

Rexroth IndraWorks 10VRS CamBuilder

R911327715
Ausgabe 03

Funktionsbeschreibung



Titel Rexroth IndraWorks
10VRS
CamBuilder

Art der Dokumentation Funktionsbeschreibung

Dokumentations-Type DOK-IWORKS-CAMBUIL*V10-FK03-DE-P

Interner Ablagevermerk RS-5935b78ad8fe76ed0a6846a001935f3d-3-de-DE-6

Zweck der Dokumentation Diese Dokumentation dient zur Beschreibung der Grundlagen und der Bedienung des CamBuilder, des Werkzeugs zur Kurvenscheibebearbeitung.

Änderungsverlauf

Ausgabe	Stand	Bemerkung
120-2700-B325-01/DE	02.2009	Erstausgabe für 10VRS
120-2700-B325-02/DE	07.2009	Änderungen eingepflegt
120-2700-B325-03/DE	05.2010	Fehlerberichtigung

Schutzvermerk © Bosch Rexroth AG 2010

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts wird nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zum Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmustereintragung vorbehalten (DIN 34-1).

Verbindlichkeit Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung und sind nicht als zugesicherte Eigenschaften im Rechtssinne zu verstehen. Änderungen im Inhalt der Dokumentation und Liefermöglichkeiten der Produkte sind vorbehalten.

Herausgeber Bosch Rexroth AG

Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2 ■ D-97816 Lohr a. Main

Telefon +49 (0)93 52/ 40-0 ■ Fax +49 (0)93 52/ 40-48 85

<http://www.boschrexroth.com/>

Systementwicklung Automation Motion Logic Control, OLST (EgWi)

Hinweis Diese Dokumentation ist auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung.....	5
1.1 Allgemeines.....	5
1.2 Kurvenscheiben und Synchronisationsbetriebsarten.....	5
1.3 CamBuilder - Merkmale.....	5
1.4 Begriffsdefinition.....	6
2 Wichtige Gebrauchshinweise	7
2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	7
2.1.1 Einführung.....	7
2.1.2 Einsatz- und Anwendungsbereiche.....	7
2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	8
3 Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen.....	9
3.1 Begriffsdefinitionen.....	9
3.2 Grundsätzliche Hinweise.....	10
3.2.1 Benutzung und Weitergabe der Sicherheitshinweise.....	10
3.2.2 Voraussetzungen für den sicheren Gebrauch.....	10
3.2.3 Gefahren durch falschen Gebrauch.....	12
3.3 Gefahrenbezogene Hinweise.....	12
3.3.1 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile und von Gehäusen.....	12
3.3.2 Schutzkleinspannung als Schutz gegen elektrischen Schlag	13
3.3.3 Schutz vor gefährlichen Bewegungen.....	14
3.3.4 Schutz vor magnetischen und elektromagnetischen Feldern bei Betrieb und Montage.....	15
3.3.5 Schutz gegen Berühren heißer Teile.....	16
3.3.6 Schutz bei Handhabung und Montage.....	16
3.3.7 Schutz beim Umgang mit Batterien.....	17
3.3.8 Schutz vor unter Druck stehenden Leitungen.....	17
3.4 Erläuterung der Signalwörter und der Signalgrafik.....	18
4 Erste Schritte - CamBuilder.....	19
4.1 Vorbereitung.....	19
4.2 Kurvenscheibe erstellen und herunterladen.....	21
4.3 Kurvenscheibe analysieren.....	27
5 Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen.....	31
5.1 Kurvenscheiben neu erstellen.....	31
5.2 Vorschauobjekte neu erstellen.....	32
6 Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren.....	33
6.1 Graph Editor.....	33
6.1.1 Allgemein.....	33
6.1.2 Aufbau.....	33

Inhaltsverzeichnis

	Seite
6.1.3 Kurvenscheibe graphisch bearbeiten.....	33
6.1.4 Ansicht ändern.....	34
6.1.5 Einstellungen Graph Manager.....	35
6.2 Bewegungsschritt Editor.....	36
6.2.1 Übersicht.....	36
6.2.2 Attribute des übergeordneten Bereichs.....	37
6.2.3 Attribute des tabellarischen Bereichs.....	38
6.2.4 Attribute des formularbasierten Bereichs.....	39
6.2.5 Bewegungsschritt berechnen.....	43
6.2.6 Bearbeitung rückgängig machen / wiederherstellen.....	43
6.2.7 Folgeachspannung absolut editieren (Y-Werte).....	43
6.2.8 Folgeachspannung relativ editieren (Y-Werte).....	44
6.2.9 Leitachsabschnitt absolut editieren (X-Werte).....	45
6.2.10 Leitachsabschnitt relativ editieren (X-Werte).....	46
6.2.11 Kurventabelle des Bewegungsschritts bearbeiten.....	47
6.2.12 Neuen Schritt nach fokussiertem Schritt hinzufügen.....	47
6.2.13 Neuen Schritt vor fokussiertem Schritt hinzufügen.....	49
6.2.14 Fokussierten Bewegungsschritt löschen.....	50
6.3 Ereignis Editor.....	52
6.3.1 Übersicht.....	52
6.3.2 Attribute.....	52
6.3.3 Funktionalität.....	54
6.4 Applikationsspezifischer Wizard.....	54
6.4.1 Allgemeines.....	54
6.4.2 Querschneider Wizard.....	54
6.4.3 Vorschub Wizard.....	54
6.4.4 Drucklängenkorrektur Wizard.....	55
6.4.5 Fliegende Säge Wizard.....	55
6.5 Kurventabelle.....	55
6.6 Extremwerte.....	56
6.7 Kurvenscheibenvorschau.....	56
7 Verwalten von Kurvenscheiben und Vorschauobjekten im IndraWorks Projekt.....	59
8 Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten.....	61
8.1 Kurvenscheiben auf Geräte herunterladen.....	61
8.1.1 Allgemeines.....	61
8.1.2 Kurvenscheiben auf Kurventabellen-Parameter herunterladen.....	61
8.1.3 Kurvenscheiben auf MotionProfile-Parameter herunterladen.....	62
8.1.4 Kurvenscheiben auf FlexProfile-Parameter herunterladen.....	62
8.1.5 Kurvenscheiben auf CF-Speicherkarte herunterladen.....	62
8.2 Kurvenscheiben von Geräten hochladen.....	62
8.3 SPS Funktionsbaustein generieren.....	63

Inhaltsverzeichnis

	Seite
9 Import und Export von Kurvenscheiben.....	65
9.1 Allgemeines.....	65
9.2 Kurvenscheiben exportieren.....	65
9.3 Kurvenscheiben importieren.....	66
10 CamBuilder-Optionen und Kurvenscheiben-Eigenschaften.....	67
10.1 CamBuilder-Optionen.....	67
10.2 Kurvenscheiben-Eigenschaften.....	68
11 Drucken von Kurvenscheiben.....	69
12 Bewegungsgesetze.....	71
12.1 Allgemeines.....	71
12.2 Analytische Funktionen.....	71
12.2.1 Allgemeines.....	71
12.2.2 Rast in Rast.....	72
12.2.3 Rast in Geschwindigkeit.....	81
12.2.4 Geschwindigkeit in Rast.....	82
12.2.5 Geschwindigkeit in Geschwindigkeit.....	83
12.2.6 Allgemeine Bewegung.....	85
12.2.7 Erweiterte Bewegungsgesetze.....	89
Resultierender Hub.....	89
Erweitert, Resultierender Leitachsabschnitt.....	92
Sonstige.....	94
12.3 Kurventabellen.....	97
13 Service und Support.....	99
Index.....	101

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Der CamBuilder ist ein in den IndraWorks Engineering Desktop integriertes Werkzeug zum einfachen und komfortablen Erstellen von elektronischen Kurvenscheiben. Der CamBuilder unterstützt das direkte Herunterladen von Kurvenscheiben in die Bosch Rexroth Antriebsregler, dadurch ist dieses Tool auf deren Anforderungen und Besonderheiten spezialisiert bzw. dafür prädestiniert.

1.2 Kurvenscheiben und Synchronisationsbetriebsarten

Elektronische Kurvenscheiben steuern Bewegungsabläufe von Folgeachsen im Bezug auf Leitachsen.

Die Antriebsregler von Bosch Rexroth besitzen verschiedene Synchronisationsbetriebsarten um Kurvenscheiben auszuführen.

Kurventabelle Die Folgeachsposition wird zur Laufzeit aus dem Hub und den Prozentwerten der Tabelle berechnet.

MotionProfile Die Folgeachsposition wird zur Laufzeit mit analytischen Funktionen oder Kurventabellen berechnet.

FlexProfile Das FlexProfile entspricht einer Erweiterung des MotionProfils (es ist optional die Zeit als Bezugsgröße für die Folgeachse möglich und besitzt eine größere Auswahl an Bewegungsgesetzen sowie eine Ereignissteuerung).

Der CamBuilder versteht sich als übergeordnetes Werkzeug und macht während des Erstellens und des Bearbeitens keine Differenzierung der verschiedenen Betriebsarten. Erst wenn der Anwender sich entscheidet, eine Kurvenscheibe auf ein Gerät zu laden, muss er sich auf die entsprechende Betriebsart festlegen.

1.3 CamBuilder - Merkmale

Die wesentlichen Merkmale des CamBuilders sind:

- Einfaches Erstellen von Kurvenscheiben mit Hilfe grafischer Objekte
- Komfortables Bearbeiten von bestehenden Kurvenscheiben
- Mehrere Kurvenscheiben parallel in einer Vorschau öffnen und bei verschiedenen Leitachsgeschwindigkeiten analysieren
- Verwendung von Bewegungsgesetzen nach VDI 2143
- Hoch- und Herunterladen von Kurvenscheiben in Bosch Rexroth Antriebe und Steuerungen
- Generierung von SPS-Code, um die Kurvenscheibe im SPS-Programm zur Laufzeit zu ändern.
- Automatische Anzeige von Position, Beschleunigung, Geschwindigkeit und Ruck
- Unterstützung für häufig vorkommende Anforderungen (applikationsspezifische Kurvenscheiben wie z.B. Querschneider) durch Wizards
- Import von Kurventabellen als Bewegungsgesetz
- Automatisches Erkennen und Berechnen von Randbedingungen der einzelnen Bewegungsschritte der Kurvenscheibe
- Zoomfunktionalität

Einleitung

- Import / Export-Funktionalität in verschiedene Formate (*.XML, *.PAR, *.CSV).

1.4 Begriffsdefinition

Kurvenscheibe

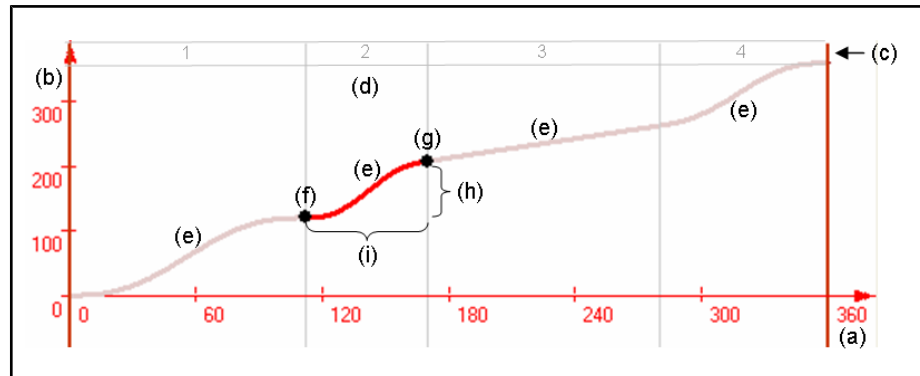


Abb. 1-1: Darstellung eines Kurvenscheiben-Graphs zur Begriffsdefinition

(a) Leitachse (X-Achse)

(b) Folgeachse (Y-Achse)

(c) Bewegungsschritte (1 – n)

(d) Fokussierter Bewegungsschritt

(e) Bewegungsgesetz (Analytische Funktion oder Kurventabelle)

(f) Startpunkt des fokussierten Bewegungsschrittes (X_n, Y_n)(g) Endpunkt des fokussierten Bewegungsschrittes (X_{n+1}, Y_{n+1})(h) Hub des fokussierten Bewegungsschrittes (ΔY)(i) Abschnitt des fokussierten Bewegungsschrittes, dies kann entweder die Zeitdauer (ΔT) oder der Leitachsabschnitt (ΔX) sein.

Eine Kurvenscheibe definiert die Position einer Folgeachse in Bezug auf eine Leitachse oder in Bezug auf die Zeit. Eine Kurvenscheibe besteht aus einem oder mehreren Bewegungsschritten. Ein Bewegungsschritt besitzt jeweils ein Bewegungsgesetz welches die Verbindung zwischen Leitachse oder Zeit und Folgeachse festlegt. Die einzelnen Bewegungen der Schritte ergeben zusammen eine Kurvenscheibe.

Im CamBuilder wird bei einer Kurvenscheibe immer der fokussierte Bewegungsschritt bearbeitet. Dies kann entweder über die graphische Darstellung oder über numerische Eingaben erfolgen. Dabei können sich je nach Bearbeitungsmodus und Art der Änderung auch die vorangehenden bzw. die nachfolgenden Bewegungsschritte verändern.

Ab dem zweiten Bewegungsschritt beginnen alle Bewegungsschritte mit dem Endpunkt des vorangegangenen Schrittes.

2 Wichtige Gebrauchshinweise

2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

2.1.1 Einführung

Alle Bosch Rexroth Steuerungen und Antriebe werden nach dem aktuellen Stand der Technik entwickelt und getestet.

Da es jedoch unmöglich ist, die kontinuierliche Weiterentwicklung sämtlicher Stoffe zu verfolgen, mit denen unsere Steuerungen und Antriebe in Berührung kommen können (z.B. Schmiermittel an Werkzeugmaschinen), lassen sich Reaktionen mit den von uns eingesetzten Werkstoffen nicht in jedem Fall ausschließen.

Aus diesem Grund ist von Ihnen vor dem Einsatz eine Verträglichkeitsprüfung zwischen neuen Schmierstoffen, Reinigungsmitteln, etc. und unserem Gehäuse/unseren Gerätematerialien durchzuführen.

Die Produkte dürfen nur bestimmungsgemäß eingesetzt werden. Wenn sie nicht bestimmungsgemäß eingesetzt werden, dann können Situationen entstehen, die Sach- und Personenbeschädigung nach sich ziehen.



Für Schäden bei nicht-bestimmungsgemäßigem Gebrauch der Produkte leistet Bosch Rexroth als Hersteller keinerlei Gewährleistung, Haftung oder Schadensersatz; die Risiken bei nicht-bestimmungsgemäßigem Gebrauch der Produkte liegen allein beim Anwender.

Bevor Sie die Produkte von Bosch Rexroth einsetzen, müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein, um einen bestimmungsgemäßen Gebrauch der Produkte zu gewährleisten:

- Jeder, der in irgendeiner Weise mit einem unserer Produkte umgeht, muss die entsprechenden Sicherheitsvorschriften und den bestimmungsgemäßen Gebrauch lesen und verstehen.
- Sofern es sich bei den Produkten um Hardware handelt, müssen sie in ihrem Originalzustand belassen werden; d. h. es dürfen keine baulichen Veränderungen an ihnen vorgenommen werden. Softwareprodukte dürfen nicht dekompiert werden und ihre Quellcodes dürfen nicht verändert werden.
- Beschädigte oder fehlerhafte Produkte dürfen nicht eingebaut oder in Betrieb genommen werden.
- Es muss gewährleistet sein, dass die Produkte entsprechend den in der Dokumentation genannten Vorschriften installiert sind.

2.1.2 Einsatz- und Anwendungsbereiche

Antriebsregelgeräte von Bosch Rexroth sind dazu bestimmt, elektrische Motoren zu regeln und deren Betrieb zu überwachen.

Zur Regelung und Überwachung des Motors kann es notwendig sein, dass zusätzliche Sensoren und Aktoren angeschlossen werden müssen.



Die Antriebsregelgeräte dürfen nur mit den in dieser Dokumentation angegebenen Zubehör- und Anbauteilen benutzt werden. Nicht ausdrücklich genannte Komponenten dürfen weder angebaut noch angeschlossen werden. Gleiches gilt für Kabel und Leitungen.

Wichtige Gebrauchshinweise



Der Betrieb darf nur in den ausdrücklich angegebenen Konfigurationen und Kombinationen der Komponenten und mit der in der jeweiligen Funktionsbeschreibung angegebenen und spezifizierten Soft- und Firmware erfolgen.

Jedes Antriebsregelgerät muss vor der Inbetriebnahme programmiert werden, damit der Motor die für die Anwendung spezifischen Funktionen ausführt.

Die Antriebsregelgeräte sind für den Einsatz in ein- und mehrachsigen Antriebs- und Steuerungsaufgaben entwickelt worden.

Für den applikationsspezifischen Einsatz der Antriebsregelgeräte stehen Gerätetypen mit unterschiedlicher Antriebsleistung und unterschiedlichen Schnittstellen zur Verfügung.

Das Antriebsregelgerät darf nur unter den in dieser Dokumentation angegebenen Montage- und Installationsbedingungen, in der angegebenen Gebrauchslage und unter den angegebenen Umweltbedingungen (Temperatur, Schutzart, Feuchte, EMV u. a.) betrieben werden.

2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Verwendung der Antriebsregelgeräte außerhalb der vorgenannten Anwendungsgebiete oder unter anderen als den in der Dokumentation beschriebenen Betriebsbedingungen und angegebenen technischen Daten gilt als "nicht bestimmungsgemäß".

Antriebsregelgeräte dürfen nicht eingesetzt werden wenn sie...

- Betriebsbedingungen ausgesetzt werden, die die vorgeschriebenen Umgebungsbedingungen nicht erfüllen. Untersagt sind z. B. der Betrieb unter Wasser, unter extremen Temperaturschwankungen oder extremen Maximaltemperaturen.
- Außerdem dürfen die Antriebsregelgeräte nicht bei Anwendungen eingesetzt werden, die von Bosch Rexroth nicht ausdrücklich freigegeben sind. Beachten Sie hierzu bitte unbedingt die Aussagen in den allgemeinen Sicherheitshinweisen!

3 Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

3.1 Begriffsdefinitionen

Anlage	Eine Anlage besteht aus mehreren zu einem bestimmten Zweck und an einem bestimmten Ort miteinander verbundenen Geräten oder Systemen, die jedoch nicht als eine einzige Funktionseinheit in Verkehr gebracht werden sollen.
Elektrisches Antriebssystem	Ein elektrisches Antriebssystem umfasst alle Bestandteile von der Netzeinspeisung bis zur Motorwelle; dazu zählen z. B. Elektromotor(en), Motorgeber, Versorgungs- und Antriebsregelgeräte, sowie Hilfs- und Zusatzkomponenten, wie Netzfilter, Netzdrossel und dazugehörige Leitungen und Kabel.
Anwender	Ein Anwender ist eine Person, die ein in Verkehr gebrachtes Produkt installiert, in Betrieb nimmt oder verwendet.
Anwendungsdokumentation	Eine Anwendungsdokumentation umfasst die gesamte Dokumentation, die dazu dient, den Anwender des Produkts über den Gebrauch und sicherheitsrelevante Inhalte für Projektierung, Einbau, Installation, Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung, Reparatur, Außerbetriebnahme des Produkts zu informieren. Folgende Begriffe sind dafür ebenfalls üblich: Bedienungsanleitung, Betriebsanleitung, Inbetriebnahmeanleitung, Gebrauchsanleitung, Projektierungsanleitung, Anwendungsbeschreibung usw.
Elektrisches Betriebsmittel	Ein elektrisches Betriebsmittel ist ein Gegenstand, der zum Erzeugen, Umwandeln, Fortleiten, Verteilen oder Anwenden von elektrischer Energie benutzt wird, wie z. B. Elektromotoren, Transformatoren, Schaltgeräte, Kabel, Leitungen, Stromverbrauchsgeräte, bestückte Leiterplatten, Einschübe, Schaltschränke usw.
Gerät	Ein Gerät ist ein Endprodukt mit einer ihm eigenen Funktion, das für Anwender bestimmt ist und als eine einzelne Handelsware in Verkehr gebracht wird.
Hersteller	Unter Hersteller ist eine natürliche oder juristische Person zu verstehen, welche die Verantwortung für die Auslegung und die Herstellung eines Produktes trägt, das in seinem Namen in den Verkehr gebracht wird. Der Hersteller kann Fertigerzeugnisse, Fertigteile oder Fertigelemente verwenden oder Arbeiten an Subunternehmer vergeben. Er muss jedoch immer die Oberaufsicht behalten und die notwendigen Befugnisse besitzen, um die Verantwortung für das Produkt übernehmen zu können.
Komponente	Eine Komponente ist eine Kombination von Bauelementen mit vorgegebener Funktion, die Teil eines Betriebsmittels, Gerätes oder Systems sind. Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems sind z. B. Versorgungsgeräte, Antriebsregelgeräte, Netzdrossel, Netzfilter, Motoren, Kabel, usw.
Maschine	Unter Maschine ist die Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen oder Baugruppen zu verstehen, von denen mindestens eine(s) beweglich ist. Eine Maschine besteht somit aus entsprechenden Maschinenantriebselementen sowie Steuer- und Energiekreisen, die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind. Eine Maschine ist z. B. für die Verarbeitung, Behandlung, Fortbewegung oder Verpackung eines Materials bestimmt. Der Ausdruck "Maschine" deckt auch eine Zusammenstellung von Maschinen ab, die so angeordnet und gesteuert werden, dass sie als einheitliches Ganzes funktionieren.
Produkt	Beispiele für ein Produkt: Gerät, Komponente, Bauteil, System, Software, Firmware u. a.

Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

Projektierungsanleitung	Eine Projektierungsanleitung ist Teil der Anwendungsdokumentation zur Hilfestellung bei der Auslegung und Planung von Systemen, Maschinen oder Anlagen.
Qualifiziertes Personal	Im Sinne dieser Anwendungsdokumentation umfasst das qualifizierte Personal diejenigen Personen, die mit der Installation, Montage, Inbetriebnahme und Betrieb der Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems sowie den damit verbundenen Gefahren vertraut sind und über die ihre Tätigkeit entsprechende Qualifikationen verfügen. Zu derartigen Qualifikationen gehören u. a.: 1) Eine Ausbildung oder Unterweisung bzw. Berechtigung, um Stromkreise und Geräte sicher ein- und auszuschalten, zu erden und zu kennzeichnen. 2) Eine Ausbildung oder Unterweisung für die Pflege und den Gebrauch angemessener Sicherheitsausrüstung 3) Eine Schulung in Erster Hilfe
Steuerungssystem	Ein Steuerungssystem umfasst mehrere miteinander verbundene Steuerungskomponenten, die als eine einzige Funktionseinheit in Verkehr gebracht werden.

3.2 Grundsätzliche Hinweise

3.2.1 Benutzung und Weitergabe der Sicherheitshinweise

Installieren und betreiben Sie keine Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems, bevor Sie alle mitgelieferten Unterlagen sorgfältig durchgelesen haben. Diese Sicherheitshinweise und alle anderen Benutzerhinweise sind vor jeder Arbeit mit diesen Komponenten durchzulesen. Sollten Ihnen keine Benutzerhinweise für die Komponenten zur Verfügung stehen, wenden Sie sich an Ihren zuständigen Vertriebspartner von Bosch Rexroth. Verlangen Sie die unverzügliche Übersendung dieser Unterlagen an den oder die Verantwortlichen für den sicheren Betrieb der Komponenten.

Bei Verkauf, Verleih und/oder anderweitiger Weitergabe der Komponente sind diese Sicherheitshinweise ebenfalls in der Landessprache des Anwenders mitzugeben.

Unsachgemäßer Umgang mit diesen Komponenten und Nichtbeachten der hier angegebenen Sicherheitshinweise sowie unsachgemäße Eingriffe in die Sicherheitseinrichtung können zu Sachschäden, Körperverletzung, elektrischem Schlag oder im Extremfall zum Tod führen.

3.2.2 Voraussetzungen für den sicheren Gebrauch

Lesen Sie vor der ersten Inbetriebnahme der Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems folgende Hinweise, damit Sie Körperverletzungen und/oder Sachschäden vermeiden können. Sie müssen diese Sicherheitshinweise einhalten.

- Bei Schäden infolge von Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise übernimmt Bosch Rexroth keine Haftung.
- Vor der Inbetriebnahme sind die Betriebs-, Wartungs- und Sicherheitshinweise durchzulesen. Wenn die Anwendungsdokumentation in der vorliegenden Sprache nicht einwandfrei verstanden wird, bitte beim Lieferanten anfragen und diesen informieren.
- Der einwandfreie und sichere Betrieb der Komponente setzt sachgemäßen und fachgerechten Transport, Lagerung, Montage und Installation sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

- Nur qualifiziertes Personal darf an Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems oder in dessen Nähe arbeiten.
- Nur von Bosch Rexroth zugelassene Zubehör- und Ersatzteile verwenden.
- Sicherheitsvorschriften und -bestimmungen des Landes beachten, in welchem die Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems betrieben werden.
- Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems nur bestimmungsgemäß verwenden. Siehe dazu Kapitel "Bestimmungsgemäßer Gebrauch".
- Die in der vorliegenden Anwendungsdokumentation angegebenen Umgebungs- und Einsatzbedingungen müssen eingehalten werden.
- Anwendungen zur funktionalen Sicherheit sind nur zugelassen, wenn sie ausdrücklich und eindeutig in der Anwendungsdokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik" angegeben sind. Ist dies nicht der Fall, sind sie ausgeschlossen. Funktionale Sicherheit beinhaltet Teile der Gesamtsicherheit, bei der Maßnahmen zur Risikominderung zum Personenschutz von elektrischen, elektronischen oder programmierbaren Steuerungen abhängig sind.
- Die in der Anwendungsdokumentation gemachten Angaben zur Verwendung der gelieferten Komponenten stellen nur Anwendungsbeispiele und Vorschläge dar.

Der Maschinenhersteller und Anlagenerrichter muss für seine individuelle Anwendung die Eignung

- der gelieferten Komponenten und die in dieser Anwendungsdokumentation gemachten Angaben zu ihrer Verwendung selbst überprüfen,
- mit den für seine Anwendung geltenden Sicherheitsvorschriften und Normen abstimmen und die erforderlichen Maßnahmen, Änderungen, Ergänzungen durchführen.
- Die Inbetriebnahme der gelieferten Komponenten ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine oder Anlage, in der die Komponenten eingebaut sind, den länderspezifischen Bestimmungen, Sicherheitsvorschriften und Normen der Anwendung entspricht.
- Der Betrieb ist nur bei Einhaltung der nationalen EMV-Vorschriften für den vorliegenden Anwendungsfall erlaubt.
- Die Hinweise für eine EMV-gerechte Installation sind dem Abschnitt zur EMV in der zugehörigen Anwendungsdokumentation zu entnehmen.
Die Einhaltung der durch die nationalen Vorschriften geforderten Grenzwerte liegt in der Verantwortung des Herstellers der Anlage oder Maschine.
- Die technischen Daten, die Anschluss- und Installationsbedingungen der Komponenten sind den zugehörigen Anwendungsdokumentationen zu entnehmen und unbedingt einzuhalten.

Länderspezifische Vorschriften, die vom Anwender zu berücksichtigen sind

- Europäische Länder: entsprechend Euronormen EN
- Vereinigte Staaten von Amerika (USA):
 - Nationale Vorschriften für Elektrik (NEC)
 - Nationale Vereinigung der Hersteller von elektrischen Anlagen (NEMA) sowie regionale Bauvorschriften
 - Vorschriften der National Fire Protection Association (NFPA)

Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

- Kanada: Canadian Standards Association (CSA)
- Andere Länder:
 - International Organization for Standardization (ISO)
 - International Electrotechnical Commission (IEC)

3.2.3 Gefahren durch falschen Gebrauch

- Hohe elektrische Spannung und hoher Arbeitsstrom! Lebensgefahr oder schwere Körperverletzung durch elektrischen Schlag!
- Hohe elektrische Spannung durch falschen Anschluss! Lebensgefahr oder Körperverletzung durch elektrischen Schlag!
- Gefahrbringende Bewegungen! Lebensgefahr, schwere Körperverletzung oder Sachschaden durch unbeabsichtigte Bewegungen der Motoren!
- Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten und Hörgeräten in unmittelbarer Umgebung elektrischer Antriebssysteme!
- Verbrennungsgefahr durch heiße Gehäuseoberflächen!
- Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung! Körperverletzung durch Quetschen, Scheren, Schneiden, Stoßen!
- Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung von Batterien!
- Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung von unter Druck stehenden Leitungen!

3.3 Gefahrenbezogene Hinweise

3.3.1 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile und von Gehäusen



Dieser Abschnitt betrifft Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems mit Spannungen **über 50 Volt**.

Werden Teile mit Spannungen größer 50 Volt berührt, können diese für Personen gefährlich werden und zu elektrischem Schlag führen. Beim Betrieb von Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems stehen zwangsläufig bestimmte Teile dieser Komponenten unter gefährlicher Spannung.

Hohe elektrische Spannung! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag oder schwere Körperverletzung!

- Bedienung, Wartung und/oder Instandsetzung der Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems darf nur durch qualifiziertes Personal erfolgen.
- Beachten Sie die allgemeinen Errichtungs- und Sicherheitsvorschriften zu Arbeiten an Starkstromanlagen.
- Stellen Sie vor dem Einschalten den festen Anschluss des Schutzleiters an allen elektrischen Komponenten entsprechend dem Anschlussplan her.

Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

- Ein Betrieb, auch für kurzzeitige Mess- und Prüfzwecke, ist nur mit fest angeschlossenem Schutzleiter an den dafür vorgesehenen Punkten der Komponenten erlaubt.
- Trennen Sie elektrische Komponenten vom Netz oder von der Spannungsquelle, bevor Sie auf elektrische Teile mit Spannungen größer 50 V zugreifen. Sichern Sie die elektrische Komponente gegen Wiedereinschalten.
- Bei elektrischen Komponenten beachten:
Warten Sie nach dem Abschalten grundsätzlich **30 Minuten**, damit sich spannungsführende Kondensatoren entladen können, bevor Sie auf eine elektrische Komponente zugreifen. Messen Sie die elektrische Spannung von spannungsführenden Teilen vor Beginn der Arbeiten, um Gefährdungen durch Berührung auszuschließen.
- Bringen Sie vor dem Einschalten die dafür vorgesehenen Abdeckungen und Schutzvorrichtungen für den Berührschutz an.
- Berühren Sie elektrische Anschlussstellen der Komponenten im eingeschalteten Zustand nicht.
- Ziehen Sie Stecker nicht unter Spannung ab oder stecken Sie diese nicht unter Spannung auf.
- Elektrische Antriebssysteme können unter bestimmten Voraussetzungen an Netzen betrieben werden, die durch allstromsensitive FI-Schutzeinrichtungen (RCD/RCM) abgesichert sind.
- Für Einbaugeräte ist der Schutz gegen Eindringen von Fremdkörpern und Wasser sowie gegen direktes Berühren durch ein äußeres Gehäuse, z. B. Schaltschrank, sicherzustellen.

Hohe Gehäusespannung und hoher Ableitstrom! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag!

- Erden oder verbinden Sie vor dem Einschalten und der Inbetriebnahme die Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems mit dem Schutzleiter an den Erdungspunkten.
- Schließen Sie den Schutzleiter der Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems stets fest und dauerhaft an das Versorgungsnetz an. Der Ableitstrom ist größer als 3,5 mA.
- Stellen Sie eine Schutzleiterverbindung mit mindestens 10 mm² Kupfer-Querschnitt her oder verlegen Sie zusätzlich einen zweiten Schutzleiter gleichen Querschnitts wie der ursprüngliche Schutzleiter.

3.3.2 Schutzkleinspannung als Schutz gegen elektrischen Schlag

Schutzkleinspannung dient dazu, Geräte mit Basisisolierung an Kleinspannungskreise anschließen zu können.

An den Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems von Bosch Rexroth sind alle Anschlüsse und Klemmen, die Spannungen von 5 bis 50 Volt führen, in Schutzkleinspannung ("Protective Extra Low Voltage - PELV") ausgeführt. An diese Anschlüsse dürfen Geräte angeschlossen werden, die mit Basisisolierung ausgestattet sind, wie beispielsweise Programmiergeräte, PCs, Notebooks, Anzeigegeräte.

Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag! Hohe elektrische Spannung durch falschen Anschluss!

Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

Werden Kleinspannungskreise von Geräten, die auch Spannungen und Stromkreise über 50 Volt beinhalten (z. B. den Netzanschluss), an Produkten von Bosch Rexroth angeschlossen, dann müssen die angeschlossenen Kleinspannungskreise die Anforderungen für Schutzkleinspannung ("Protective Extra Low Voltage - PELV") erfüllen.

3.3.3 Schutz vor gefährlichen Bewegungen

Gefährliche Bewegungen können durch fehlerhafte Ansteuerung von angeschlossenen Motoren verursacht werden. Die Ursachen können verschiedenster Art sein:

- unsachgemäße oder fehlerhafte Verdrahtung oder Verkabelung
- Bedienungsfehler
- falsche Eingabe von Parametern vor der Inbetriebnahme
- Fehler in den Messwertgebern und Signalgebern
- defekte Komponenten
- Fehler in der Software oder in der Firmware

Diese Fehler können unmittelbar nach dem Einschalten oder nach einer unbestimmten Zeitdauer im Betrieb auftreten.

Die Überwachungen in den Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems schließen eine Fehlfunktion in den angeschlossenen Antrieben weitestgehend aus. Im Hinblick auf den Personenschutz, insbesondere auf die Gefahr von Körperverletzung und/oder Sachschaden, darf auf diesen Sachverhalt nicht allein vertraut werden. Bis zum Wirksamwerden der eingebauten Überwachungen ist auf jeden Fall mit einer fehlerhaften Antriebsbewegung zu rechnen, deren Maß von der Art der Steuerung und des Betriebszustandes abhängt.

Gefahrbringende Bewegungen! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr, schwere Körperverletzung oder Sachschaden!

Für die Anlage oder Maschine mit ihren spezifischen Gegebenheiten, in welche die Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems eingebaut werden, ist eine **Risikobeurteilung** zu erstellen.

Aus der Risikobeurteilung sind vom Anwender Überwachungen und anlagenseitig übergeordnete Maßnahmen für den Personenschutz vorzusehen. Die für die Anlage oder Maschine geltenden Sicherheitsbestimmungen sind hierbei mit einzubeziehen. Durch Ausschalten, Umgehen oder fehlendes Aktivieren von Sicherheitseinrichtungen können willkürliche Bewegungen der Maschine oder andere Fehlfunktionen auftreten.

Vermeidung von Unfällen, Körperverletzung und/oder Sachschaden:

- Halten Sie sich nicht im Bewegungsbereich der Maschine und Maschinenteilen auf. Verhindern Sie den unbeabsichtigten Zugang für Personen, z. B. durch
 - Schutzzaun
 - Schutzgitter
 - Schutzabdeckung
 - Lichtschranke
- Stellen Sie eine ausreichende Festigkeit der Schutzzäune und Schutzabdeckungen gegen die maximal mögliche Bewegungsenergie sicher.

Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

- Ordnen Sie NOT-HALT-Schalter leicht zugänglich und schnell erreichbar an. Prüfen Sie die Funktion der NOT-HALT-Einrichtung vor der Inbetriebnahme. Unterlassen Sie den Betrieb der Maschine bei Fehlfunktion des NOT-HALT-Schalters.
- Stellen Sie sicher, dass es nicht zu einem unbeabsichtigten Anlauf kommt. Schalten Sie den Leistungsanschluss der Antriebe über Ausschalter/-taster frei oder verwenden Sie eine sichere Anlaufsperre.
- Bringen Sie vor dem Zugriff oder Zutritt in den Gefahrenbereich die Antriebe sicher zum Stillstand.
- Sichern Sie zusätzlich vertikale Achsen gegen Herabfallen oder Absinken nach Abschalten des Motors, z. B. durch
 - mechanische Verriegelung der vertikalen Achse,
 - externe Brems-/ Fang-/ Klemmeinrichtung oder
 - ausreichenden Gewichtsausgleich der Achse.
- Die serienmäßig gelieferte **Motor-Haltebremse** oder eine externe, vom Antriebsregelgerät angesteuerte Haltebremse **alleine ist nicht für den Personenschutz geeignet!**
- Schalten Sie die Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems über den Hauptschalter spannungsfrei und sichern Sie diese gegen Wiedereinschalten bei:
 - Wartungsarbeiten und Instandsetzung
 - Reinigungsarbeiten
 - langen Betriebsunterbrechungen
- Vermeiden Sie den Betrieb von Hochfrequenz-, Fernsteuer- und Funkgeräten in der Nähe von Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems und deren Zuleitungen. Wenn ein Gebrauch dieser Geräte unvermeidlich ist, prüfen Sie bei Erstinbetriebnahme des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems die Maschine oder Anlage auf mögliche Fehlfunktionen bei Betrieb solcher Hochfrequenz-, Fernsteuer- oder Funkgeräte in deren möglichen Gebrauchslagen. Eventuell ist eine spezielle EMV-Prüfung notwendig.

3.3.4 Schutz vor magnetischen und elektromagnetischen Feldern bei Betrieb und Montage

Magnetische und elektromagnetische Felder, die in unmittelbarer Umgebung von stromführenden Leitern oder Permanentmagneten von Elektromotoren bestehen, können eine ernste Gefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten und Hörgeräten darstellen.

Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten und Hörgeräten in unmittelbarer Umgebung elektrischer Komponenten!

- Personen mit Herzschrittmachern und metallischen Implantaten ist der Zugang zu folgenden Bereichen untersagt:
 - Bereiche, in denen Komponenten der elektrischen Antriebs- und Steuerungssysteme montiert, in Betrieb genommen und betrieben werden
 - Bereiche, in denen Motorenteile mit Dauermagneten gelagert, repariert oder montiert werden
- Besteht die Notwendigkeit für Träger von Herzschrittmachern derartige Bereiche zu betreten, so ist das zuvor von einem Arzt zu entscheiden. Die

Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

Störfestigkeit von implantierten Herzschrittmachern ist sehr unterschiedlich, somit bestehen keine allgemein gültigen Regeln.

- Personen mit Metallimplantaten oder Metallsplintern sowie mit Hörgeräten haben vor dem Betreten derartiger Bereiche einen Arzt zu befragen.

3.3.5 Schutz gegen Berühren heißer Teile

Heiße Oberflächen von Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems. Verbrennungsgefahr!

- Vermeiden Sie das Berühren von heißen Oberflächen von z. B. Bremswiderständen, Kühlkörpern, Versorgungs- und Antriebsregelgeräten, Motoren, Wicklungen und Blechpaketen!
- Temperaturen der Oberflächen können während oder nach dem Betrieb je nach Betriebsbedingungen **über 60 °C** (140 °F) liegen.
- Lassen Sie die Motoren nach dem Abschalten ausreichend lange abkühlen, bevor Sie diese berühren. Abkühlzeiten **bis 140 Minuten** können erforderlich sein! Die erforderliche Abkühlzeit ist ungefähr fünfmal so groß wie die in den technischen Daten angegebene thermische Zeitkonstante.
- Lassen Sie Drosseln, Versorgungs- und Antriebsregelgeräte **15 Minuten** lang nach dem Abschalten abkühlen, bevor Sie diese berühren.
- Tragen Sie Schutzhandschuhe oder arbeiten Sie nicht an heißen Oberflächen.
- Für bestimmte Anwendungen sind nach den Sicherheitsvorschriften Maßnahmen zur Verhinderung von Verbrennungsverletzungen in der Endanwendung vom Hersteller der Maschine oder Anlage vorzunehmen. Diese Maßnahmen können beispielsweise sein: Warnhinweise an der Maschine oder Anlage, trennende Schutzeinrichtung (Abschirmung oder Absperung) oder Sicherheitshinweise in der Anwendungsdokumentation.

3.3.6 Schutz bei Handhabung und Montage

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung! Körperverletzung durch Quetschen, Scheren, Schneiden, Stoßen!

- Beachten Sie die einschlägigen Vorschriften zur Verhütung von Unfällen (z. B. Unfallverhütungsvorschriften).
- Verwenden Sie geeignete Montage- und Transporteinrichtungen.
- Beugen Sie Einklemmungen und Quetschungen durch geeignete Vorkehrungen vor.
- Benutzen Sie nur geeignetes Werkzeug, sofern vorgeschrieben, Spezialwerkzeug.
- Setzen Sie Hebeeinrichtungen und Werkzeuge fachgerecht ein.
- Benutzen Sie geeignete Schutzausstattung (z. B. Schutzhelm, Schutzbrille, Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe).
- Halten Sie sich nicht unter hängenden Lasten auf.
- Beseitigen Sie sofort wegen Rutschgefahr ausgelaufene Flüssigkeiten am Boden.

3.3.7 Schutz beim Umgang mit Batterien

Batterien bestehen aus aktiven Chemikalien in einem festen Gehäuse. Unsachgemäßer Umgang kann daher zu Verletzungen oder Sachschäden führen.

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung!

- Versuchen Sie nicht, leere Batterien durch Erhitzen oder andere Methoden zu reaktivieren (Explosions- und Ätzungsgefahr).
- Versuchen Sie nicht, Batterien aufzuladen, weil sie dabei auslaufen oder explodieren können.
- Werfen Sie Batterien nicht ins Feuer.
- Zerlegen Sie keine Batterie.
- Beschädigen Sie beim Wechsel der Batterie(n) nicht die elektrischen Bauteile in den Geräten.
- Verwenden Sie nur die für das Produkt vorgeschriebenen Batterietypen.



Umweltschutz und Entsorgung! Die im Produkt enthaltenen Batterien sind im Sinne der gesetzlichen Bestimmungen als Gefahrstoff beim Transport im Land-, Luft- und Seeverkehr anzusehen (Explosionsgefahr). Entsorgen Sie Altbatterien getrennt von anderem Abfall. Beachten Sie die nationalen Bestimmungen Ihres Landes.

3.3.8 Schutz vor unter Druck stehenden Leitungen

Flüssigkeits- und druckluftgekühlte Motoren und Komponenten können entsprechend den Angaben in den Projektierungsanleitungen zum Teil mit extern zugeführten und unter Druck stehenden Medien wie Druckluft, Hydrauliköl, Kühlflüssigkeit und Kühlschmiermittel versorgt werden. Unsachgemäßer Umgang mit den angeschlossenen Versorgungssystemen, Versorgungsleitungen oder Anschlüssen kann zu Verletzungen oder Sachschäden führen.

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung von unter Druck stehenden Leitungen!

- Versuchen Sie nicht, unter Druck stehende Leitungen zu trennen, zu öffnen oder zu kappen (Explosionsgefahr).
- Beachten Sie die Betriebsvorschriften der jeweiligen Hersteller.
- Lassen Sie vor Demontage von Leitungen, Druck und Medium ab.
- Benutzen Sie geeignete Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrillen, Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe).
- Beseitigen Sie sofort wegen Rutschgefahr ausgelaufene Flüssigkeiten am Boden.



Umweltschutz und Entsorgung! Die für den Betrieb des Produktes verwendeten Medien können unter Umständen nicht umweltverträglich sein. Entsorgen Sie umweltschädliche Medien getrennt von anderem Abfall. Beachten Sie die nationalen Bestimmungen Ihres Landes.

Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

3.4 Erläuterung der Signalwörter und der Signalgrafik

Die Sicherheitshinweise in der vorliegenden Anwendungsdokumentation beinhalten bestimmte Signalwörter (Gefahr, Warnung, Vorsicht, Hinweis) und ggf. eine Signalgrafik (nach ANSI Z535.6-2006).

Das Signalwort soll die Aufmerksamkeit auf den Sicherheitshinweis lenken und bezeichnet die Schwere der Gefährdung.

Die Signalgrafik (Warndreieck mit Ausrufezeichen), welche den Signalwörtern Gefahr, Warnung und Vorsicht vorangestellt wird, weist auf Gefährdungen für Personen hin.

GEFAHR

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises **werden** Tod oder schwere Körpervletzung eintreten.

WARNUNG

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises **können** Tod oder schwere Körpervletzung eintreten.

VORSICHT

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können mittelschwere oder leichte Körpervletzung eintreten.

HINWEIS

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können Sachschäden eintreten.

4 Erste Schritte - CamBuilder

4.1 Vorbereitung

Installation und Start

Der CamBuilder ist im IndraWorks Suite Installationspaket integriert und wird damit automatisch installiert.

Der CamBuilder startet, wenn er lizenziert ist, automatisch mit dem IndraWorks Engineering Programm.

Lizenzierung

1. Um mit dem CamBuilder unbegrenzt arbeiten zu können, muss ein Voll-lizenzschlüssel erworben werden.
2. Über das Menü **Extras ▶ Optionen ▶ Allgemein ▶ Softwarelizenzen** öffnet sich die Lizenzübersicht.

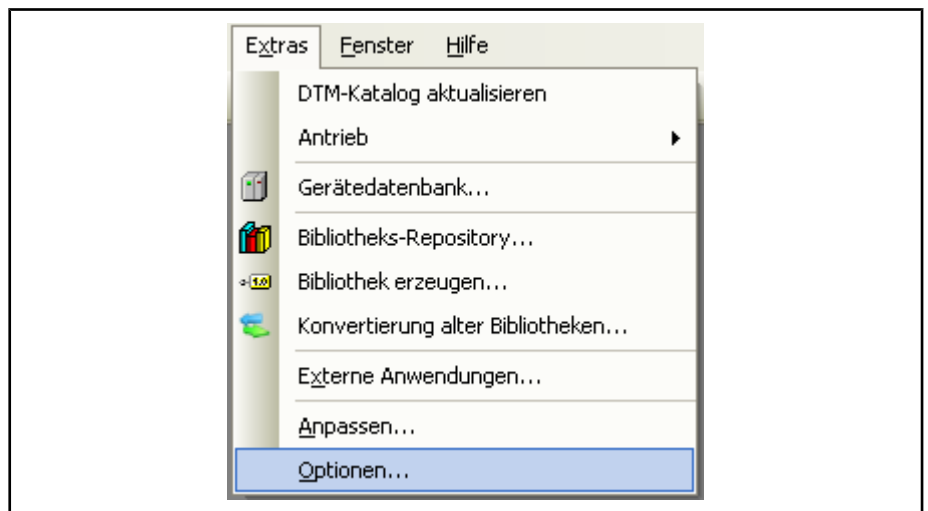


Abb.4-1: Menü: Extras

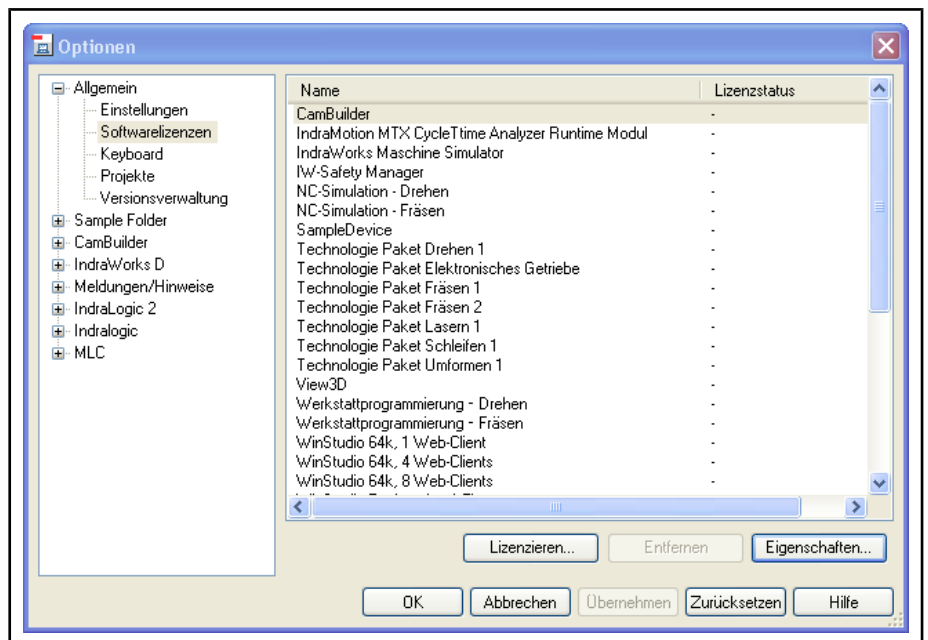


Abb.4-2: Dialog: Optionen (Softwarelizenzen)

Erste Schritte - CamBuilder

3. Über die Schaltfläche "Lizenzieren..." lässt sich die CamBuilder-Lizenz aktivieren.

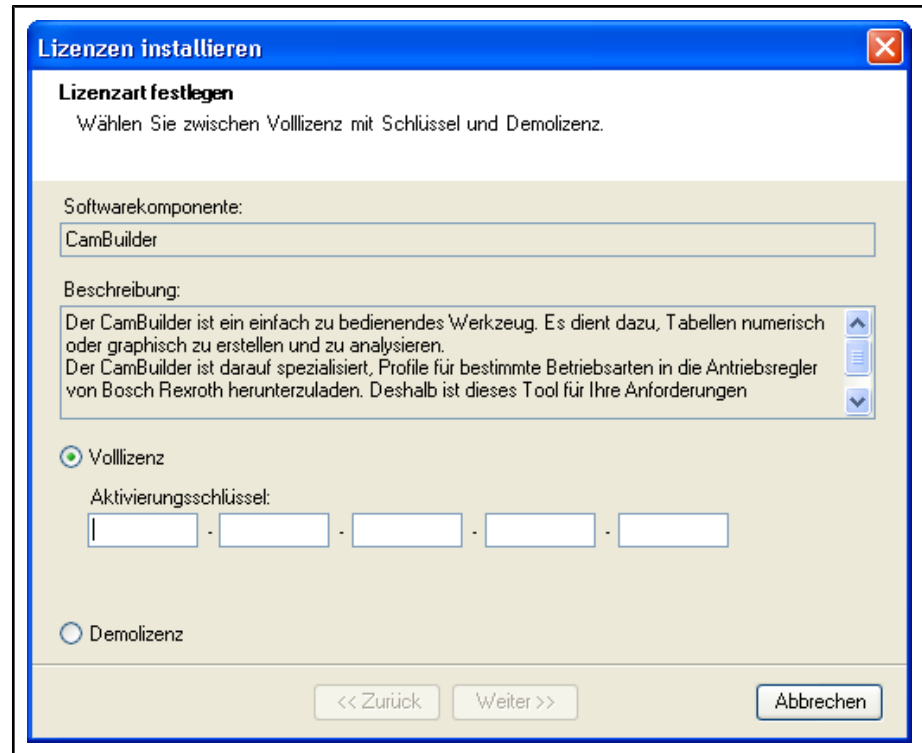


Abb.4-3: Dialog: Lizenzen installieren

Eine Demolizenz mit 30 Tagen Laufzeit ist auch ohne einen Aktivierungsschlüssel möglich.

Wenn die 30 Tage abgelaufen sind, werden vom CamBuilder verwaltete Objekte in IndraWorks-Projekten deaktiviert. Um die erstellten Kurvenscheiben weiter nutzen zu können, muss der CamBuilder lizenziert werden. Andernfalls können die deaktivierten Objekte aus bestehenden Projekten gelöscht werden.

Bibliothek In der IndraWorks Bibliothek unter der Rubrik "CamBuilder" findet man alle Objekte des CamBuilders, welche per Drag & Drop in ein IndraWorks-Projekt eingefügt werden können (auf die einzelnen Elemente wird in den nachfolgenden Beispielen eingegangen).

Folgende Objekte stehen zur Verfügung:

Cam Pool In einem "Cam Pool"-Ordner können alle im aktuellen Projekt mit dem CamBuilder erzeugten Kurvenscheiben verwaltet werden.

Unter anderem kann über das Kontextmenü eines "Cam Pool"-Knotens auch eine neue Kurvenscheibe angelegt werden.

Cam Eine Kurvenscheibe im CamBuilder ist durch einen oder mehrere Bewegungsschritte definiert.

Durch einen Doppelklick lässt sich die Kurvenscheibe zur Bearbeitung öffnen.

Preview Eine Vorschau im CamBuilder zeigt eine oder mehrere Kurvenscheiben bezüglich einer Leitachse.

Durch einen Doppelklick lässt sich die Vorschau öffnen. Per Drag & Drop können weitere Kurvenscheiben zur Vorschau hinzugefügt werden.

4.2 Kurvenscheibe erstellen und herunterladen

In diesem Kapitel wird das Erstellen und Herunterladen einer Kurvenscheibe, welche aus 3 Bewegungsschritten besteht, anhand eines Beispiels erläutert.

Aufgabenstellung

Die Leit- und Folgeachse sind rotatorisch. Die Leitachse dreht mit einer Geschwindigkeit von 100 Umdrehungen pro Minute.

Die Folgeachse startet bei 0 Grad und soll auf einem Leitachsabschnitt von 180 Grad aus dem Stillstand auf 120 Grad bewegt werden. Dort soll sie 100 Millisekunden (unabhängig von der Leitachsgeschwindigkeit) stehen bleiben und anschließend bis zur Leitachsendposition von 360 Grad wieder auf 0 Grad in den Stillstand zurückfahren.

Die erstellte Kurvenscheibe soll auf eine MLC-Steuerung heruntergeladen werden.

Arbeitsablauf

1. Kurvenscheibe erstellen

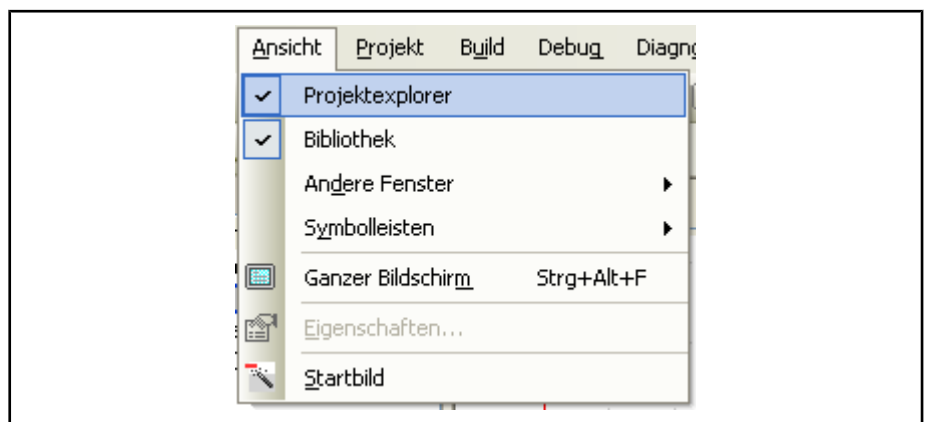


Abb.4-4: Menü: Ansicht

Zuerst werden über das Menü "Ansicht" der "Projektexplorer" und die "Bibliothek" sichtbar geschaltet.

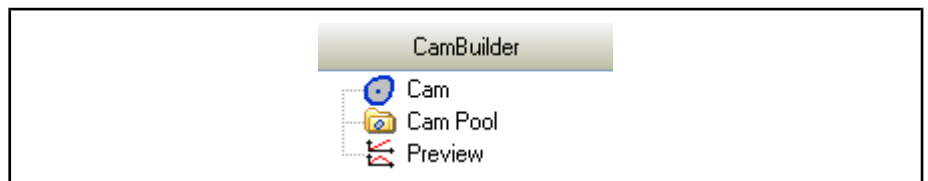


Abb.4-5: Bibliothek: Abschnitt CamBuilder

Aus der IndraWorks-Bibliothek im Abschnitt "CamBuilder" wird ein "Cam Pool" per Drag & Drop zu dem Projekt hinzugefügt.

Erste Schritte - CamBuilder

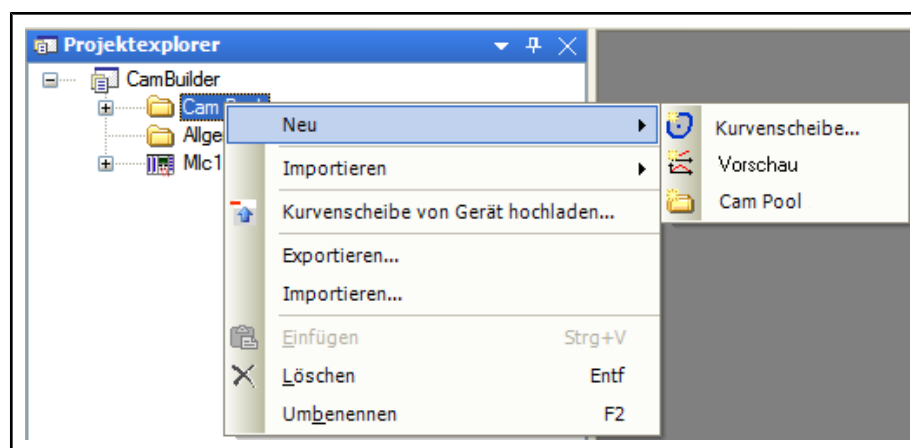


Abb.4-6: Kontextmenü: Cam Pool

Im Projektexplorer wird mit der rechten Maustaste auf den "Cam Pool"-Knoten geklickt und der Kontextmenüpunkt **Neu ► Kurvenscheibe...** ausgewählt.

2. Wizard

Neue Kurvenscheibe erstellen

Allgemeine Einstellungen
Bitte benennen Sie die neue Kurvenscheibe, wählen Sie optional einen anwendungsspezifischen Assistenten und setzen die Achsskalierung.

Name
Erste Schritte

Beschreibung
Beispielkurvenscheibe zur Erklärung der CamBuilder Funktionalität.

Anwendungsspezifischer Assistent
Keine

Leitachse
Wichtung: Rotatorisch (Grad)
Position: Grad
Geschwindigkeit: U/min

Folgeachse
Wichtung: Rotatorisch (Grad)
Position: Grad
Geschwindigkeit: U/min
Beschleunigung: Rad/s²
Ruck: Rad/s³

☒ Identische Geschwindigkeit in Start- und Endpunkt (zyklische Ausführung)

Fertigstellen Abbrechen Hilfe

Abb.4-7: Dialog: Neue Kurvenscheibe anlegen (Wizard)

Im Wizard werden ein eindeutiger Name und optional eine Beschreibung für die neue Kurvenscheibe eingegeben. Um eine frei definierte Kurvenscheibe zu erstellen wird unter "Applikationsspezifischer Wizard" "Kein" ausgewählt.

Die Wichtungen der Leit- und Folgeachse werden auf "Rotatorisch (Grad)" festgelegt.

Um die Kurvenscheibe zyklisch ausführen zu können wird die Option "Identische Geschwindigkeit in Start- und Endpunkt" ausgewählt.

Die "Fertigstellen"-Schaltfläche erstellt eine Standardkurvenscheibe, speichert sie in das IndraWorks Projekt und öffnet automatisch ein Graph-Fenster.

Erste Schritte - CamBuilder

3. Bewegungsschritt 1 bearbeiten

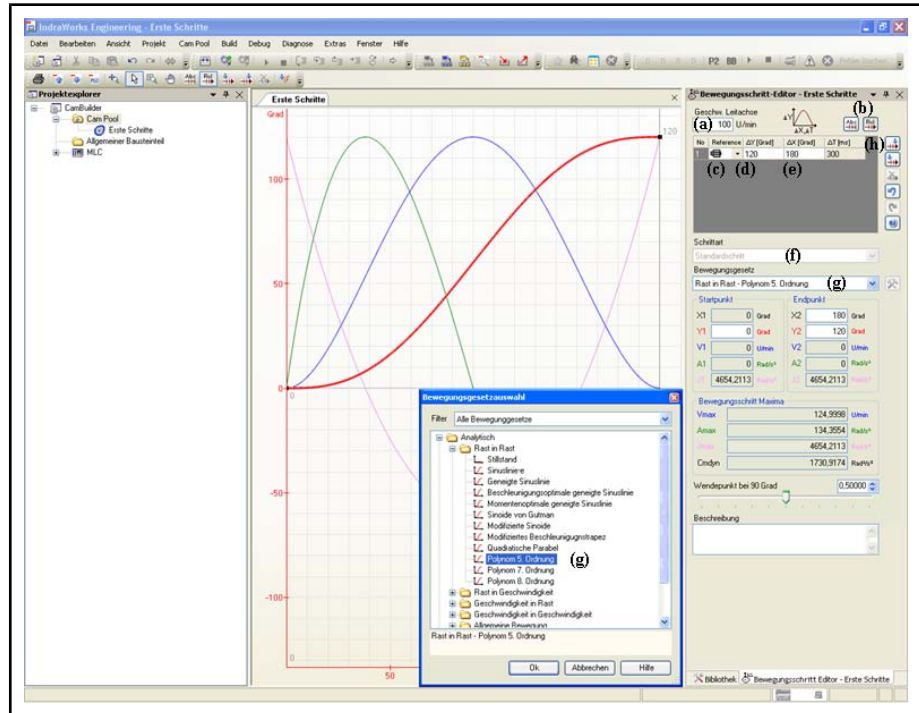


Abb.4-8: Dialog: IndraWorks Engineering - Erste Schritte (Kurvenscheibe)

Außer dem Graph-Fenster öffnet sich noch der Bewegungsschritt Editor. Der erste Bewegungsschritt wurde automatisch generiert und ist mit Standardwerten gefüllt. Abhängig vom gewählten Bewegungsgesetz und dessen mathematischen Freiheitsgraden können nicht alle Felder eines Schrittes bearbeitet werden. Um dem Benutzer die Eingabe zu erleichtern, sind alle änderbaren Felder weiß hinterlegt.

(a) Die Leitachse dreht sich mit 100 U/min.

(b) Da alle Schritte nacheinander eingegeben werden steht der Editiermodus auf "Relativ."

(c) Die Folgeachse soll der Leitachse folgen, deshalb ist der Bezug auf das Motorsymbol zu stellen.

(d) Der relative Hub der Folgeachse wird mit 120 Grad (ΔY) definiert.

(e) Der Hub bezieht sich auf einen Leitachsabschnitt von 180 Grad (ΔX).

(f) Besteht die Kurvenscheibe aus nur einem Schritt, ist der Schritt-Typ automatisch als "Standard-Schritt" definiert.

(g) Als Bewegungsgesetz wird das „Rast in Rast - Polynom 5.Ordnung“ ausgewählt. Alle weiteren Felder sind dadurch automatisch ausgefüllt.

(h) Ein weiterer Schritt wird ans Ende des fokussierten Schrittes mit der "Bewegungsschritt nach fokussiertem Schritt einfügen"-Schaltfläche hinzugefügt.

Erste Schritte - CamBuilder



Die Graph-Ansicht kann, wenn sie fokussiert ist, mit den folgenden Tasten verändert werden:

- <Pos1> Alles zeigen
- <Pfeiltasten> Ansicht verschieben
- <+ / -> Ansicht vergrößern / verkleinern

Über das Mausrad lässt sich der Vergrößerungsfaktor ändern. Bei gedrückter <Leerzeichen>-Taste / oder gedrückter mittlerer Maustaste verschiebt sich die Ansicht mit der Mausbewegung.

In der CamBuilder-Werkzeugleiste befinden sich spezielle Werkzeuge zur Veränderung der Graph-Ansicht.



Abb.4-9: CamBuilder Werkzeugleiste, Graph

4. Bewegungsschritt 2 bearbeiten

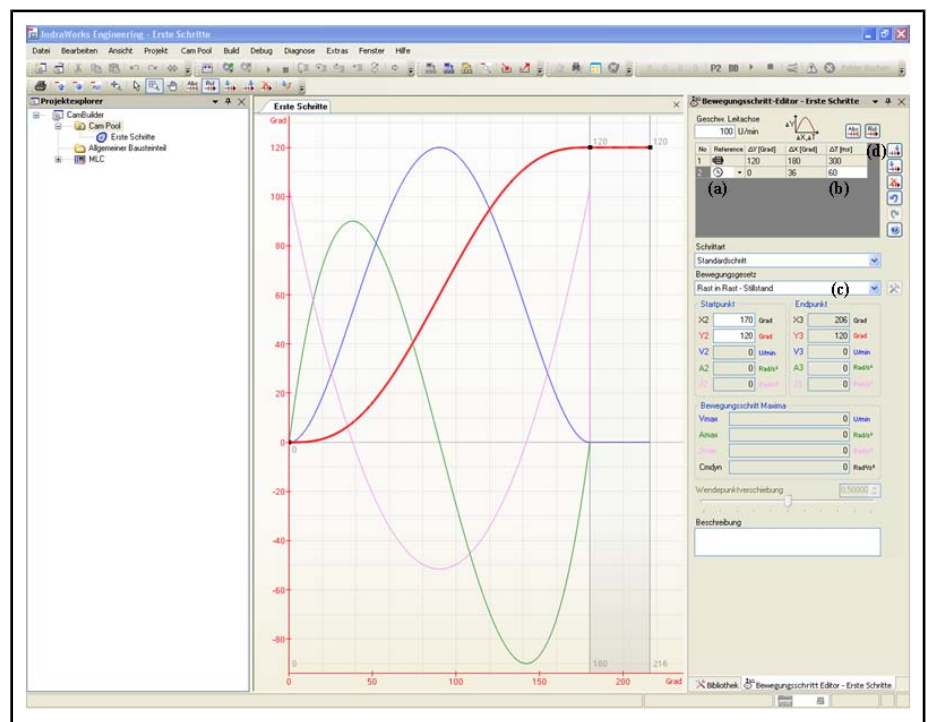


Abb.4-10: Dialog: IndraWorks Engineering - Erste Schritte (Kurvenscheibe)

Die Felder des 2. Bewegungsschrittes sind mit Standardwerten aus den CamBuilder-Optionen vorbesetzt.

(a) Es wird der Bezug der Folgeachse von der Leitachse auf die Zeit geändert, dadurch werden die Eingabefelder ΔX und X_3 deaktiviert.

(b) Nun muss die Dauer des Schrittes in Millisekunden in der Spalte ΔT (100 ms) angegeben werden.

(c) Nach dem Umschalten des Bewegungsgesetzes auf "Rast in Rast - Stillstand" werden alle automatisch berechneten Felder deaktiviert.

Nach jeder Eingabe wird die Kurvenscheibe automatisch neu berechnet und geprüft, ob alle Werte plausibel sind. Falls Werte nicht korrekt sind, wird das zugehörige Eingabefeld markiert und ein Hinweis ausgegeben.

Erste Schritte - CamBuilder

Durch Klicken auf die erste Zeile der Tabelle kann auch auf den ersten Bewegungsschritt gewechselt werden. Beinhaltet der aktive Schritt Eingabefehler, so kann nicht auf einen anderen Schritt gewechselt werden. Es besteht die Möglichkeit, mit der "Rückgängig"-Schaltfläche die letzten Änderungen an der Kurvenscheibe zu verwerfen.

(d) Ein weiterer Schritt wird ans Ende des fokussierten Schrittes mit der "Bewegungsschritt nach fokussiertem Schritt einfügen"-Schaltfläche hinzugefügt.

5. Bewegungsschritt 3 bearbeiten

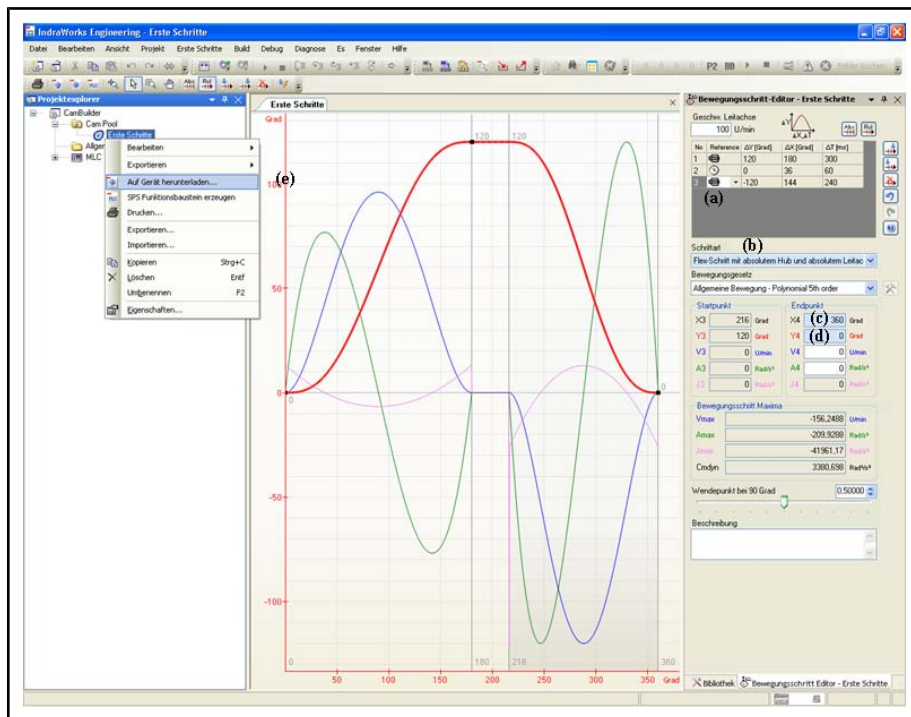


Abb.4-11: Dialog: IndraWorks Engineering - Erste Schritte (Kurvenscheibe)

(a) Der letzte Schritt soll sich wieder auf die Leitachse beziehen, hierfür wird der Folgeachsbezug auf das Motorsymbol gestellt.

(b) Um die Folgeachse wieder absolut auf die Leitachse zu beziehen, wird der Schritt-Typ auf "Flex-Schritt mit absolutem Hub und absolutem Leitachsabschnitt" gesetzt.

(c) Die Leitachsendposition X_4 wird auf 360 Grad festgelegt.

(d) Folgeachsendposition Y_4 wird auf 0 Grad gestellt.

(e) Im Projektextplorer befindet sich die neue Kurvenscheibe als Knoten unterhalb des "Cam Pool"-Knotens.

(f) Ist die MLC im Projekt Online oder befindet sie sich im Offline-Parametriermodus, kann die Kurvenscheibe über ihr Kontextmenü im Projektextplorer auf die Steuerung heruntergeladen werden.

6. Kurvenscheibe herunterladen

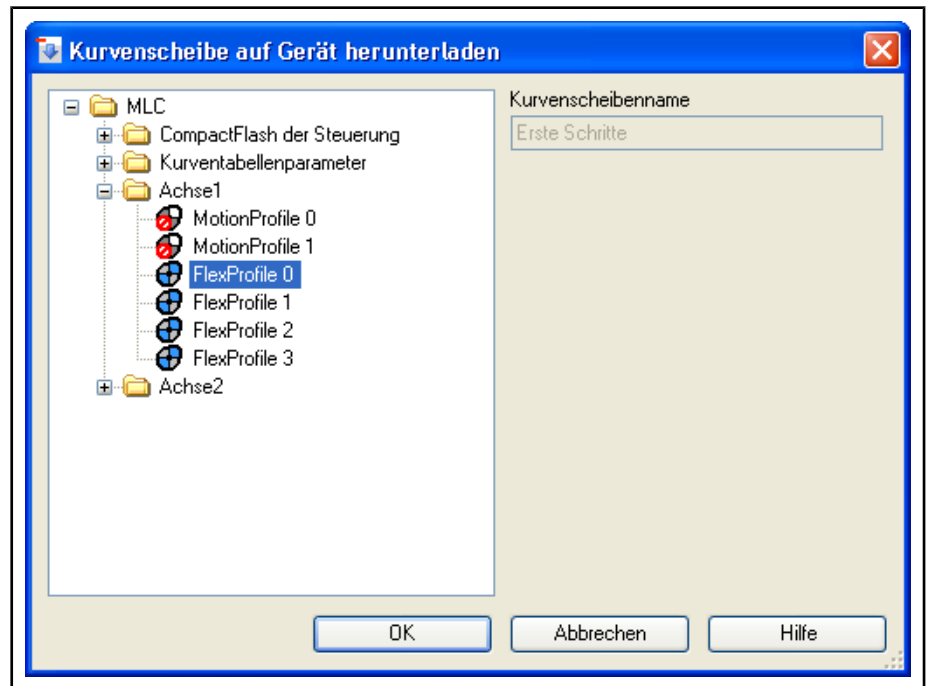


Abb.4-12: Dialog: Kurvenscheibe auf Gerät herunterladen

Es wird das Ziel "FlexProfile 1" der "Achse 1" ausgewählt. Durch das Bestätigen des Dialogs mit der Schaltfläche "OK" wird die Kurvenscheibe "Erste-Schritte" in die Parameter der Steuerung geladen. War der Vorgang erfolgreich, erscheint ein Hinweis.



Abb.4-13: Dialog: Auf Gerät herunterladen



Befindet sich bereits ein FlexProfile auf der Achse und ist dies gerade in Benutzung (Achse in Bewegung), dann ist das FlexProfile schreibgeschützt und kann nicht ersetzt werden. Beenden Sie die Betriebsart oder schreiben Sie das FlexProfile auf einen anderen freien Profilsatz.

4.3 Kurvenscheibe analysieren

In diesem Kapitel wird das Analysieren der Kurvenscheibe aus dem vorigen [Kap. 4.2 "Kurvenscheibe erstellen und herunterladen"](#) auf Seite 21 erläutert.

Aufgabenstellung

Das Verhalten der Kurvenscheibe bei unterschiedlichen Leitachsgeschwindigkeiten soll untersucht werden.

Erste Schritte - CamBuilder

Arbeitsablauf 1. Vorschau erstellen

Im Projektextplorer wird mit der rechten Maustaste auf den "Cam Pool"-Knoten geklickt und der Kontextmenüpunkt **Neu ► Vorschau** ausgewählt.

2. Kurvenscheibe zur Vorschau hinzufügen

Im Projektextplorer wird die Kurvenscheibe "Erste Schritte" mit gedrückter linker Maustaste in das Vorschaufenster gezogen und dort durch Loslassen der Maustaste fallen gelassen.

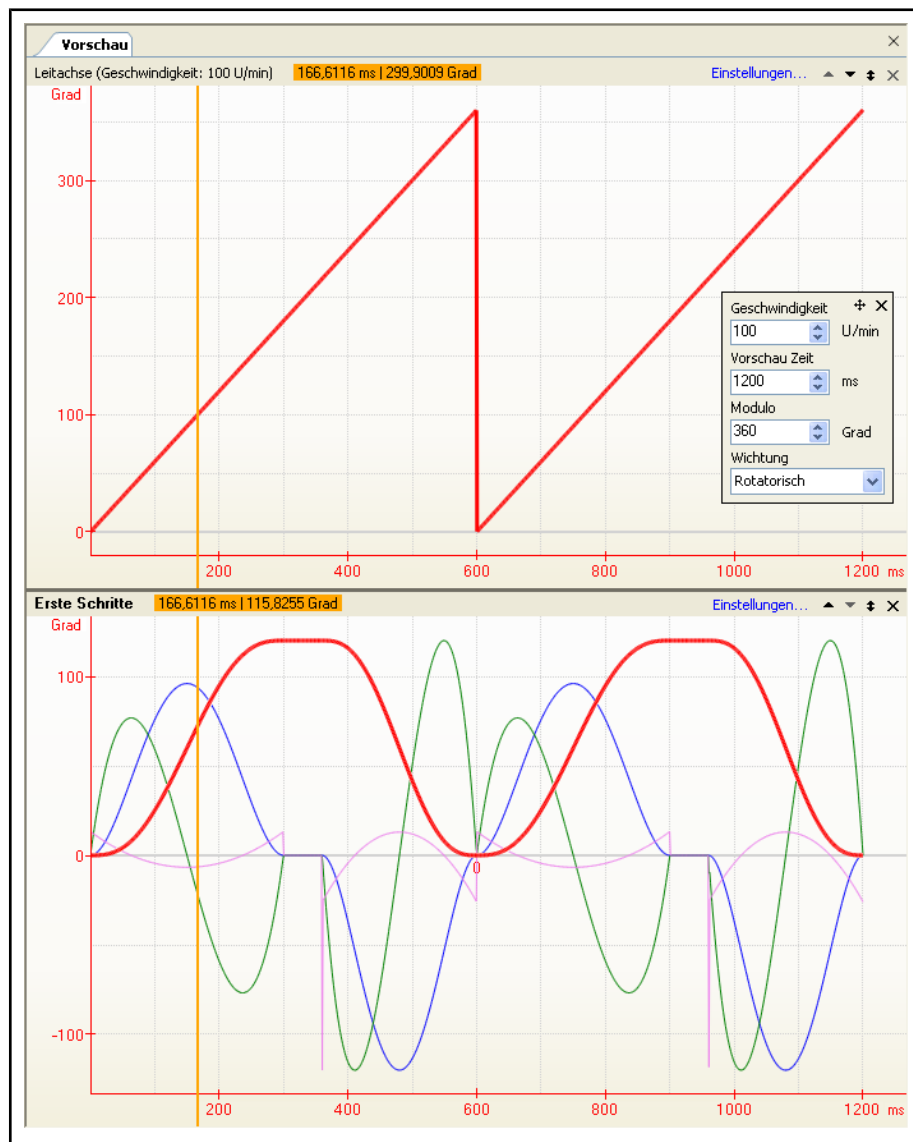


Abb.4-14: Positionsvorschau der Kurvenscheibe bei einer Leitachsgeschwindigkeit von 100 U/min

3. Leitachsgeschwindigkeit ändern

Durch einen Klick auf den Link "Einstellungen..." der Leitachse lässt sich die Leitachsgeschwindigkeit z.B. auf 300 U/min ändern.

Da der 2. Bewegungsschritt der Kurvenscheibe keinen Leitachsbezug hat, sondern auf die Zeit bezogen ist, bleibt für den 3. Bewegungsschritt (Flex-Schritt) weniger Zeit um auf die Ausgangsposition zurückzufahren.

Erste Schritte - CamBuilder

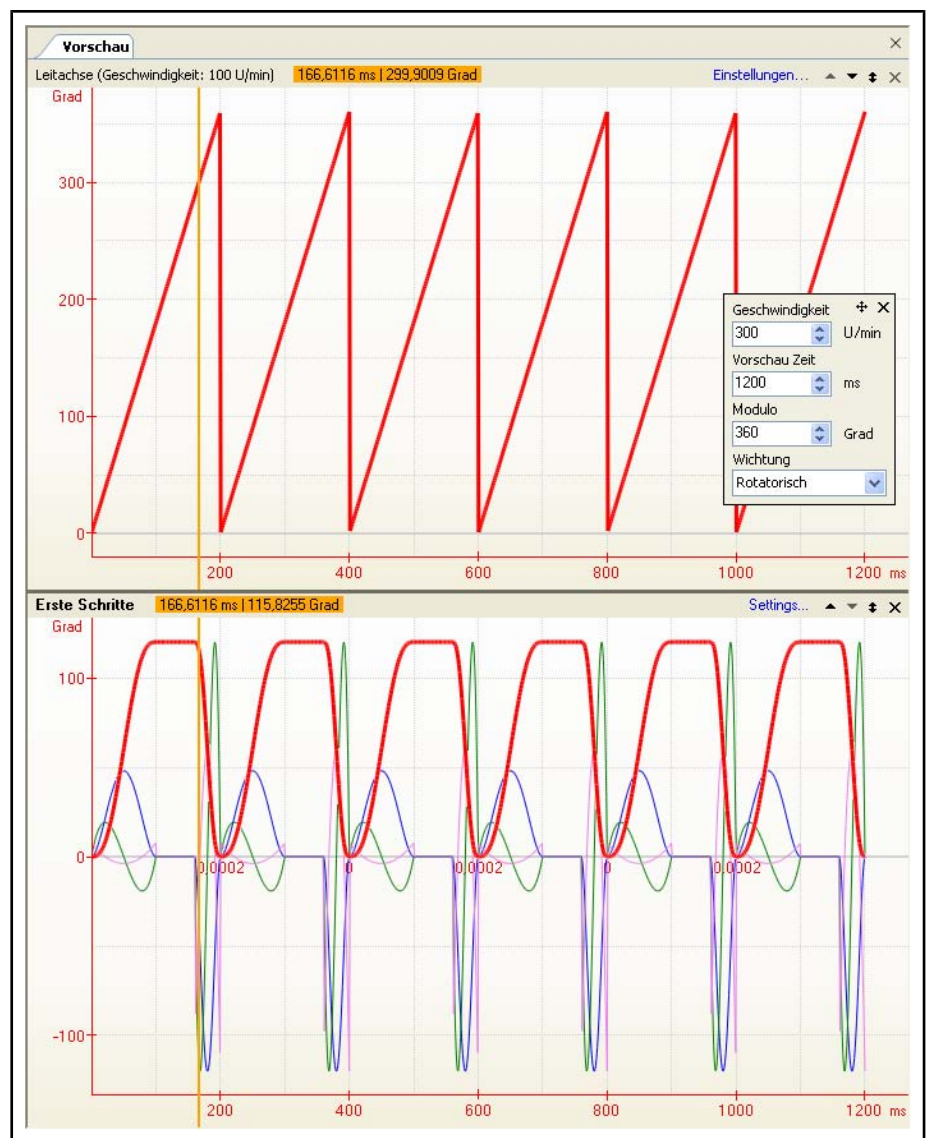


Abb.4-15: Positionsvorschau der Kurvenscheibe bei einer Leitchgeschwindigkeit von 300 U/min



Die Messlinie kann mit der Maus verschoben werden.

Die Ansicht eines Vorschaufensters kann über die Graph-Werkzeuge der CamBuilder-Werkzeugleiste verändert werden.

4. Folgeachsgeschwindigkeit analysieren

Durch einen Klick auf das blaue Positionsprofil der Kurvenscheibe ändert sich die Positionsvorschau der Kurvenscheibe in eine Geschwindigkeitsvorschau. Mit dem Messwerkzeug kann die Geschwindigkeit analysiert werden.

Erste Schritte - CamBuilder

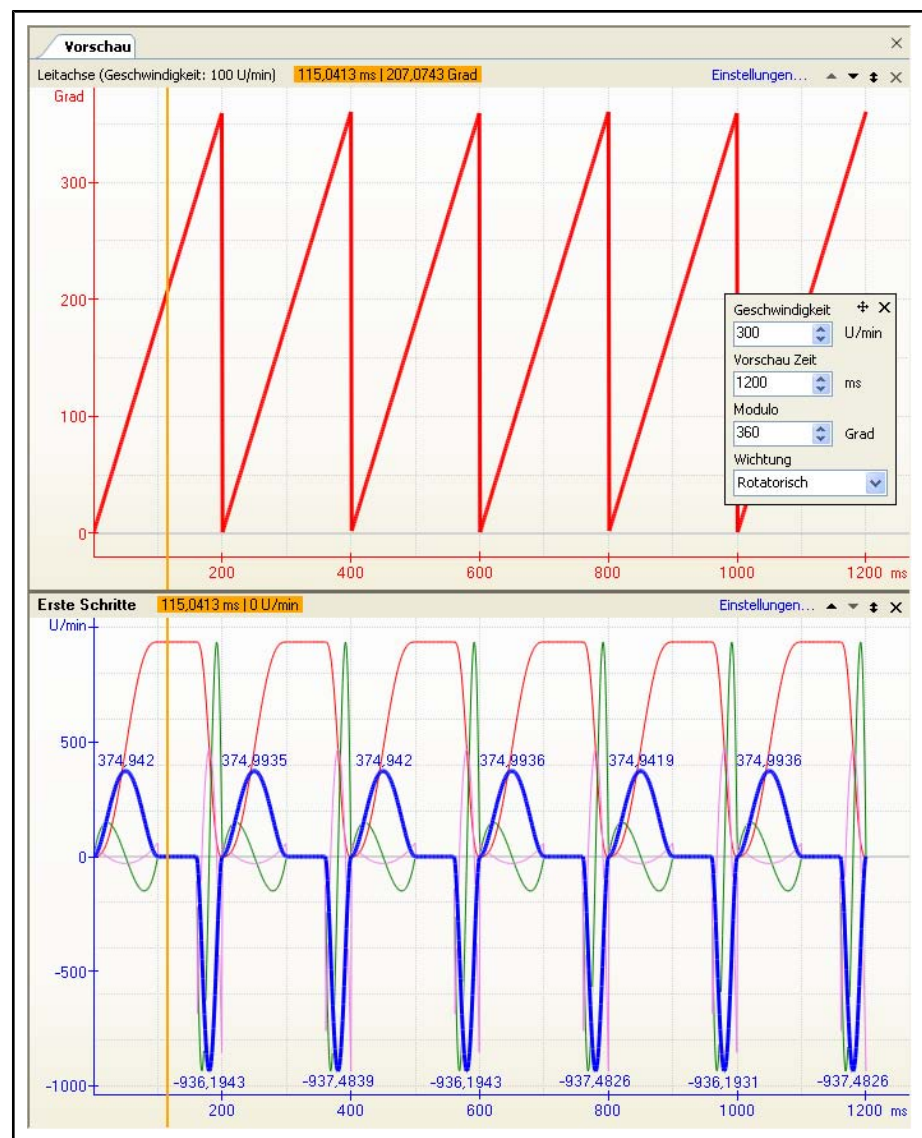


Abb.4-16: Geschwindigkeitsvorschau der Kurvenscheibe bei einer Leitachsgeschwindigkeit von 300 U/min



Es lassen sich zu einer Vorschau mehrere Kurvenscheiben per Drag & Drop hinzufügen, welche dann, bezogen auf die selbe Leitachse, miteinander analysiert werden können.

5 Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen

5.1 Kurvenscheiben neu erstellen

Wizard starten	Das Erstellen einer neuen Kurvenscheibe mit dem Wizard erfolgt in einem Schritt. Gestartet wird der Wizard über den Kontext-Menüpunkt Neu ► Kurvenscheibe... des "Cam Pool"-Knotens im Projektexplorer. Alternativ kann aus der IndraWorks Bibliothek aus dem Abschnitt "CamBuilder" eine "Cam" in das Projekt kopiert werden.
Allgemeine Einstellungen	Im Wizard werden mehrere Attribute der Kurvenscheibe festgelegt. Als Vorgabe wird schon ein eindeutiger Name ("Cam#") für die Kurvenscheibe vorgeschlagen, welcher vom Benutzer geändert werden kann. Optional kann der Benutzer eine kurze Beschreibung der Kurvenscheibe eingeben. Der applikationsspezifische Wizard legt fest, ob ein Wizard für eine bestimmte Applikation verwendet werden soll. Der CamBuilder bietet für häufig vorkommende Technologien (Querschneider, Vorschub, Drucklängenkorrektur, Fliegende Säge) Wizards an, die den Anwender beim Entwurf einer Kurvenscheibe unterstützen. Dialoggesteuert werden alle Anforderungen und Besonderheiten der Applikation abgedeckt. Standardmäßig ist kein applikationsspezifischer Wizard voreingestellt. Der Benutzer kann in dem folgenden Bewegungsschritt-Editor die einzelnen Bewegungsschritte frei definieren. Diese Eigenschaft wird einmalig beim Erstellen einer Kurvenscheibe festgelegt und kann nachträglich nicht mehr geändert werden. Außerdem können die Wichtungen der Leit- und Folgeachse eingestellt werden. Diese Einstellungen werden bei der Auswahl eines applikationsspezifischen Wizards automatisch ausgefüllt und deaktiviert. Es besteht die Möglichkeit, drei Standards für die Wichtung einer Achse auszuwählen: 1. Rotatorisch (Grad) • Position = Grad • Geschwindigkeit = U/min • Beschleunigung = Rad/s² • Ruck = Rad/s³ 2. Translatorisch (Millimeter) • Position = mm • Geschwindigkeit = mm/min • Beschleunigung = mm/s² • Ruck = mm/s³ 3. Translatorisch (Inch) • Position = Inch • Geschwindigkeit = Inch/min • Beschleunigung = Inch/s² • Ruck = Inch/s³

Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen

Die Auswahl der Einheiten von Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ruck lassen sich jedoch auch einzeln frei ändern. Durch die Einheit der Position wird festgelegt, ob die Achse rotatorisch oder translatorisch ist. Für die weiteren Größen stehen nur die entsprechenden Einheiten zur Auswahl.

1. Rotatorisch

- Position = Grad; Radiant
- Geschwindigkeit = U/min; U/s; Grad/min; Grad/s; Rad/min; Rad/s
- Beschleunigung = U/min²; U/s²; Grad/min²; Grad/s²; Rad/min²; Rad/s²
- Ruck = U/min³; U/s³; Grad/min³; Grad/s³; Rad/min³; Rad/s³

2. Translatorisch

- Position = mm; Inch
- Geschwindigkeit = mm/min; mm/s; Inch/min; Inch/s
- Beschleunigung = mm/min²; mm/s²; Inch/min²; Inch/s²
- Ruck = mm/min³; mm/s³; Inch/min³; Inch/s³

Fertigstellen oder Abbrechen

Nach abgeschlossenen Eingaben wird durch den Wizard eine Kurvenscheibe nach Betätigen der "Fertigstellen"-Schaltfläche erzeugt.

Jede Kurvenscheibe kann nach dem "Fertigstellen" über den Bewegungsschritt-Editor oder über den Graph editiert werden.

Durch die "Abbrechen"-Funktion kann der Wizard jederzeit vorzeitig beendet werden. Alle bereits erfassten Eingaben zur Definition der neuen Kurvenscheibe werden hierbei verworfen.



Applikationsspezifische Kurvenscheiben können zusätzlich noch über einen Wizard bearbeitet werden. Wird jedoch ein Applikations-Parameter im Wizard-Fenster verändert und übernommen, wird die komplette Kurvenscheibe neu berechnet und eventuelle Änderungen des Bewegungsschritt-Editors oder des Graphs werden verworfen.

Zur Bearbeitung von Kurvenscheiben siehe [Kap. 6 "Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren"](#) auf Seite 33.

5.2 Vorschauobjekte neu erstellen

Vorschau erstellen

Über den Kontext-Menüpunkt **Neu ► Vorschau** des "Cam Pool"-Knotens im Projektextplorer wird eine neue leere Vorschau angelegt. Alternativ kann aus der IndraWorks Bibliothek aus dem Abschnitt "CamBuilder" eine "Vorschau" in das Projekt kopiert werden.

Als Vorgabe wird schon ein eindeutiger Name ("Vorschau#") für die Vorschau vorgeschlagen, welcher vom Benutzer geändert werden kann.

Kurvenscheiben zur Vorschau hinzufügen

Einer Vorschau können eine oder mehrere Kurvenscheiben aus dem aktuellen Projekt per Drag & Drop hinzugefügt werden. Hierzu werden die gewünschten Kurvenscheiben im Projektextplorer markiert und mit gedrückter linker Maustaste über die Vorschau gezogen und dort durch Loslassen der Maustaste fallen gelassen.

Kurvenscheiben aus der Vorschau entfernen

Eine in der Vorschau geöffnete Kurvenscheibe kann über die "X"-Schaltfläche ihrer Titelleiste aus der Vorschau entfernt werden.

Zur Analyse von Kurvenscheiben in einer Vorschau, siehe [Kap. 6.7 "Kurvenscheibenvorschau"](#) auf Seite 56.

6 Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

6.1 Graph Editor

6.1.1 Allgemein

Das Graph-Fenster ist das zentrale Element im CamBuilder. Durch das Öffnen eines Graphs (über den Doppelklick auf eine Kurvenscheibe eines "Cam Pool"-Knotens) wird der Graph in der Hauptarbeitsfläche von IndraWorks angezeigt. Im CamBuilder ist immer nur eine Kurvenscheibe "fokussiert", diese kann über den Graph oder den Bewegungsschritt-Editor bearbeitet werden. Wird eine andere Kurvenscheibe geöffnet, so ist diese Kurvenscheibe "fokussiert". Durch Fokussieren (Klick mit der Maus auf ein Kurvenscheibenfenster) wird diese automatisch vom CamBuilder als fokussiert registriert. Alle Eingaben und Anzeigen des CamBuilders beziehen sich auf die fokussierte Kurvenscheibe.

6.1.2 Aufbau

Ein CamBuilder-Graph besteht aus einer Kurvenscheibe in einem **Koordinatensystem**.

In dem Koordinatensystem werden gleichzeitig bis zu 4 verschiedene Profile der Folgeachse dargestellt (**Positionsprofil**, **Geschwindigkeitsprofil**, **Beschleunigungsprofil** und **Ruckprofil**).

Die verschiedenen Profildarstellungen können mit dem Graph Manager (siehe [Kap. 6.1.5 "Einstellungen Graph Manager" auf Seite 35](#)) ein bzw. ausgeblendet werden. In welcher Farbe die Profile gezeichnet werden sollen, kann im Optionen-Dialog (siehe [Kap. 10.1 "CamBuilder-Optionen" auf Seite 67](#)) festgelegt werden.

Die **Einheit der X-Achse** ist die Einheit der Leitachse.

Die **Einheit der Y-Achse** entspricht der jeweils fokussierten Profildarstellung. Eine Profildarstellung kann durch Klicken auf das jeweilige Profil fokussiert werden.

Die **Achsen des Koordinatensystems** haben immer die Farbe der fokussierten Profildarstellung, das Raster dient als Hilfsmittel um die Übersichtlichkeit zu erhöhen.

Die **Bewegungsschrittgrenzen** sind vertikale Linien, welche die Grenzen der Bewegungsschritte markieren.

Der **fokussierte Bewegungsschritt** wird durch eine andere Hintergrundfarbe hervorgehoben.

Durch einen Klick in den Bereich eines anderen Bewegungsschrittes wird dieser Schritt fokussiert.

Die editierbaren **Grenzpunkte** eines **fokussierten Bewegungsschrittes** werden durch ein schwarzes Quadrat dargestellt.

Den angezeigten Ausschnitt der Kurvenscheibe im Koordinatensystem kann man vergrößern, verkleinern oder verschieben.

6.1.3 Kurvenscheibe graphisch bearbeiten

Start- oder Endpunkt verschieben

Bearbeitbare Start- und Endpunkte des fokussierten Profils (Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung oder Ruck) des fokussierten Bewegungsschrittes werden als schwarze Quadrate angezeigt.

Wie sich ein Punkt verschieben lässt, wird als Symbol mit Pfeilen dargestellt, wenn sich der Mauszeiger über dem Punkt befindet.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

 Stützpunkt kann horizontal und vertikal verschoben werden

 Stützpunkt kann nur horizontal verschoben werden

 Stützpunkt kann nur vertikal verschoben werden

Die Stützpunkte der **Positionsdarstellung** lassen sich entsprechend der Editierbarkeit der Werte, welche durch das ausgewählte Bewegungsgesetz definiert sind, horizontal und vertikal verschieben.

Je nach eingestelltem Editiermodus (relativ oder absolut) verändert sich die Kurvenscheibe unterschiedlich. Das Verhalten der Kurvenscheibe durch Änderung der Randwerte ist in [Kap. 6.2.9 "Leitachsabschnitt absolut editieren \(X-Werte\)" auf Seite 45](#) und [Kap. 6.2.10 "Leitachsabschnitt relativ editieren \(X-Werte\)" auf Seite 46](#) näher beschrieben.

Die Stützpunkte der **Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Ruckdarstellungen** lassen sich entsprechend der Editierbarkeit der Werte, welche durch das ausgewählte Bewegungsgesetz definiert sind, nur vertikal verschieben.

Fokussierten Bewegungsschritt löschen

Das Löschen eines Bewegungsschrittes über das Kontextmenü des Graphs funktioniert auf dieselbe Art und Weise wie in [Kap. 6.2.14 "Fokussierten Bewegungsschritt löschen" auf Seite 50](#) beschrieben.

6.1.4 Ansicht ändern

Über die Werkzeugleiste lässt sich ein Graph in verschiedene Modi versetzen. Standardmäßig ist das Auswahlwerkzeug (Pfeil) aktiviert.



Abb.6-1: Symbole: Werkzeuge für das CamBuilder Graph-Fenster

Alles zeigen Mit dem Kontextmenüpunkt **Alles zeigen** wird die gesamte Kurvenscheibe gezeichnet.

Alternativ lässt sich diese Funktion auch über die "Werkzeugleiste", den "Graph Manager" und die <Pos1>-Taste auslösen.

Auswahl Der Kontextmenüpunkt **Auswahl** aktiviert einen Pfeil als Mauszeiger. In diesem Modus lassen sich Punkte verschieben, oder Profile aktivieren.

Alternativ lässt sich dieser Modus auch über die "Werkzeugleiste", den "Graph Manager" und die <ESC>-Taste aktivieren.

Ansicht vergrößern Der Kontextmenüpunkt **Ansicht vergrößern** aktiviert ein Lupensymbol als Mauszeiger. Durch Klicken in das Koordinatensystem und Aufziehen eines Rechtecks kann der zu vergrößernde Bereich festgelegt werden.

Alternativ lässt sich dieser Modus auch über die "Werkzeugleiste" und den "Graph Manager" aktivieren.

Das Mausexplorer steuert ebenfalls die Zoom-Stufe.

Die Tasten <+>/<-> vergrößern / verkleinern die Ansicht jeweils um 25%.

Ansicht verschieben Der Kontextmenüpunkt **Ansicht verschieben** aktiviert ein Handsymbol als Mauszeiger. Durch Klicken in das Koordinatensystem und Ziehen kann damit der Ausschnitt verschoben werden.

Alternativ lässt sich dieser Modus auch über die "Werkzeugleiste" und den "Graph Manager" aktivieren.

Die Ansicht lässt sich jederzeit auch mit der mittleren Maustaste oder mit gedrückter <Leerzeichen>-Taste verschieben.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Ansicht in Zwischenablage kopieren	Der aktuell angezeigte Ausschnitt der Kurvenscheibe kann über das Kontextmenü in die Zwischenablage kopiert und in anderen Anwendungen (z.B. Textverarbeitung) weiterverwendet werden.
Werkzeugfenster anzeigen	Das Kontextmenü des zentralen Graph-Fensters, enthält ein Menü um alle weiteren CamBuilder Werkzeugfenster zu aktivieren. Des Weiteren besteht im IndraWorks Menü Ansicht ► Andere Fenster die Möglichkeit, alle vom CamBuilder angelegten Werkzeugfenster ein- bzw. ausblenden.
Standard Layout wiederherstellen	Das Menü Standard Layout wiederherstellen blendet alle CamBuilder Werkzeuge bis auf den Bewegungsschritt Editor und den Graph Manager aus und schaltet die Werkzeugleiste ein. Alle Fenster können vom Anwender beliebig verschoben angeordnet und ein- bzw. ausgeblendet werden. Jede Veränderung des Layouts wird dauerhaft abgespeichert. Dadurch ist das zuletzt verwendete Layout bei einem Neustart des CamBuilders voreingestellt.

6.1.5 Einstellungen Graph Manager

Der Graph Manager lässt sich über das Kontextmenü eines Graphs oder einer Vorschau öffnen: **Werkzeugfenster ► Graph Manager**. Analog hierzu lässt er sich auch über das Hauptmenü **Ansicht ► Andere Fenster ► Graph Manager** ein- bzw. ausblenden.

Mit dem Graph Manager können die verschiedenen Profildarstellungen fokussiert bzw. sichtbar und unsichtbar geschaltet werden.

- **Folgeachsposition** (sichtbar/unsichtbar und fokussiert/nicht fokussiert)
- **Geschwindigkeit** (sichtbar/unsichtbar und fokussiert/nicht fokussiert)
- **Beschleunigung** (sichtbar/unsichtbar und fokussiert/nicht fokussiert)
- **Ruck** (sichtbar/unsichtbar und fokussiert/nicht fokussiert)

Über die "Auswahl der Graph Werkzeuge"-Schaltflächen lassen sich verschiedene Aktionen für das Graph-Fenster starten

- **Alles zeigen**
- **Auswahl**
- **Ansicht vergrößern**
- **Ansicht verschieben**

In dem Mauszeiger-Koordinatenbereich werden die Mauskoordinaten bezogen auf die fokussierte Profildarstellung samt Einheiten angezeigt.

Über die erweiterten Optionen kann die Sichtbarkeit verschiedener Daten im Graph-Fenster eingestellt werden.

- **Koordinatenachsen** (Sichtbar/Unsichtbar)
- **Koordinatennetz** (Sichtbar/Unsichtbar)
- **Bewegungsschrittgrenzen** (Sichtbar/Unsichtbar)
- **Grenzkoordinaten** (Sichtbar/Unsichtbar)

Die Einstellungen im Graph Manager wirken sich direkt auf die graphische Ausgabe aus.



Projektübergreifende Einstellungen wie Farben und Linienstärken für die Graph- / und Vorschau-Fenster können im Hauptmenü **Extras ► Optionen ► CamBuilder ► Graph** eingestellt werden (siehe [Kap. 10.1 "CamBuilder-Optionen" auf Seite 67](#)).

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

6.2 Bewegungsschritt Editor

6.2.1 Übersicht

Eine Kurvenscheibe kann aus beliebig vielen Bewegungsschritten bestehen. Der Bewegungsschritt-Editor dient zur Konfiguration dieser einzelnen Bewegungsschritte.



Die Betriebsarten MotionProfile und FlexProfile der Geräte sind auf eine maximale Anzahl von Bewegungsschritten begrenzt! Werden zu viele Schritte definiert, lässt sich die Kurvenscheibe nicht mehr für die entsprechende Betriebsart herunterladen.

(a) **Bewegungsschritt Editor - CamBuilder**

Geschw. Leitachse: 100 U/min

ΔY $\Delta X, \Delta T$ Abs Rel

(b)

No	Reference	ΔY [Grad]	ΔX [Grad]	ΔT [ms]
1		120	60	100
2		10	60	100
3		-130	240	400

(c)

Schrittart: Standardschritt

Bewegungsgesetz: Allgemeine Bewegung - Polynom 5. Ordnung

Startpunkt

X2: 60 Grad
Y2: 120 Grad
V2: 20 U/min
A2: 0 Rad/s²
J2: -9634,2175 Rad/s³

Endpunkt

X3: 120 Grad
Y3: 130 Grad
V3: 50 U/min
A3: 0 Rad/s²
J3: -13404,128 Rad/s³

Bewegungsschritt Maxima

Vmax: 50 U/min
Amax: 143,6383 Rad/s²
Jmax: -13404,1287 Rad/s³
Cmdyn: 829,4728 Rad/s³

Wendepunktverschiebung: 0,50000

Beschreibung:

Abb.6-2: Dialog: Bewegungsschritt-Editor - CamBuilder

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Der Editor gliedert sich in drei Bereiche.

1. Der **übergeordnete** Teil (a) bezieht sich auf alle Bewegungsschritte der Kurvenscheibe.
2. Der **tabellarische** Teil (b) dient einerseits zur Übersicht und Navigation zwischen den einzelnen Bewegungsschritten, andererseits lassen sich auch Änderungen an einzelnen Attributen vornehmen.
3. Der **formularbasierte** Bereich (c) bietet die Möglichkeit weitere Attribute des im tabellarischen Teil fokussierten Bewegungsschrittes zu editieren.

Als Standard wird ein Bewegungsschritt vorgegeben.

Nicht alle Attribute sind immer editierbar. Je nach Auswahl einiger Attribute werden andere Attribute automatisch berechnet. Die Berechnung aller deaktivierten Attribute erfolgt immer nach Änderung einer Eigenschaft (nach Betätigen der <Eingabe>-Taste oder durch den Wechsel des Cursors in ein anderes Attribut). Wird ein nicht numerischer Wert in ein numerisches Eingabefeld eingegeben, so wird der Wert automatisch zurückgesetzt. Sonstige fehlerhafte Eingabefelder werden durch ein Fehlerzeichen markiert und mit einem Hinweis versehen.

Die letzten 50 Änderungen an einer Kurvenscheibe können, solange die Kurvenscheibe noch nicht gespeichert wurde, wieder rückgängig gemacht werden.

6.2.2 Attribute des übergeordneten Bereichs

Die Attribute des übergeordneten Bereichs beziehen sich auf die gesamte Kurvenscheibe.

Leitachsgeschwindigkeit

Eine Kurvenscheibe wird bezogen auf eine Leitachsgeschwindigkeit definiert. Alle Randwerte der Bewegungsschritte beziehen sich im Editor auf diese Leitachsgeschwindigkeit.

Um zu analysieren wie sich die Kurvenscheibe bei anderen Leitachsgeschwindigkeiten verhält, lässt sich eine "Vorschau" anlegen (siehe [Kap. 5.2 "Vorschauobjekte neu erstellen" auf Seite 32](#)).

Die Leitachsgeschwindigkeit wird in Abhängigkeit der vorgegebenen Leitachswichtung angegeben.

Dieses Attribut ist immer editierbar.

Minimum

- Leitachsgeschwindigkeit > 0
- Die Leitachsgeschwindigkeit muss so groß sein, dass kein ΔX eines auf Zeit bezogenen Bewegungsschrittes kleiner als die Minimalschrittgröße (siehe [Kap. 10.1 "CamBuilder-Optionen" auf Seite 67](#)) wird.

Maximum

- Die Leitachsgeschwindigkeit wird nach oben begrenzt, falls vor einem FlexSchritt mit absoluter Leitachsendposition zeitbezogene Bewegungsschritte existieren und diese sich über die absolute Leitachsendposition ausdehnen würden.

Editiermodus

Der Editiermodus "Relativ" oder "Absolut" bestimmt das Verhalten der nachfolgenden Bewegungsschritte beim Editieren von ΔY , ΔX , ΔT , bzw. Y1 oder X2 (siehe auch [Kap. 6.2.9 "Leitachsabschnitt absolut editieren \(X-Werte\)" auf Seite 45](#) und [Kap. 6.2.10 "Leitachsabschnitt relativ editieren \(X-Werte\)" auf Seite 46](#)).

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

6.2.3 Attribute des tabellarischen Bereichs

Die Attribute des tabellarischen Bereichs zeigen die Werte aller Bewegungsschritte der Kurvenscheibe. Es können nur die Werte des fokussierten Bewegungsschrittes bearbeitet werden.

Bezug Der Bezug definiert, an was sich die Folgeachse orientieren soll. Es gibt zwei Auswahlmöglichkeiten:

- Bewegung der Folgeachse soll der Leitachse folgen; diese Auswahl wird durch ein Motorsymbol dargestellt (Standard).
- Die Bewegung der Folgeachse soll der Zeit folgen; diese Auswahl wird durch ein Uhrensymbol dargestellt.

Dieses Attribut ist immer editierbar.

ΔY ΔY steht für den relativen Hub der Folgeachse innerhalb des fokussierten Bewegungsschrittes und wird in der Einheit der Folgeachse angegeben.

Eine Änderung von ΔY hat die sofortige Berechnung für Y_2 zur Folge.

Dieses Attribut ist nicht editierbar wenn der Schritt-Typ ein „Flex-Schritt mit absoluter Folgeachseposition“ ist oder das aktuelle Bewegungsgesetz den Hub definiert.

ΔX ΔX steht für den relativen Leitachsabschnitt des fokussierten Bewegungsschrittes bezogen auf die Leitachse und wird in der Einheit der Leitachse angegeben.

Eine Änderung von ΔX hat die sofortige Berechnung für X_2 und ΔT zur Folge.

Dieses Attribut ist nicht editierbar wenn der Bezug der Folgeachse die Zeit ist (der Wert wird dann durch die Angabe der Leitachsgeschwindigkeit und ΔT berechnet).

Dieses Attribut ist nicht editierbar wenn der Schritt-Typ ein "Flex-Schritt mit absolutem Leitachsabschnitt" ist oder das aktuelle Bewegungsgesetz den Leitachsabschnitt definiert.

Minimum

- $\Delta X \geq$ Mindestschrittgröße

Maximum

- ΔX wird nach oben begrenzt, wenn ein Flex-Schritt mit absoluter Leitachsendposition folgt und ΔX den fokussierten Schritt über die absolute Leitachsendposition ausdehnen würde.

ΔT ΔT steht für die relative Dauer des fokussierten Bewegungsschrittes gemessen in Millisekunden.

Eine Änderung von ΔT hat die sofortige Berechnung für ΔX und X_2 zur Folge.

Dieses Attribut ist nicht editierbar wenn der Bezug der Folgeachse die Leitachseposition ist (der Wert wird dann durch die Angabe der Leitachsgeschwindigkeit und ΔX berechnet).

Dieses Attribut ist nicht editierbar wenn der Schritt-Typ ein "Flex-Schritt mit absolutem Leitachsabschnitt" ist oder das aktuelle Bewegungsgesetz den Leitachsabschnitt definiert.

Minimum

- $\Delta T \geq 1$ Millisekunde

Maximum

- ΔT wird nach oben begrenzt, wenn ein Flex-Schritt mit absoluter Leitachsendposition folgt und ΔT den fokussierten Schritt über die absolute Leitachsendposition ausdehnen würde.

6.2.4 Attribute des formularbasierten Bereichs

Die Attribute des formularbasierten Bereichs beziehen sich auf den fokussierten Bewegungsschritt.

Schritt-Typ Es gibt 2 Kategorien von Schritt-Typen.

- **Standard-Schritt**

Ein Standard-Schritt hat zur Entwurfszeit definierte Randwerte (X_1 , Y_1 , V_1 , A_1 , J_1 , X_2 , Y_2 , V_2 , A_2 , J_2). Die Bewegungsbahn wird basierend auf diesen Werten berechnet. Die Bewegungsbahn eines Standard-Schrittes ist somit starr und ändert sich nicht zur Laufzeit.

Für diesen Schritt-Typ kann jedes Bewegungsgesetz verwendet werden.

- **Flex-Schritt**

Ein Flex-Schritt ist ein aktiver Schritt, das heißt er übernimmt die Randwerte des Startpunktes zur Laufzeit aus den realen Werten (X_1 , Y_1 , V_1 , A_1 , J_1) und die Randwerte des Endpunktes aus den vordefinierten Werten (ΔX bzw. X_2 , ΔY bzw. Y_2 , V_2 , A_2 , J_2). Die Bewegungsbahn wird zur Laufzeit so berechnet, dass sich keine Geschwindigkeitssprünge ergeben.

Es gibt vier verschiedene Flex-Schritt Typen

- **Flex-Schritt mit relativem Hub und relativem Leitachsabschnitt**
 ΔX und ΔY sind benutzerdefiniert
 X_2 berechnet sich aus $X_1 + \Delta X$
 Y_2 berechnet sich aus $Y_1 + \Delta Y$
- **Flex-Schritt mit absoluter Folgeachsposition und relativem Leitachsabschnitt**
 Y_2 und ΔX sind benutzerdefiniert
 ΔY berechnet sich aus $Y_2 - Y_1$
 X_2 berechnet sich aus $X_1 + \Delta X$
- **Flex-Schritt mit relativem Hub und absoluter Leitachsposition**
Dieser Schritt-Typ kann nicht für zeitabhängige Bewegungsschritte ausgewählt werden.
 X_2 und ΔX sind benutzerdefiniert
 ΔX berechnet sich aus $X_2 - X_1$
 Y_2 berechnet sich aus $Y_1 + \Delta Y$
- **Flex-Schritt mit absoluter Folgeachsposition und absoluter Leitachsposition**
Dieser Schritt-Typ kann nicht für zeitabhängige Bewegungsschritte ausgewählt werden.
 Y_2 und X_2 sind benutzerdefiniert.
 ΔX berechnet sich aus $X_2 - X_1$
 ΔY berechnet sich aus $Y_2 - Y_1$

Für einen Flex-Schritt können nur Bewegungsgesetze der Art "Allgemeine Bewegung" (Polynom 5. oder 7. Ordnung) verwendet werden.

Wird ein Flex-Schritt ausgewählt und passt das aktuelle Bewegungsgesetz nicht, so wird automatisch auf ein Polynom 5. Ordnung umgestellt.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Das Schritt-Typ Attribut ist editierbar wenn der darauffolgende Schritt ein Standard Schritt. Ist der letzte Schritt fokussiert und Startgeschwindigkeit sowie Startbeschleunigung sind mit der Endgeschwindigkeit und der Endbeschleunigung der Kurvenscheibe identisch (zyklische Ausführung der Kurvenscheibe), so wird der erste Schritt der Kurvenscheibe als darauffolgender Schritt angenommen.

Bewegungsgesetz

Das Bewegungsgesetz definiert die **Bewegung der Folgeachse** die zwischen dem Start- und Endpunkt des fokussierten Bewegungsschrittes ausgeführt werden soll.

Die verschiedenen Bewegungsgesetze sind detailliert beschrieben in [Kap. 12 "Bewegungsgesetze" auf Seite 71](#).

Ausgewählt wird das Bewegungsgesetz über folgenden Dialog:

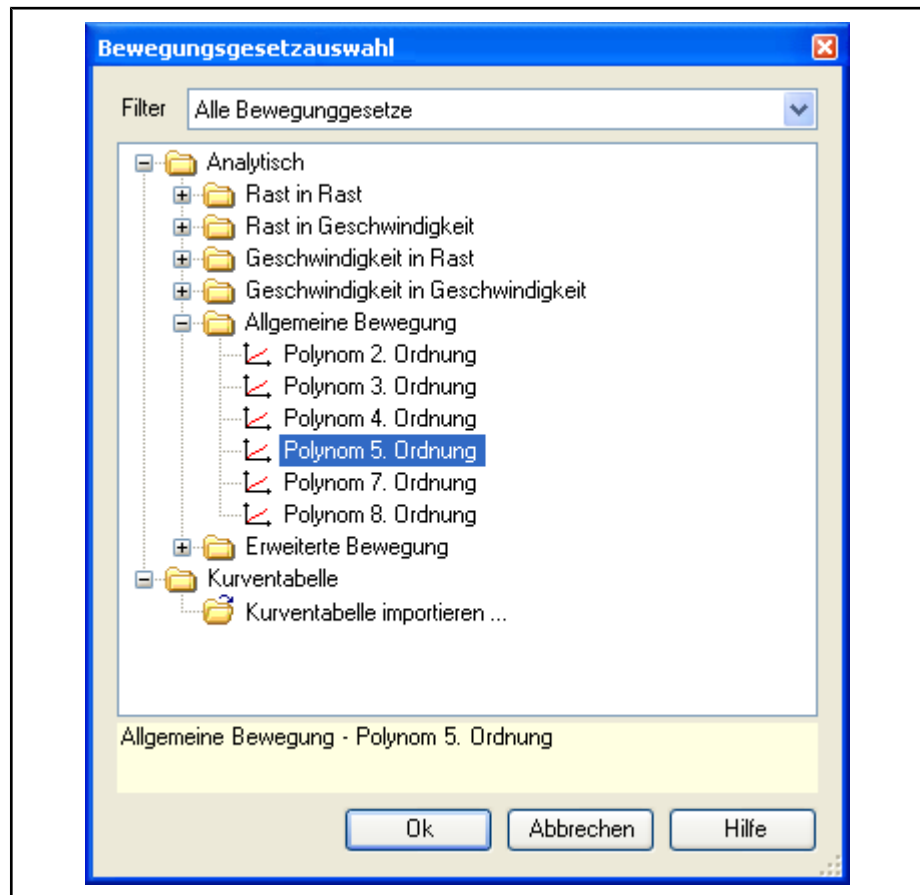


Abb.6-3: Dialog: Bewegungsgesetzauswahl

Der Dialog gliedert sich in zwei Bereiche:

Oben besteht eine Filtermöglichkeit, um nur spezielle Bewegungsgesetze, z.B. nur für MotionProfile, anzuzeigen.

Im unteren Bereich werden die Bewegungsgesetze angezeigt.

Unter der Kategorie "Kurventabelle" können bestehende Kurventabellen zur fokussierten Kurvenscheibe als Bewegungsgesetz hinzugeladen werden. Es werden nur die als Bewegungsgesetz verwendeten Kurventabellen mit der Kurvenscheibe gespeichert. Nicht verwendete importierte Kurventabellen sind nach dem Schließen und erneutem Öffnen der Kurvenscheibe nicht mehr vorhanden.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Es stehen nicht immer alle Bewegungsgesetze zur Auswahl. Endet der vorangegangene Schritt in Rast, muss der fokussierte Bewegungsschritt mit Rast oder einem allgemeinen Bewegungsgesetz fortgesetzt werden. Ist der Schritt-Typ kein Standard Schritt, stehen nur zwei Bewegungsgesetze der allgemeinen Bewegung (Polynom 5. und 7. Ordnung) zur Verfügung.

Startpunkt X1 X₁ ist die Leitachseposition im Startpunkt des fokussierten Bewegungsschrittes in der Einheit der Leitachse.

Minimum

- X₁ >= 0

Maximum

- X₁ wird nach oben begrenzt, wenn ein Flex-Schritt mit absoluter Leitachsendposition folgt und X₁ den fokussierten Schritt über die absolute Leitachsendposition ausdehnen würde.

Y1 Y₁ ist die **Folgeachseposition im Startpunkt** des fokussierten Bewegungsschrittes in der Einheit der Folgeachse.

Dieses Attribut ist nicht editierbar, wenn Y₂ des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.



Der Offset Y₁ des ersten Bewegungsschrittes dient nur der Darstellung im CamBuilder und wird beim Übertragen in die Geräte abgezogen.

V1 V₁ ist die **Geschwindigkeit im Startpunkt** des fokussierten Bewegungsschrittes. Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nicht editierbar wenn es durch das ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird oder V₂ des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.

A1 A₁ ist die **Beschleunigung im Startpunkt** des fokussierten Bewegungsschrittes. Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nicht editierbar wenn es durch das ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird oder A₂ des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.

J1 A₁ ist der **Ruck im Startpunkt** des fokussierten Bewegungsschrittes. Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nicht editierbar, wenn es durch das ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird oder J₂ des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.

Endpunkt X2 X₂ ist die Leitachseposition im Endpunkt des fokussierten Bewegungsschrittes in der Einheit der Leitachse.

Existiert in der Kurvenscheibe ein Bewegungsschritt dessen Schritt-Typ eine absolute Leitachsendposition enthält, so wird die X₂-Änderung der anderen Bewegungsschritte durch diesen Punkt begrenzt.

Liegt der fokussierte Bewegungsschritt vor dem Schritt mit absoluter Leitachsendposition so gilt:

$$(X_{1 \text{ Fokus}} + \text{Mindestschrittgröße} \leq X_{2 \text{ Fokus}} \leq X_{2 \text{ fix}} + \text{Mindestschrittgröße})$$

Das Attribut X₂ ist nicht editierbar wenn der Bezug der Folgeachse die Zeit ist (der Wert wird dann durch die Angabe der Leitachsgeschwindigkeit und ΔT berechnet)

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Das Attribut X_2 ist nicht editierbar wenn der Schritt-Typ ein Flex-Schritt mit relativem Leitachsabschnitt ist oder das Bewegungsgesetz ein erweitertes Bewegungsgesetz, beschleunigungsbegrenztes Trapezprofil oder beschleunigungsbegrenzte Sinuslinie oder ruckbegrenzte Bewegung ist.

Minimum

- $X_2 \geq X_1 + \text{Mindestschrittgröße}$

Maximum

- X_2 wird nach oben begrenzt, wenn ein Flex-Schritt mit absoluter Leitachsendposition folgt und X_2 den fokussierten Schritt über die absolute Leitachsendposition ausdehnen würde.

Y2 Y_2 ist die **Folgeachseposition im Endpunkt** des fokussierten Bewegungsschrittes in der Einheit der Folgeachse.

Dieses Attribut ist nicht editierbar, wenn es durch das im fokussierten Bewegungsschritt ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird oder Y_1 des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.

V2 V_2 ist die **Geschwindigkeit im Endpunkt** des fokussierten Bewegungsschrittes. Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nicht editierbar, wenn es durch das im fokussierten Bewegungsschritt ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird oder V_1 des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.

A2 A_2 ist die **Beschleunigung im Endpunkt** des fokussierten Bewegungsschrittes. Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nicht editierbar, wenn es durch das im fokussierten Bewegungsschritt ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird oder A_1 des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.

J2 J_2 ist der **Ruck im Endpunkt** des fokussierten Bewegungsschrittes. Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nicht editierbar, wenn es durch das im fokussierten Bewegungsschritt ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird oder J_1 des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.

Maximalwerte Vmax $V_{\max}$ ist die **maximale Geschwindigkeit des fokussierten Bewegungsschrittes**. Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nicht editierbar, wenn es durch das im fokussierten Bewegungsschritt ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird.

Amax $A_{\max}$ ist die **maximale Beschleunigung des fokussierten Bewegungsschrittes**. Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nicht editierbar wenn es durch das im fokussierten Bewegungsschritt ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird.

Jmax $J_{\max}$ ist der **maximale Ruck des fokussierten Bewegungsschrittes**. Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nicht editierbar wenn es durch das im fokussierten Bewegungsschritt ausgewählte Bewegungsgesetz automatisch berechnet wird.

Cmdyn Der dynamische Momentenkennwert C_{mdyn} wird nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$C_{\text{mdyn}} = \text{Maximalwert} (V * A)$$

Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

Dieses Attribut ist nie editierbar, es wird immer automatisch berechnet.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Wendepunktverschiebung	Die Wendepunktverschiebung legt fest, an welcher Stelle sich das Krümmungsverhalten für ein symmetrisches Bewegungsgesetz ändert. Die Wendepunktverschiebung kann entweder mit dem Schieberegler verändert werden oder über die Eingabe eines prozentualen Wertes zwischen 0 und 1. Dieses Attribut ist für alle symmetrischen "Rast in Rast" Bewegungsgesetze editierbar.
Beschreibung	Die Beschreibung kann eine kurze benutzerdefinierte Information zu dem fokussierten Bewegungsschritt enthalten. Dieses Attribut ist immer editierbar.

6.2.5 Bewegungsschritt berechnen

Nach jeder Eingabe (Wechseln in ein anderes Eingabefeld oder Betätigen der <Enter>-Taste) wird die Kurvenscheibe neu berechnet. Sollte die Berechnung nicht möglich sein, werden die Eingabefelder welche fehlerhaft sind, markiert und mit einer klar verständlichen Information versehen. Der Bewegungsschritt wird nur übernommen, wenn alle Eingaben korrekt sind.

Durch die Funktionalität "Bewegungsschritt zurücksetzen" können alle Änderungen, die seit dem letzten erfolgreichen Berechnen des Bewegungsschrittes gemacht wurden, zurückgesetzt werden.

Wenn eine Aktion ausgeführt werden soll, welche den fokussierten Bewegungsschritt in berechneter Form benötigt, z.B.: in der Tabelle wird ein anderer Bewegungsschritt als aktiver Bewegungsschritt markiert oder es soll ein neuer Bewegungsschritt angelegt werden, dann muss der aktive Bewegungsschritt fehlerfrei sein.

Sind noch fehlerhafte Eingaben vorhanden, so bleibt der zuletzt fokussierte Bewegungsschritt aktiv bis die Eingaben gültig sind oder zurückgesetzt werden.

6.2.6 Bearbeitung rückgängig machen / wiederherstellen

Über den Menüpunkt **Bearbeiten ► Rückgängig** können die letzten 50 Bearbeitungen, welche an der fokussierten Kurvenscheibe seit dem letzten Speichern gemacht wurden, zurückgesetzt werden.

Nachdem eine Bearbeitung rückgängig gemacht wurde, kann diese, wenn noch keine weitere Änderung an der Kurvenscheibe durchgeführt wurde, auch wiederhergestellt werden.

6.2.7 Folgeachsposition absolut editieren (Y-Werte)

Wird in einem Bewegungsschritt der Y-Wert bzw. ΔY im **"Editiermodus Absolut"** geändert, ändert sich nur dieser einzelne Wert, der Rest des Positionsprofils bleibt an der ursprünglichen Position.

WICHTIG: Hat die Änderung eines Bewegungsschrittes zur Folge, dass die Randwerte des nachfolgenden Schrittes nicht mehr zu dessen Bewegungsgesetz passen, so wird immer der Hub des nachfolgenden Schrittes als fixe Größe betrachtet und ggf. das Bewegungsgesetz auf ein Polynom 5. Ordnung gesetzt.

Im folgenden Beispiel ist der Hub des 3. Bewegungsschrittes nicht editierbar, deshalb wird der Hub des 4. Bewegungsschrittes angepasst.

Beispiel:

Absolutes Editieren von ΔY

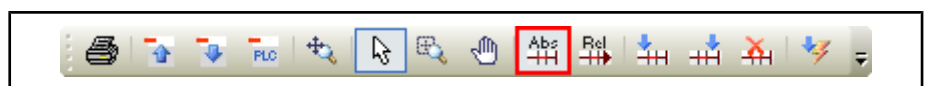
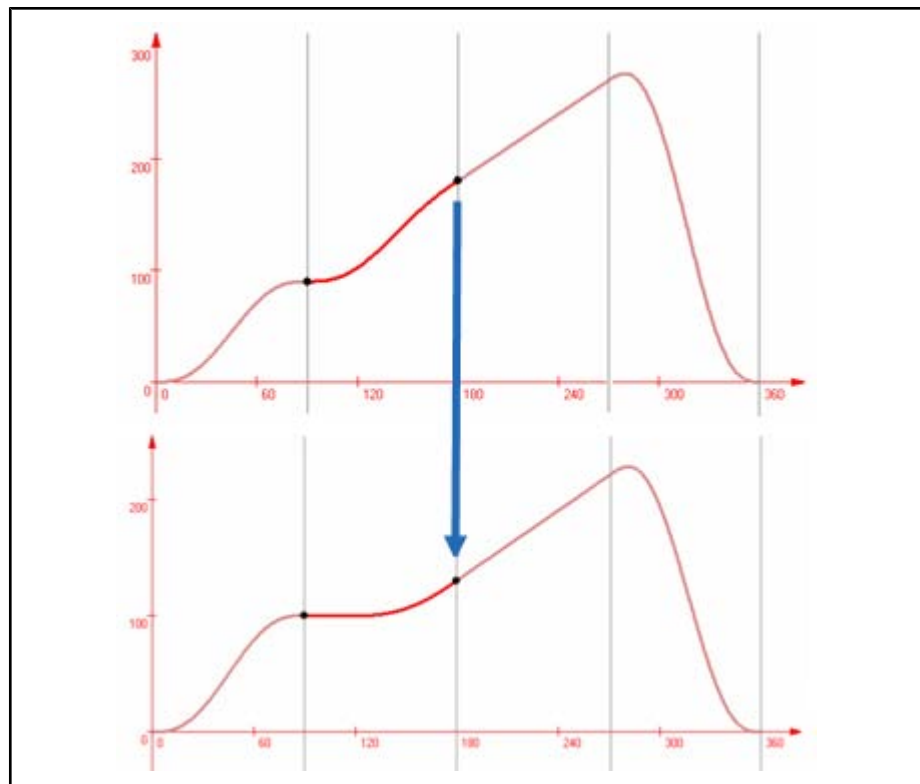


Abb. 6-4: Editiermodus Absolut

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Abb.6-5: Änderung von ΔY des zweiten Bewegungsschrittes um -50 Grad

6.2.8 Folgeachseposition relativ editieren (Y-Werte)

Wird in einem Bewegungsschritt der Y-Wert bzw. ΔY im "Editiermodus Relativ" geändert, so verschiebt sich der nachfolgende Rest des Positionsprofils um den Änderungsbetrag in Y-Richtung.

WICHTIG: Hat die Änderung eines Bewegungsschrittes zur Folge, dass die Randwerte des nachfolgenden Schrittes nicht mehr zu dessen Bewegungsgesetz passen, so wird immer der Hub des nachfolgenden Schrittes als fixe Größe betrachtet und ggf. das Bewegungsgesetz auf ein Polynom 5. Ordnung gesetzt.

Beispiel:

Relatives Editieren von ΔY



Abb.6-6: Editiermodus Relativ

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

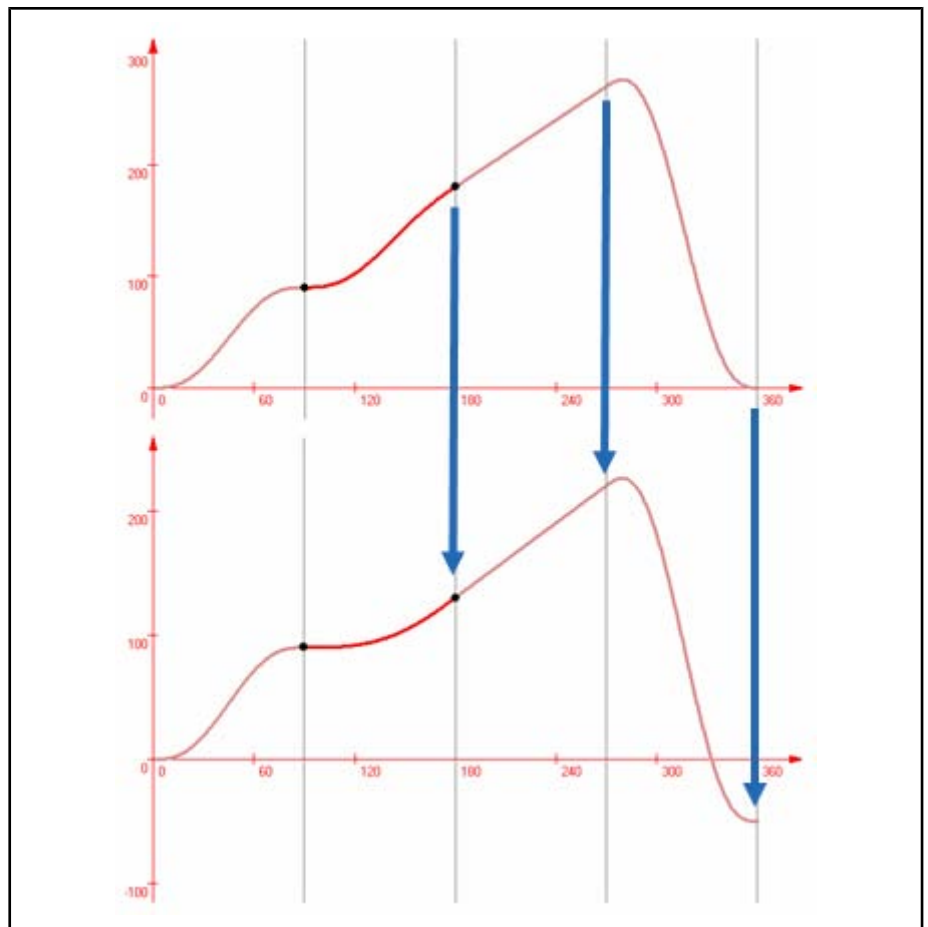


Abb.6-7: Änderung von ΔY des zweiten Bewegungsschrittes um -50 Grad

6.2.9 Leitachsabschnitt absolut editieren (X-Werte)

Bei Änderungen des Leitachsabschnitts (ΔX , ΔT , X_1 oder X_2) von einzelnen Bewegungsschritten im **"Editiermodus Absolut"** wird die Gesamtlänge der Kurvenscheibe beibehalten. Das bedeutet, die Änderung an der Länge eines einzelnen Bewegungsschrittes ändert die Länge des vorangehenden oder des nachfolgenden Bewegungsschrittes.

Dieser Modus empfiehlt sich, wenn z.B. eine Kurvenscheibe mit einer fixen Länge von 360 Grad bearbeitet werden soll und ein Bewegungsschritt der Kurvenscheibe verkürzt oder verlängert wird, die Gesamtlänge der Kurvenscheibe jedoch erhalten bleiben soll.

Wird im "Editiermodus Absolut" ein (neuer) Bewegungsschritt in X-Richtung über ein oder mehrere nachfolgende Schritte ausgedehnt, so werden diese Schritte überschrieben.

Beispiel:

Absolutes Editieren von ΔX oder X_n

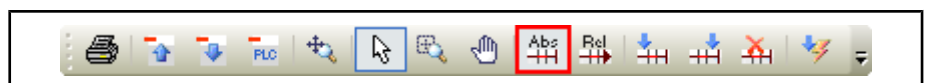
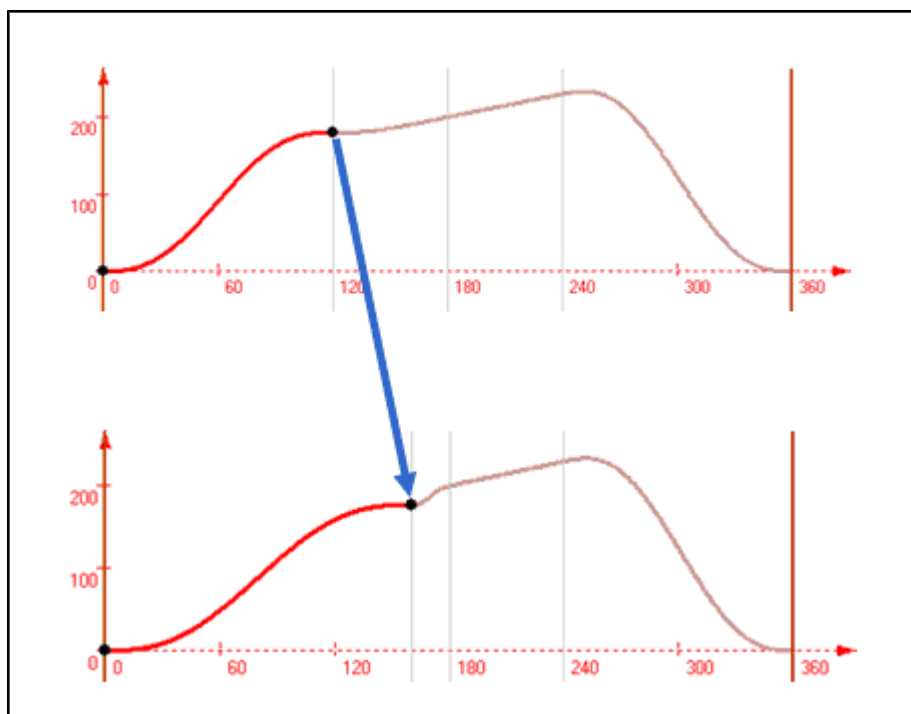


Abb.6-8: Editiermodus Absolut

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Abb.6-9: Änderung von ΔX des ersten Bewegungsschrittes um +40 Grad

6.2.10 Leitachsabschnitt relativ editieren (X-Werte)

Die Änderung des Leitachsabschnitts (ΔX , ΔT , $X1$ oder $X2$) von einzelnen Bewegungsschritten im **"Editiermodus Relativ"** ändert die Gesamtlänge der Kurvenscheibe. Die ΔX - oder ΔT -Werte der vorangehenden und nachfolgenden Bewegungsschritte werden nicht verändert.

Dieser Modus empfiehlt sich, wenn z.B. eine Kurvenscheibe das erste Mal erfasst wird oder wenn zeitabhängige Bewegungsschritte erfasst werden sollen. Wird z.B. die Zeitdauer eines Bewegungsschrittes verkürzt, so verkürzt sich auch die Dauer der gesamten Kurvenscheibe.

Beispiel:

Relatives Editieren von ΔX oder X_n



Abb.6-10: Editiermodus Relativ

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

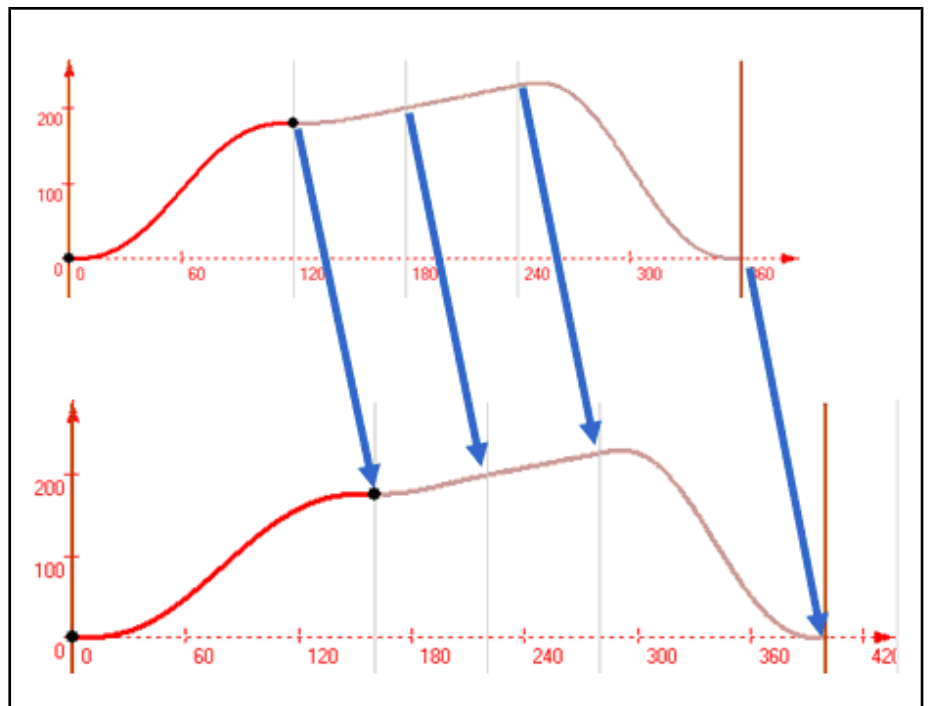


Abb.6-11: Änderung von ΔX des ersten Bewegungsschrittes um +40 Grad

6.2.11 Kurventabelle des Bewegungsschritts bearbeiten

Enthält der fokussierte Bewegungsschritt eine Kurventabelle als Bewegungsgesetz, so kann neben der Bewegungsgesetz Auswahl über eine Schaltfläche ein modales Fenster mit der Kurventabelle zur Bearbeitung geöffnet werden.

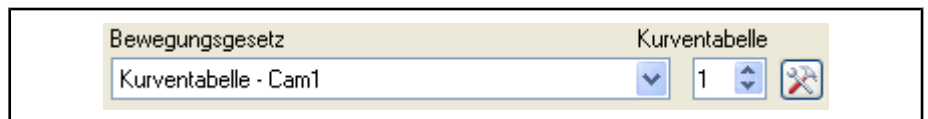


Abb.6-12: Symbol: Kurventabelle editieren

In diesem Fenster können sämtliche **%-Werte** der Kurventabelle **editiert** werden.

Punkte können **gelöscht** werden. In diesem Fall werden die X-Werte neu berechnet und die bestehenden Y-Werte behalten ihre Werte. Es müssen mindestens 3 Punkte bestehen bleiben.

Neue Punkte werden nach der fokussierten Zeile **hinzugefügt**, dann werden die X-Werte neu berechnet und die bestehenden Y-Werte behalten ihre Werte. Es können minimal 3 und maximal 1024 Punkte eingegeben werden.

Die X-Werte werden immer in der Einheit der Leitachse angegeben und die Y-Werte werden als Prozentwert erfasst. In der Kurventabelle entspricht der erste X-Wert immer der ersten Leitachseposition des Bewegungsschrittes und der letzte X-Wert der letzten Leitachseposition des Bewegungsschrittes.

6.2.12 Neuen Schritt nach fokussiertem Schritt hinzufügen

Diese Funktionalität fügt am Ende des fokussierten Bewegungsschrittes einen neuen Bewegungsschritt hinzu und füllt ΔX mit der Standardschrittgröße aus den Optionen und dem Bewegungsgesetz "Allgemeine Bewegung Polynom 5. Ordnung".

Die Randwerte des Startpunktes des neuen Bewegungsschrittes werden vom fokussierten Endpunkt übernommen.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Ist der **"Editiermodus Relativ"** aktiv, so vergrößert sich die Gesamtlänge der Kurvenscheibe.

Die Randwerte des Endpunktes werden, falls vorhanden, vom Startpunkt des nachfolgenden Bewegungsschrittes übernommen. Falls kein nachfolgender Bewegungsschritt vorhanden ist, werden die Randwerte mit "0"-Werten gefüllt.

Ist der **"Editiermodus Absolut"** aktiv, so bleibt die Gesamtlänge der Kurvenscheibe erhalten.

Die Randwerte des Endpunktes werden mit den Werten des alten nachfolgenden Schrittes an dessen Stelle ($X_1 + \text{Standardschrittgröße}$) gefüllt und der nachfolgende Schritt wird um die Standardschrittgröße gekürzt. Falls dies nicht möglich ist erscheint ein verständlicher Hinweis, warum an diese Stelle kein Schritt eingefügt werden kann. Falls kein nachfolgender Bewegungsschritt vorhanden ist, werden die Randwerte mit "0"-Werten gefüllt.

Nach dem Einfügen wird der neu eingefügte Bewegungsschritt aktiviert.

Beispiel:



Abb.6-13: Editiermodus Absolut

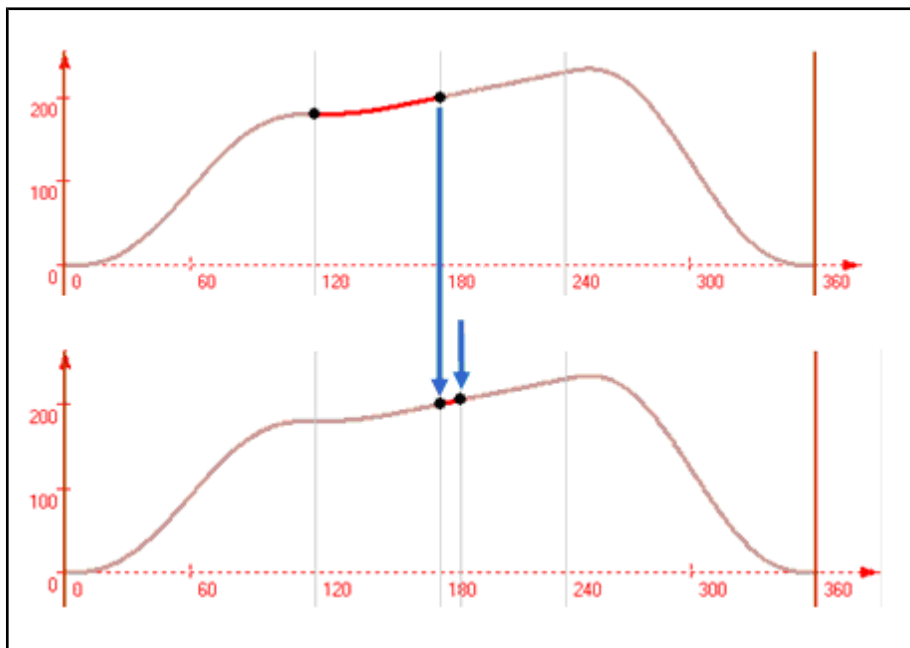


Abb.6-14: Am Ende von Bewegungsschritt 2 wird ein neuer Schritt eingefügt

Beispiel:



Abb.6-15: Editiermodus Relativ

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

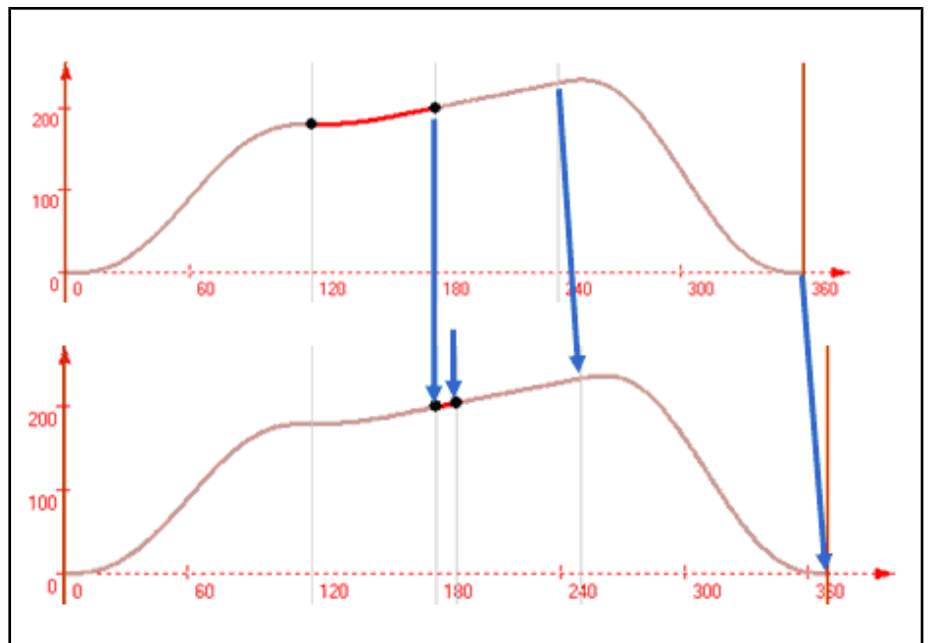


Abb.6-16: Am Ende von Bewegungsschritt 2 wird ein neuer Schritt eingefügt

6.2.13 Neuen Schritt vor fokussiertem Schritt hinzufügen

Die "Davor hinzufügen"-Funktionalität fügt vor dem fokussierten Bewegungsschritte einen neuen Bewegungsschritt hinzu und füllt ΔX mit der Standardschrittgröße und das Bewegungsgesetz mit dem Polynom 5. Ordnung.

Die Randwerte des Startpunktes des neuen Bewegungsschrittes werden vom Endpunkt des vorangegangenen Schrittes übernommen.

Ist der **"Editiermodus Relativ"** aktiv, so vergrößert sich die Gesamtlänge der Kurvenscheibe.

Alle nachfolgenden Schritte werden um ΔX nach hinten verschoben.

Ist der **"Editiermodus Absolut"** aktiv, so bleibt die Gesamtlänge der Kurvenscheibe erhalten. Die Randwerte des Endpunktes werden mit den Werten des alten fokussierten Schrittes an dessen Stelle ($X_1 + \text{Standardschrittgröße}$) gefüllt und der vorangegangene Schritt um die Standardschrittgröße gekürzt. Falls dies nicht möglich ist erscheint ein verständlicher Hinweis, warum an diese Stelle kein Schritt eingefügt werden kann.

Nach dem Einfügen wird der neu eingefügte Schritt aktiviert.

Beispiel:



Abb.6-17: Editiermodus Absolut

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

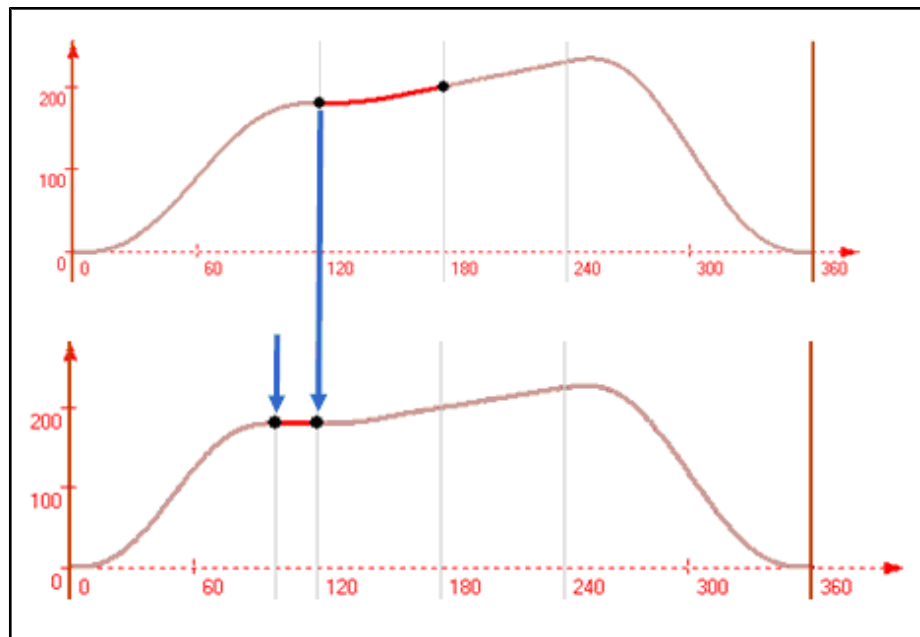


Abb.6-18: Am Anfang von Bewegungsschritt 2 wird ein neuer Schritt eingefügt

Beispiel:

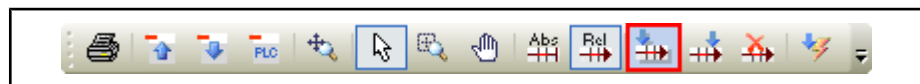


Abb.6-19: Editiermodus Relativ

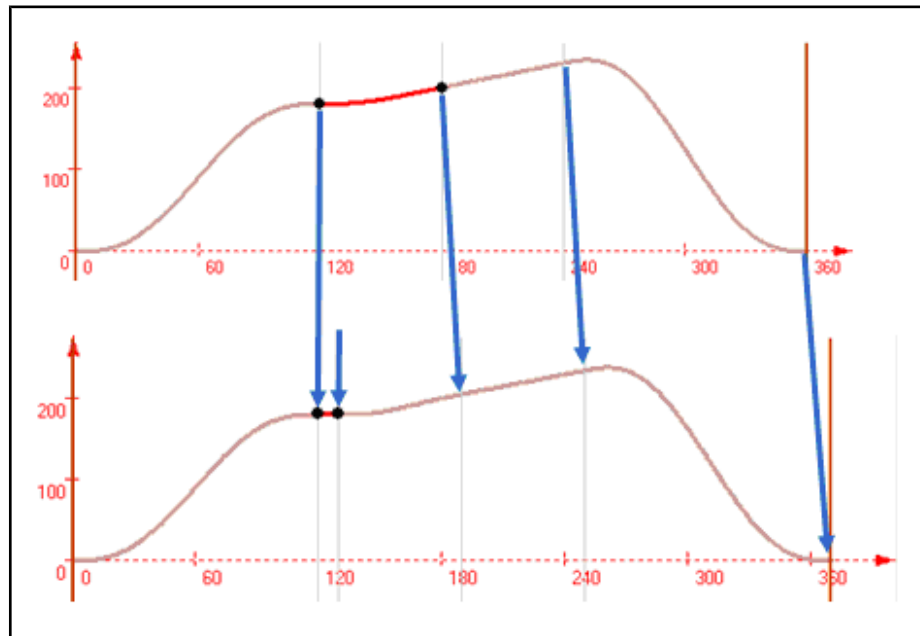


Abb.6-20: Am Anfang von Bewegungsschritt 2 einen neuen Schritt eingefügt

6.2.14 Fokussierten Bewegungsschritt löschen

Eine Kurvenscheibe benötigt mindestens einen Bewegungsschritt. Besteht eine Kurvenscheibe aus mehr als einem Bewegungsschritt, so kann der fokussierte Bewegungsschritt gelöscht werden.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Ist der **"Editiermodus Relativ"** aktiv, so verkürzt sich die Gesamtlänge der Kurvenscheibe.

Ist der **"Editiermodus Absolut"** aktiv, so bleibt die Gesamtlänge der Kurvenscheibe erhalten.

Das Beibehalten der Gesamtlänge wird dadurch erreicht, dass der nachfolgende (falls nicht vorhanden, der vorangegangene) Bewegungsschritt um ΔX des zu löschenden Schrittes erweitert wird. Sollte dies nicht möglich sein, so kann der Bewegungsschritt nicht gelöscht werden.

Beispiel:



Abb.6-21: Editiermodus Absolut

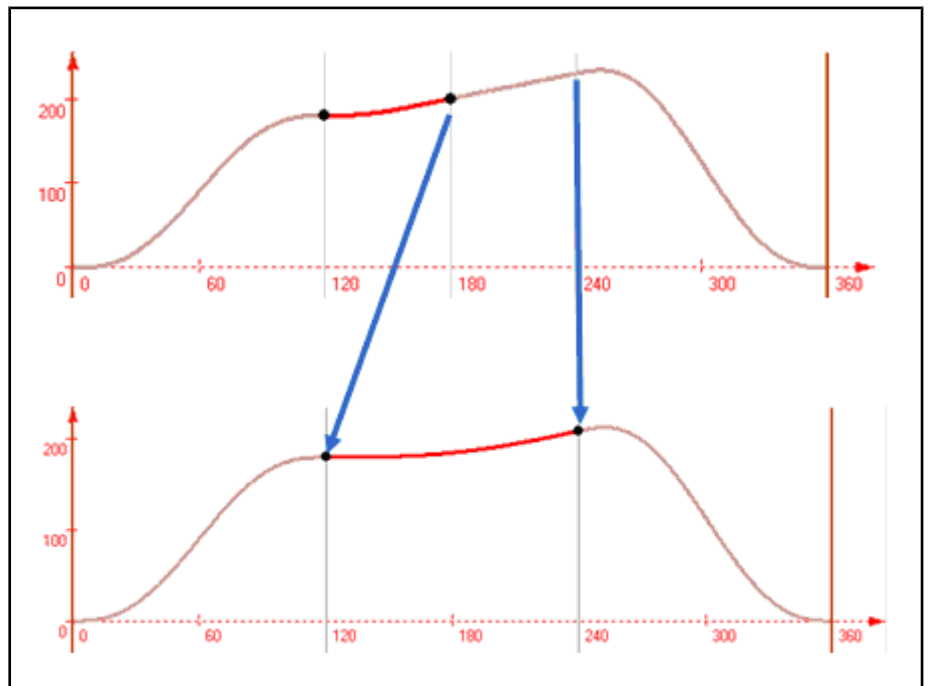


Abb.6-22: Bewegungsschritt 2 löschen

Beispiel:



Abb.6-23: Editiermodus Relativ

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

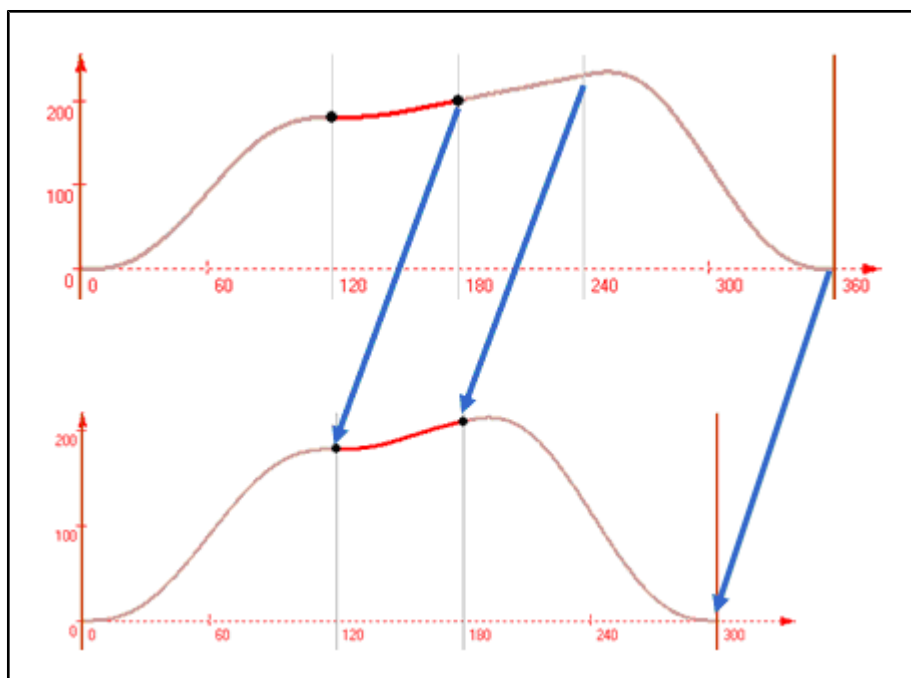


Abb.6-24: Bewegungsschritt 2 löschen

6.3 Ereignis Editor

6.3.1 Übersicht

Der Ereignis Editor dient zur Definition von Ereignissen.

Das **MLC FlexProfile** unterstützt die Ereignissteuerung. Bewegungsschritten können **Ereignisse** zugeordnet werden. Diese bestehen aus einem **Auslöser** und einer **Aktion**. Über die Aktion eines Ereignisses lassen sich Bits der Axis-Data-Struktur zur Ausführungszeit des FlexProfils setzen. Auf diese kann dann sehr komfortabel innerhalb einer SPS reagiert werden.

Im CamBuilder kann über die Werkzeugleiste einem fokussierten Bewegungsschritt ein Ereignis hinzugefügt werden.



Abb.6-25: Symbol: Ereignis hinzufügen

6.3.2 Attribute

An jeden Bewegungsschritt einer Kurvenscheibe können Ereignisse angehängt werden. Ein Ereignis besteht aus einem Auslöser und einer Aktion.

Nr Die Nummer wird automatisch vergeben und dient zur eindeutigen Identifizierung des Ereignisses.

Bewegungsschritt Jedes Ereignis ist einem bestimmten Bewegungsschritt zugeordnet (Auswahlmöglichkeit: Alle Bewegungsschritte der fokussierten Kurvenscheibe).

Auslöser Der Auslöser ist das Kriterium, wann das Ereignis ausgelöst wird:

- Absolute Leitachposition erreicht
Das Ereignis wird ausgelöst, wenn im zugeordneten Bewegungsschritt die als Wert eingetragene Leitachposition erreicht wird.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Ähnlich einem Nockenschaltwerk kann die aktuelle Position einer Achse überwacht werden. Überfährt diese im aktuellen Bewegungsschritt eine vorgegebene Position, dann tritt das Ereignis ein.

- **Relativer Leitachsweg verfahren**

Das Ereignis wird ausgelöst, wenn im zugeordneten Bewegungsschritt der als Wert eingegebene Leitachsweg verfahren wurde.

- **Absolute Folgeachsposition erreicht**

Das Ereignis wird ausgelöst, wenn im zugeordneten Bewegungsschritt die als Wert eingegebene Folgeachsposition erreicht wird.

- **Relativer Folgeachsweg verfahren**

Das Ereignis wird ausgelöst, wenn im zugeordneten Bewegungsschritt der als Wert eingegebene Folgeachsachsweg verfahren wurde.

- **SPS-Signal**

Das Ereignis wird ausgelöst, wenn während der Ausführung des zugeordneten Bewegungsschrittes das SPS-Signal gesetzt wird.

- **Zeit verstrichen**

Das Ereignis wird ausgelöst, wenn während der Ausführung des zugeordneten Bewegungsschrittes die als Wert vorgegebene Zeit verstrichen ist.

Wert Der Wert ist abhängig vom Auslöser (Position, Fahrweg oder Zeitdauer).

Einheit Die Einheit wird je nach gewähltem Auslöser angezeigt (Position und Fahrweg in der Einheit der Leit- bzw. Folgeachse, Zeitdauer in Sekunden).

Bit Ist während der Ausführung des zugeordneten Bewegungsschrittes das Auslösekriterium erfüllt, so wird das gewählte Bit aus der AxisData-Struktur gesetzt. (Auswahlmöglichkeit: Bit0 bis Bit15).

Aktion Die Aktion definiert, wann genau das Bit gesetzt werden soll:

- **Am Ende des Profils**

Das gewählte Bit wird nach Ausführung des letzten Bewegungsschrittes am Ende des Profils gesetzt.

- **Am Ende des Bewegungsschrittes**

Das gewählte Bit wird nach Ausführung des gewählten Bewegungsschrittes gesetzt.

- **Sofort setzen**

Das gewählte Bit wird sofort gesetzt.

- **Sofort setzen und sofort nächsten Bewegungsschritt anschließen**

Das gewählte Bit wird sofort gesetzt und es wird sofort mit der Ausführung des nächsten Bewegungsschrittes begonnen. Ist dieser ein Flex-Schritt, dann können die Randwerte dynamisch zur Laufzeit übernommen werden und der Übergang kann stoß- und ruckfrei begonnen werden.



Sind einem Bewegungsschritt ein oder mehrere Ereignisse zugeordnet, so werden diese im Graph Editor im rechten unteren Bereich als aktives Blitz-Symbol dargestellt. Durch einen Klick auf das Symbol öffnet sich der Ereignis Editor.

Wird eine Kurvenscheibe mit Ereignissen in einer Vorschau angezeigt, so wird angezeigt zu welcher Zeit welches Bit aktiviert wird.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

6.3.3 Funktionalität

Neues Ereignis anlegen	Es wird ein Standard Ereignis am Ende der Ereignis Liste eingefügt. (Bewegungsschritt: Fokussierter Schritt; Auslöser: SPS-Signal; Bit: Bit0; Aktion: Sofort setzen).
Editieren	Ereignisse können in der Liste editiert werden.
Ereignis entfernen	Es wird das in der Liste fokussierte Ereignis entfernt.
Rückgängig	Macht die letzte Änderung rückgängig.
Wiederherstellen	Stellt, falls eine Änderung rückgängig gemacht wurde, diese wieder her.
Hilfe	Öffnet das Event Editor Kapitel der CamBuilder Online Hilfe.



Durch das Herunterladen einer Kurvenscheibe werden die Ereignisse in die entsprechenden Parameter geschrieben.

Enthält eine Kurvenscheibe Ereignisse, so werden diese auch mit dem SPS-Baustein zur FlexProfile-Erzeugung generiert.

Ändert sich eine Bewegungsschrittnummer weil z.B. ein zusätzlicher Schritt eingefügt wird, bleiben die Ereignisse dem ursprünglich zugewiesenen Bewegungsschritt zugeordnet. Wird ein Bewegungsschritt entfernt, so werden auch die zu ihm erfassten Ereignisse entfernt.

6.4 Applikationsspezifischer Wizard

6.4.1 Allgemeines

Eine applikationsspezifische Kurvenscheibe besitzt je nach Applikationsart einen speziellen Wizard mit welchem die gesamte Kurvenscheibe bearbeitet werden kann.

Einzelne Bewegungsschritte können später jederzeit wieder mit dem Bewegungsschritt Editor bearbeitet werden (siehe [Kap. 6.2 "Bewegungsschritt Editor" auf Seite 36](#)). Sobald jedoch wieder eine Änderung mit dem Wizard gemacht wird, werden sämtliche Änderungen des Bewegungsschritt Editors überschrieben.

6.4.2 Querschneider Wizard

Der CamBuilder bietet für häufig vorkommende Anforderungen, wie der Querschneider-Funktionalität, einen Wizard an, der den Anwender bei der Entwicklung der Kurvenscheibe unterstützt. Dialoggesteuert werden alle Anforderungen und Besonderheiten der Applikation abgedeckt.

Für die Querschneider-Funktionalität spezifische Eingaben sind:

- Format-Länge
- Roller-Durchmesser
- Schnittwinkel
- Geschwindigkeit der Leitachse

6.4.3 Vorschub Wizard

Der CamBuilder bietet für häufig vorkommende Anforderungen, wie der Vorschub-Funktionalität, einen Wizard an, der den Anwender bei der Entwicklung der Kurvenscheibe unterstützt. Mit dialoggesteuerten Eingaben werden alle Anforderungen und Besonderheiten der Applikation abgedeckt.

Für die Vorschub-Funktionalität spezifische Eingaben sind:

- Format-Länge

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

- Roller-Durchmesser
- Maximale Verzögerung
- Beschleunigungsweg
- Roller-Position
- Entfernung zwischen zwei Produkten
- Geschwindigkeit der Leitachse

Um den im CamBuilder konfigurierten Vorschub zu erreichen muss der Hubfaktor beim Download als Punktetabelle gleich dem Hubfaktor zur Ausführung in der Applikation eingestellt werden.

6.4.4 Drucklängenkorrektur Wizard

Der CamBuilder bietet für häufig vorkommende Anforderungen, wie die Drucklängenkorrektur, einen Wizard an, der den Anwender bei der Entwicklung der Kurvenscheibe unterstützt. Dialoggesteuert werden alle Anforderungen und Besonderheiten der Applikation abgedeckt.

Für die Drucklängenkorrektur spezifische Eingaben sind:

- Durchmesser des Druckzylinders
- Klischee-Länge
- Korrekturwert
- Geschwindigkeit der Leitachse

Von dem Wizard wird ein weiterer Parameter berechnet:

- Steigung im Synchronbereich

6.4.5 Fliegende Säge Wizard

Der CamBuilder bietet für häufig vorkommende Anforderungen, wie die Fliegende Säge, einen Wizard an, der den Anwender bei der Entwicklung der Kurvenscheibe unterstützt. Dialoggesteuert werden alle Anforderungen und Besonderheiten der Applikation abgedeckt.

Spezifische Eingaben für die Fliegende Säge sind:

- Synchronbereich - Bereich in dem der Schnitt erfolgt
- Bewegungsgesetz im Übergangsbereich - es werden die Bewegungsgesetze Modifizierte Sinuslinie, Polynom 3. Grades, Polynom 5. Grades und Polynom 7. Grades angeboten.

Von dem Wizard wird ein weiterer Parameter berechnet:

- Steigung im Synchronbereich

6.5 Kurventabelle

Die Kurventabelle ist eine Übersicht über den kompletten Verlauf der Kurvenscheibe.

Der Benutzer kann die **Anzahl der Stützpunkte** für das gesamte Positionsprofil festlegen. Zusätzlich kann definiert werden, mit welchem **Hub** die Prozentwerte berechnet werden sollen.

Die Verteilung der Punkte über den Leitachsabschnitt kann über folgende Option festgelegt werden:

Der letzte Stützpunkt der Tabelle gehört zu X: 100% (Ja/Nein) (Tabellenformat).

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Angenommen die Anzahl der Stützpunkte soll 1024 betragen:

Ja:	Die 100% werden genau auf z.B. 1024 Punkte aufgeteilt		
	0,0000%	=	Punkt 1
	99,9023%	=	Punkt 1023
	100,0000%	=	Punkt 1024
Nein:	Die 100% werden auf 1024 + 1 Punkte aufgeteilt		
	0,0000%	=	Punkt 1
	99,9024%	=	Punkt 1024
	100,0000%	=	Punkt 1

Abb.6-26: Die Einheiten der Spalten sind von den Leit- und Folgeachs-Einheiten abhängig

Die Tabelle ist schreibgeschützt und besitzt folgende Spalten:

Nummer, Y [%], Leitachsisposition, Folgeachsisposition, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Ruck. Die Werte beziehen sich auf die im Bewegungsschritt Editor definierte Leitachsisgeschwindigkeit.

Die Werte der Tabelle lassen sich in die Zwischenablage kopieren und von dort aus können die Werte über "Einfügen" in andere Programme übernommen werden.

6.6 Extremwerte

In der Extremwertliste werden die minimalen und maximalen Werte für die gesamte Kurvenscheibe, bezogen auf die im Bewegungsschritteditor definierte Leitachsisgeschwindigkeit, angezeigt.

Extremwertliste

Profilardarstellung	Minimum	Maximum	Einheit
Folgeachsisposition			
Geschwindigkeit			
Beschleunigung			
Ruck			
Dyn. Momentenkennwert			

Abb.6-27: Aufbau der Extremwertliste

Der dynamische Momentenkennwert wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$C_{\text{mdyn}} = \text{Maximalwert} (V_{\text{max}} * A_{\text{max}})$$

mit V_{max} = Maximale Geschwindigkeit und A_{max} = Maximale Beschleunigung.



Dieses Fenster kann über den Menüpunkt **Ansicht ► Andere Fenster ► Extremwerte - CamBuilder** angezeigt oder verborgen werden.

6.7 Kurvenscheibenvorschau

Kurvenscheiben werden graphisch über den "Graph Editor" (siehe [Kap. 6.1 "Graph Editor" auf Seite 33](#)) bearbeitet.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Um mehrere Kurvenscheiben bezüglich einer Leitachse miteinander zu vergleichen, gibt es im CamBuilder die Möglichkeit, die Kurvenscheiben in einer Vorschau zu öffnen und darin zu analysieren.

Eine neue Vorschau wird über einen "Cam Pool" oder die IndraWorks Bibliothek dem Projekt hinzugefügt (siehe [Kap. 5.2 "Vorschauobjekte neu erstellen" auf Seite 32](#)).



Je nach gewählter Betriebsart in der Applikation können sich in der Realität Unterschiede zur Vorschau ergeben. Kurventabellen und MotionProfiles unterstützen keine von der Zeit abhängigen Schritte sowie Ereignisse.

Folgeachs- und Leitachsoffset müssen beim Aktivieren der jeweiligen Synchronbetriebsart explizit im Anwendungsprogramm über die entsprechenden Funktionsbausteine vorgegeben werden. (z.B. MB_PhasingSlave, MB_Phasing bei allen Betriebsarten, bzw. über die entsprechenden Eingänge am ML_FlexProfile Baustein)

Aufbau eines Vorschaufensters

Ein Vorschaufenster besteht aus der zeitabhängigen Positionsdarstellung einer Leitachse, und den optionalen zeitabhängigen Profildarstellungen (Position / Geschwindigkeit / Beschleunigung / Ruck) der Folgeachsen.

Über ein Systemmenü im rechten oberen Eck der jeweiligen Vorschau lassen sich die einzelnen Positionen innerhalb des gesamten Vorschau Fensters nach oben bzw. nach unten verschieben. Die Vorschauen lassen sich über die gesamte Vorschau gleichmäßig verteilen und es lassen sich einzelne Vorschauen schließen.



Die einzelnen Vorschauen lassen sich mit der Maus in ihrer Höhe ändern. Die Linie zwischen zwei Vorschauen wird mit der Maus "gefasst" und die Größe wird durch Verschieben der Maus angepasst.

Wird während des Ändern der Größe die <Strg>-Taste gedrückt, lässt sich die Gesamtgröße der Vorschau anpassen.

Messfunktion

Die Messlinie lässt sich mit der Maus im Auswahl-Modus (Pfeil) verschieben. Die Messergebnisse werden jeweils in der Titelleiste jeder Vorschau angezeigt. Um ein anderes Profil (Position / Geschwindigkeit / Beschleunigung / Ruck) zu messen kann dieses mit der Maus selektiert werden. Die Messergebnisse beziehen sich dann auf dieses Profil.

Ändern der Ansicht

Die Ansicht lässt sich über dieselben Werkzeuge wie die des Graph Editors ändern (siehe [Kap. 6.1.4 "Ansicht ändern" auf Seite 34](#)).

Die einzelnen Ansichten der Vorschauen sind auf der X-Achse synchronisiert. Es wird immer derselbe Zeitabschnitt angezeigt.

Eigenschaften der Leitachse

Über den Link "Einstellungen..." der Leitachse lassen sich folgende Attribute der Leitachsdarstellung ändern:

- **Leitachsgeschwindigkeit**

Die Einheit der Leitachsgeschwindigkeit hängt von der Wichtung der Leitachse ab.

- **Vorschau Zeit**

Die Einheit der Vorschauzeit ist Millisekunden.

- **Modulo**

Definiert den Überlauf für die graphische Darstellung.

- **Wichtung**

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

(rotatorisch bzw. translatorisch und Einheit).

Eigenschaften der Folgeachsen Über den Link "Einstellungen..." der Folgeachse lassen sich folgende Attribute der Folgeachsdarstellung ändern:

- **Modulo**
Definiert den Überlauf für die graphische Darstellung.
- **Leitachsoffset**
Definiert den Offset im Leitachsbereich.
- **Folgeachsoffset**
Definiert den Offset im Folgeachsbereich.
- **Ausführungsmodus**
 - Zyklisch
 - Zyklisch mit definierter Pause
 - Einmalig

Die zyklische Darstellung mit definierter Pause dient zur Vorschau von Kurvenscheiben welche durch zyklische Ereignisse (z.B. von anderen Kurvenscheiben) mit dem Abarbeitungstyp 'einmalige Ausführung' gestartet werden.

Der Leitachsoffset kann entweder in der Einheit der Leitachse oder in Millisekunden eingegeben werden.

7 Verwalten von Kurvenscheiben und Vorschauobjekten im IndraWorks Projekt

Allgemeines	Kurvenscheiben und Vorschauobjekte werden vom CamBuilder innerhalb des IndraWorks Projektes verwaltet und auch mit diesem Projekt archiviert und wiederhergestellt. Sie werden im Projektextplorer unterhalb vom "Cam Pool"-Knoten verwaltet. Soll eine Kurvenscheibe außerhalb des Projektes benutzt werden, so kann diese exportiert werden. Ebenso ist es möglich, bereits bestehende Kurvenscheiben in ein Projekt zu importieren (siehe Kap. 9 "Import und Export von Kurvenscheiben" auf Seite 65). Kurvenscheiben können auch innerhalb des Projektes, wenn ein oder mehrere Geräte Online sind oder sich in der Offline-Parametrierung befinden, auf diese heruntergeladen oder von diesen ins Projekt hochgeladen werden (siehe Kap. 8 "Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten" auf Seite 61).
"Cam Pool" Ordner anlegen	Ein "Cam Pool"-Ordner kann aus der IndraWorks Bibliothek aus dem Abschnitt "CamBuilder" per Drag & Drop in das Projekt kopiert werden. Über das Kontextmenü eines "Cam Pool"-Knotens im Projektextplorer kann ein neuer Ordner unterhalb von diesem angelegt werden. In diesem Ordner können wiederum Kurvenscheiben und Vorschauobjekte erstellt und bearbeitet werden. Über das Kontextmenü lässt sich dieser Ordner umbenennen oder löschen. Ein "Cam Pool"-Ordner kann innerhalb des Projektes verschoben werden. In einem Projekt können mehrere "Cam Pool"-Ordner existieren.
Öffnen einer Kurvenscheibe / Vorschau	Eine Kurvenscheibe oder eine Vorschau wird durch einen Doppelklick auf das jeweilige Symbol im "Cam Pool"-Knoten des Projektextplorers geöffnet. Die zugehörige graphische Ansicht öffnet sich.
Speichern einer Kurvenscheibe / Vorschau	Ist eine Kurvenscheibe oder eine Vorschau innerhalb des Projektes bearbeitet worden und ist fokussiert, so können die Änderungen mit dem Menüpunkt Datei ▶ Speichern (Strg+S) ins Projekt dauerhaft übernommen werden. Der Menüpunkt Datei ▶ Alles speichern speichert auch die Änderungen an im Moment nicht fokussierten Kurvenscheiben und Vorschauobjekten.  Mit einer Vorschau werden auch alle darin enthaltenen Kurvenscheiben gespeichert! Beim Schließen eines Projektes werden automatisch (ohne Bestätigung) alle noch offenen Dokumente gespeichert!
Kopieren einer Kurvenscheibe / Vorschau	Eine Kurvenscheibe oder eine Vorschau kann im Projektextplorer durch Markieren und Anwahl des Menüpunktes Datei ▶ Bearbeiten ▶ Kopieren kopiert wird.
Einfügen einer Kurvenscheibe	Eine Kurvenscheibe oder eine Vorschau kann, nachdem sie kopiert wurde, wieder in das Projekt eingefügt werden. Hierfür wird ein "Cam Pool"-Knoten markiert und über den Menüpunkt Datei ▶ Bearbeiten ▶ Einfügen die Kopie der Kurvenscheibe bzw. der Vorschau dort eingefügt.
Umbenennen	Ein Cam Pool, eine Kurvenscheibe oder eine Vorschau kann durch zwei langsame Klicks auf ihren Namen im Projektextplorer umbenannt werden. Alternativ dazu kann das Objekt auch im Projektextplorer markiert und über ihr Kontextmenü umbenannt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, bei geöffneter Kurvenscheibe den "Eigenschaften"-Dialog über das Kontextmenü der Kurvenscheibe aufzurufen und dort den Namen zu ändern.

Verwalten von Kurvenscheiben und Vorschauobjekten im IndraWorks Projekt

- Löschen** Ein Cam Pool, eine Kurvenscheibe oder eine Vorschau kann durch Markieren im Projektextplorer über das Kontextmenü gelöscht werden. Alternativ hierzu kann das Objekt markiert und mit der <Entf>-Taste gelöscht werden.

8 Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten

8.1 Kurvenscheiben auf Geräte herunterladen

8.1.1 Allgemeines

Der CamBuilder unterstützt die Kommunikation zu verschiedenen Geräten im IndraWorks Projekt.

Die Geräte müssen entweder Online oder im Offline-Parametriermodus sein und eine Schnittstelle zum CamBuilder haben, um die folgenden Funktionen zu nutzen.

Über das Kontextmenü einer Kurvenscheibe im Projektextplorer wird der "Kurvenscheibe Herunterladen"-Dialog gestartet. Die Geräte im IndraWorks Projekt, welche entweder Online oder im Offline-Parametriermodus sind und das Herunterladen von Kurvenscheiben unterstützen, bieten hier in einer Übersicht ihre Parameter für Kurvenscheiben an.

Die Parameter besitzen verschiedene Symbole für die verschiedenen Betriebsarten:



Abb.8-1: Symbole der Geräte für verschiedene Betriebsarten

8.1.2 Kurvenscheiben auf Kurventabellen-Parameter herunterladen

Soll die fokussierte Kurvenscheibe auf Kurventabellen-Parameter heruntergeladen werden, so wird für den kompletten Verlauf des Positionsprofils eine Stützpunktabelle mit Prozentwerten mit mindestens 3 und maximal der vom Gerät unterstützten Punktzahl erzeugt.

Folgende Angaben sind zum Herunterladen als Kurventabelle notwendig:

- **Anzahl der Stützpunkte**
- **Hub** - Faktor zum Berechnen der prozentualen Werte.
- **Lineare Anteile der Kurvenscheibe entfernen** - gilt nur für Antriebe ab einer bestimmten Version.
- **Der letzte Stützpunkt der Tabelle entspricht X = 100%** - (Ja/Nein) (Tabelleformat).

Diese Einstellung gilt nur für Antriebe, bei Steuerungen entspricht der letzte Stützpunkt immer X = 100%.

Für die Festlegung der Berechnung der X-Werte gibt es nur auf dem Antrieb zwei verschiedene Formate.

Angenommen die Anzahl der Stützpunkte soll 1024 betragen:

Historisch: Die 100% werden auf 1024 + 1 Punkte aufgeteilt

0,0000% = Punkt 1

99,9024% = Punkt 1024

100,0000% = Punkt 1

Aktuell: Die 100% werden genau auf z.B. 1024 Punkte aufgeteilt

0,0000% = Punkt 1

Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten

99,9023%	=	Punkt 1023
100,0000%	=	Punkt 1024



Wenn die Kurvenscheibe Bewegungsschritte mit Zeitreferenz enthält, dann wird die Folgeachs-bewegung anhand der eingegebenen Leitachsgeschwindigkeit berechnet. Die dynamische Funktionalität geht hierbei verloren. Ebenso geht die Dynamik der FlexSchritte verloren.

8.1.3 Kurvenscheiben auf MotionProfile-Parameter herunterladen

Wenn eine Kurvenscheibe auf MotionProfile-Parameter heruntergeladen werden soll, so darf sie nur von der MotionProfile-Betriebsart unterstützte Bewegungsgesetze enthalten. Der Leitachsabschnitt muss rotatorisch fix 360 Grad sein.

Es sind keine weiteren Einstellungen notwendig.



Wenn die Kurvenscheibe Bewegungsschritte mit Zeitreferenz enthält, dann wird die Folgeachs-bewegung anhand der eingegebenen Leitachsgeschwindigkeit berechnet. Die dynamischen Randwerte gehen hierbei verloren. Ebenso geht die Dynamik der FlexSchritte verloren.

8.1.4 Kurvenscheiben auf FlexProfile-Parameter herunterladen

Wenn eine Kurvenscheibe auf FlexProfile-Parameter heruntergeladen werden soll, so darf sie nur von der FlexProfile-Betriebsart unterstützte Bewegungsgesetze enthalten.

Es sind keine weiteren Einstellungen notwendig.

8.1.5 Kurvenscheiben auf CF-Speicherkarte herunterladen

Ist eine MLC im Projekt Online, können Kurvenscheiben auch auf deren Compact-Flash-Karte gespeichert werden.

Anders als bei den Parametern für Kurventabellen, MotionProfiles und Flex-Profiles gibt es auf der CF-Karte kein vordefiniertes Format für Kurvenscheiben. Der Benutzer muss das gewünschte Format angeben. Die Kurvenscheibe wird dann als Datei mit ihrem im CamBuilder vorgegebenen Namen abgespeichert. Ist die Datei schon vorhanden, erscheint eine Abfrage ob sie überschrieben werden soll.

8.2 Kurvenscheiben von Geräten hochladen

Der CamBuilder unterstützt die Kommunikation zu verschiedenen Geräten im IndraWorks Projekt.

Die Geräte müssen entweder Online oder im Offline-Parametriemodus sein und eine Schnittstelle zum CamBuilder haben, um die folgenden Funktionen zu nutzen.

Über das Kontextmenü eines "Cam Pool"-Knotens im Projektexplorer wird über den Eintrag "Kurvenscheibe von Gerät hochladen" der "Kurvenscheibe Hochladen"-Dialog gestartet. Die Geräte im IndraWorks Projekt, welche entweder Online oder im Offline-Parametriemodus sind und das Hochladen von Kurvenscheiben unterstützen, bieten hier in einer Übersicht ihre zum Hochladen bereiten Kurvenscheiben an.

Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten

Die Parameter besitzen verschiedene Symbole für die verschiedenen Betriebsarten:



Abb.8-2: Symbole der Geräte für verschiedene Betriebsarten

Der Vorgang des Hochladens von Kurvenscheiben ist für alle Kurvenscheiben-Typen identisch.

Es muss lediglich ein eindeutiger Name für die Speicherung der Kurvenscheibe im IndraWorks Projekt angegeben werden. Die Kurvenscheibe wird dann in das neutrale CamBuilder Format umgewandelt. Die Bearbeitung der Kurvenscheibe ist somit im CamBuilder immer identisch, das Format der Kurvenscheibe ist lediglich beim Herunterladen auf ein Gerät von Bedeutung.

8.3 SPS Funktionsbaustein generieren

Der CamBuilder bietet die Möglichkeit SPS-Code (in Structured Text) für einen Funktionsbaustein zu generieren, welcher die im CamBuilder definierte Kurvenscheibe in die FlexProfile-Parameter einer MLC-Achse schreibt.

Die Erzeugung des SPS-Codes für eine Kurvenscheibe wird über deren Kontextmenü im Projektextplorer über den Eintrag "SPS Funktionsbaustein erzeugen" gestartet. Alternativ kann die Code-Erzeugung bei geöffneter Kurvenscheibe über die Schaltfläche "PLC" gestartet werden.



Abb.8-3: SPS-Funktionsbaustein generieren

Wenn in dem aktuellen Projekt ein Ordner "Allgemeiner Baustein" (IndraLogic) existiert, wird dort zum Beispiel für die ausgewählte "Cam1" automatisch ein neuer Baustein mit dem Namen "ChangeFlexSet_Cam1" angelegt. Der Name des Bausteins setzt sich aus einem im Optionen-Dialog (siehe [Kap. 10.1 "CamBuilder-Optionen" auf Seite 67](#)) festgelegten Prefix und dem Kurvenscheibennamen zusammen (nicht IEC konforme Zeichen werden durch das Zeichen "_" ersetzt).

Existiert in dem aktuellen Projekt der Ordner "Allgemeiner Baustein" nicht, so wird der generierte SPS-Code lediglich in einem Ausgabefenster angezeigt. Aus diesem Fenster kann der Code-Text in die Zwischenablage kopiert und in anderen Anwendungen weiterverwendet werden.

Kurzbeschreibung des Funktionsbausteins

Der erzeugte Funktionsbaustein "ChangeFlexSet_Cam1" dient dazu, die im CamBuilder definierten Bewegungsschritte und Ereignisse der Kurvenscheibe auf ein FlexProfile einer MLC-Achse zu laden.

Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten

Schnittstellenbeschreibung

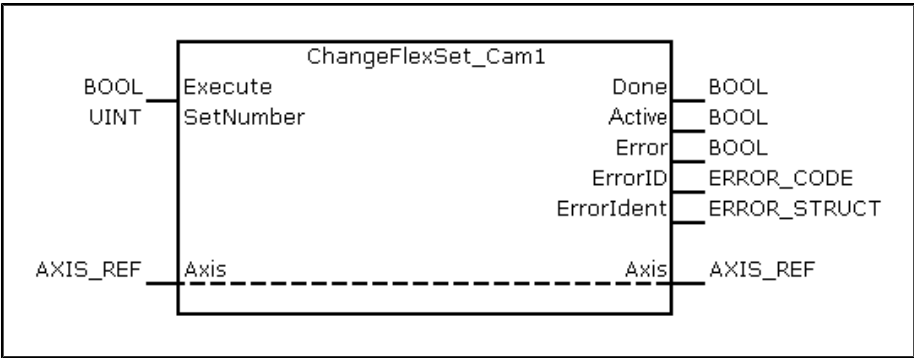


Abb.8-4: Funktionsbaustein ChangeFlexSet_Cam1

	Name	Typ	Kommentar
VAR_IN_OUT	Axis	AXIS_REF	Enthält Informationen zur Achse, deren FlexProfile-Satz ausgetauscht werden soll.
VAR_INPUT	Execute	BOOL	Startet die Aktion bei steigender Flanke.
	SetNumber	UINT	Auswahl des FlexProfiles (0 ... 3).
VAR_OUTPUT	Done	BOOL	Daten wurden übernommen.
	Active	BOOL	Bearbeiten der Daten nach Abschluss der Vorverarbeitung läuft.
	Error	BOOL	Zeigt an, dass in der FB-Instanz ein Fehler aufgetreten ist.
	ErrorID	ERROR_CODE	Kurzhinweis auf die Fehlerursache.
	ErrorIdent	ERROR_STRUCT	Detailinformation über den Fehler.

Abb.8-5: Schnittstelle des FB ChangeFlexSet_Cam1

Signal-Zeit-Diagramm

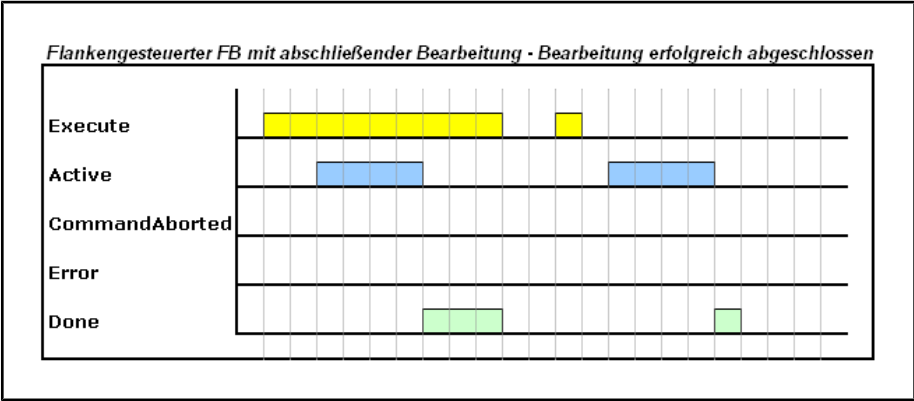


Abb.8-6: Signal-Zeit-Diagramm: MB_ChangeFlexProfileSet

9 Import und Export von Kurvenscheiben

9.1 Allgemeines

Kurvenscheiben können mit dem CamBuilder in ein IndraWorks Projekt importiert oder aus einem IndraWorks Projekt exportiert werden. Für diese Import- / Export-Funktionalität werden folgende Formate unterstützt:

- **CamBuilder Datei (*.XML)**
Internes Format des CamBuilder.
Ermöglicht die uneingeschränkte Weiterbearbeitung der Kurvenscheibe in anderen CamBuilder Projekten.
- **Parameterdatei (*.PAR)**
Parameterdatei für Antriebe und Steuerungen (z.B. IndraDrive und MLC).
Ermöglicht das Laden der Parameterdatei in das Zielgerät, z.B. mit IndraWorks oder DriveTop. Die Kurvenscheibe wird in eine Kurventabelle umgewandelt.
- **Kurventabelle (*.CSV)**
Die Positionswerte, Geschwindigkeitswerte, Beschleunigungswerte und Ruckwerte der Kurvenscheibe werden in einer von Excel lesbaren Datei abgespeichert. Die Kurvenscheibe wird in eine Kurventabelle umgewandelt. Dadurch kann sie auch über DriveTop eingelesen werden.

9.2 Kurvenscheiben exportieren

Der Export einer Kurvenscheibe wird über das Kontextmenü der Kurvenscheibe im "Cam Pool"-Knoten des Projektexplorers gestartet.

Soll die Kurvenscheibe in einem anderen Projekt weiter bearbeitet werden, so muss sie im XML-Format exportiert und im anderen Projekt importiert werden.

Soll die Kurvenscheibe mit dem **IndraSize**-Werkzeug analysiert werden, so muss sie im XML-Format exportiert und in IndraSize importiert werden.

Soll die Kurvenscheibe z.B. mit DriveTop zu einem Antrieb gesendet werden, so eignet sich das PAR- oder CSV-Format. Die Kurvenscheibe wird exportiert und die exportierte Datei wird mit DriveTop eingelesen und die Kurventabelle zum Antrieb gesendet.

Um die Positionswerte, Geschwindigkeitswerte, Beschleunigungswerte und Ruckwerte einer Kurvenscheibe näher zu untersuchen, bietet sich das CSV-Format an.

Als CamBuilder Datei (*.xml)

Es muss lediglich der Zielort für die Datei festgelegt werden.

Als Parameterdatei (*.par)

Beim Export als Parameterdatei müssen noch folgende Angaben gemacht werden:

- **Geräte-Typ** - der Antriebs- oder Steuerungstyp, auf dem die Kurvenscheibe gespeichert werden soll.
- **Kurvenscheiben-Tabelle** - der Parameter, zu dem die Kurvenscheibe gespeichert werden soll, z.B. Antriebe der ECODRIVE Familie unterstützen zwei Kurvenscheiben (P-0-0072 und P-0-0092).
- **Lineare Komponente der Kurvenscheibe entfernen** - ist diese Funktion gesetzt, werden die gesendeten Daten modifiziert. Diese Funktionalität steht nur bei Antrieben und auch nur bei bestimmten Firmware-Versionen zur Verfügung. Weiteren Informationen finden sich in der Funktionsbeschreibung des verwendeten Gerätes.

Import und Export von Kurvenscheiben

- **Adresse** - Adresse des Antriebes oder der Steuerung auf dem die Kurvenscheibe gespeichert werden soll (begrenzt von 0-100).
 - **Der letzte Stützpunkt der Tabelle gehört zu X: 100%** - (Ja/Nein) (Tabellenformat).
 - **Anzahl der Stützpunkte** - (begrenzt von 3 bis 1024).
 - **Hub** - Faktor zum Berechnen der %-Werte der Stützpunkttable.
- Als Kurventabelle (*.csv)** Beim Export der Kurvenscheibe in das **CSV-Format** müssen noch folgende Angaben gemacht werden:
- **Informationen hinzufügen** - ist diese Einstellung nicht gesetzt, wird nur die Kurventabelle exportiert. Ansonsten werden die folgende Informationen hinzugefügt:
 - Datum der Erzeugung
 - Version des CamBuilder
 - Benutzerdefinierter Name
 - Spaltenüberschriften
 - **Lineare Komponente der Kurvenscheibe entfernen** - ist diese Funktion gesetzt, werden die gesendeten Daten modifiziert. Diese Funktionalität steht nur bei Antrieben und auch nur bei bestimmten Firmware-Versionen zur Verfügung. Weiteren Informationen finden sich in der Funktionsbeschreibung des verwendeten Gerätes.
 - **In VisualMotion-8-Format sichern** - exportiert automatisch im VisualMotion-8-csv-Datei-Format. Mit dieser Einstellung werden automatisch alle anderen Einstellungen zurückgesetzt.
 - **Der letzte Stützpunkt der Tabelle gehört zu X: 100%** - (Ja/Nein).
 - **Anzahl der Stützpunkte** - (begrenzt von 3 bis 1024).
 - **Hub** - Faktor zum Berechnen der %-Werte der Stützpunkttable.
 - **Zusätzliche Daten** - mit dieser Einstellung können die Daten des Geschwindigkeitsprofils, des Beschleunigungsprofils und des Ruckprofils mit exportiert werden.
 - **Feldtrennzeichen** - legt fest, mit welchem Trennzeichen die Werte exportiert werden. Es kann zwischen Komma und Semikolon gewählt werden.

9.3 Kurvenscheiben importieren

Der Import einer Kurvenscheibe wird über das Kontextmenü im "Cam Pool"-Knoten des Projektextplorers gestartet. Es muss die zu importierende Datei im **Datei-Öffnen**-Dialog ausgewählt werden.

Beim Import der Kurvenscheibe im XML-Format sind keine weiteren Eingaben notwendig.

Dateien im Sercos ASCII-Format können mehr als einen Parameter enthalten, welcher eine Kurventabelle enthält. Wird beim Import eine *.par Datei gewählt, die mehr als eine Kurventabelle enthält, so werden dem Anwender alle gefundenen Kurventabellen-Parameter zur Auswahl angeboten. Der Anwender muss dann aus dieser Liste die gewünschte Kurventabelle auswählen.

Der CamBuilder benötigt intern Kurventabellen deren letzter Y-Stützpunkt X = 100% entspricht. Soll eine CSV-Datei oder eine PAR-Datei importiert werden, so muss noch das Tabellenformat angegeben werden. Wenn der letzte Y-Wert gleich 0.xxx % oder +-99.xxx % ist, dann wird automatisch ein letzter Stützpunkt als Vorschlag in das Eingabefeld eingetragen.

10 CamBuilder-Optionen und Kurvenscheiben-Eigenschaften

10.1 CamBuilder-Optionen

Der Optionen-Dialog wird über den Menüpunkt **Extras ▶ Optionen ▶ CamBuilder** geöffnet.

Hier können allgemeine Einstellungen vorgenommen werden, die sich auf den gesamten CamBuilder auswirken (alle geöffneten Kurvenscheiben).

Die Optionen sind in zwei Bereiche aufgeteilt:

Allgemeine Optionen

- **Minimale rotatorische Bewegungsschrittlänge**
- **Minimale translatorische Bewegungsschrittlänge**
- **Standard rotatorische Bewegungsschrittlänge**
- **Standard translatorische Bewegungsschrittlänge**

Für die Folgeachse können minimale Bewegungsschrittlängen definiert werden. Beim Übernehmen einer Änderung eines Bewegungsschrittes wird überprüft, ob die Länge des fokussierten Schrittes größer als diese Einstellung ist.

Die definierten Standardwerte werden beim Einfügen neuer Bewegungsschritte verwendet.

- **FlexProfile FB-Namenspräfix**

Das Namenspräfix wird zur Generierung eines SPS-Funktionsbausteins aus einer Kurvenscheibe verwendet. Der Name des Funktionsbausteins setzt sich aus dem Präfix und dem Kurvenscheibennamen zusammen.

Graph-Optionen

- **Allgemein**
 - **Fang Radius** - Verwendeter Radius in Pixel um den Klickpunkt der Maus, um Objekte zu selektieren
 - **Rasterpositionen beim Editieren verwenden** - Diese Option kann während eines Editiervorganges durch die <Strg>-Taste deaktiviert werden
 - **Linienstärke des fokussierten Profils**
 - **Linienstärke der inaktiven Profile**
 - **Helligkeit des fokussierten Bewegungsschrittes**
 - **Helligkeit der inaktiven Bewegungsschritte**
 - **Linientyp des Koordinatennetzes**
- **Farben**

Es besteht die Möglichkeit zwischen vordefinierten Farbschemata zu wählen, bzw. diese beliebig zu verändern. Folgende Farben lassen sich anpassen:

 - **Farbe des Positionsprofils**
 - **Farbe des Geschwindigkeitsprofils**
 - **Farbe des Beschleunigungsprofils**
 - **Farbe des Ruckprofils**
 - **Farbe des selektierten Schrittes (Oben)**
 - **Farbe des selektierten Schrittes (Unten)**
 - **Farbe der Bewegungsschrittgrenzen**

CamBuilder-Optionen und Kurvenscheiben-Eigenschaften

- **Farbe des Koordinatennetzes**
- **Farbe des Graph-Hintergrundes (Oben)**
- **Farbe des Graph-Hintergrundes (Unten)**



Jede Änderung wird dauerhaft abgespeichert und ist somit bei einem Neustart des CamBuilder wieder voreingestellt.

10.2 Kurvenscheiben-Eigenschaften

Der "Eigenschaften"-Dialog einer Kurvenscheibe wird über das Kontextmenü der fokussierten Kurvenscheibe im Projektextplorer oder über die Schaltflächenleiste des CamBuilders aufgerufen. Hier können die Einstellungen für die fokussierte Kurvenscheibe vorgenommen werden.



Das Öffnen der Eigenschaften lädt auch automatisch die entsprechende Kurvenscheibe.

Die hier zu editierenden Eigenschaften entsprechen dem ersten Schritt des Wizards für eine neue Kurvenscheibe (siehe [Kap. 5 "Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen"](#) auf Seite 31).

11 Drucken von Kurvenscheiben

Der CamBuilder erlaubt es, die verschiedenen Kurvenscheiben einzeln zu drucken.

Über den Kontextmenüpunkt "Drucken" einer Kurvenscheibe im Projektextplorer sind die folgenden Druckeinstellungen wählbar:

- **Graphische Ausgabe** der Kurvenscheibe drucken (Ja/Nein) - die aktuelle graphische Ausgabe wird gedruckt. Damit diese Option wählbar ist, muss eine Kurvenscheibe im Arbeitsbereich geöffnet sein.
- **Beschreibung** der Kurvenscheibe drucken (Ja/Nein) - die Beschreibung der Kurvenscheibe wird gedruckt. Damit diese Option wählbar ist, muss die Kurvenscheibe eine Beschreibung beinhalten.
- **Applikationsdaten** der Kurvenscheibe drucken (Ja/Nein) - die Applikationsdaten aus dem Applikationswizard werden gedruckt. Damit diese Option wählbar ist, muss die Kurvenscheibe einen Applikationswizard beinhalten.
- **Bewegungsschritte** der Kurvenscheibe drucken (Ja/Nein) - die Daten der einzelnen Bewegungsschritte (Position, Geschwindigkeit, Bewegungsge-
setz, Beschreibung, ..) werden gedruckt.
- **Extremwerte** der Kurvenscheibe drucken (Ja/Nein) - der Inhalt der Extremwertliste wird gedruckt.
- **Kurventabelle** der Kurvenscheibe drucken (Ja/Nein) - z.B.: 1024 Prozentwerte der Folgeachseposition werden gedruckt.

Um zu drucken oder die Vorschau zu starten, muss mindestens eine der Auswahlmöglichkeiten ausgewählt sein.

12 Bewegungsgesetze

12.1 Allgemeines

Der CamBuilder unterstützt 36 verschiedene Bewegungsgesetze um die Bewegung zwischen Start- und Endpunkt eines Bewegungsschrittes zu definieren. Des Weiteren können auch freie Kurventabellen zur Bewegungsdefinition importiert werden.

Weitere Informationen zu Bewegungsgesetzen sind auch in der MLC-FlexProfile Dokumentation enthalten.

Die verschiedenen Bewegungsgesetze bieten unterschiedliche Freiheitsgrade in den Randwerten und lassen sich in Kategorien aufteilen:

	Verfahrensbereich		Randwerte Links			Randwerte Rechts			Max (nicht überall berücksichtigt)			VPY	FlexSchritt	Betriebsarten
	Hub	Bereich	StGesch	StBesch	StRuck	EndGesch	EndBesch	EndRuck	MaxGesch	MaxBesch	MaxRuck	möglich	möglich	
Rast in Rast														
Stillstand	0	*	0	0	0	0	0	0	=	=	=	x		KT,FP
Sinuslinie	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT,FP
Geneigte Sinuslinie	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT,MP,FP
Beschleunigungsoptimale geneigte Sinuslinie	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT,FP
Momentenoptimale geneigte Sinuslinie	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT,FP
Sinoide von Gutman	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT,FP
Modifizierte Sinoide	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT,FP
Modifiziertes Beschleunigungstrapez	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT,FP
Quadratische Parabel	*	*	0	=	=	0	=	=	=	=	=	x		KT,FP
Polynom 5. Ordnung	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT,FP
Polynom 7. Ordnung	*	*	0	0	0	0	0	0	=	=	=	x		KT,MP,FP
Polynom 8. Ordnung	*	*	0	0	0	0	0	0	=	=	=	x		KT,FP
Rast in Geschwindigkeit														
Polynom 5. Ordnung	*	*	0	0	=	*	0	=	=	=	=			KT,MP,FP
Polynom 7. Ordnung	*	*	0	0	0	*	0	0	=	=	=			KT,FP
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit														
Konstante Geschwindigkeit	*	*	=	0	0	=	0	0	=	=	=			KT,MP,FP
Polynom 5. Ordnung	*	*	*	0	=	*	0	=	=	=	=			KT,MP,FP
Polynom 7. Ordnung	*	*	*	0	0	*	0	0	=	=	=			KT,FP
Modifizierte Sinoide	*	*	*	0	=	*	0	=	=	=	=			KT,FP
Geschwindigkeit in Rast														
Polynom 5. Ordnung	*	*	*	0	=	0	0	=	=	=	=			KT,MP,FP
Polynom 7. Ordnung	*	*	*	0	0	0	0	0	=	=	=			KT,FP
Allgemeine Bewegung														
Polynom 2. Ordnung	*	*	*	=	=	=	=	=	=	=	=			KT,FP
Polynom 3. Ordnung	*	*	*	=	=	*	=	=	=	=	=			KT,FP
Polynom 4. Ordnung	*	*	*	=	=	*	=	=	=	=	=	x		KT,FP
Polynom 5. Ordnung	*	*	*	*	=	*	*	=	=	=	=		x	KT,MP,FP
Polynom 7. Ordnung	*	*	*	*	*	*	*	*	=	=	=		x	KT,FP
Polynom 8. Ordnung	*	*	*	*	*	*	*	*	=	=	=			KT,FP
Erweiterte Bewegung														
Resultierender Hub														
Geschwindigkeit 2. Ordnung (Startbeschl. Null)	=	*	*	0	=	*	=	=	=	=	=			KT,FP
Geschwindigkeit 2. Ordnung (Endbeschl. Null)	=	*	*	=	=	*	0	=	=	=	=			KT,FP
Lineare Geschwindigkeit	=	*	*	=	=	*	=	=	=	=	=			KT,FP
Lineare Beschleunigung	=	*	*	*	=	=	*	=	=	=	=			KT,FP
Resultierender Leitabschnitt														
Beschleunigungsbeg. Bewegung (Trapezprofil)	*	=	*	=	=	*	=	=	*	*	=			KT,FP
Beschleunigungsbeg. Sinuslinie	*	=	*	=	=	*	=	=	*	*	=			KT,FP
Ruckbegrenzte Bewegung (Trapezprofil)	*	=	*	=	=	*	=	=	*	*	*			KT,FP
Sonstige														
Geschwindigkeitsbeg. Polynom 5. Ordnung	*	*	*	*	=	*	*	=	*	=	=			KT,FP
Überschwingungsfreies Polynom 5. Ordnung	*	*	*	0	=	*	0	=	=	=	=			KT,FP
Beschleunigungsbeg. (Trapezprofil)	*	*	*	0	=	*	0	=	*	*	=			KT,FP
Kurventabelle														
Kurventabelle	*	*	=	=	=	=	=	=	=	=	=			KT,MP,FP

Legende

0 Explizit 0

* Benutzerdefiniert

= Automatisch berechnet

KT Kurventabelle

MP MotionProfile

FP FlexProfile

Abb. 12-1: CamBuilder Bewegungsgesetze

12.2 Analytische Funktionen

12.2.1 Allgemeines

Die folgenden Bewegungsgesetze ermöglichen eine Auswahl nach verschiedenen Kriterien.

Bewegungsgesetze

Eine hohe Laufgüte wird durch das Herabsetzen schädlicher Schwingungen erreicht, der Verschleiß und die Geräusche werden dadurch vermindert.

12.2.2 Rast in Rast

Es stehen 12 Rast in Rast Bewegungsgesetze zur Verfügung. Diese Bewegungsgesetze sind nur durch den Hub und den Leitachsabschnitt definiert. Anfangs- und Endgeschwindigkeit sind 0.

Rast in Rast, Stillstand

(bis CamBuilder 08VRS: Lineare Rast)

$$f(z) = 0$$

Abb. 12-2: Funktion: Rast in Rast, Stillstand

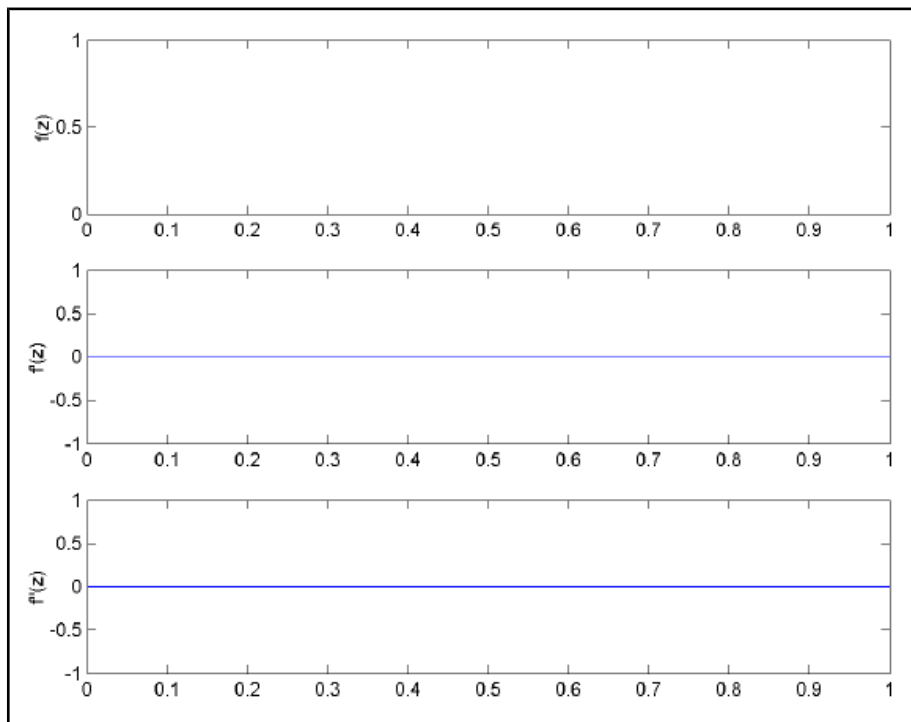


Abb. 12-3: Graph: Rast in Rast, Stillstand

Rast in Rast, Einfache Sinuslinie

Vorteil

- Niedriger Geschwindigkeitskennwert
- Niedriger Beschleunigungskennwert
- Niedriger dynamischer Momentenkennwert

Nachteil

- Beschleunigungssprung
- Schwingungen, Geräusche, Verschleiß

$$f(z) = \frac{1}{2} [1 - \cos(\pi z)]$$

Abb. 12-4: Funktion: Rast in Rast, Einfache Sinuslinie

Bewegungsgesetze

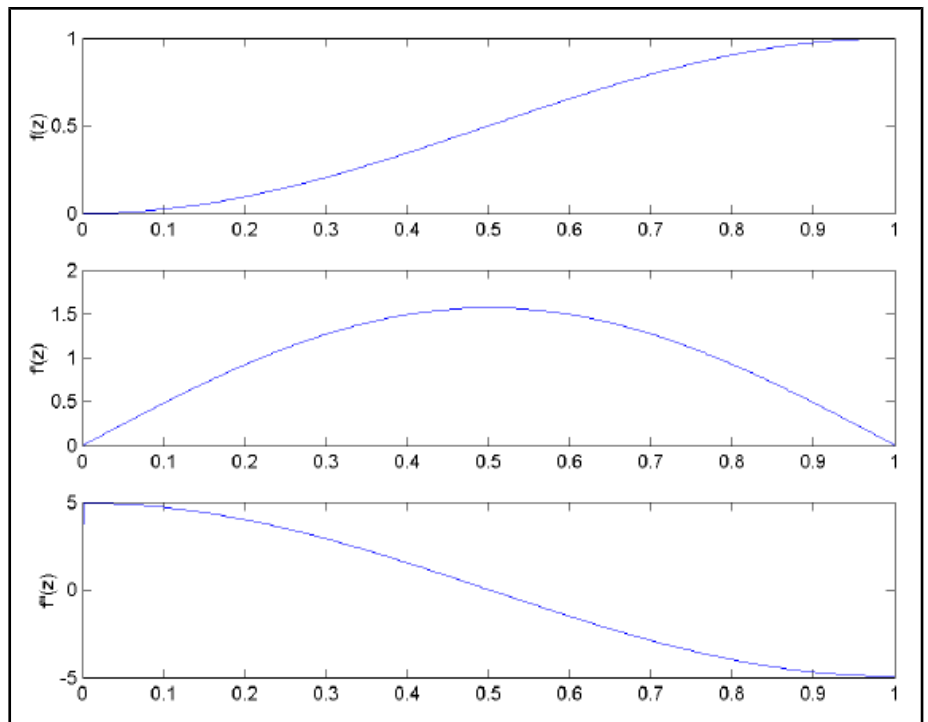


Abb. 12-5: Graph: Rast in Rast, Sinuslinie (einfache Sinoide)

Rast in Rast, Geneigte Sinuslinie (Sinoide von Besthorn)

Vorteil

- Besonders niedriger Ruckkennwert
- Schwingungsarm, für hohe Drehzahlen gut geeignet

Nachteil

- Geschwindigkeitskennwert, Beschleunigungskennwert und
- dynamischer Momentenkennwert höher als bei Polynom 5. Grades

$$f(z) = z - \frac{1}{2\pi} \sin(2\pi z)$$

Abb. 12-6: Funktion: Rast in Rast, Geneigte Sinuslinie (Sinoide von Besthorn)

Bewegungsgesetze

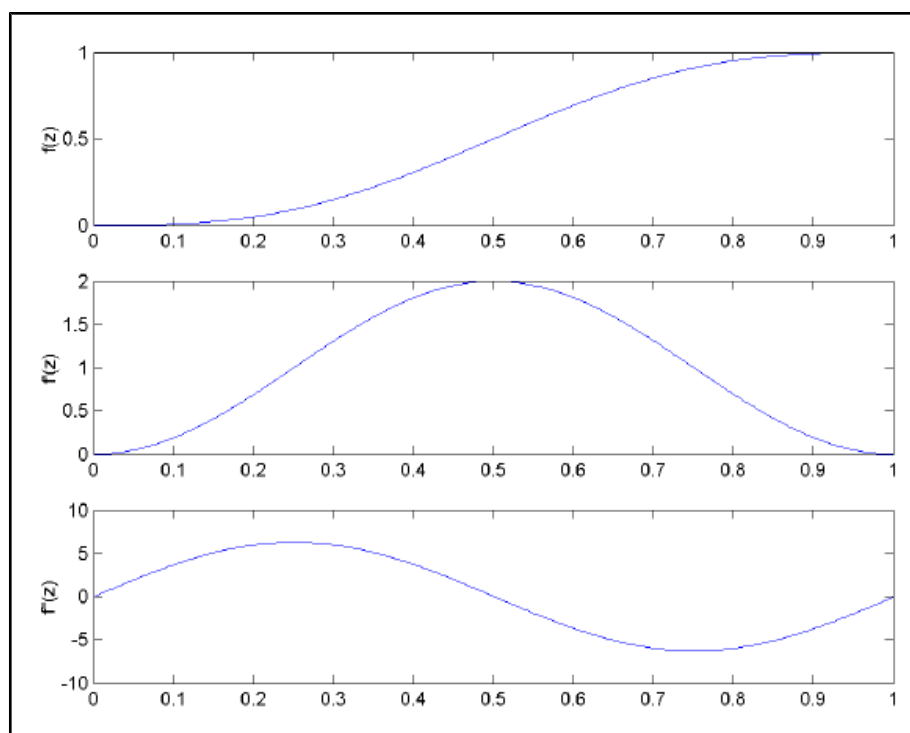


Abb. 12-7: Graph: Rast in Rast, Geneigte Sinuslinie (Sinoide von Bestehorn)

Rast in Rast, Beschleunigungsoptimal geneigte Sinuslinie

$$f(z) = z - \frac{1}{2\pi} \sin(2\pi z)$$

$$g(z) = z - \frac{0.41}{2\pi} \sin(2\pi z)$$

Abb. 12-8: Funktion: Rast in Rast, Beschleunigungsoptimal geneigte Sinuslinie

Bewegungsgesetze

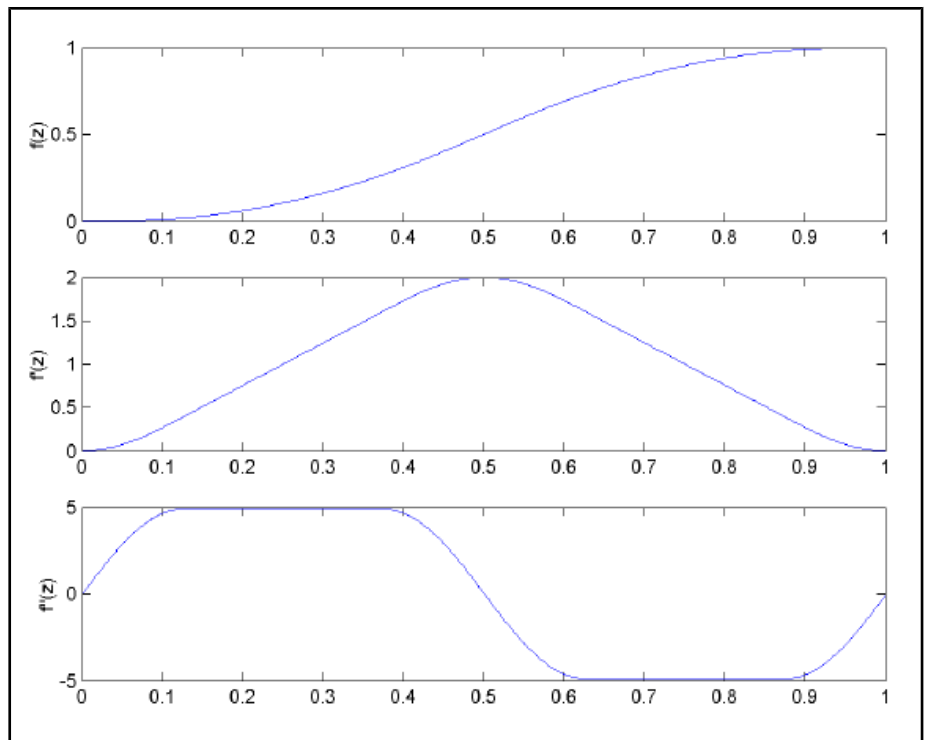


Abb. 12-9: Graph: Rast in Rast, Beschleunigungsoptimale geneigte Sinuslinie
Rast in Rast, Momentenoptimale geneigte Sinuslinie

$$f(z) = z - \frac{1}{2\pi} \sin(2\pi z)$$

$$g(z) = z - \frac{0.134}{2\pi} \sin(2\pi z)$$

Abb. 12-10: Funktion: Rast in Rast, Momentenoptimale geneigte Sinuslinie

Bewegungsgesetze

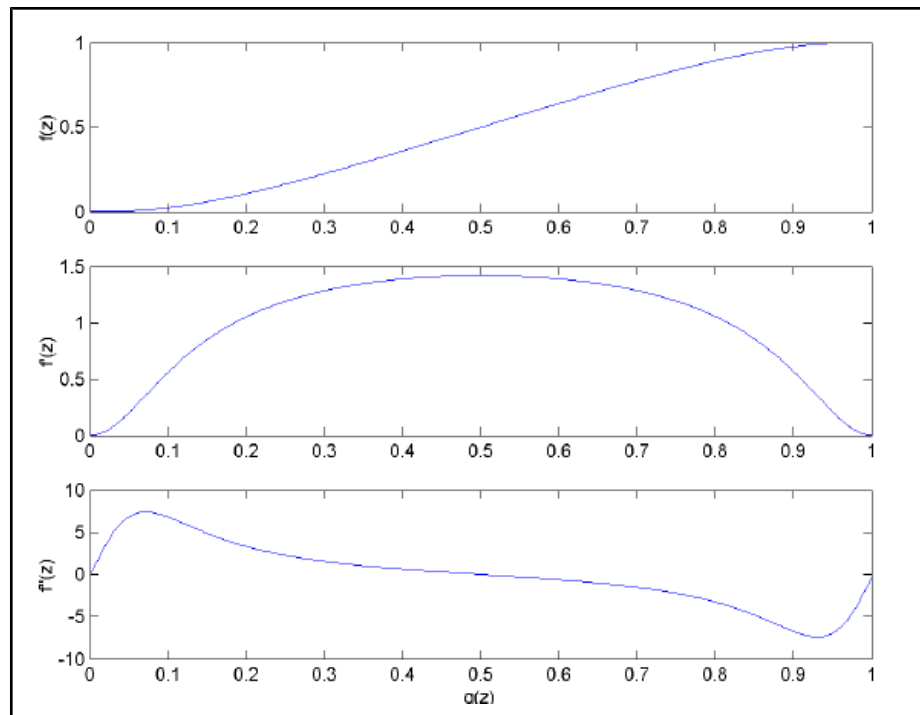


Abb. 12-11: Graph: Rast in Rast, Momentenoptimale geneigte Sinuslinie

Rast in Rast, Sinoide von Gutman

$$f(z) = z - \frac{15}{32\pi} \sin(2\pi z) - \frac{1}{96\pi} \sin(6\pi z)$$

Abb. 12-12: Funktion: Rast in Rast, Sinoide von Gutman

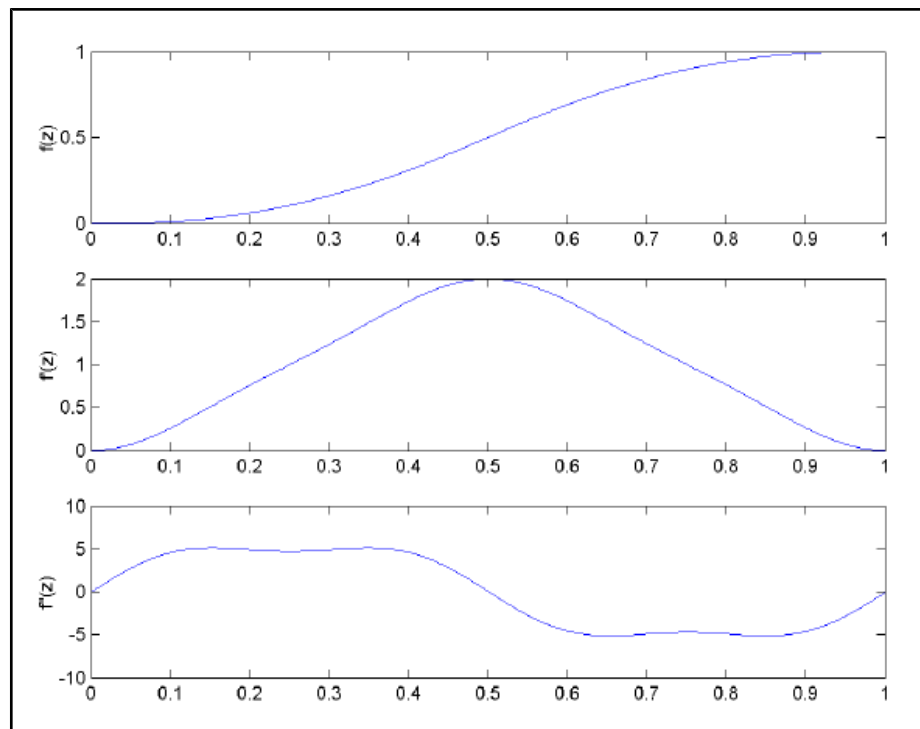


Abb. 12-13: Graph: Rast in Rast, Sinoide von Gutman

Rast in Rast, Modifizierte Sinoide

Bewegungsgesetze

Vorteil

- Für hohe Drehzahlen gut geeignet
- Niedriger Geschwindigkeitskennwert
- Niedriger Beschleunigungskennwert
- Niedriger dynamischer Momentenkennwert

Nachteil

- Ruckkennwert größer als bei geneigter Sinuslinie

$$\begin{aligned}
 0 \leq z \leq \frac{1}{8}: f(z) &= \frac{1}{4+\pi} \left[\pi z - \frac{1}{4} \sin(4\pi z) \right] \\
 \frac{1}{8} \leq z \leq \frac{7}{8}: f(z) &= \frac{1}{4+\pi} \left[2 + \pi z - \frac{4}{9} \sin\left(\frac{4\pi}{3}z + \frac{\pi}{3}\right) \right] \\
 \frac{7}{8} \leq z \leq 1: f(z) &= \frac{1}{4+\pi} \left[4 + \pi z - \frac{1}{4} \sin(4\pi z) \right]
 \end{aligned}$$

Abb. 12-14: Funktion: Rast in Rast, Modifizierte Sinoide

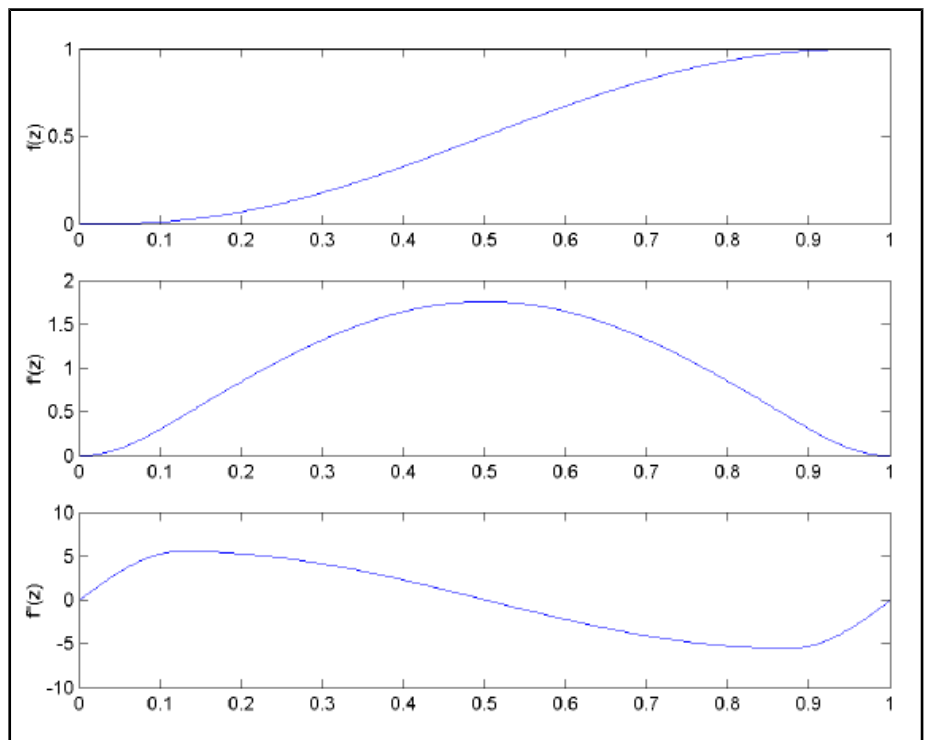


Abb. 12-15: Graph: Rast in Rast, Modifizierte Sinoide

Rast in Rast, Modifiziertes Beschleunigungstrapez

Vorteil

- besonders niedriger Beschleunigungskennwert
- geringe Trägheitskräfte

Nachteil

- Ruckkennwert größer als bei geneigter Sinuslinie

Bewegungsgesetze

$$\begin{aligned}
 0 \leq z \leq \frac{1}{8}: f(z) &= \frac{1}{2+\pi} \left[2z - \frac{1}{2\pi} \sin(4\pi z) \right] \\
 \frac{1}{8} \leq z \leq \frac{3}{8}: f(z) &= \frac{1}{2+\pi} \left[-\frac{1}{2\pi} + 2z + 4\pi \left(z + \frac{1}{8} \right)^2 \right] \\
 \frac{3}{8} \leq z \leq \frac{1}{2}: f(z) &= \frac{1}{2+\pi} \left[-\frac{\pi}{2} + 2(1+\pi)z - \frac{1}{2\pi} \sin(4\pi z - \pi) \right] \\
 \frac{1}{2} \leq z \leq 1: f(z) &= 1 - f(1-z)
 \end{aligned}$$

Abb. 12-16: Funktion: Rast in Rast, Modifiziertes Beschleunigungstrapez

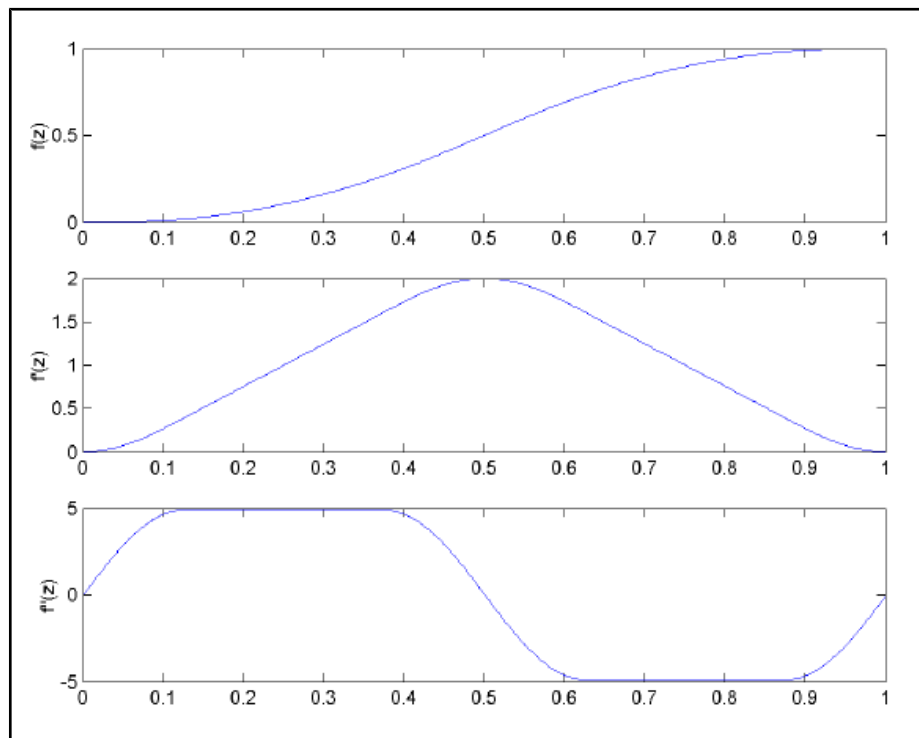


Abb. 12-17: Graph: Rast in Rast, Modifiziertes Beschleunigungstrapez

Rast in Rast, Quadratische Parabel

$$\begin{aligned}
 0 \leq z \leq 0.5: f(z) &= 2z^2 \\
 0.5 \leq z \leq 1: f(z) &= 1 - 2(z-1)^2
 \end{aligned}$$

Abb. 12-18: Funktion: Rast in Rast, Quadratische Parabel

Bewegungsgesetze

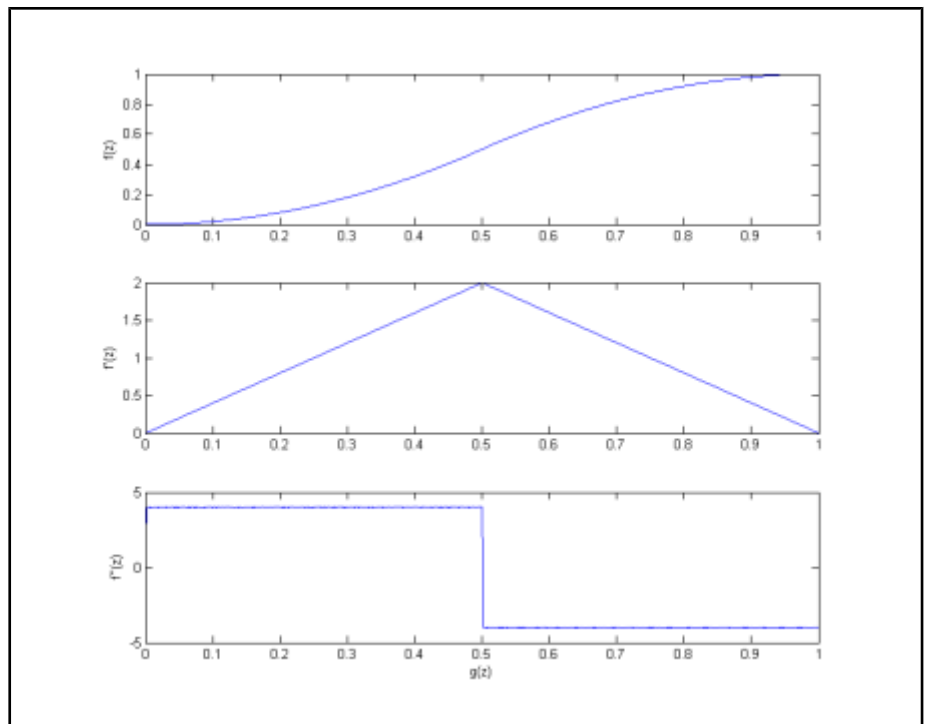


Abb. 12-19: Graph: Rast in Rast, Quadratische Parabel

Rast in Rast, Polynom 5. Ordnung

Vorteil

- niedriger Geschwindigkeitskennwert
- niedriger Beschleunigungskennwert
- niedriger dynamischer Momentenkennwert
- geringe Kräfte und Momente

Nachteil

- Ruckkennwert größer als bei geneigter Sinuslinie

$$f(z) = 6z^5 - 15z^4 + 10z^3$$

Abb. 12-20: Funktion: Rast in Rast, Polynom 5. Ordnung

Bewegungsgesetze

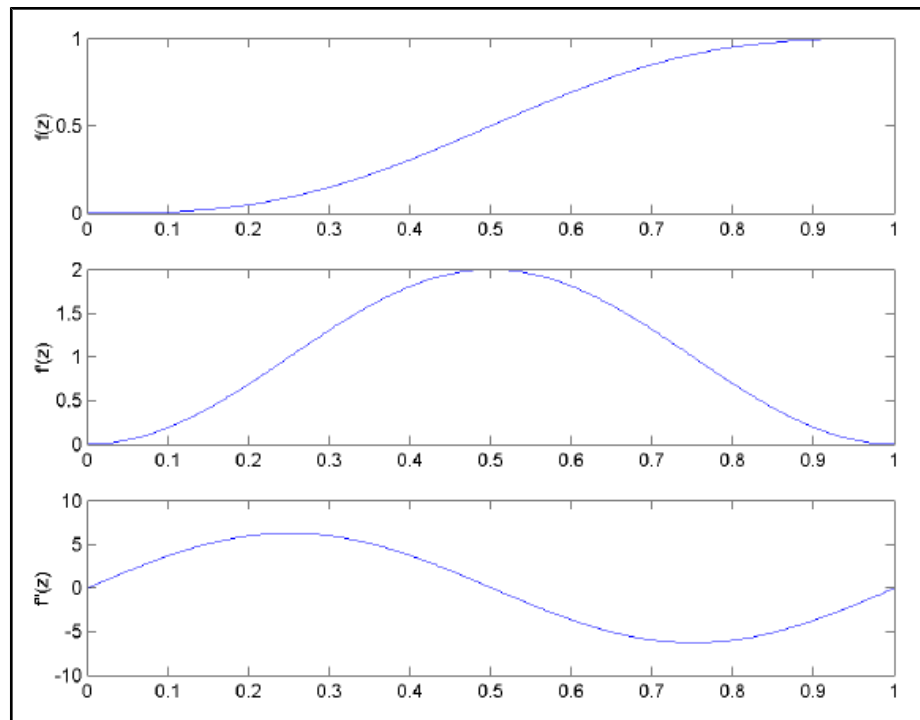


Abb. 12-21: Graph: Rast in Rast, Polynom 5. Ordnung

Rast in Rast, Polynom 7. Ordnung

$$f'(z) = -20z^7 + 70z^6 - 84z^5 - 35z^4$$

Abb. 12-22: Funktion: Rast in Rast, Polynom 7. Ordnung

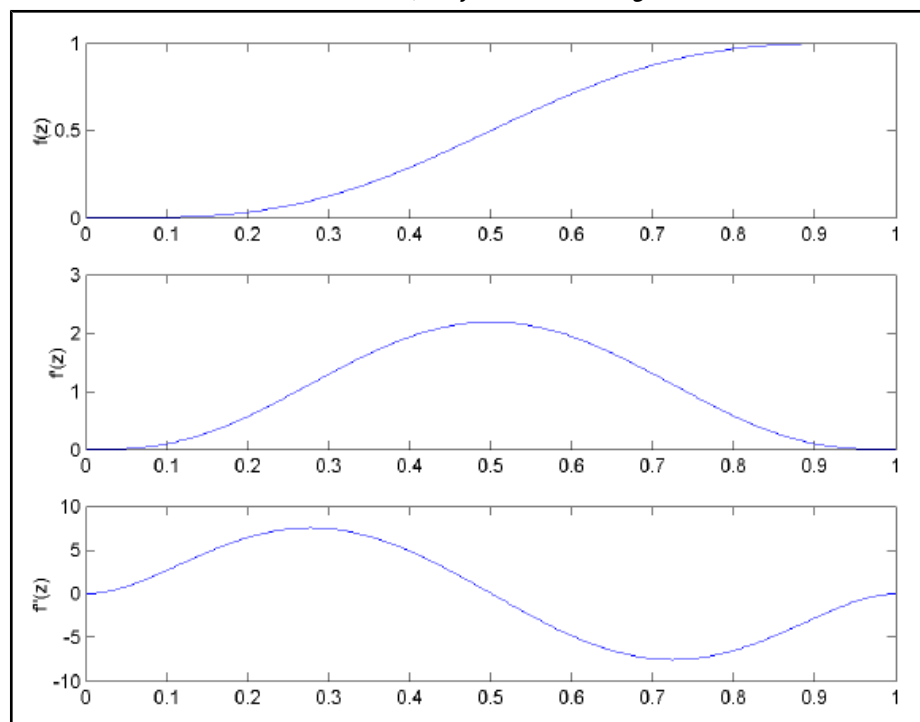


Abb. 12-23: Graph: Rast in Rast, Polynom 7. Ordnung

Rast in Rast, Polynom 8. Ordnung

Bewegungsgesetze

$$f(z) = A_8 z^8 + A_7 z^7 + A_6 z^6 + A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-24: Funktion: Rast in Rast, Polynom 8. Ordnung

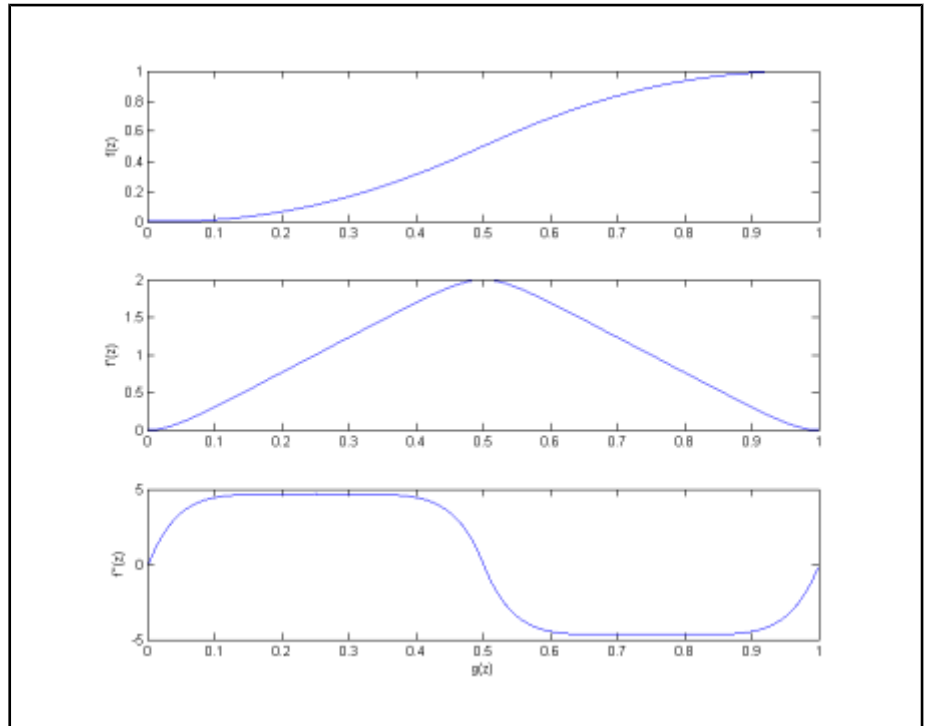


Abb. 12-25: Graph: Rast in Rast, Polynom 8. Ordnung

12.2.3 Rast in Geschwindigkeit

Rast in Geschwindigkeit Bewegungsgesetze werden zum stoß- und ruckfreien Übergang aus dem Stillstand in definierte Geschwindigkeiten verwendet.

Rast in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung

$$f(z) = A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3$$

Abb. 12-26: Funktion: Rast in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung

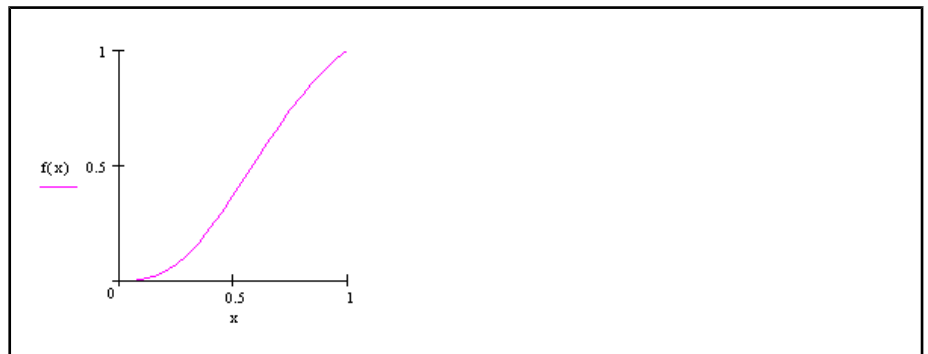


Abb. 12-27: Graph: Rast in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung

Rast in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

$$f(z) = A_7 z^7 + A_6 z^6 + A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3$$

Abb. 12-28: Funktion: Rast in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

Bewegungsgesetze

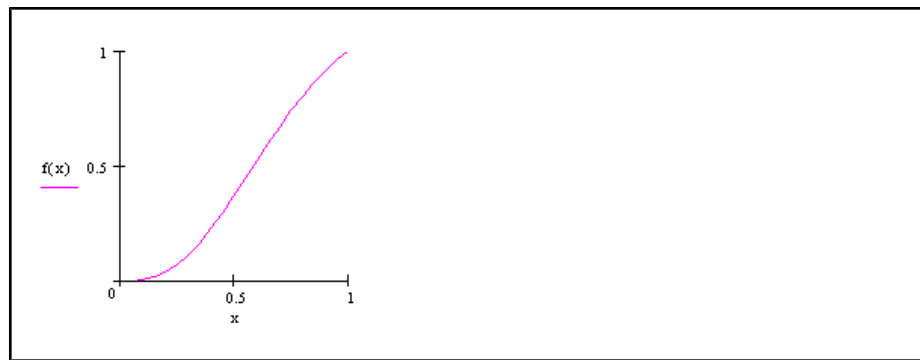


Abb. 12-29: Graph: Rast in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

12.2.4 Geschwindigkeit in Rast

Geschwindigkeit in Rast Bewegungsgesetze werden zum stoß- und ruckfreien Übergang aus definierten Geschwindigkeiten in den Stillstand verwendet.

Geschwindigkeit in Rast, Polynom 5. Ordnung

$$f(z) = A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-30: Funktion: Geschwindigkeit in Rast, Polynom 5. Ordnung

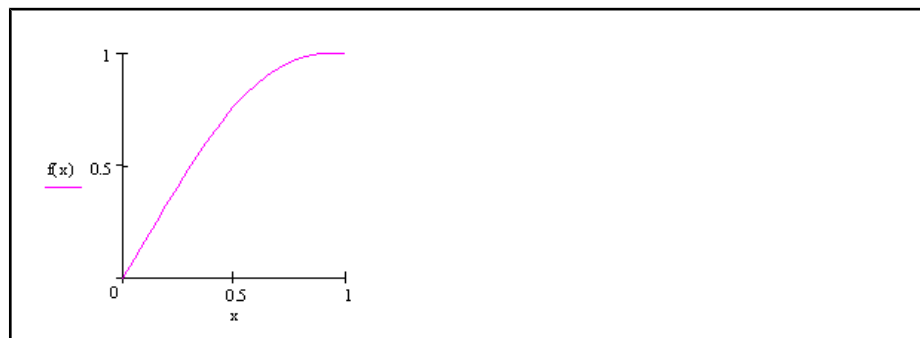


Abb. 12-31: Graph: Geschwindigkeit in Rast, Polynom 5. Ordnung

Geschwindigkeit in Rast, Polynom 7. Ordnung

$$f(z) = A_7 z^7 + A_6 z^6 + A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-32: Funktion: Geschwindigkeit in Rast, Polynom 7. Ordnung

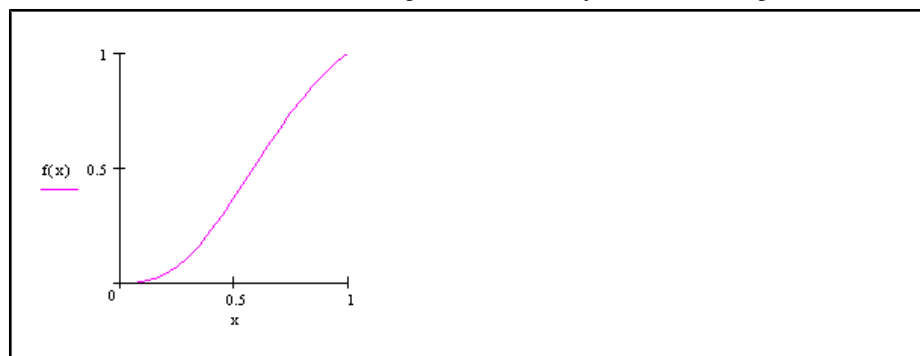


Abb. 12-33: Graph: Geschwindigkeit in Rast, Polynom 7. Ordnung

12.2.5 Geschwindigkeit in Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit in Geschwindigkeit Bewegungsgesetze werden für stoß- und ruckfreie Übergänge aus definierten Geschwindigkeiten in andere definierte Geschwindigkeiten verwendet.

Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Konstante Geschwindigkeit

(bis CamBuilder 08VRS: Analytic G-G / Lineare Interpolation)

Die Geschwindigkeit berechnet sich hierbei aus dem vorgegebenem Hub und dem Leitachsabschnitt. Eine konstante Geschwindigkeit kann in dem Bewegungsgesetz "Erweitert, Lineare Geschwindigkeit" vorgegeben werden (siehe [Kap. "Resultierender Hub" auf Seite 89](#)).

$$f(z) = z$$

Abb. 12-34: Funktion: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Konstante Geschwindigkeit

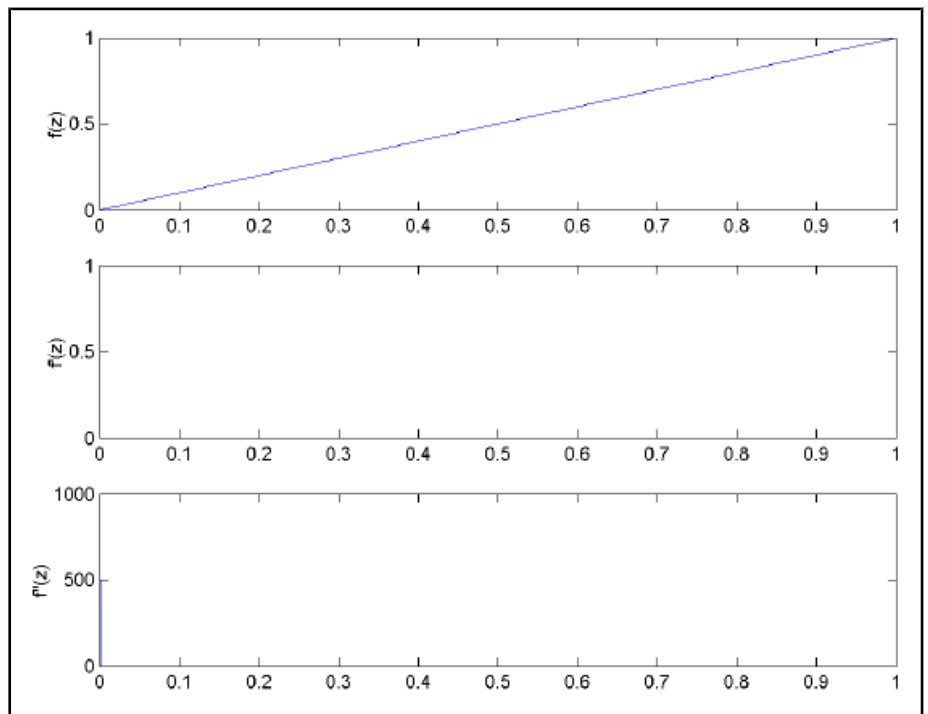


Abb. 12-35: Graph: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Konstante Geschwindigkeit

Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung

$$f(z) = A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-36: Funktion: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung

Bewegungsgesetze

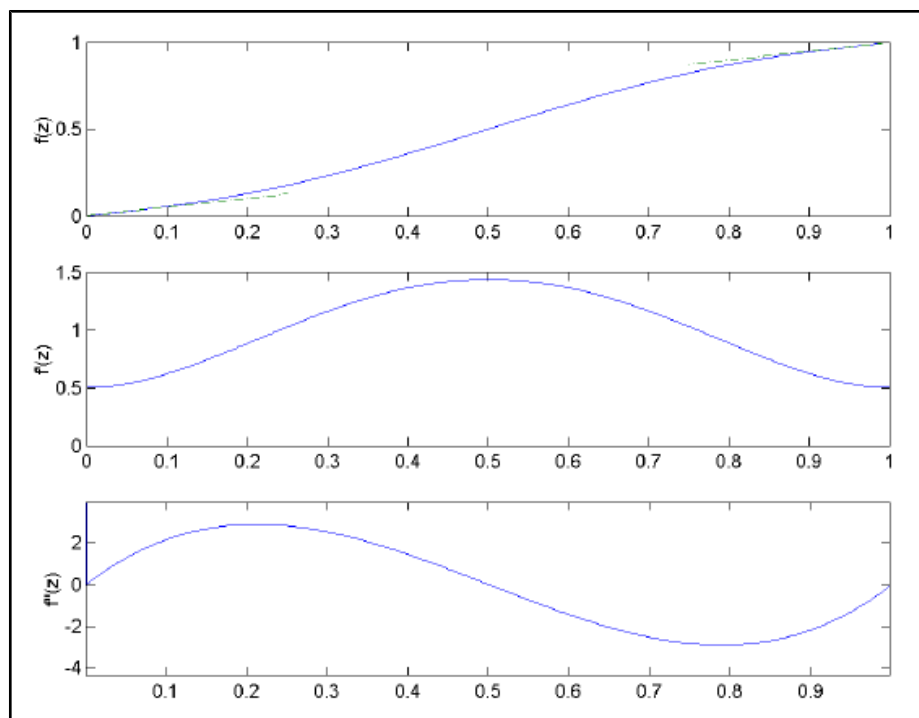


Abb. 12-37: Graph: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

$$f(z) = A_7 z^7 + A_6 z^6 + A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-38: Funktion: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

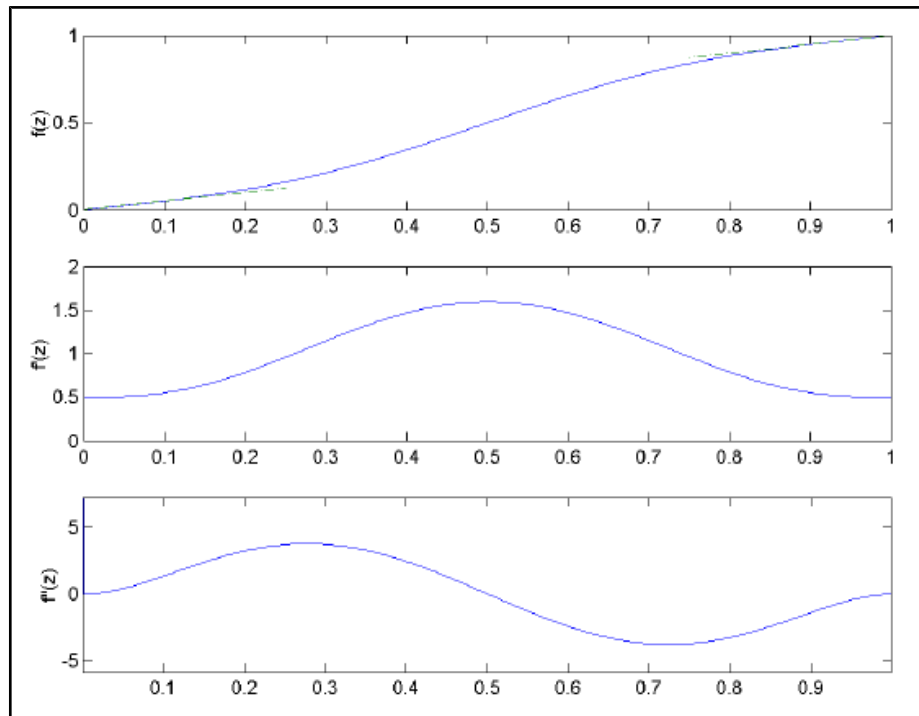


Abb. 12-39: Graph: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Modifizierte Sinuslinie

Bewegungsgesetze

$$\begin{aligned}
 0 \leq z \leq \frac{\lambda}{8}: f'(z) &= C_a \frac{\lambda}{2\pi} \left(z - \frac{\lambda}{2\pi} \sin \left(2\pi \frac{z}{\lambda} \right) \right) + f'(0)z \\
 \frac{\lambda}{8} \leq z \leq \lambda: f'(z) &= C_a \frac{\lambda}{2\pi} \left(z - \frac{9\lambda}{2\pi} \sin \left(2\pi \frac{z + \frac{\lambda}{2}}{3\lambda} \right) + \frac{4\lambda}{\pi} \right) + f'(0)z \\
 \lambda \leq z \leq 1 - \frac{1-\lambda}{4}: f'(z) &= C_b \frac{1-\lambda}{2\pi} \left(z - \frac{9(1-\lambda)}{2\pi} \sin \left(2\pi \frac{z + \frac{3-5\lambda}{3(1-\lambda)}}{3\lambda} \right) + \frac{4\lambda}{\pi} \right) \\
 &+ f'(1) + (f'(0) - f'(1)) \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{\pi} \right) + \lambda \\
 1 - \frac{1-\lambda}{4} \leq z \leq 1: f'(z) &= -C_b \frac{1-\lambda}{2\pi} \left(z - \frac{1-\lambda}{2\pi} \sin \left(2\pi \frac{z + \lambda}{1-\lambda} \right) - 1 \right) \\
 &+ 1 + f'(1) + (z - 1)
 \end{aligned}$$

Abb. 12-40: Funktion: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Modifizierte Sinuslinie

12.2.6 Allgemeine Bewegung

Bewegungsgesetze zur allgemeinen Bewegung können immer eingesetzt werden.

Allgemeine Bewegung, Polynom 2. Ordnung

$$f(z) = A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-41: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 2. Ordnung

Bewegungsgesetze

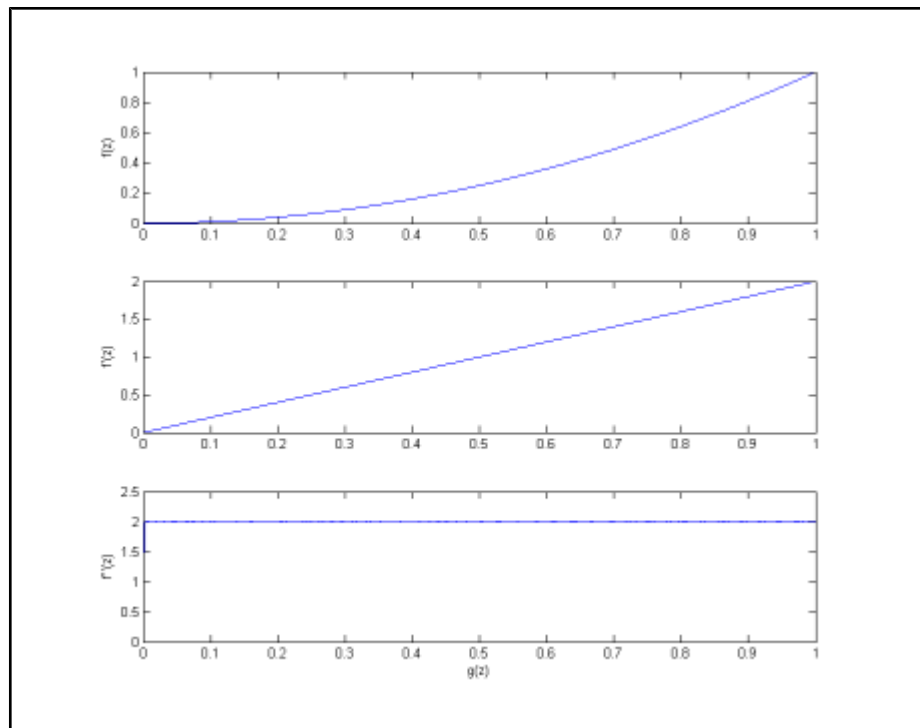


Abb. 12-42: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 2. Ordnung

Allgemeine Bewegung, Polynom 3. Ordnung

$$f(z) = A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-43: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 3. Ordnung

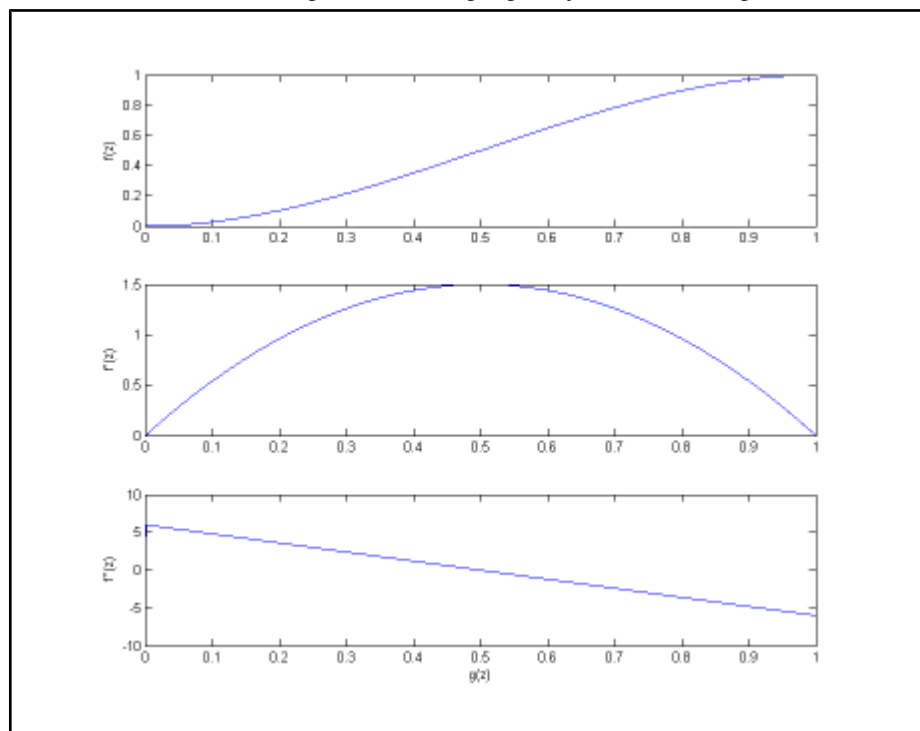


Abb. 12-44: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 3. Ordnung

Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Ordnung

Bewegungsgesetze

(Spezialfall mit Wendepunktverschiebung 0,57735 bis CamBuilder 08VRS: Polynom 4. Grades (S))

$$f(z) = A_4 z^4 + A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-45: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Ordnung

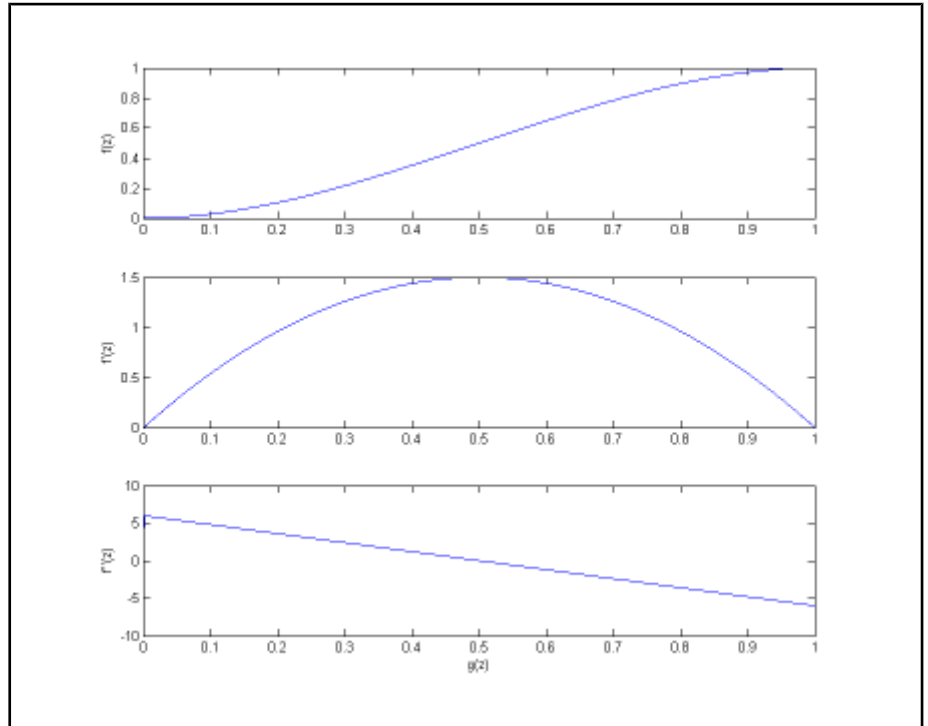


Abb. 12-46: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Ordnung

Allgemeine Bewegung, Polynom 5. Ordnung

$$f(z) = A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-47: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 5. Ordnung

Bewegungsgesetze

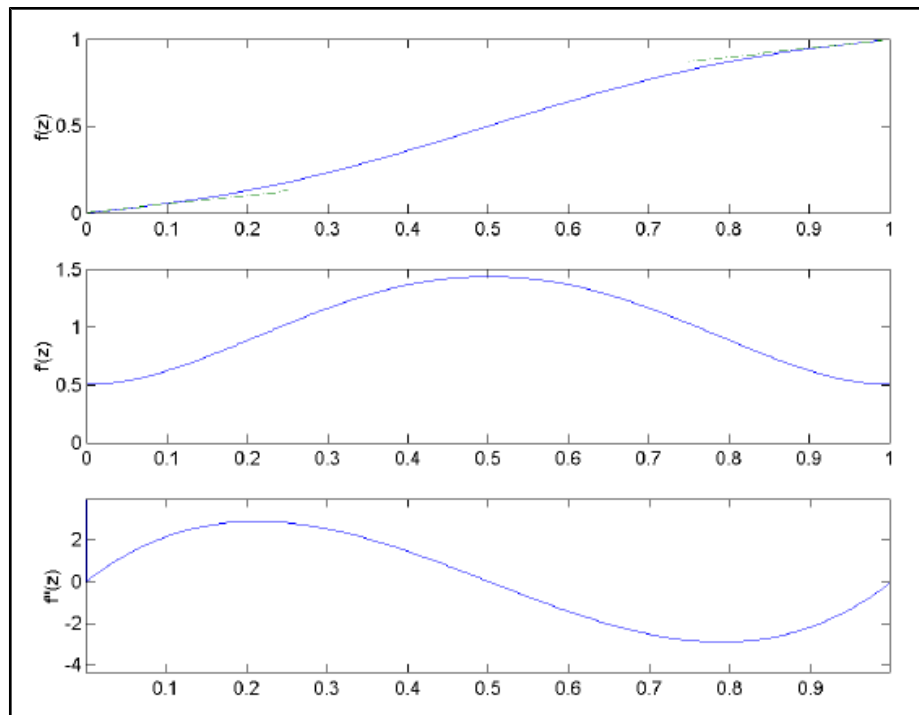


Abb. 12-48: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 5. Ordnung

Allgemeine Bewegung, Polynom 7. Ordnung

$$f(z) = A_7 z^7 + A_6 z^6 + A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-49: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 7. Ordnung

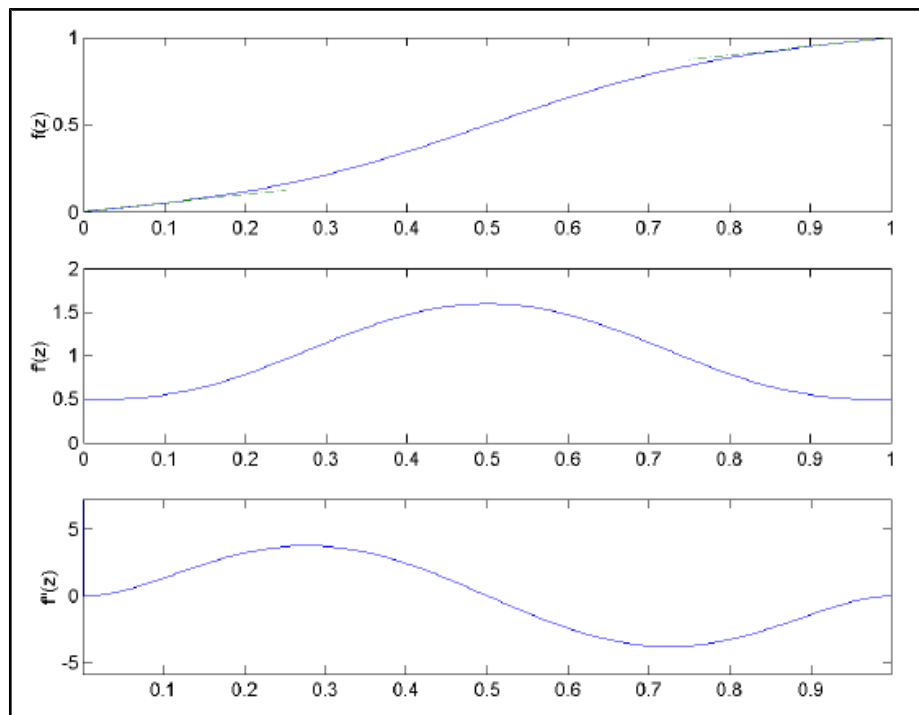


Abb. 12-50: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 7. Ordnung

Allgemeine Bewegung, Polynom 8. Ordnung

Bewegungsgesetze

$$f(z) = A_8 z^8 + A_7 z^7 + A_6 z^6 + A_5 z^5 + A_4 z^4 + A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-51: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 8. Ordnung

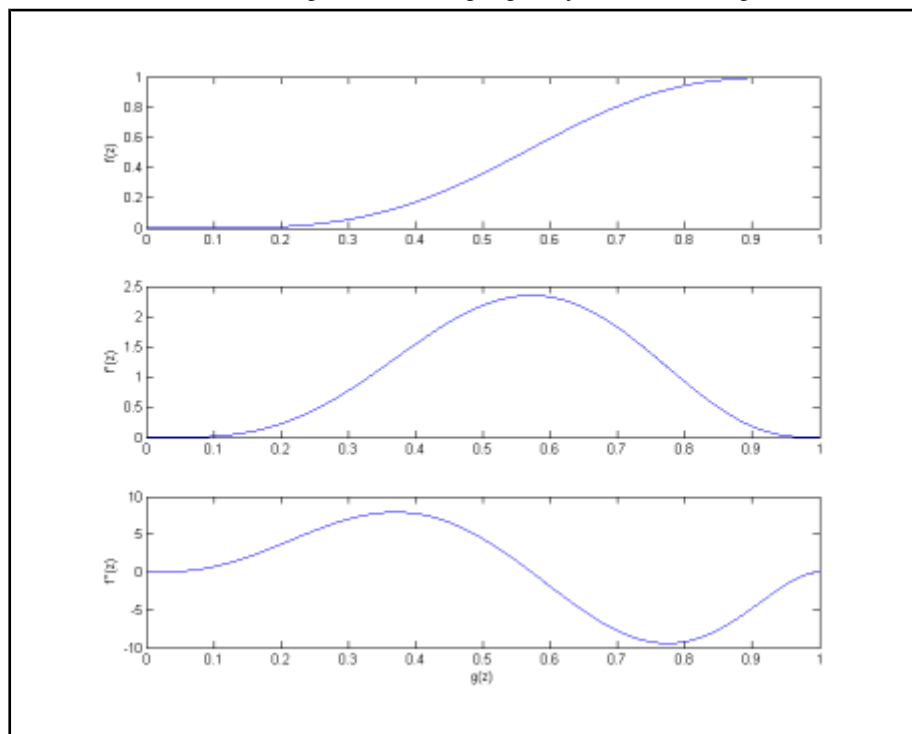


Abb. 12-52: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 8. Ordnung

12.2.7 Erweiterte Bewegungsgesetze

Resultierender Hub

Erweitert, Lineare Geschwindigkeit

(bis CamBuilder 08VRS: V-CAM Linear)

$$f(z) = A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-53: Funktion: Erweitert, Lineare Geschwindigkeit

Bewegungsgesetze

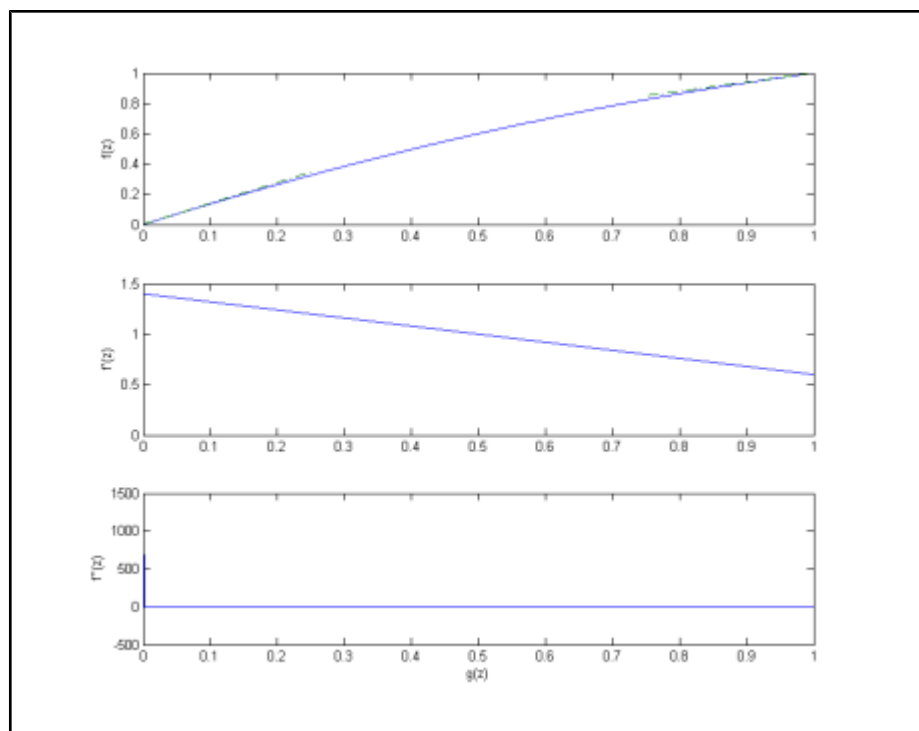


Abb. 12-54: Graph: Erweitert, Lineare Geschwindigkeit

Erweitert, Lineare Beschleunigung

(bis CamBuilder 08VRS: A-CAM linear)

$$f(z) = A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-55: Funktion: Erweitert, Lineare Beschleunigung

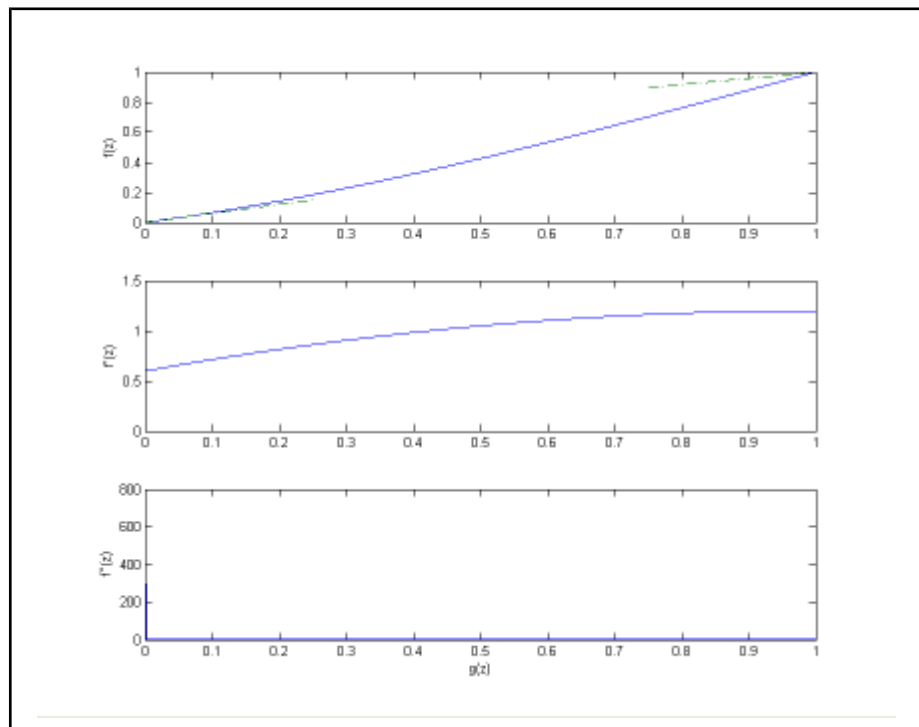


Abb. 12-56: Graph: Erweitert, Lineare Beschleunigung

Bewegungsgesetze

Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Startbeschl. Null)

(bis CamBuilder 08VRS: V-CAM 2.Grades (1))

$$f(z) = A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-57: Funktion: *Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Startbeschl. Null)*

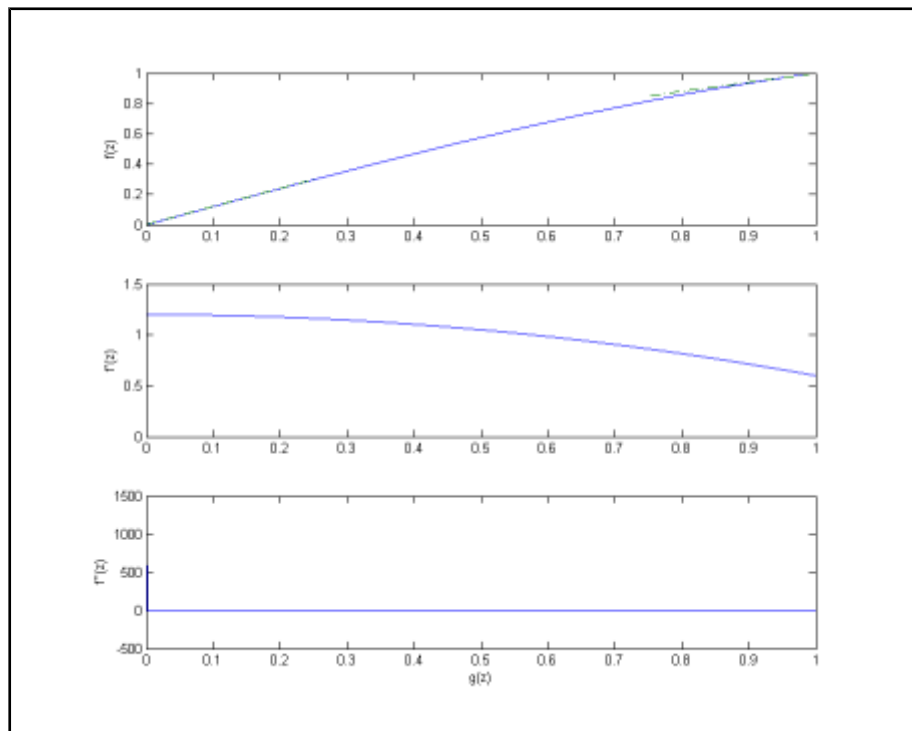


Abb. 12-58: Graph: *Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Startbeschl. Null)*

Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Endbeschl. Null)

(bis CamBuilder 08VRS: V-CAM 2.Grades (2))

$$f(z) = A_3 z^3 + A_2 z^2 + A_1 z$$

Abb. 12-59: Funktion: *Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Endbeschl. Null)*

Bewegungsgesetze

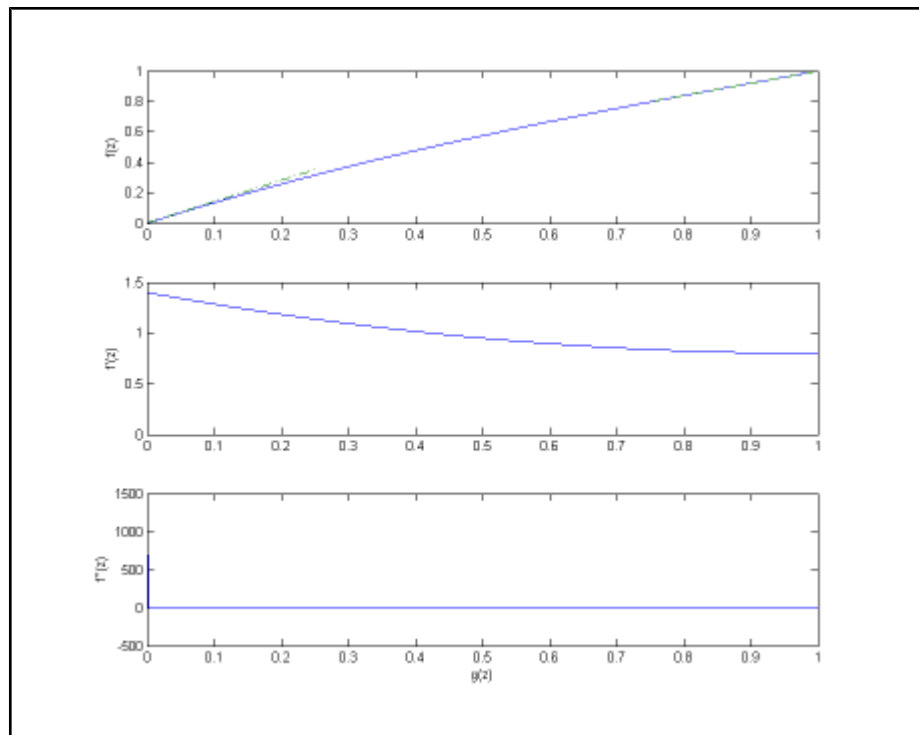


Abb. 12-60: Graph: Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Endbeschl. Null)

Erweitert, Resultierender Leitachsabschnitt

Bei diesen erweiterten Bewegungsgesetzen handelt es sich um spezielle Bewegungsgesetze. Sie unterscheiden sich von den bekannten Bewegungsgesetzen aus den VDI-Richtlinien durch neue Freiheitsgrade. Während ein Standard Bewegungsgesetz durch die Angabe seiner linken und rechten Randwerte eindeutig definiert ist, erlauben die hier dargestellten Bewegungsgesetze noch weitere unterschiedliche Einstellungsmöglichkeiten, wie z.B. eine geforderte maximale Geschwindigkeit. In diesem Fall ist der Leitachsabschnitt des Bewegungsschrittes nicht anzugeben. Stattdessen ergibt sich dieser aus der Parametrierung des Bewegungsgesetzes und der Festlegung von Kennwerten. So erlaubt beispielsweise die beschleunigungsbegrenzte Bewegung die Angabe von Hub, Anfangs- und Endgeschwindigkeit, nicht aber die Vorgabe eines Leitachsabschnitts. Dieser, und damit die Dauer des Bewegungsschrittes, ergibt sich aus den ebenfalls festlegbaren Werten einer maximalen Beschleunigung und einer maximalen Geschwindigkeit.

Erweitert, Beschleunigungsbegrenzte Bewegung (Trapezprofil)

Als einfachste Art der Bahninterpolation kann das Trapezprofil, oft auch Rampenprofil genannt, gesehen werden. Soll eine Wegstrecke "s" verfahren werden, wird in der ersten Phase (Beschleunigungsphase) mit einem vorgegebenen Beschleunigungswert auf eine vorgegebene Fahrweggeschwindigkeit beschleunigt. In der zweiten Phase (Konstantphase) wird mit konstanter Geschwindigkeit gefahren und schließlich in der dritten Phase (Bremsphase) mit einer vorgegebenen Verzögerung wieder abgebremst. Aufgabe der Bahninterpolation ist es, aus diesen vorgegebenen Beschleunigungswerten a_1 und a_3 sowie der gewünschten Geschwindigkeit v_m und der zurückzulegenden Wegstrecke "s", die Start- und Endzeitpunkte t_1 , t_2 und t_3 bzw. die einzelnen Fahrzeiten T_1 , T_2 und T_3 zu berechnen. In der hier vorgestellten Variante wird außerdem auch eine geforderte Startgeschwindigkeit v_0 sowie Endgeschwindigkeit v_3 berücksichtigt.

Erweitert, Beschleunigungsbegrenzte Bewegung (Sinuslinie)

Beim Sinoidenprofil kann die Start- und Endgeschwindigkeit ungleich "0" sein, sowie unterschiedliche Beschleunigungsgrößen a_1 und a_3 für die Beschleuni-

Bewegungsgesetze

gungs- und Bremsphase haben. Weiterhin werden auch die Sonderfälle berücksichtigt, in denen die Startgeschwindigkeit v_0 bereits größer als die gewünschte Verfahrensgeschwindigkeit v_m ist. Gleiches gilt auch für die Endgeschwindigkeit v_3 .

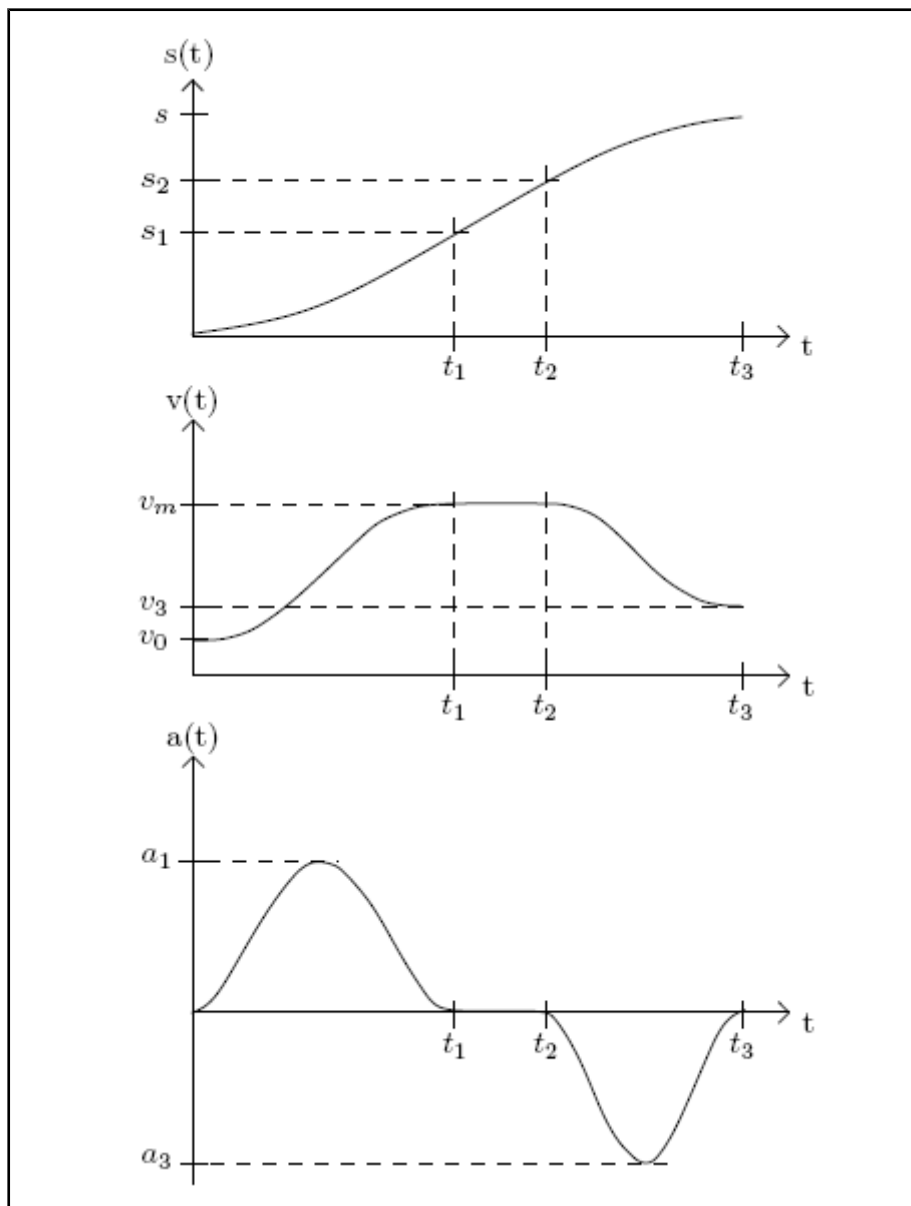


Abb. 12-61: Graph: Beschleunigungsbegrenzte Bewegung (Sinuslinie)

Erweitert, Ruckbegrenzte Bewegung (Trapezprofil)

Für viele anspruchsvollere Bewegungsaufgaben gilt die Einhaltung einer Beschleunigung mit Ruckbegrenzung, beispielsweise für den Transport von Flüssigkeiten oder aber auch bei leicht schwingungsfähigen Maschinen.

Bewegungsgesetze

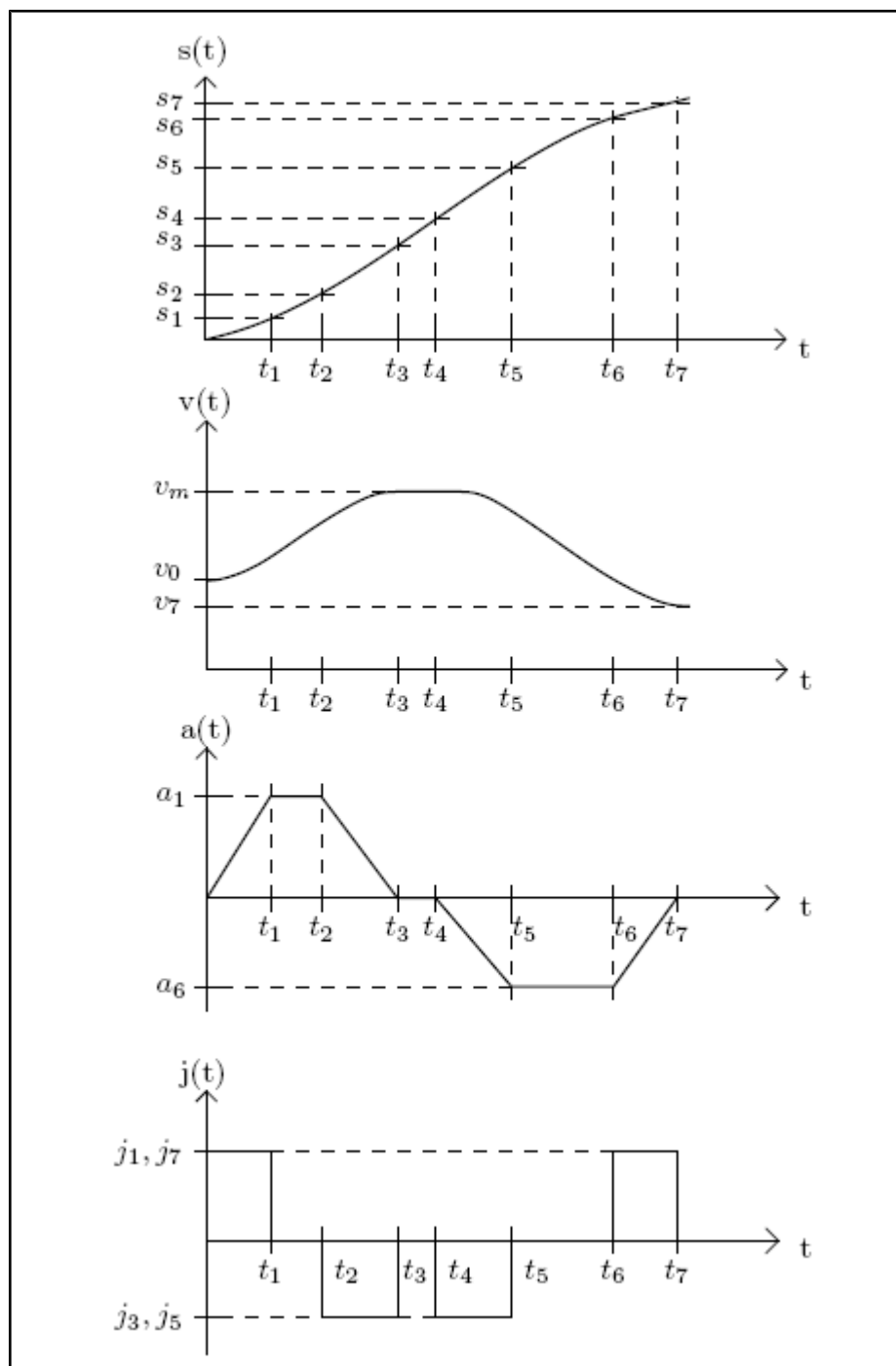


Abb. 12-62: Graph: Ruckbegrenzte Bewegung

Sonstige

Erweitert, Geschwindigkeitsbegrenztes Polynom 5. Ordnung

Das aus der VDI bekannte Polynom 5. Ordnung ermöglicht keine Kontrolle der maximalen Verfahrensgeschwindigkeit. Zur Lösung dieses Problems wird das Bewegungsgesetz in drei Sektionen aufgeteilt. Die mittlere Sektion entspricht einer Geraden mit der geforderten Geschwindigkeit. Umgeben wird diese von zwei Polynomen 5. Grades. Diese sorgen für einen glatten Übergang von der Anfangs- auf die Verfahrensgeschwindigkeit und von der Verfah- auf die Endgeschwindigkeit. Zu ermitteln sind die Schnittpunkte zwischen der ersten und

Bewegungsgesetze

zweiten sowie der zweiten und dritten Sektion. Die Punkte werden so gewählt, dass sich für die beiden Polynome kein Wendepunkt einstellt.

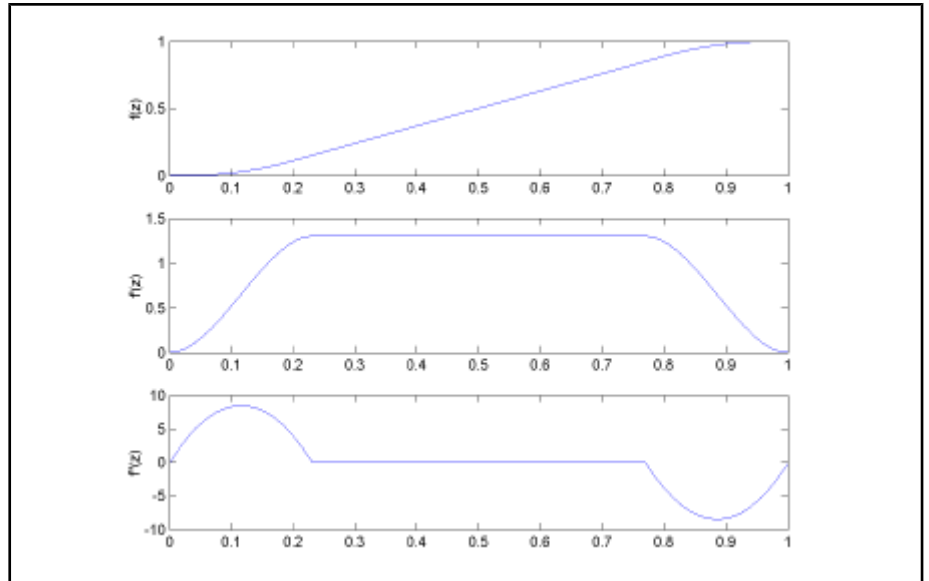


Abb. 12-63: Graph: Geschwindigkeitsbegrenztes Polynom 5. Ordnung

Erweitert, Überschwingungsfreies Polynom 5. Ordnung

Das Überschwingungsfreies Polynom 5. Ordnung erkennt und verhindert die mögliche Polynom-Überschwingung. Wie diese verändert wird, hängt dabei von der Kombination der normierten Geschwindigkeitsrandwerte ab. Es ergeben sich vier Fälle. Für Kombinationen in denen die normierte Anfangsgeschwindigkeit V_1 und die normierte Endgeschwindigkeit V_2 unterschiedliche Vorzeichen haben, kann dieses Bewegungsgesetz nicht verwendet werden. Dies würde bedeuten, dass die Bewegungsbahn in einem Randpunkt einen Knick hätte, wenn sie den normierten Bereich von $0 \leq z \leq 1$ und $0 \leq f(z) \leq 1$ nicht verlassen dürfte.

- Fall 1:
 $V_0 \leq 1$ und $V_1 \leq 1$

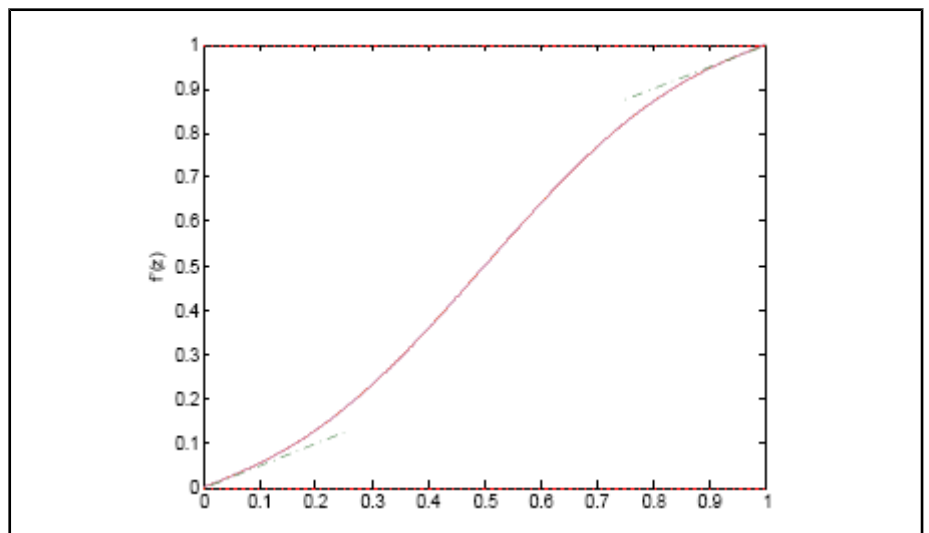


Abb. 12-64: Fall 1

- Fall 2:
 $V_0 \leq 1$ und $V_1 > 1$

Bewegungsgesetze

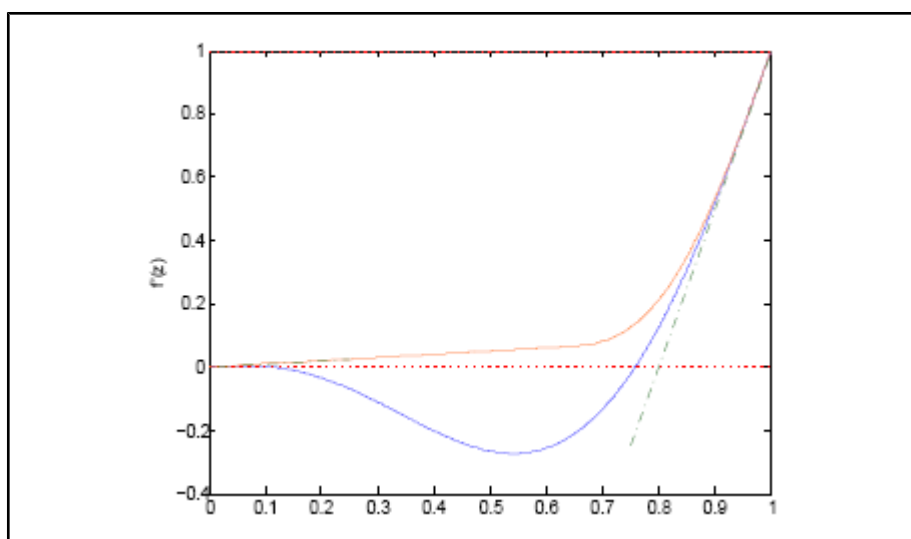


Abb.12-65: Fall 2

- Fall 3:
 $V_0 > 1$ und $V_1 \leq 1$

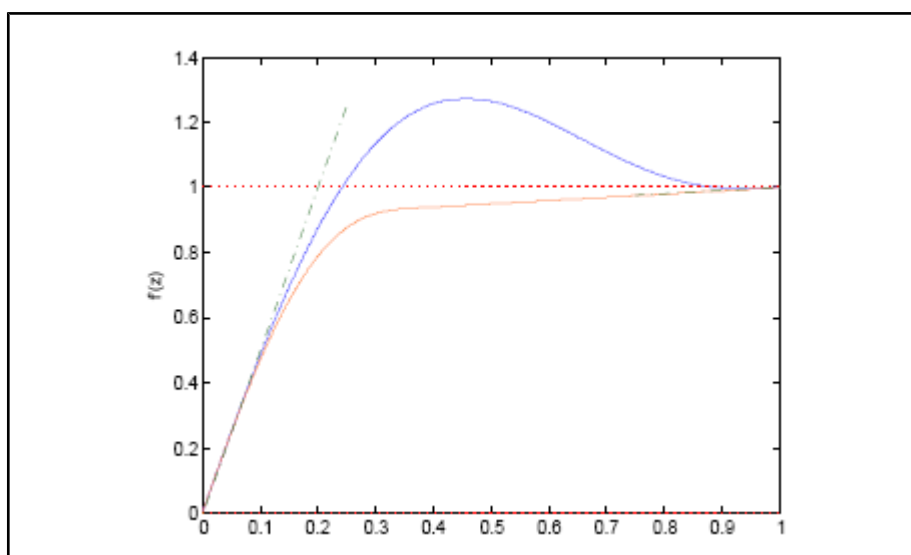


Abb.12-66: Fall 3

- Fall 4:
 $V_0 > 1$ und $V_1 > 1$

Bewegungsgesetze

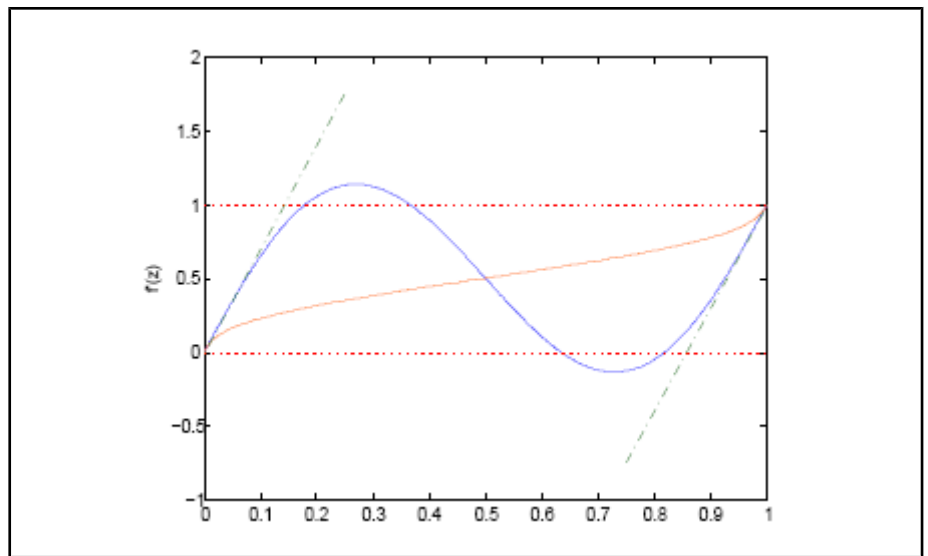


Abb. 12-67: Fall 4

12.3 Kurventabellen

Die Folgeachs-bewegung eines Bewegungsschrittes kann über eine Kurventabelle definiert werden.

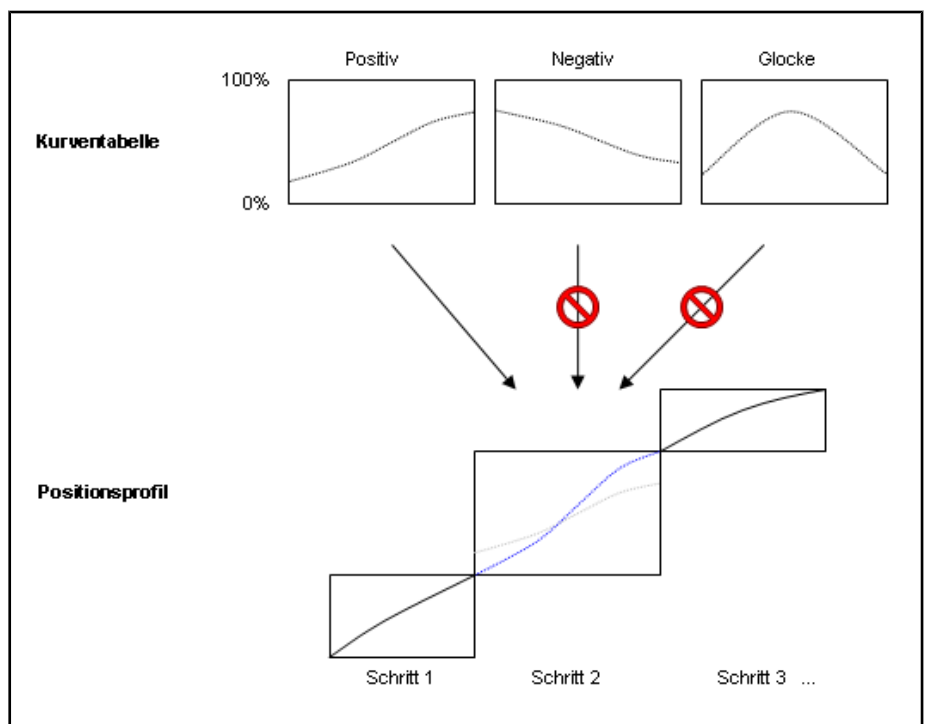


Abb. 12-68: Vom CamBuilder unterstützte Kurventabellen

Um mit dem CamBuilder einem Bewegungsschritt als Bewegungsgesetz eine Kurventabelle zuzuordnen wird im Bewegungsschritt Editor als Bewegungsgesetz der Menüpunkt **Kurventabelle ► Kurventabelle importieren...** ausgewählt oder es wird eine bereits importierte Tabelle selektiert. Soll eine neue Tabelle importiert werden, so öffnet sich ein Dialog zum Import.

Es gibt es drei verschiedene Möglichkeiten eine Kurventabelle zu wählen:

Bewegungsgesetze

1. Kurventabelle aus einer Kurvenscheibe des aktuellen Projektes importieren

In einem Auswahldialog lassen sich alle Kurvenscheiben des aktuellen Projektes auflisten und auswählen.

2. Kurventabelle aus einer Parameter-Datei importieren
3. Kurventabelle aus einer CSV-Datei importieren

Bei Kurvenscheiben aus dem Projekt kann angegeben werden, wie viele Stützpunkte erzeugt werden sollen (mindestens 3, maximal 1024). Des Weiteren kann der Hub zur Berechnung der Stützpunkte angegeben werden (0 entspricht einem automatischen Hubfaktor-Stützpunkte von 0% bis 100%). Im Anschluss an den Import ist eine Speicherplatznummer für den späteren Speicherort auf einem Gerät für diese ausgewählte Kurventabelle zu definieren.

Bei Behandlung von Kurventabellen im CamBuilder wird zwischen Kurvenscheiben, welche aus einem und mehreren Bewegungsschritten bestehen, unterschieden.

Kurvenscheiben aus einem Bewegungsschritt:

Unterstützt werden hier alle Kurventabellenformen, d.h. Kurventabellen deren Endwert größer sowie kleiner als der Startwert ist. Ebenfalls sind Startwerte ungleich 0 erlaubt, sowie Kurventabellen mit gleichem Start- und Endpunkt (z.B. Glocke). Hier ist das Verhalten wie beim MotionProfile, d.h. die Punkte aus der Kurventabelle werden einfach mit dem Hub multipliziert (keine Offsetverschiebung, keine Skalierung).

Kurvenscheiben aus mehreren Bewegungsschritten:

Kurventabellen, deren Endpunkt größer als der Anfangspunkt ist, werden entsprechend so skaliert, dass sie bei 100% enden. Ein Startpunkt ungleich 0% wird durch einen Offset auf 0% verschoben. Damit wird die gesamte Kurventabelle an den für den jeweiligen Bewegungsschritt vorgegebenen Hub automatisch angepasst. Kurventabellen mit gleichem oder kleinerem Endpunkt als Anfangspunkt werden nicht unterstützt.

13 Service und Support

Unser Kundendienst-Helpdesk im Hauptwerk Lohr am Main und der weltweite Service stehen Ihnen mit Rat und Tat zur Seite. Sie erreichen uns täglich **rund um die Uhr - auch am Wochenende und an Feiertagen**.

	Helpdesk	Service-Hotline Welt
Telefon	+49 (0) 9352 40 50 60	Außerhalb Deutschlands nehmen Sie bitte zuerst Kontakt mit unserem für Sie nächstgelegenen Ansprechpartner auf. Die Hotline-Rufnummern entnehmen Sie bitte den Vertriebsadressen im Internet.
Fax	+49 (0) 9352 40 49 41	
E-Mail	service.svc@boschrexroth.de	
Internet	http://www.boschrexroth.com Hier finden Sie auch ergänzende Hinweise zu Service, Reparatur (z.B. Anlieferadressen) und Training.	

Vorbereitung der Informationen

Wir können Ihnen schnell und effizient helfen, wenn Sie folgende Informationen bereithalten:

- detaillierte Beschreibung der Störung und der Umstände
- Angaben auf dem Typenschild der betreffenden Produkte, insbesondere Typenschlüssel und Seriennummern
- Telefon-, Faxnummern und E-Mail-Adresse, unter denen Sie für Rückfragen zu erreichen sind

Index

A

A1.....	41
A2.....	42
Abschnitt.....	6
Absolut Editieren.....	45
Amax.....	42
Ansicht	
Alles zeigen	34
Auswahl	34
In Zwischenablage kopieren	35
Vergrößern	34
Verschieben	34
Antriebssystem.....	9
Applikationsspezifischer Wizard.....	31, 54

B

Begriffsdefinition.....	6
Beschreibung.....	43
Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	7
Betriebsarten.....	5
Bewegungsgesetz.....	6, 40, 71
Allgemeine Bewegung	85
Allgemeine Bewegung, Polynom 2. Ordnung	85
Allgemeine Bewegung, Polynom 3. Ordnung	86
Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Grades (S)	86
Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Ordnung	86
Allgemeine Bewegung, Polynom 5. Ordnung	87
Allgemeine Bewegung, Polynom 7. Ordnung	88
Allgemeine Bewegung, Polynom 8. Ordnung	88
Analytic G-G	83
Analytisch	71
Auswahldialog	40
Erweitert	89
Erweitert, A-CAM Linear	90
Erweitert, Beschleunigungsbegrenzte Bewegung (Sinuslinie)	92
Erweitert, Beschleunigungsbegrenzte Bewegung (Trapezprofil)	92
Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Endbeschl. Null)	91
Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Startbeschl. Null)	91
Erweitert, Geschwindigkeitsbegrenztes Polynom 5. Ordnung	94
Erweitert, Lineare Beschleunigung	90
Erweitert, Lineare Geschwindigkeit	89
Erweitert, Resultierender Leitachsabschnitt ..	92

B

...Bewegungsgesetz	
Erweitert, Ruckbegrenzte Bewegung (Trapezprofil)	93
Erweitert, Überschwingungsfreies Polynom 5. Ordnung	95
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit	83
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Konstante Geschwindigkeit	83
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Modifizierte Sinuslinie	84
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung	83
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung	84
Geschwindigkeit in Rast	82
Geschwindigkeit in Rast, Polynom 5. Ordnung	82
Geschwindigkeit in Rast, Polynom 7. Ordnung	82
Kurventabelle	97
Lineare Interpolation	83
Lineare Rast	72
Rast in Geschwindigkeit	81
Rast in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung	81
Rast in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung	81
Rast in Rast	72
Rast in Rast, Beschleunigungsoptimal geneigte Sinuslinie	74
Rast in Rast, Einfache Sinuslinie	72
Rast in Rast, Geneigte Sinuslinie (Sinoide von Besthorn)	73
Rast in Rast, Modifiziertes Beschleunigungstrapez	77
Rast in Rast, Modifizierte Sinoide	76
Rast in Rast, Momentenoptimale geneigte Sinuslinie	75
Rast in Rast, Polynom 5. Ordnung	79
Rast in Rast, Polynom 7. Ordnung	80
Rast in Rast, Polynom 8. Ordnung	80
Rast in Rast, Quadratische Parabel	78
Rast in Rast, Sinoide von Gutman	76
Rast in Rast, Stillstand	72
Resultierender Hub	89
Sonstige	94
V-CAM 2. Grades (1)	91
V-CAM 2. Grades (2)	91
V-CAM Linear	89
Bewegungsschritt.....	6, 33
Editor	36
Löschen	50
Nach fokussiertem Schritt hinzufügen	47
Vor fokussiertem Schritt hinzufügen	49

Index

B

Bewegungsschrittgrenzen.....	33
Bezug.....	38
Leitachse	38
Zeit	38
Bibliothek.....	20

C

Cam.....	20
CamBuilder-Optionen.....	67
Cam Pool.....	20, 59
Erstellen	59
Cmdyn.....	42
Compact-Flash-Karte.....	62
CSV.....	65

D

Dauer.....	38
Delta X.....	38
Delta Y.....	38
Demolizenz.....	20
Drucklängenkorrektur Wizard.....	55
Dynamischer Moment.....	42

E

Editiermodus.....	37
Elektrisches Antriebssystem.....	9
Endpunkt.....	6, 41
Ereignis.....	52
Erste Schritte.....	19
Extremwerte.....	56

F

Farben.....	67
Feldtrennzeichen.....	66
Fliegende Säge Wizard.....	55
Folgeachse.....	6

G

Graph Editor.....	33
Graph Manager.....	35

H

Hub.....	6, 38
----------	-------

I

Import und Export von Kurvenscheiben.....	65
Installation.....	19
Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten.....	61

J

J1.....	41
J2.....	42

J

Jmax.....	42
-----------	----

K

Koordinatensystem.....	33
Kurvenscheibe	
Analysieren	27
Einfügen	59
Erstellen	31
Erstellen und herunterladen	21
Kopieren	59
Löschen	60
Öffnen	59
Speichern	59
Umbenennen	59
Vorschau	56
Kurvenscheibe drucken.....	69
Kurvenscheiben auf Geräte herunterladen.....	61
Kurvenscheiben-Eigenschaften.....	68
Kurvenscheiben exportieren	
IndraSize	65
Kurvenscheiben importieren.....	66
Kurvenscheiben von Geräten hochladen.....	62
Kurventabelle.....	55
Bearbeiten	47

L

Leitachsabschnitt.....	38
Leitachse.....	6
Leitachsgeschwindigkeit.....	37
Linienstärke.....	67
Lizenzierung.....	19

M

Maximalwerte.....	42
-------------------	----

N

Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	8
--	---

P

PAR.....	65
PELV.....	13
Preview.....	20
Profile.....	33
Programmstart.....	19
Punkte verschieben.....	33

Q

Querschneider Wizard.....	54
---------------------------	----

R

Relativ Editieren.....	46
Rückgängig.....	43

S

Schritt-Typ.....	39
Flex-Schritt	39
Standard-Schritt	39
Schutzkleinspannung.....	13
Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen.....	9
SPS-Code	
Funktionsbaustein	63
Standard Layout.....	35
Startpunkt.....	6, 41
Support	
siehe Service-Hotline	99
Synchronisationsbetriebsarten.....	5

V

V1.....	41
V2.....	42
Vmax.....	42
Vorschau	
Einfügen	59
Erstellen	32
Kopieren	59
Löschen	60

V

...Vorschau	
Öffnen	59
Speichern	59
Umbenennen	59
Vorschub Wizard.....	54

W

Wendepunktverschiebung.....	43
Werkzeugfenster	
Anzeigen	35
Wichtige Gebrauchshinweise.....	7
Wiederherstellen.....	43
Wizard starten.....	31

X

X1.....	41
X2.....	41
XML.....	65

Y

Y1.....	41
Y2.....	42

Notizen

Bosch Rexroth AG
Electric Drives and Controls
Postfach 13 57
97803 Lohr, Deutschland
Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2
97816 Lohr, Deutschland
Tel. +49 (0)93 52-40-0
Fax +49 (0)93 52-48 85
www.boschrexroth.com

