b>	Save the document with the existing name or with a new name.
	<b>File→Save as...</b>	
	<b>File→Connect to OPC server</b>	The project is brought online or offline. <ul style="list-style-type: none"> <li>Connection with the OPC server is established.</li> </ul>
	<b>File→Download of multiple Slaves</b>	The project is brought online or offline.
	<b>File→Exit</b>	Close Cam Designer.



## Cam Designer Professional

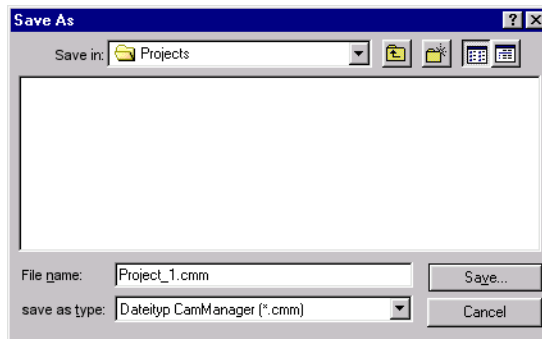
### 4.3 Edit Cam Manager documents

<b>Edit→Add Slave</b>	Add and delete slave axes
<b>Edit→Delete Slave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Click <b>Add</b> to add another slave axis. Make sure that each name is only used once.</li> <li>Click <b>Delete</b> to delete an existing slave axis.</li> </ul>
<b>Edit→Add Product</b>	Add and delete products
<b>Edit→Delete Product</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Click <b>Add</b> to add another product. Make sure that each name is only used once.</li> <li>Click <b>Delete</b> to delete an existing product.</li> </ul>
<b>Edit→Project Settings</b>	Change all axes and products in the Cam Manager or Cam Designer
<b>Edit→Start Cam Designer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Click <b>Project Settings</b> to change the project settings.</li> <li>Click <b>Start Cam Designer...</b> to open Cam Designer and select the project settings.</li> </ul>

### 4.4 How to create a project

This chapter describes how to create a new project via the Cam Manager. If possible, the names and designations preselected by the system will be maintained. The project, product and axes (working steps) designations can be changed as you like.

- Open the Cam Manager and select the menu command **File→New**.  
Please observe the information in the *New Project* dialog box.
- Press the **Project save as...** button.  
Go to the *Save as* dialog box and save the project in a folder.  
In our example, we created the folder *Projects*.  
Please use the suggested project name to come to the same result.



- After clicking **Save**, the **General** dialog box appears. Do not change the settings and click **Next**.

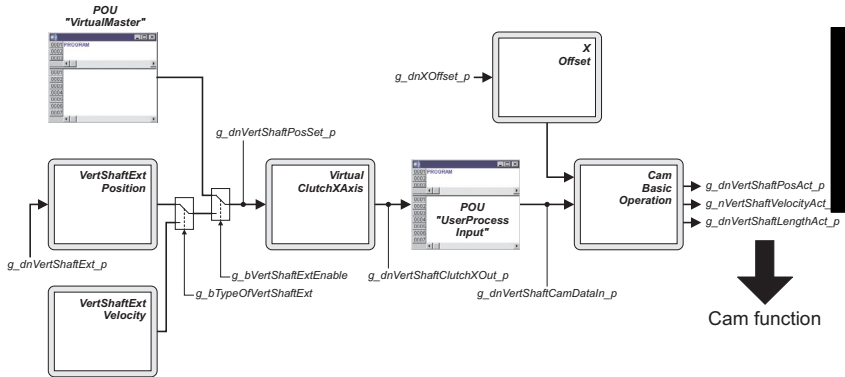


## 4.4.1 Machine constants

### 4.4.1.1 Master axis

The master axis has the same characteristics like a **vertical shaft**.

The below overview shows the global variables which are relevant for the functionality **vertical shaft**.



- The master axis can either be a real or a virtual axis.
- Enter the selected values in the *Master* dialog box.



## Cam Designer Professional

Dialog object	Description
Input field <b>Name</b>	Name of the master axis
Input field <b>Minimum</b>	If you are in the <i>Master</i> dialog box, always enter 0 in this input field.
Combination field <b>Unit</b>	Selected unit
Input field <b>Maximum</b>	Clock pulse length
Input field <b>Cycles</b>	Cycles in 1/min Max. nominal value during operation = 199%.
Input field <b>Gear Factors z2/z1</b>	Ratio (e. g. 100/1 as real value)
Input field <b>Feed Constant</b>	Distance per revolution (for angle indication: 1 revolution = 360°)



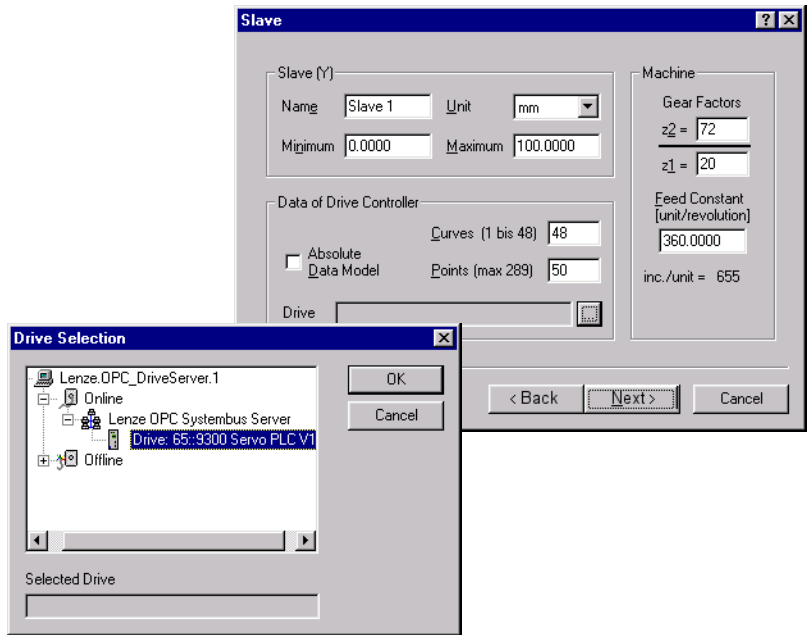
### Note!

When using a virtual master, select 100 in the **z2** field and 1 in the **z1** field as **Gear Factors** in the **Machine** group box. This leads to a higher resolution of the master angle.

- After selecting and checking the values, click **Next**.



#### 4.4.1.2 Slave axis



Dialog object	Description
Input field <b>Name</b>	Name of the slave axis
Input field <b>Minimum</b>	Negative position from point of origin
Combination field <b>Unit</b>	Selected unit
Input field <b>Maximum</b>	Positive position from point of origin
Check box <b>Absolute Data Model</b>	When using the absolute data model, you can use Cam Designer to optimise the distribution of points. There are, however, less points available than in the relative data model. Suitable for motion profiles with long, straight sections.
Input field <b>Curves</b>	Maximum number of cam profiles
Input field <b>Points</b>	Number of points Maximally 1 point/ms or less
Input field <b>Gear Factors z2/z1</b>	Ratio between motor and tool Example: multi-stage gearbox Gear factor numerator = $z2 \cdot z4 = 28 \cdot 32 = 896$ (value for z2) Gear factor denominator = $z1 \cdot z3 = 23 \cdot 15 = 345$ (value for z1)
Input field <b>Feed Constant</b>	Distance per revolution
Input field <b>Drive</b>	Drive assignment via bus address. Shows the path of the selected drive. Use the ... button to select a drive.



## Cam Designer Professional



### Tip!

Enter the selected values in the *Slave* dialog box.  
For a good result, select 48 as number of profiles.

- After selecting and checking the values, click **Next**.

### 4.4.1.3 First cam profile

- Enter the selected values in the *Product* dialog box.

Dialog object	Description
Input field <b>Name</b>	Name of the product for which the master axis and the slave axes are used.
Input field <b>Number of Product</b>	Numeric assignment The numbers can be assigned in any order you like. Ensure that each number is only assigned once.
Check box <b>A change of...</b>	File name is automatically changed in the directory.
Field <b>Project File Cam Designer</b>	Indicates the file name Click <b>Save as</b> to select another directory.



### Note!

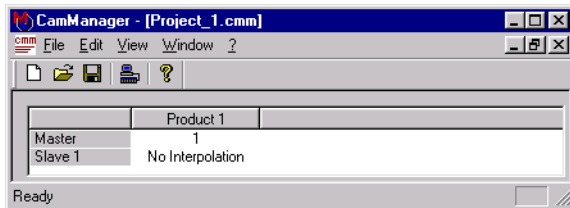
Check if you have selected the right product numbers.

- After selecting and checking the values, click **Finish**.



#### 4.4.1.4 Products in the Cam Manager

In the Cam Manager, products and product characteristics are entered in a table.

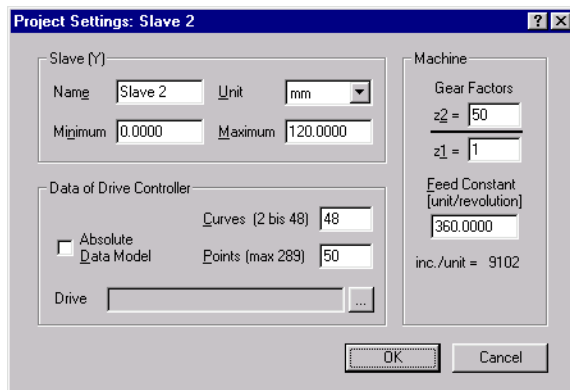


Dialog object	Description
Master	Name of the master axis/vertical shaft
Slave 1	Name of a slave axis
Product 1	Product

### 4.4.2 Creation of additional slave axes and products

#### 4.4.2.1 Creation of slave axes

- Select **Edit**→**Add Slave** to add another slave axis.
- The following dialog box appears: *Project Settings: Slave 2*. Enter the following data:



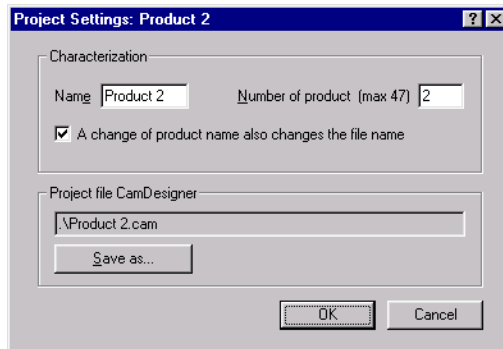
In the Cam Manager, slave axis **Slave 2** has been added. If you highlight a slave axis in the Cam Manager and press the right mouse button, you can change the axis settings under **Properties of Slave**.



## Cam Designer Professional

### 4.4.2.2 Creation of products

- Select the menu command **Edit→Add Product**.



- Enter the selected values in the *Project Settings: Product 2* dialog box and confirm with **OK**. Product **Product 2** has been added in the Cam Manager.



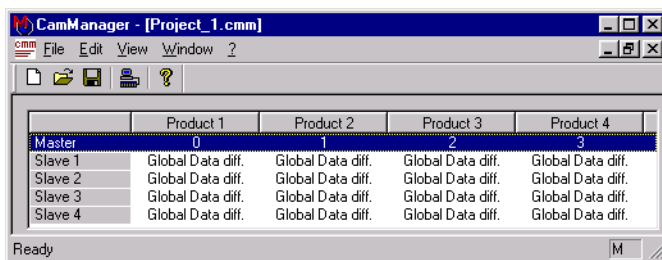
### Note!

The system automatically creates an LC9-file for every slave axis. For this,

- a precise product number must be assigned.
- each slave axis must be assigned to a drive.

### 4.4.2.3 The entire project

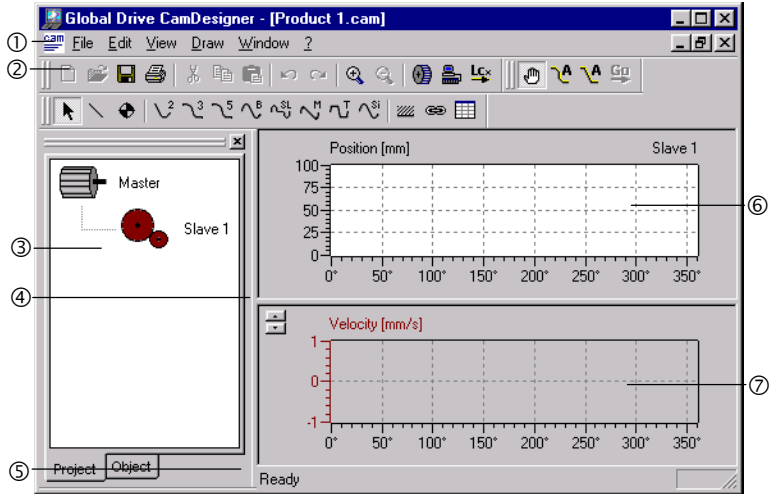
Below you can see the entire project with several products. The Cam Manager designations were maintained.



Project *Project\_1.cmm* includes four products with four working steps each. Now, you can designate the slave axes and products according to the individual tasks.



## 4.5 Cam Designer user interface



The above user interface appears when a new project has been created. The user interface consists of the following elements:

①	Menu bar	The menu bar contains all menu commands of Cam Designer.
②	Toolbar*	The toolbar gives you fast access to the most frequently required menu commands. The selection of available commands depends on the active window.
③	List of Objects*	The list of objects is a dockable window which lists all objects in the active mode. For a new project, the system creates a master and a slave axis.
④	Splitter bar	The splitter bar separates two windows. Cam Designer has splitter bars between the worksheet, the time derivations and the list of objects.
⑤	Status bar*	The status bar describes the action activated through the menu or a button of the toolbar. The status bar also indicates the coordinates of the mouse pointer.
⑥	Worksheet	The worksheet is used to enter and edit graphical objects.
⑦	Time Derivations*	The time derivations panel is used to show mathematical derivations of the objects in the worksheet as graphs or charts.
* optional elements		



## Cam Designer Professional

### 4.6 How to get help in the event of problems

#### Online help

Cam Designer contains a context-sensitive Online Help.

- Go to the ? menu and select the **Help Topics** command to go to the Table of Contents, Keyword Search and Index of the Online Help.

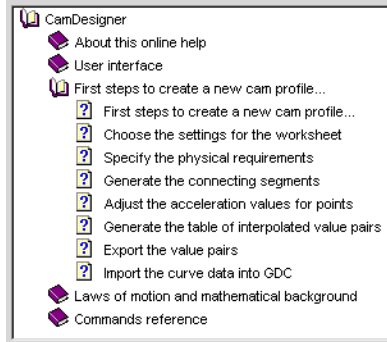
#### Function key <F1>

Press function key <F1> to start the context-sensitive help:

- Select a command using the mouse pointer and press function key <F1> to obtain help for a menu command.

#### Tips on symbols in the toolbar






If the mouse pointer is on a symbol in the tool bar, the name of the symbol will be indicated.





## 4.7 Management of Cam Designer documents

The following functions are available for the management of Cam Designer documents:

	<b>File→New</b>	Create a new document or open an existing document in a new window.
	<b>File→Open</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>With Cam Designer it is possible to edit several documents at the same time. This can be useful if you want to copy objects from one project to another.</li> <li>You can use the functions of the <b>Window</b> menu to arrange the document windows.</li> </ul>
	<b>File→Close</b>	Close current document. <ul style="list-style-type: none"> <li>If the document was changed after it was last saved, you will be prompted whether you want to save the document.</li> </ul>
	<b>File→Save</b>	Save the document with the existing name or with a new name. <ul style="list-style-type: none"> <li>Save the current version.</li> <li>Save with a given name in a given directory.</li> </ul>
	<b>File→Save as...</b>	
	<b>File→Import of Data...</b>	Import the points from a text file and save them as value pairs.
	<b>File→Global Drive Export...</b>	Save value pairs as text file in a given directory The status of the export data is listed in a table.
	<b>File→Export Wizard...</b>	
	<b>File→Connect to OPC server</b>	Opens a dialog box in which you can select an OPC server
	<b>File→Create lc9-File and Download</b>	This menu command starts the online download.
	<b>File→Download of multiple Slaves</b>	This menu command opens the <i>Download to Drive Controller</i> dialog box.
	<b>File→Page Setup...</b>	Print setup with print preview
	<b>File→Page Preview</b>	Print preview
	<b>File→Print</b>	Print current document.
	<b>File→Print Setup</b>	Dialog box for printer setup opens.
	<b>File→Send Mail</b>	Empty mail form opens.
	<b>File→Project Info</b>	Project features and project information.
	<b>File→Recent File</b>	The last four files are listed.
	<b>File→Exit</b>	Close Cam Designer.

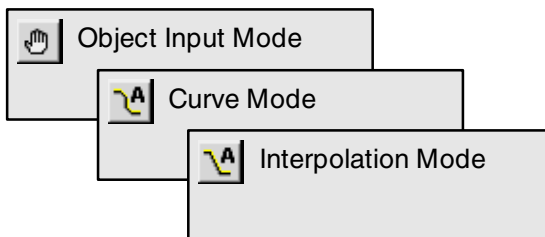


## Cam Designer Professional






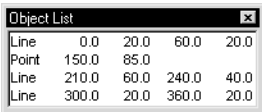
### 5 Working with the worksheet

To design a cam profile in Cam Designer, you first specify the required parameters (boundary conditions) on the "worksheet" using graphical objects. The worksheet has three levels arranged on top of each other. The lowest level is the **Object Input Mode**, the second level is the **Curve Mode** and the third level is the **Interpolation Mode**.

In each of the levels the graphical elements of the underlying (preceding) levels are still visible and are used for following calculations. However, you can only edit the elements of the active level and not the elements of the underlying level(s). This principle is analogous to working with tracing paper. Here too, information is available from lower sheets without being able to change them.



#### View functions provided for working with the worksheet:

	<b>View→Object Input Mode</b>	Switch to <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Object Input Mode</i> (level 1)</li> <li>• <i>Curve Mode</i> (level 2)</li> <li>• <i>Interpolation Mode</i> (level 3)</li> </ul>
	<b>View→Curve Mode</b>	
	<b>View→Interpolation Mode</b>	
	<b>View→Zoom In</b>	Cam Designer has a single-stage zoom function for the worksheet: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Select <b>Zoom In</b> to zoom in a rectangle drawn with the mouse to fill the entire worksheet.</li> <li>• Select <b>Complete View</b> to switch back to the whole worksheet.</li> </ul>
	<b>View→Complete View</b>	
	<b>View→Time Derivatives</b>	Show and hide time derivations for <b>speed</b> , <b>acceleration</b> and <b>jolt</b> at the bottom of the worksheet.
	<b>View→List of Objects</b>	Use the commands in this submenu to show and hide the List of Objects. <ul style="list-style-type: none"> <li>• The List of Objects shows the graphical objects available in the individual modes.               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Object type and position values of the objects are listed.</li> <li>– The list items are sorted by X values.</li> </ul> </li> <li>• The List of Objects can be docked on the left, right, top or bottom of the main window.</li> </ul>
		
	<b>View→Grid Lines</b>	Show and hide the grid lines.
	<b>Draw→Default Object Color</b> <b>Draw→Inactive Object Color</b> <b>Draw→Selected Object Color</b>	Select the colour for objects in the active level, in inactive levels or for selected objects.



### General functions for editing objects:

	<b>Draw→Selection Tool</b>	<p>Select one or more objects.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Selected objects can be moved, edited, copied, cut or deleted.</li> <li>Selected objects are shown with small rectangles, so-called anchor points. Click and drag the anchor points with the left mouse button to change the shape of the object.</li> </ul>
	<b>Edit→Object Properties</b>	<p>Opens the <i>Properties</i> dialog for the selected object.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Use the <i>Properties</i> dialog to check and edit the object properties.</li> <li>The <i>Properties</i> dialog can also be opened by double clicking the object.</li> </ul>
	<b>Edit→Cut</b>	<p>Cut, copy and paste one or more selected objects using the Windows clipboard.</p>
	<b>Edit→Copy</b>	
	<b>Edit→Paste</b>	
	<b>Edit→Delete</b>	<p>Delete one or more selected objects.</p>



## Cam Designer Professional

### 5.1 Worksheet settings

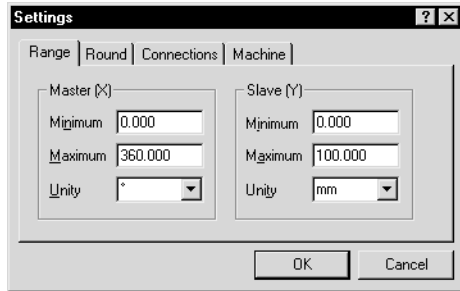
Select **Edit**→**Project Settings** to open the *Settings* dialog box. Here you can change the project settings.

The *Settings* dialog contains the following tabs:

#### Range

In this tab, you can select the value range for master and slave.

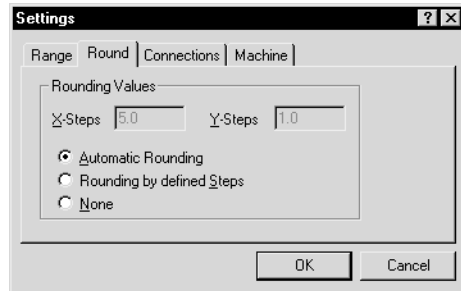
- The maximum value must be higher than the minimum value.
- If the project already contains graphical objects and the range is changed, the objects which are not within the new range will be deleted!
- In the Unity field, you can either enter a text of your choice or select a unit (e. g. inch) from the list.



#### Round

When drawing graphical objects with the mouse, the screen pixels are converted into the physical units of the axes. The conversion can lead to “fractional” values. In this tab, you can select the method of rounding.

- The default setting is Automatic Rounding. With this rounding method, the rounding value is calculated depending on the value range, zoom factor and pixel resolution.
- Alternatively, you can select different rounding values for each of the two axes or disable rounding.

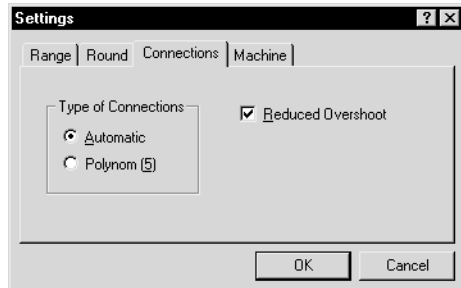




### Connections

In *Curve Mode*, the individual sections of the cam profile are automatically joined (connected) to form a continuous curve. In this tab, you can select the type of connection.

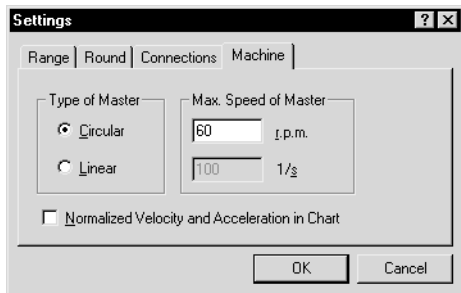
- The default setting is **Automatic**. Depending on the shape and the boundary values of the profile section, the program will automatically select connections with a minimum jolt to protect the machine.
- Alternatively, you can select fifth degree polynomials.
- If you select **Reduced Overshoot**, polynomials can be optionally combined with lines to reduce overshoot to a minimum.



### Machine

By default, the selection of graphical objects and the representation of speed and acceleration refers to geometrical units. In this tab, you can enter machine data to calculate the physical limit values of the motion profile.

- You can choose between linear and rotary axis and define the reference speed of the master axis for the selected axis.
- For rotary axes, the maximum speed is selected in revolutions per minute [r.p.m.], for linear axes, in units of distance per second [1/s].
- If you uncheck **Normalized Velocity and Acceleration in Chart**, the velocity will be indicated in units of distance per second [1/s] and the acceleration in units of distance per second<sup>2</sup> [1/s<sup>2</sup>].
- The slave is always considered to have a linear axis. The value range of the slave is therefore always indicated in units of distance (e. g. mm). The velocity is indicated in units of distance/s (mm/s) and the acceleration in units of distance/s<sup>2</sup> (mm/s<sup>2</sup>).

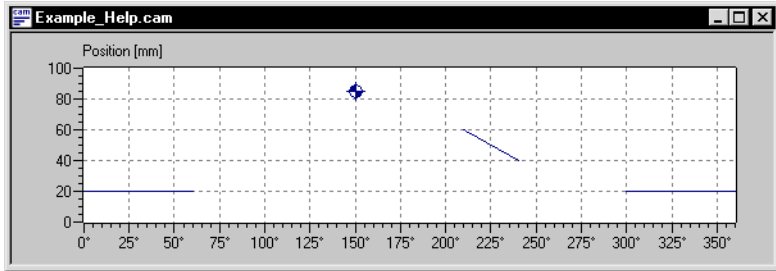










## Cam Designer Professional

### 5.2 Object Input Mode

The **Object Input Mode** uses graphical elements (objects) to describe the problem to be solved:



#### Functions provided for working in Object Input Mode:

	<b>View→Object Input Mode</b>	Switch to <i>Object Input Mode</i> (level 1).
	<b>Draw→Selection Tool</b>	Select one or more objects. <ul style="list-style-type: none"> <li>Selected objects can be moved, edited, copied, cut or deleted.</li> <li>Selected objects are shown with small rectangles, so-called anchor points. Click and drag the anchor points with the left mouse button to change the shape of the object.</li> </ul>
	<b>Draw→Line</b>	Draw a line, point, polynomial or collision zone as new object on the worksheet:
	<b>Draw→Point</b>	1. Select the corresponding command.
	<b>Draw→Polynomial (5)</b>	2. Select the desired starting point with the mouse pointer and define the endpoint by click and drag with the left mouse button.
	<b>Draw→Collision Zone</b>	



#### Tip!

Information about the laws of motion can be found in chapter 6, "Laws of motion and mathematical background". (□70)

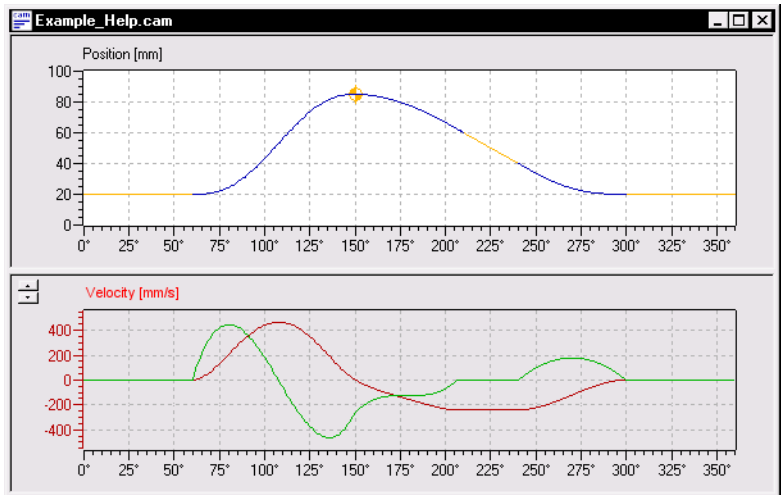



## 5.3 Curve Mode



In **Curve Mode**, all defined objects are combined to a complete cam.

- The connections are generated to ensure a movement as smooth as possible under consideration of physical laws.
- Furthermore it is checked whether it is possible to have movement transitions without turning points. This is possible if all acceleration values are either positive or negative. If necessary, lines are added to the polynomials.
- The acceleration values for the basic elements Reversal (R) and Movement (M) are set for a jerk as small as possible.
- It is not possible to edit automatically generated objects in *Curve Mode*. However, you can select individual objects and copy them to the *Object Input Mode*, where they can be edited.



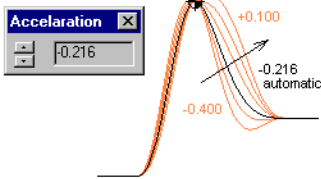
The time derivations for velocity, acceleration and jolt are indicated in the lower section of the window. Use the arrow keys to switch between the individual derivations .



## Cam Designer Professional

### Functions provided for working in Curve Mode:

	<b>View→Curve Mode</b>	Switch to <i>Curve Mode</i> (level 2).
	<b>Edit→Start Calculation</b>	Start automatic calculation of connection segments. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Before the calculation, it is checked whether the input data are correct. Overlapping segments, vertical segments or segments with the same position on the master axis but a different slave position are not permitted.</li> </ul>
	<b>Edit→Point Acceleration</b>	Change the acceleration value of a point object. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Position the mouse pointer above a point object on the worksheet and click the left mouse button. A dialog box opens in which you can select the acceleration.</li> <li>• If the point is connected to polynomials, their shape changes as you change the acceleration.</li> </ul>



### Turning points

Turning points have the specific feature that although the location of the point in the master slave coordinate system and the velocity are known ( $v=0$ ), the acceleration is unknown. In Cam Designer you can either specify the acceleration manually or let the system calculate the acceleration automatically.

- Check **Selfadjusting Acceleration** in the *Properties* dialog to allow automatic calculation of acceleration. Cam Designer calculates the acceleration value such that the polynomial curves which are connected to the turning point have the same jolt value (third derivation of the position). This results in the best possible acceleration curve.
- In some cases, it may be necessary to adjust the automatically calculated acceleration. Undershoot or overshoot may occur with strongly asymmetrical flanks. If you disable **Selfadjusting Acceleration** in the *Properties* dialog, you can select the required acceleration manually.



### Collision zone

The collision zone graphical object can be used in *Object Input Mode* to define sections which must be avoided to prevent mechanical collision.

In *Curve Mode*, the objects are connected to form a closed cam profile. After this, a check is made to ensure that the collision zone has been avoided. If the collision zone has been violated, an error message is indicated and the corresponding object is selected.

Various possibilities are provided for manual correction if the collision zone has been violated. The following approach is recommended (proceed in this order):

1. Try to modify the objects which have been entered manually in *Object Input Mode* and bound the problematic cam profile segment such that the collision zone will no longer be violated when the automatic calculation is repeated. Try to change position values - lengthen or shorten the objects - or change the values for velocity or acceleration.
2. If step 1 is not possible or does not solve the problem, add an additional object (point or line) to ensure that the calculated cam profile meets the requirements. Please observe that an additional object limits the degrees of freedom of the automatic calculation. Although the collision zone is no longer violated, the generated cam profile will generally be less smooth than before.
3. If step 2 is not successful, you can cut an automatically generated cam profile segment, e. g. a polynomial 5, in *Connections Mode* and paste it into *Object Input Mode*. After this, you can change the cam profile parameters manually and repeat the automatic calculation until the collision zone is no longer violated. In this case, it is likely that the resulting cam profile will no longer be jolt or jerk-free.



## Cam Designer Professional

### 5.4 Interpolation Mode

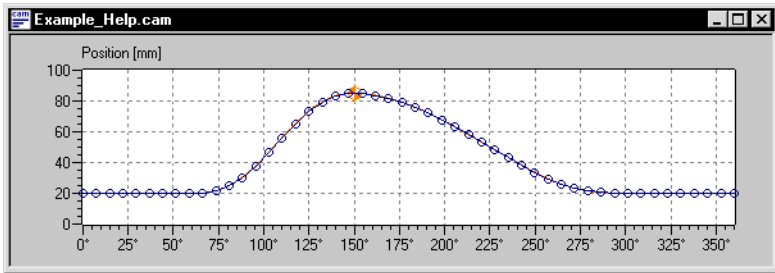


In **Interpolation Mode**, a table of points is generated from the ideal cam. These value pairs are then transferred to the target system Global Drive Control.

Cam Designer provides two ways of generating the table of points:

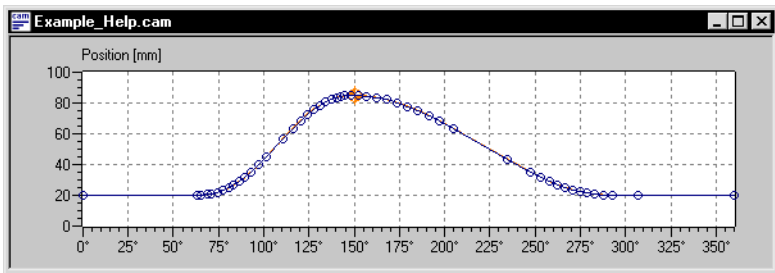
#### 1. Uniform distribution of points

All points are distributed with the same spacing along the cam profile:



#### 2. Optimum distribution of points



The points are optimally arranged, i. e. a few points are generated for profile sections with low curvature (e. g. straight lines) and many points are generated for profile sections with high curvature:

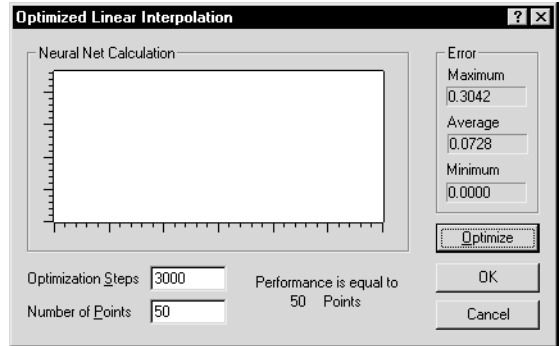


- The optimisation process results in a table with clearly less points. If tables with equidistant points were used for the same cam profile, 2 to 7 times more points would be required for the same quality of movement. The achievable quality of movement depends on the shape of the cam profile and the number of optimisation steps.
- The progress of the error functions for minimum, average and maximum errors is shown during optimisation.



### Functions provided for working in Interpolation Mode:

	<b>View</b> →Interpolation Mode	Switch to <i>Interpolation Mode</i> (level 3).
	<b>Edit</b> →Start Calculation	Open the <i>Optimized Linear Interpolation</i> dialog box to generate a table of points:



#### Number of Points

#### Optimize

#### Proceed as follows:

1. Go to the **Number of Points** field and select the number of value pairs between 10 and 1024.
2. The following steps are required for the optional optimisation process:
  - Go to the **Optimization Steps** field and select the required number of optimisation steps between 1000 and 10000.
  - Click **Optimize** to automatically calculate the optimal distribution of points with the help of a neuron network (artificial intelligence).  
The progress of the error functions for minimum, average and maximum errors is shown during the optimisation process. The aim of optimisation is to ensure that all three error values are low and more or less the same.  
After the optimisation has been completed, the number of equidistant points which would be required to achieve the same quality of movement will be indicated.
3. Click **OK** to generate the value pairs and close the dialog box.

#### File

File→GDC Export...

Export the calculated value pairs to Global Drive Control.



## Cam Designer Professional

# 6 Laws of motion and mathematical background

## 6.1 Specification of movement

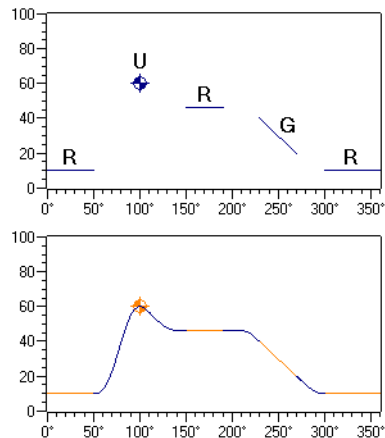
According to VDI document 2143 "Laws of Motion for Cam Profiles", movement can be specified as follows:

Type of movement	Abbreviation	Velocity	Acceleration	Graphical representation
Stop	R	$v = 0$	$a = 0$	Line
Constant velocity	G	$v \neq 0$	$a = 0$	Line
Turning point	U	$v = 0$	$a \neq 0$	Point
Movement	B	$v \neq 0$	$a \neq 0$	Point

These four motion types can be used to specify the physical parameters for all practical motion problems. The selected boundary values are required to calculate the connecting profile sections between the defined segments:

- Since the acceleration for motion types R and G = 0, they can be graphically represented as a line. In this case, the boundary values on the left and on the right end of the line are identical.
- For motion types U and B the acceleration  $\neq 0$ . These two elements can be graphically represented as a point.

After specifying the basic elements for the required motion and selecting the required boundary values, the interconnecting curves can be calculated according to the laws of motion. Depending on the selected connection type, it is possible to achieve jerk and jolt-free motion profiles.



### Tip!

Only specify motion parameters which are absolutely necessary to solve the problem! The higher the degree of freedom for Cam Designer in automatic generation of connections, the smoother the motion profile.

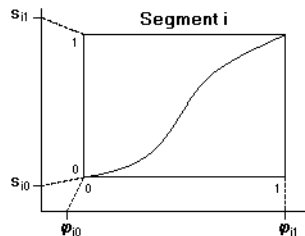


## 6.2 Normalised laws of motion

Each cam segment  $i$  describes a cam profile part defined by the value range  $s_{i0} = f(\varphi_{i0})$  and  $s_{i1} = f(\varphi_{i1})$ .

- Internally, the functions are calculated using the normalised value range 0...1.
- The coefficients of the cam profiles indicated in the properties dialogs also refer to the normalised value range.
- The velocity and acceleration values in the properties dialogs show the boundary values based on the actual geometrical dimensions. Accordingly, the calculation is based on the formula  

$$v = ds / d\varphi \text{ and } a = d^2s / d\varphi^2.$$
 The geometrical values for velocity and acceleration are also used in the graphical representation.



## 7 Steps required for a new cam

The following steps are required to create a new cam profile:

- Selection of the worksheet settings
- Entry of technological requirements
- Join segments
- Adaptation of the acceleration (points)
- Generation of table interpolation
- Export of cam profile data

### 7.1 Selection of the worksheet settings

See chapter 5.1, "Worksheet settings". (□62)

1. Select **File**→**New** to create a new project.
2. Select **Edit**→**Project Settings** to open the *Settings* dialog box.
3. Go to the *Settings* dialog box, select the **Range** tab and define the value ranges for the master and slave axis as well as the units for the axes.  
The limit values should be set slightly higher to ensure that the objects are not directly set at the edge of the working area.
4. Go to the *Settings* dialog box, select the **Machine** tab and define the type of master axis and its speed in the operating point. Both settings are needed to calculate speed and acceleration for the slave axis.
5. If the target system requires special connections, go to the *Settings* dialog box, click the **Connections** tab and select the connection type required. In all other cases, the automatic selection of connection type should not be changed.
6. Close the *Settings* dialog box with **OK**.



## Cam Designer Professional

### 7.2 Entry of technological requirements

See chapter 5.2, "Object Input Mode". (□64)

1. If Cam Designer is not in *Object Input Mode* (level 1), select **View→Object Input Mode** to change to this mode.
2. Create the graphical elements required under menu **Draw**.



#### Tip!

Please observe the following when specifying the boundary conditions:

- Do not specify more conditions than necessary.
- The length of stop positions should be limited to its minimum.
- The higher the degree of freedom for Cam Designer in automatic generation, the smoother the resulting profiles. If necessary, line segments will be added to the polynomials.
- We recommend to start the automatic generation of connections with the minimum number of conditions and add more conditions later, if necessary.

### 7.3 Join segments

See chapter 5.3, "Curve Mode". (□65)

1. Select **View→Curve Mode** to change to *Curve Mode*.
2. Select **Edit→Start Calculation...** to automatically connect the graphical elements created in *Object Input Mode*.






#### Tip!

- Go to the *Settings* dialog box, select **Edit→Project Settings...** and click the **Connections** tab to select the connection type.
- The value range for velocity and acceleration can be shown as normalised or physical values. (**Edit→Project Settings...**, **Machine** tab)



## 7.4 Adaptation of the acceleration (points)

See chapter 5.3, "Curve Mode", section "Turning points". (□65)

1. Select **Edit→Point Acceleration** if you want to correct the acceleration manually. The following mouse pointer symbol appears .
2. Click the point object the acceleration of which you want to change.
3. Go to the *Acceleration* dialog box and use the arrow keys  to select the desired acceleration.
4. Click  to close the *Acceleration* dialog.



### Tip!

If you have manually selected the acceleration of a point object in the *Acceleration* dialog box, go to *Object Input Mode* and uncheck **Selfadjusting Acceleration (Edit→Object Properties)**. This ensures that the selected value will not be overwritten by mistake.

## 7.5 Generation of table interpolation

See chapter 5.4, "Interpolation Mode". (□68)

1. Select **View→Interpolation Mode** to change to *Interpolation Mode*.
2. Select **Edit→Start Calculation...** to open the *Optimized Linear Interpolation* dialog.
3. Go to the **Number of Points** field and select the number of value pairs between 10 and 1024.



### Tip!

Proceed as follows to optimise the distribution of points:

When starting a new project, **Absolute Data Model** must be chosen as feature for the slave axis.

- Go to the **Optimization Steps** field and select the required number of optimisation steps between 1000 and 10000.
- Click **Optimize** to automatically calculate the optimal distribution of points with the help of a neuron network (artificial intelligence).

4. Select **OK** to generate the value pairs and close the dialog box.



## Cam Designer Professional

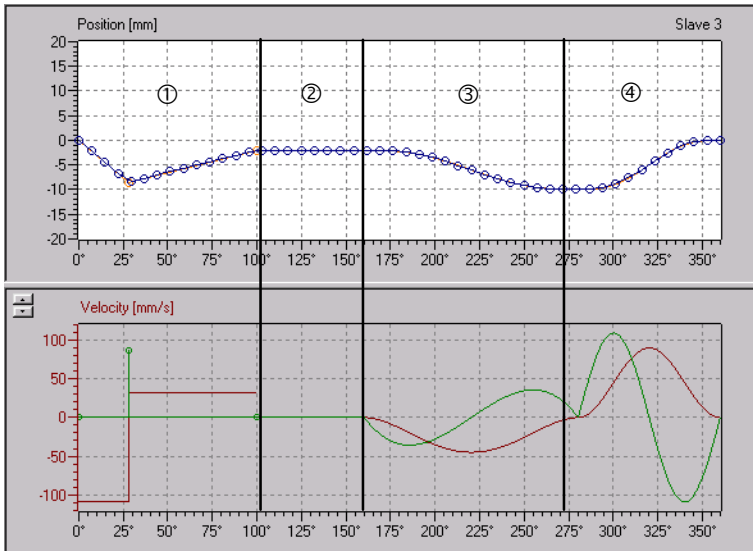
### 7.6 Creation of cam profiles

Create a simple cam profile and transfer it to the drive controller.

For a better representation and obtaining a zero axis, go to the *Settings* dialog for the slave axis and select a negative value in the **Minimum** field (e. g. -20,000) and a positive value in the **Maximum** field (20,000).

- Create a cam profile using all tools available. In this example, you can only use the polynomial with the highest exponent. Please ensure that the profile objects do not overlap each other and that the cam profile is closed from 0 to 360°.
- Go to Interpolation Mode.
- Compile your cam profile.

The worksheet and the time derivations might be as follows:



①	Table	Creates a line with a point. If you select the object, you can use the menu commands <b>Edit</b> → <b>Object Properties...</b> to edit the object.
②	Line	In this section you can find a straight line.
③	5th degree polynomial ( $x^5$ )	In this section you can find a mathematical $f(x)=ax^5+bx^4+cx^3+dx^2+ex+f$
④	Offset sine curve	This section shows an offset sine curve



## 7.7 Cam controller

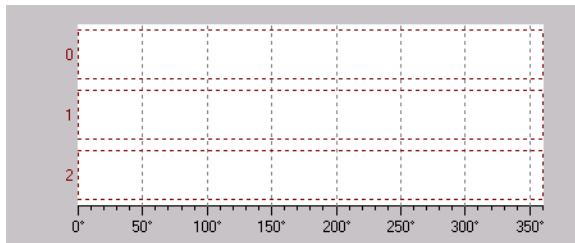


### Note!

Only available for Software Package - Cam

The settings will only apply to the selected product. For the other products, the settings have to be repeated.

Select **View→Edit Cams** from the Cam Designer menu to activate the corresponding mode in the bottom window of Cam Designer Professional.





## Cam Designer Professional

### 7.7.1 Definition of cam type and cam reference



#### Tip!

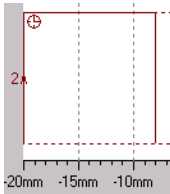
The cam controller can either refer to the X axis or to the Y axis.

The cam controller functions are available in the context-menu of the right mouse button.

- Define the cam reference for the current data set under **Cam for Slave Axis**. Subsequent changes are not possible. The selected cam data will be deleted and must be entered again.
- The cam types for the individual tracks can be defined by means of the context-menu commands. If you right-click in the track, you can directly change the cam type.

Position-Cam Positive  
 Position-Cam Negative  
 ● Position-Cam Both  
 Time-Cam Positive  
 Time-Cam Negative

- Click **Add new Cam** to add a new cam to the selected track. You can add up to four cams to every track.

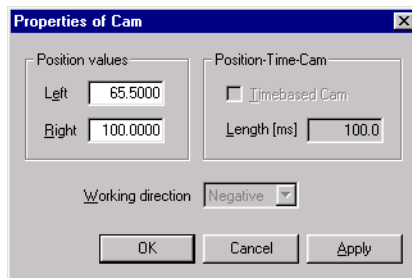




## 7.7.2 Cam types

	<p><b>Position cam in positive effective direction</b> Switch on and switch off point are preselected by means of positions. The cam switches if the direction of the axis is positive (positive speed).</p>
	<p><b>Position cam in negative effective direction</b> Switch on and switch off point are preselected by means of positions. The cam switches if the direction of the axis is negative (negative speed).</p>
	<p><b>Position cam with bipolar effective direction</b> Switch on and switch off point are preselected by means of positions. The cam switches in positive and negative direction of the axis.</p>
	<p><b>Time-based cam in positive effective direction</b> The cam switches on at the switch-on point if the direction of the axis is positive (positive speed). After the selected time, the cam switches off again.</p>
	<p><b>Time-based cam in negative effective direction</b> The cam switches on at the switch-on point if the direction of the axis is negative (negative speed). After the selected time, the cam switches off again.</p>

Select **Properties of Cam** to edit the cam subsequently. In this dialog, time and length indications can be precisely selected.



Dialog object	Description
Input field <b>Left</b>	Start value of cam
Input field <b>Right</b>	Stop value of cam
Selection field <b>Working direction</b>	Positive or negative work
Input field <b>Length [ms]</b>	Active cam (only in case of time-based cam)



## Cam Designer Professional

### 7.7.3 Close Cam Designer

When closing Cam Designer, a dialog box appears which indicates the status of the export data.

CAM	Status of the profile
Table	Status of the table of points
Export	Status of the GDC export

Click **Close** to close Cam Designer Professional.

## 7.8 Export of cam profile data

### Target system - 9300 EK servo cam profiler with GDC

1. Select **File→GDC Export...** in Cam Designer Professional to open the *GDC Export...* dialog box.
2. Select the **Comma** radio button in the **Decimal Point** group box.
3. Select the **Position** radio button in the **Type of Data** group box.
4. Check **Save to File**.
5. Select **OK** to save the value pairs in a file. This opens the *Save as* dialog in which you can specify the file name and the directory for the file.

### Target system - Servo PLC/ECS

The data must be compiled before they are exported.

- Go to the interpolation modus.
- Choose the corresponding slave axis in the Cam Designer Professional via double click and then press the button **LCx** in the menu.

If this function is executed for the first time, a dialog appears which is confirmed with **OK**. The system will now create a file with the name of the slave axis and the ending \*.Ic9.

Compiling must be repeated for new cam profiles, cam controllers and any changes made.

After compiling, the data will be transferred to the \*.Ic9-file.

Double click **Resources→CamSupport** in the Drive PLC Developer Studio (DDS). Click **Add Cam Data to Project**. A dialog appears in which you can select the \*.Ic9-file.



### Tip!

Do not forget to save your Cam Designer Professional project on hard disk or diskette, in case you want to make subsequent changes:

- Select **File→Save as...** to save your Cam Designer Professional project under a new name.

### Repeat the above-described steps to create further cam profiles by means of Cam Designer.

After creating all cam profiles required and exporting them for GDC, you can end Cam Designer Professional with **File→Exit**.



## 8 Import of profile data into GDC



### Stop!

Select the basic cam settings first  
(**Parameter menu**→**Short Commissioning**).

You can find information about this in the operating instructions for the drive controller in chapter "Commissioning".

1. Select **Basic Data** in the Parameter Menu to open the *Basic Cam Data* dialog.
- In the *Basic Cam Data* dialog box:
2. Use the **Max. No. of Curves** field to enter the number of profiles.
  3. Use the **Data Structure** list field to select the data model (relative/absolute).
  4. Click **Curve Editor** to open the *Curve Editor* dialog.

In the *Curve Editor* dialog:

5. Select from the group box **Edit Cam...**
  - the **Import** option if you want to import the whole cam profile.
  - the **Mathematical** option if you want to import one or more profile segments.



### Tip!

The **Mathematical** option in the **Edit Cam...** group box allows you to divide the cam profile into five sections. For each of these sections you can select the type (polynomial, sinusoidal, resting phase, synchronous phase, import data) and define the start and end point.

If you want to import a profile section select **Import Data**.

6. For the entire cam (**Import** option) or the selected profile section (**Mathematical** option) click **Search** to select the file containing the value pairs which you have previously saved with **File**→**GDC Export...** in Cam Designer.
7. Click **Check Profile** to check the profile data for plausibility.
8. Click
  - **Transfer Data** to transfer the profile data to the drive controller.
  - **Save Cam Data** to save the cam data in a file for further processing with a PLC or industrial PC.



## Cam Designer Professional

### 9 Cam Designer Online Download



For downloading Cam Designer Professional, click the following icon in the menu bar to bring Cam Designer *online*. This process may take some seconds.

In the *Select Drive Controller* dialog, you can select the drive controller to which data are to be downloaded with a double click.



Click the following icon to download a cam profile or cam. The data for the current slave axis are written into the \*.lc9-file.

For the commissioning of production machinery, the \*.lc9-file can be attached to the PLC program.

After the download has been started, a progress dialog appears. The download time depends on the following factors:

- Bus load (cross communication).
- Amount of data changed.

