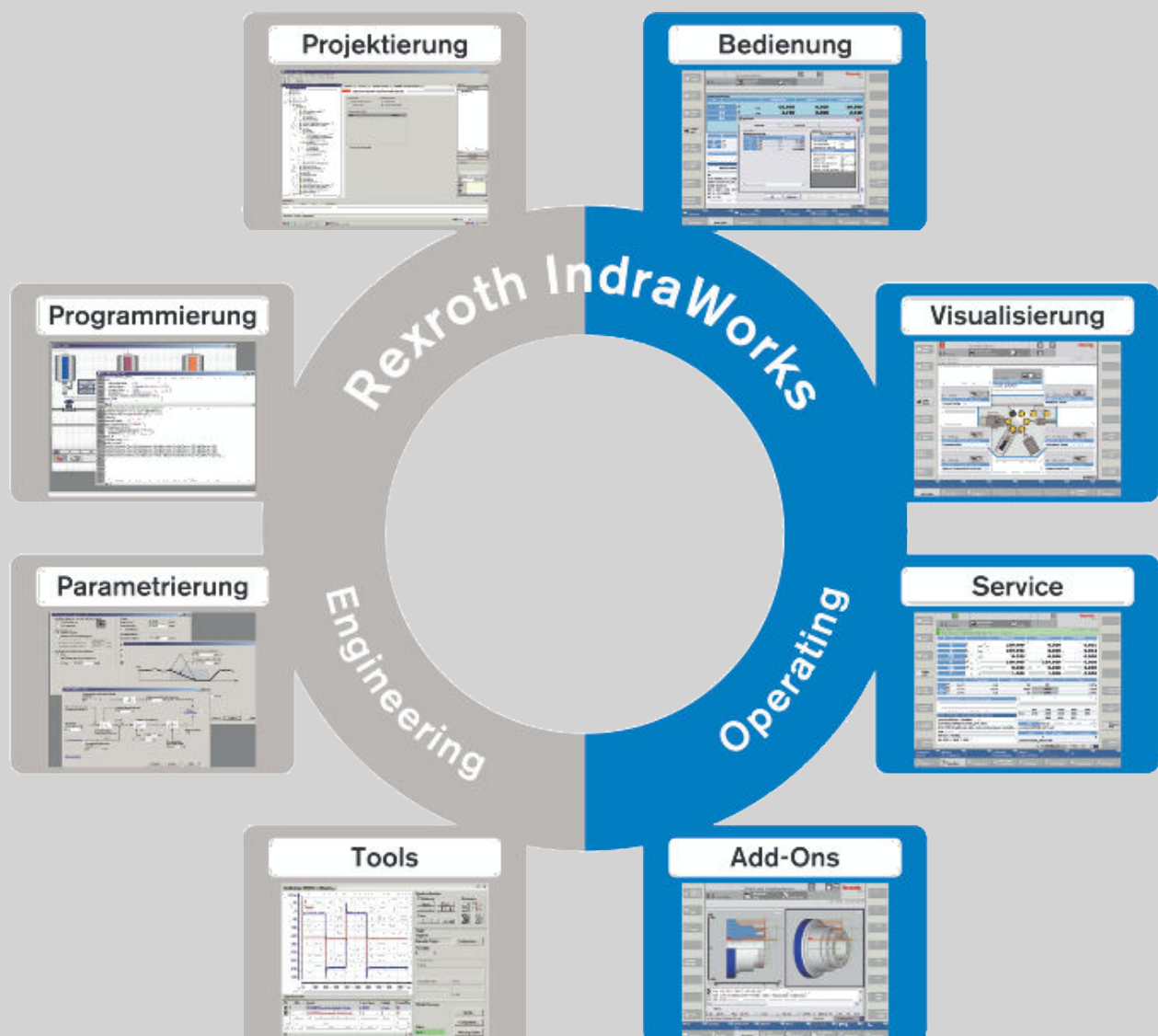


IndraWorks 14VRS

CamBuilder

Anwendungsbeschreibung
R911387567

Ausgabe 01



Titel	IndraWorks 14VRS CamBuilder
Art der Dokumentation	Anwendungsbeschreibung
Dokumentations-Type	DOK-IWORKS-CAMBUIL*V14-AP01-DE-P
Interner Ablagevermerk	RS-23b88ae44aa963510a6846a501b20068-1-de-DE-9

Änderungsverlauf

Ausgabe	Stand	Bemerkung
Ausgabe 01	2018 - 01	Erstausgabe 14VRS

Schutzvermerk	© Bosch Rexroth AG 2018 Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.
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.
Redaktion	Entwicklung Automationssysteme XLC/MLC Software, OLST (MiNi)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Zu dieser Dokumentation.....	5
1.1 Gültigkeit der Dokumentation.....	5
1.2 Gliederung der Dokumentation.....	5
1.3 Erforderliche und ergänzende Dokumentationen XLC/MLC.....	6
1.4 Darstellung von Informationen.....	12
1.4.1 Sicherheitshinweise.....	12
1.4.2 Verwendete Symbole.....	13
1.4.3 Bezeichnungen und Abkürzungen.....	13
2 Einleitung.....	15
2.1 Allgemeines.....	15
2.2 Kurvenscheiben und Synchronisationsbetriebsarten.....	15
2.3 CamBuilder – Merkmale.....	15
2.4 Begriffsdefinition.....	16
3 Erste Schritte – CamBuilder.....	17
3.1 Vorbereitung.....	17
3.2 Kurvenscheibe erstellen und herunterladen.....	19
3.3 Kurvenscheibe analysieren.....	26
3.4 Variable Kurvenscheibe und SPS-Funktionsbaustein erstellen.....	28
4 Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen.....	33
4.1 Kurvenscheiben neu erstellen.....	33
4.2 Vorschauobjekte neu erstellen.....	34
4.3 Vorschauobjekte überlagerter Kurvenscheibenbewegungen neu erstellen.....	35
5 Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren.....	37
5.1 Graph Editor.....	37
5.1.1 Allgemein.....	37
5.1.2 Aufbau.....	37
5.1.3 Kurvenscheibe graphisch bearbeiten.....	38
5.1.4 Ansicht ändern.....	38
5.1.5 Einstellungen Graph Manager.....	39
5.2 Bewegungsschritt Editor.....	40
5.2.1 Übersicht.....	40
5.2.2 Attribute des übergeordneten Bereichs.....	42
5.2.3 Attribute des tabellarischen Bereichs.....	42
5.2.4 Attribute des formularbasierten Bereichs.....	43
5.2.5 Bewegungsschritt berechnen.....	48
5.2.6 Bearbeitung rückgängig machen/wiederherstellen.....	48
5.2.7 Folgeachsposition absolut editieren (Y-Werte).....	48
5.2.8 Folgeachsposition relativ editieren (Y-Werte).....	49
5.2.9 Leitachsabschnitt absolut editieren (X-Werte).....	50

Inhaltsverzeichnis

	Seite
5.2.10	Leitachsabschnitt relativ editieren (X-Werte)..... 51
5.2.11	Kurventabelle des Bewegungsschritts bearbeiten..... 52
5.2.12	Neuen Schritt nach fokussiertem Schritt hinzufügen..... 52
5.2.13	Neuen Schritt vor fokussiertem Schritt hinzufügen..... 54
5.2.14	Fokussierten Bewegungsschritt löschen..... 56
5.3	Ereignis Editor..... 57
5.3.1	Übersicht..... 57
5.3.2	Attribute..... 57
5.3.3	Funktionalität..... 59
5.4	Variablen Editor..... 59
5.4.1	Übersicht..... 59
5.4.2	Attribute..... 60
5.4.3	Funktionalität..... 60
5.5	Formel Editor..... 61
5.5.1	Übersicht..... 61
5.5.2	Funktionalität..... 61
5.5.3	Formel-Schlüsselwörter..... 62
5.6	Applikationsspezifischer Wizard..... 64
5.6.1	Allgemeines..... 64
5.6.2	Querschneider Wizard..... 65
5.6.3	Vorschub Wizard..... 66
5.6.4	Drucklängenkorrektur Wizard..... 67
5.6.5	Fliegende Säge Wizard..... 68
5.7	Kurventabelle..... 70
5.8	Extremwerte..... 71
5.9	Kurvenscheibenvorschau..... 71
5.10	Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (XY)..... 73
6	Verwalten von Kurvenscheiben und Vorschauobjekten im IndraWorks Projekt..... 77
7	Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten..... 79
7.1	Kurvenscheiben auf Geräte herunterladen..... 79
7.1.1	Allgemeines..... 79
7.1.2	Kurvenscheiben auf Kurventabellen-Parameter herunterladen..... 79
7.1.3	Kurvenscheiben auf MotionProfile-Parameter herunterladen..... 80
7.1.4	Kurvenscheiben auf FlexProfile-Parameter herunterladen..... 80
7.1.5	Kurvenscheiben auf CF-Speicherkarte herunterladen..... 80
7.2	Kurvenscheiben von Geräten hochladen..... 81
7.3	SPS-Funktionsbaustein generieren..... 81
8	Import und Export von Kurvenscheiben..... 85
8.1	Allgemeines..... 85
8.2	Kurvenscheiben exportieren..... 85
8.3	Kurvenscheiben importieren..... 87

Inhaltsverzeichnis

	Seite
9 CamBuilder-Optionen und Kurvenscheiben-Eigenschaften.....	89
9.1 CamBuilder-Optionen.....	89
9.2 Kurvenscheiben-Eigenschaften.....	91
10 Drucken von Kurvenscheiben.....	93
11 Bewegungsgesetze.....	95
11.1 Allgemeines.....	95
11.2 Analytische Funktionen.....	100
11.2.1 Allgemeines.....	100
11.2.2 Rast in Rast.....	100
11.2.3 Rast in Geschwindigkeit.....	109
11.2.4 Geschwindigkeit in Rast.....	110
11.2.5 Geschwindigkeit in Geschwindigkeit.....	111
11.2.6 Allgemeine Bewegung.....	114
11.2.7 Erweiterte Bewegungsgesetze.....	118
Resultierender Hub.....	118
Erweitert, Resultierender Leitachsabschnitt.....	120
Sonstige.....	122
11.3 Kurventabellen.....	125
12 Service und Support.....	127
Index.....	129

1 Zu dieser Dokumentation

1.1 Gültigkeit der Dokumentation

Übersicht über Zielgruppen und Produktphasen

Diese Dokumentation beschreibt die Grundlagen und Bedienung des Cam-Builders für die Version 14VRS.

In der folgenden Grafik beziehen sich die umrandeten Aktivitäten, Produktphasen und Zielgruppen auf die vorliegende Dokumentation.

Beispiel: In der Produktphase "Engineering" kann die Zielgruppe "Programmierer" mit Hilfe dieser Dokumentation die Aktivität "Programmieren" ausführen und elektronische Kurvenscheiben erstellen.

Erforderliche Qualifikationen: Person, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen und Bestimmungen die ihr übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.

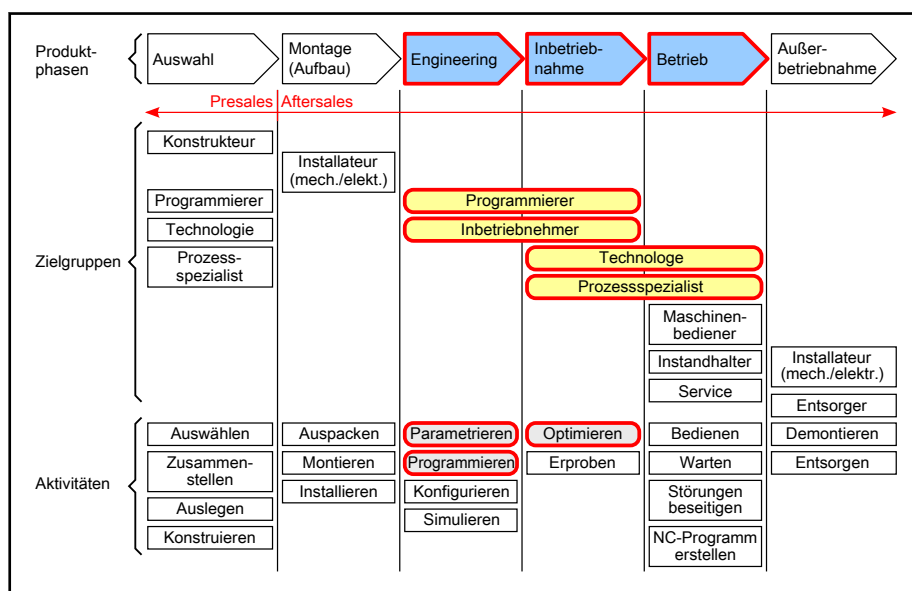


Abb. 1-1: Zuordnung der vorliegenden Dokumentation zu den Zielgruppen, Produktphasen und den Aktivitäten der Zielgruppe

1.2 Gliederung der Dokumentation

Das [Kap. 2 "Einleitung"](#) auf Seite 15 enthält allgemeine Hinweise zu den Synchronisationsbetriebsarten, CamBuilder-Merkmalen sowie Begriffsdefinitionen.

Das [Kap. 3 "Erste Schritte – CamBuilder"](#) auf Seite 17 enthält Informationen über die Lizenzierung, das Erstellen, Herunterladen und Analysieren von Kurvenscheiben.

Das [Kap. 4 "Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen"](#) auf Seite 33 beschreibt das Anlegen von Kurvenscheiben und Vorschauobjekten.

Das [Kap. 5 "Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren"](#) auf Seite 37 enthält Informationen über das Bearbeiten und Analysieren von Kurvenscheiben.

Das [Kap. 6 "Verwalten von Kurvenscheiben und Vorschauobjekten im IndraWorks Projekt"](#) auf Seite 77 beschreibt das Verwalten von Kurvenscheiben (z.B. Cam Pool-Ordner anlegen, Kurvenscheibe öffnen/speichern etc.) und Vorschauobjekten im IndraWorks Projekt.

Zu dieser Dokumentation

Das [Kap. 7 "Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten"](#) auf [Seite 79](#) beschreibt das Herunterladen/Hochladen von Kurvenscheiben auf/von Geräte(n) sowie das Generieren eines SPS-Funktionsbausteins.

Das [Kap. 8 "Import und Export von Kurvenscheiben"](#) auf [Seite 85](#) enthält Informationen zum Importieren und Exportieren von Kurvenscheiben.

Das [Kap. 9 "CamBuilder-Optionen und Kurvenscheiben-Eigenschaften"](#) auf [Seite 89](#) beschreibt die CamBuilder-Optionen und die Kurvenscheiben-Eigenschaften.

Das [Kap. 10 "Drucken von Kurvenscheiben"](#) auf [Seite 93](#) beschreibt die möglichen Druckvoreinstellungen zum Druck einer Kurvenscheibe.

Das [Kap. 11 "Bewegungsgesetze"](#) auf [Seite 95](#) enthält eine Übersicht über die verfügbaren Bewegungsgesetze sowie eine Beschreibung der analytischen Funktionen und das Definieren einer Folgeachs-bewegung eines Bewegungsschrittes über eine Kurventabelle.

Das [Kap. 12 "Service und Support"](#) auf [Seite 127](#) enthält Informationen zu unserem Kundendienst-Helpdesk.

1.3 Erforderliche und ergänzende Dokumentationen XLC/MLC

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

Systemübersicht
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Systemübersicht DOK-XLCMLC-SYSTEM**V14-PRRS-DE-P, R911341503 Diese Dokumentation stellt eine Übersicht der möglichen Hardware-/Softwarekomponenten der Automationssysteme IndraLogic XLC und IndraMotion MLC in der genannten Version dar. Die Dokumentation dient als Auswahlhilfe zur Zusammenstellung eines Systems.

Tab. 1-1: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - Systemübersicht

Erste Schritte
IndraMotion MLC 14VRS Erste Schritte DOK-MLC***-F*STEP**V14-CORS-DE-P, R911341516 Diese Dokumentation beschreibt die "ersten Schritte" mit der IndraMotion MLC und RobotControl. Beschrieben werden die Hard- und Softwarevoraussetzungen und das Erstellen eines Projekts.
IndraLogic XLC 14VRS Erste Schritte DOK-XLC***-F*STEP**V14-CORS-DE-P, R911341488 Diese Dokumentation beschreibt die "ersten Schritte" mit der IndraLogic XLC. Beschrieben werden die Hard- und Softwarevoraussetzungen und das Erstellen eines Projekts.
Rexroth IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Projektkonvertierung DOK-XLCMLC-PROCONV*V14-APRS-DE-P, R911341493 Diese Dokumentation beschreibt die Projektkonvertierung der IndraMotion MLC.

Tab. 1-2: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - Erste Schritte

Zu dieser Dokumentation

Engineering
IndraWorks 14VRS Software-Installation DOK-IWORKS-SOFTINS*V14-CORS-DE-P, R911344285 Die Dokumentation beschreibt den Installationsprozess von IndraWorks.
IndraWorks 14VRS Engineering DOK-IWORKS-ENGINEE*V14-APRS-DE-P, R911343564 Diese Dokumentation beschreibt die Verwendung von IndraWorks, in das sich die Rexroth Engineering-Tools integrieren. Beschrieben werden das Arbeiten mit IndraWorks und die Bedienung der Oszilloskop-Funktion.
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Funktionsbeschreibung DOK-XLCMLC-FUNC***V14-APRS-DE-P, R911341699 Die Dokumentation dient der Beschreibung der Wizards, Kontextmenüs, Dialoge, Steuerungsinbetriebnahme, Gerätekonfiguration, Funktionalitäten der IndraMotion MLC.

Tab. 1-3: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - Engineering

Diagnose und Service
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Diagnosen DOK-XLCMLC-DIAG***V14-RERS-DE-P, R911341480 Diese Dokumentation enthält alle in den Steuerungssystemen IndraLogic XLC und IndraMotion MLC implementierten Steuerungsdiagnosen.
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Parameter DOK-XLCMLC-PARAM***V14-RERS-DE-P, R911341478 Diese Dokumentation beschreibt die Parameter der Systeme XLC/MLC, sowie das Wechselspiel zwischen Parametrieren und Programmieren. Beschrieben werden die Achs-Parameter, die Steuerungs-Parameter, die Kinematik-Parameter, die Messtaster- und die Nockenschaltwerks-Parameter.
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Inbetriebnahme DOK-XLCMLC-STARTUP*V14-CORS-DE-P, R911341500 Das vorliegende Handbuch beschreibt die Inbetriebnahme- und Servicearbeitsschritte für die Systeme IndraLogic XLC und IndraMotion MLC. Es beinhaltet Checklisten für häufig durchzuführende Arbeiten und eine ausführliche Beschreibung der Arbeitsschritte.

Zu dieser Dokumentation

Diagnose und Service
WebAssistant DOK-GENERL-WEB*ASSIST*-APRS-DE-P, R911381468 Diese Dokumentation beschreibt den WebAssistant. Der WebAssistant ist ein webbasiertes Diagnosewerkzeug, das zum Zugriff auf ein Steuerungssystem über eine Ethernet-Hochgeschwindigkeitsverbindung dient. Der WebAssistant ermöglicht OEMs, Endanwendern und Kundenbetreuern von überall auf ein System zuzugreifen und Ferndiagnosen zu stellen. Voraussetzung ist ein PC mit Internet Explorer Version 11 oder neuer, Firefox Version 45 oder neuer oder Google Chrome Version 54 oder neuer. Die folgenden Steuerungsvarianten werden unterstützt: • IndraMotion MLC L25/L45/L65/L75/XM2 • IndraLogic XLC L25/L45/L65/L75/VEP
IndraWorks IndraMotion Service Tool DOK-IWORKS-IMST*****-APRS-DE-P, R911341382 Diese Dokumentation beschreibt das IndraMotion Service Tool (IMST). Das IMST ist ein webbasiertes Diagnosewerkzeug, das zum Zugriff auf ein Steuerungssystem über eine Ethernet-Hochgeschwindigkeitsverbindung dient. Das IMST ermöglicht OEMs, Endanwendern und Kundenbetreuern von überall auf ein System zuzugreifen und Ferndiagnosen zu stellen. Voraussetzung ist ein PC mit Internet Explorer Version 8 oder Firefox 3.5 oder eine höhere Version. Die folgenden Steuerungs-Varianten werden unterstützt: • IndraMotion MLC L25/L45/L65/L75/XM12/XM2/VPx • IndraLogic XLC L25/L45/L65/L75

Tab. 1-4: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - Diagnose und Service

Firmware
Rexroth IndraDrive MPx-20, Funktionen ¹⁾ DOK-INDRV*-MP*-20VRS**-AP01-DE-P, R911345607 Diese Dokumentation beschreibt alle funktionellen Eigenschaften der IndraDrive-Firmware in den Varianten MPB-20, MPM-20, MPC-20 und MPE-20.
Rexroth IndraDrive MPx-16 bis MPx-20 und PSB, Parameter DOK-INDRV*-GEN1-PARA**-RERS-DE-P, R911328650 Diese Dokumentation enthält die Beschreibung aller, in der Firmware für Antriebsregelgeräte der IndraDrive-Familie implementierten Parameter. Sie unterstützt die Parametrierung der Antriebsregelgeräte.
Rexroth IndraDrive MPx-16 bis MPx-20 und PSB, Diagnosen DOK-INDRV*-GEN1-DIAG**-RERS-DE-P, R911326539 Diese Dokumentation enthält die Beschreibung aller in den folgenden Firmwares implementierten Diagnosen: • Antriebsregelgerät-Firmwares MPx-16 bis MPx-20 • Firmwares PSB der Versorgungsgeräte des Typs "HMU05" und "KMV03" • Firmwares der Versorgungsgeräte des Typs "HMOV01". Sie unterstützt den Maschinenbediener und den Anlagenprogrammierer bei der Fehlerbehebung.
Hardware
Rexroth IndraDrive Steuerteile CSB02, CSE02, CSH02, CDB02 DOK-INDRV*-Cxx02*****-PRRS-DE-P, R911338961
Rexroth IndraDrive Cs Antriebssysteme mit HCS01 DOK-INDRV*-HCS01*****-PRRS-DE-P, R911322209

Zu dieser Dokumentation

Rexroth IndraDrive Mi Antriebssysteme mit KCU02, KSM02, KMS02/03, KMV03 DOK-INDRV*-KCU02+KSM02-PRxx-DE-P, R911335702
Rexroth IndraDrive ML Antriebssysteme mit HMU05 DOK-INDRV*-Hxx05*****-PRxx-DE-P, R911344278

1) in Vorbereitung
Tab. 1-5: Übersicht der Dokumentationen für Antriebsregelgeräte

SPS
IndraWorks 14VRS SPS-Programmiersystem IndraLogic 2G DOK-IWORKS-IL2GPRO*V14-APRS-DE-P, R911343570 Diese Dokumentation beschreibt das SPS-Programmierzug IndraLogic 2G und seine Verwendung. Beschrieben werden die Basisverwendung, Erste Schritte, die Visualisierung, Menüpunkte und die Editoren.
IndraWorks 14VRS Basis-Bibliotheken IndraLogic 2G DOK-IL*2G*-BASLIB**V14-LIRS-DE-P, R911343918 Das vorliegende Handbuch beschreibt die systemübergreifenden SPS-Bibliotheken.
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS PLCopen-Bibliotheken DOK-XLCMLC-FUNLIB**V14-LIRS-DE-P, R911341490 Diese Dokumentation beschreibt die Funktionsbausteine, Funktionen und Datentypen der Bibliotheken RIL_CommonTypes, ML_Base und ML_PLCopen für die IndraLogic XLC/IndraMotion MLC. Die Dokumentation enthält ferner die Fehlerreaktion der Bausteine.

Tab. 1-6: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - SPS

Feldbusse
IndraWorks 14VRS Feldbusse DOK-IWORKS-FB*****V14-APRS-DE-P, R911341484 Die Dokumentation dient der Beschreibung der von den Systemen IndraLogic XLC, IndraMotion MLC und IndraMotion MTX unterstützten Feldbus- und lokalen Peripherieanschlüssen. Der Schwerpunkt dieser Dokumentation liegt in der Konfiguration, Parametrierung, Inbetriebnahme und Diagnose der verschiedenen Peripherieanschlüssen. Sie ist die Grundlage für die Online-Hilfe.
IndraWorks 14VRS Feldbus-Bibliotheken DOK-IWORKS-FB*LIB**V14-LIRS-DE-P, R911343574 Das vorliegende Handbuch beschreibt die Bibliotheken der Feldbusse: RIL_ProfibusDP_02, RIL_ProfibusDP Slave, RIL_ProfinetIO, RIL_ProfinetIODevice, RIL_EtherNetIPAdapter, RIL_MappingList, RIL_SERCOSIII, RIL_Inline, einschließlich deren Diagnosen, sowie die Fehlerreaktion der Bausteine.
Rexroth IndraWorks 12VRS FDT-Container DOK-IWORKS-FDT*CON*V12-APRS-DE-P, R911334397 Diese Dokumentation beschreibt die FDT-Container-Funktionalität von IndraWorks. Beschrieben wird das Aktivieren der Funktionalität im Projekt und das Arbeiten mit DTMs.
Sercos Systemhandbuch für I/O-Geräte DOK-CONTRL-ILS3*****-APxx-DE-P, R911333511 Diese Dokumentation beschreibt die Projektierung, Parametrierung, Inbetriebnahme und Diagnose von I/O-Geräten mit Sercos Schnittstelle.

xx entsprechender Ausgabestand
Tab. 1-7: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - Feldbusse

Zu dieser Dokumentation

HMI
IndraWorks 14VRS HMI DOK-IWORKS-HMI*****V14-APRS-DE-P, R911343567 Diese Dokumentation beschreibt die Funktionen, die Konfiguration und die Bedienung der Bedienoberflächen IndraWorks HMI Engineering und IndraWorks HMI Operation.
IndraWorks 14VRS WinStudio 7.4 DOK-IWORKS-WINSTUD*V14-APRS-DE-P, R911341584 Dieses "Benutzerhandbuch und Technische Referenz" soll Sie dabei unterstützen, mit Ihrer Software "Rexroth WinStudio" optimale Ergebnisse zu erzielen. Das Dokument bietet technische Informationen und Schritt-für-Schritt-Anleitungen zum Anlegen von webfähigen HMI/SCADA-Programmen.
Rexroth IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS HMI-Anbindung DOK-XLCMLC-HMI*****V14-APRS-DE-P, R911341496 Dieses Dokument beschreibt die von der IndraLogic XLC und IndraMotion MLC unterstützten Visualisierungssysteme sowie deren Anbindung.

Tab. 1-8: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - HMI

Technologie
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Generic Application Template DOK-XLCMLC-TF*GAT**V14-APRS-DE-P, R911341486 Dieses Handbuch stellt dem IndraLogic SPS-Programmierer ein strukturiertes Template, welches zum Hinzufügen und Bearbeiten des SPS-Programmiercodes verwendet werden kann, zur Verfügung. Beschrieben werden das Template selbst, der Template Wizard und Beispielapplikationen.
IndraMotion MLC 14VRS Technologie-Bibliotheken DOK-MLC***-TF*LIB**V14-LIRS-DE-P, R911341510 Diese Dokumentation beschreibt die Funktionsbausteine, Funktionen und Datentypen der Bibliotheken "ML_TechInterface.library", "ML_TechMotion.library", "RMB_TechCam.library" und "ML_TechBase.library" sowie Bibliotheken zur Wicklerfunktionalität, Registerreglerfunktionalität und Querschneiderfunktionalität.
IndraWorks 14VRS Energy Efficiency Management DOK-IWORKS-4EE*****V14-APRS-DE-P, R911339228 Diese Dokumentation beschreibt die HMI-Anbindung des Energiemanagement-Systems und die Funktionsbausteine, Funktionen und Datentypen der Bibliothek "RIL_4EE ". Die Dokumentation enthält ferner die Fehlerreaktion der Bausteine.
Rexroth IndraMotion MLC 14VRS RegisterControl (Bibliothek) DOK-MLC***-REGI*CO*V14-LIRS-DE-P, R911341508 Diese Dokumentation beschreibt die Ein- und Ausgänge der einzelnen Funktionsbausteine und gibt Hinweise für deren Verwendung.
IndraMotion MLC 14VRS RegisterControl (Anwendungsbeschreibung) DOK-MLC***-REGI*CO*V14-APRS-DE-P, R911341506 Dieses Dokument beschreibt die Anwendung der integrierten Registerregelung für eine Tiefdruckmaschine. Beschrieben werden die Komponenten des Markenstromsensors, die HMI-Anwendung und die Fehlerbehebung. Diese Anleitung dient dazu, die Registerregelung zu bedienen und auf Fehler zu reagieren sowie Diagnosen abzufragen. Die Zielgruppe für diese Dokumentation sind Maschineneinrichter und Maschinenbediener.
Rexroth IndraMotion MLC 14VRS Anwendung Wicklerfunktionen DOK-MLC***-TF*WIND*V14-APRS-DE-P, R911341512 Diese anwendungsbezogene Systemdokumentation beschreibt die Anwendung der Wickler-Technologiefunktionen.

Zu dieser Dokumentation

Technologie
Rexroth IndraWorks 13VRS CamBuilder DOK-IWORKS-CAMBUIL*V13-APRS-DE-P, R911336290 Diese Dokumentation dient zur Beschreibung der Grundlagen und der Bedienung des CamBuilder, des Werkzeugs zur Kurvenscheibenbearbeitung.
IndraMotion MLC 14VRS Robot-Control V2 DOK-MLC***-ROCO****V14-RERS-DE-P, R911341586 Die Dokumentation informiert über die Robot-Control V2. Die Programmierung über PLCopen steht hierbei im Vordergrund. Beschrieben werden die Programmstruktur, Variablen, Funktionen, Bewegungsanweisungen sowie die notwendigen Parameter des Systems. Die Dokumentation enthält ferner die Beschreibung der Bibliothek "ML_Robot". Robot-Control V2 wird unterstützt durch ein Kinematik-Interface. Die Komponenten dieses Interfaces werden in der Bibliothek "ML_KinTech" beschrieben.

Tab. 1-9: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - Technologie

Open Core Engineering - OCE
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Erste Schritte MLPI (Onlinehilfe) DOK-XLCMLC-MLPI****V14-CORS-EN-E, R911341033 Dieses Dokument beschreibt die Installation und Inbetriebnahme der MLPI-Schnittstelle.
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Automation Interface (Onlinehilfe) DOK-XLCMLC-AUT*INT*V14-APRS-EN-E, R911341499 Diese Dokumentation beschreibt den script-basierten Zugriff auf IndraWorks-Projektdateien über die Schnittstelle des Automation Interfaces.

Tab. 1-10: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - Open Core Engineering - OCE

SafeLogic
IndraWorks SafeLogic 14VRS Die ersten Schritte DOK-IWORKS-SL*STEP*V14-CORS-DE-P, R911341519 Dieses Dokument beschreibt die Erstinbetriebnahme des Safety-Funktionsmoduls und dessen externer Safety-Peripherie. Am Beispiel eines Projektes werden alle notwendigen Schritte zur Inbetriebnahme einer einfachen Safety-Anwendung durchgeführt.
IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS SafeLogic Systemübersicht DOK-XLCMLC-SL**SYS*V14-PRRS-DE-P, R911341695 Dieses Dokument beschreibt die Projektierung, die Erstellung und die Inbetriebnahme von sicherheitstechnischen Vorrichtungen.
IndraWorks 14VRS SafeLogic - Projektkonfiguration, Stand 1.2.0.0. DOK-IWORKS-SL**PRJ*V14-APRS-DE-P, R911341693 Dieses Dokument beschreibt die Projektierung von Safety-Anwendungen.
IndraControl CFL01.1-F1 Safety-Funktionsmodul DOK-CONTRL-SL**FM*****ITRS-DE-P, R911336575 Dieses Dokument liegt der Hardware bei und beschreibt die Inbetriebnahme, die Installation, die Außerbetriebnahme und Entsorgung der Hardware.

Tab. 1-11: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - SafeLogic

Zu dieser Dokumentation

Hardware
Rexroth IndraControl L45/L65/L85 Steuerung DOK-CONTRL-ICL45L65L85-PRxx-DE-P, R911332115 Diese Dokumentation dient der Beschreibung der Steuerungen IndraControl L45/L65/L85.
Rexroth IndraControl L25 DOK-CONTRL-IC*L25*****-PRxx-DE-P, R911328473 Diese Dokumentation dient der Beschreibung der Steuerungen IndraControl L25.
Rexroth IndraControl Lxx 14VRS Funktionsmodule DOK-CONTRL-FM*LXX**V14-APRS-DE-P, R911341582 Diese Dokumentation dient der Beschreibung aller Funktionsmodule der Lxx Steuerungen inkl. Engineering und Diagnose.
IndraControl XM21, XM22 Steuerungen DOK-CONTRL-IC*XM2*****-ITRS-DE-P, R911340666 Diese Dokumentation dient der Beschreibung der Steuerungen IndraControl XM21/XM22 Steuerungen.
IndraControl XFE 01.1 Erweiterungsmodule Profibus, RT-Ethernet, Sercos, CAN DOK-CONTRL-XFE**EXTMOD-ITRS-DE-P, R911345569 Diese Dokumentation dient der Beschreibung aller Erweiterungsmodule der XM-Steuerungen.

xx entsprechender Ausgabestand
Tab. 1-12: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - Hardware

Hydraulik
IndraMotion MLC 14VRS Hydraulische Funktionen DOK-MLC***-TF*HMOT*V14-LIRS-DE-P, R911341905 Diese Dokumentation beschreibt die Funktionsbausteine, Funktionen und Datentypen der Bibliotheken MH_TechHydrBase und MH_TechHydrMotion. Die Dokumentation enthält ferner die Fehlerreaktion der Bausteine.
Rexroth IndraLogic XLC IndraMotion MLC 14VRS Sequentielle Programmierung DOK-XLCMLC-SEQPROG*V14-LIRS-DE-P, R911341908 Diese Dokumentation beschreibt die Möglichkeiten der Sequentiellen Programmierung, auch in Verbindung mit GAT, und die Bibliothek MH_HydrControlProg.

Tab. 1-13: XLC/MLC-Dokumentationsübersicht - Hydraulik

1.4 Darstellung von Informationen

1.4.1 Sicherheitshinweise

Die Sicherheitshinweise, soweit sie in der vorliegenden Anwendungsdokumentation vorhanden sind, 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.

Die Sicherheitshinweise in dieser Dokumentation werden wie folgt dargestellt:

Zu dieser Dokumentation

GEFAHR

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

WARNUNG

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

VORSICHT

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können mittelschwere oder leichte Körperverletzung eintreten.

HINWEIS

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können Sachschäden eintreten.

1.4.2 Verwendete Symbole

Hinweis Hinweise werden wie folgt dargestellt:



Das ist ein Hinweis für den Anwender.

Tipp Tipps werden wie folgt dargestellt:



Das ist ein Tipp für den Anwender.

1.4.3 Bezeichnungen und Abkürzungen

Begriff	Erklärung
Cam Pool	Ordner in IndraWorks (dient zur Ablage der erzeugten Kurvenscheiben)
Funktionsbaustein	stellt applikationsspezifische Funktionalitäten zur Verfügung
Graph	bildliche Darstellung einer Funktion
VisualMotion	programmierbares Mehrachsen-Bewegungssteuersystem
IndraMotion MLC	kompaktes Motion-Logic-System mit Motion-, Robot- und Logic-Control-Funktionalität
IndraLogic XLC	kompaktes SPS-System mit integrierter Motion-Funktionalität
IndraWorks	Projektierungs- und Inbetriebnahmetool von Bosch Rexroth
IndraDrive	Antriebs-Seuerggerät
IndraSize	Softwaretool zur Ermittlung der Antriebsauslegung

Zu dieser Dokumentation

Wizard	Assistent, mittels derer ein Anwender durch mehrere Dialoge für eine ergonomische Dateneingabe geführt wird
IEC	International Electrotechnical Commission (Normungsgremium für Elektrotechnik)
XML	Die Extensible Markup Language (engl. für "erweiterbare Auszeichnungssprache"), abgekürzt XML, ist eine Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdaten
CSV	Diese Dateiformat beschreibt den Aufbau einer Textdatei zur Speicherung oder zum Austausch einfach strukturierter Daten. Die Dateiendung .csv ist eine Abkürzung für Comma-"Separated Values"
PAR	Parameterdatei im ASCII-Format zum Abspeichern der Parameter
ST	Structured Text
CFC	Continuous Function Chart
WPV	Wendepunkteverschiebung
ms	Millisekunde
mm	Millimeter
%	Prozent
Rad/s	Winkelgeschwindigkeit
U/min	Drehzahl
Grad	Winkelgröße

Tab. 1-14: *Verwendete Bezeichnungen und Abkürzungen*

2 Einleitung

2.1 Allgemeines

Der CamBuilder ist ein in IndraWorks Engineering integriertes Werkzeug zum einfachen und komfortablen Erstellen von elektronischen Kurvenscheiben. Der CamBuilder unterstützt das direkte Herunterladen von Kurvenscheiben in die Bosch Rexroth Antriebsregler sowie das Erzeugen von Kurvenscheiben SPS-Funktionsbausteinen zur FlexProfile-Parametrierung. Durch diese Eigenschaften ist dieses Tool auf die Anforderungen und Besonderheiten der Bosch Rexroth Antriebsregler spezialisiert bzw. dafür prädestiniert.

2.2 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.

2.3 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
- Eingabe von Variablen, Formeln und Verweisen im Kurvenscheiben-Editor zum Erstellen flexibler Kurvenscheibendefinitionen
- 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

Einleitung

- Automatisches Erkennen und Berechnen von Randbedingungen der einzelnen Bewegungsschritte der Kurvenscheibe
- Zoomfunktionalität
- Import / Export-Funktionalität in verschiedene Formate (*.XML, *.PAR, *.CSV)

2.4 Begriffsdefinition

Kurvenscheibe

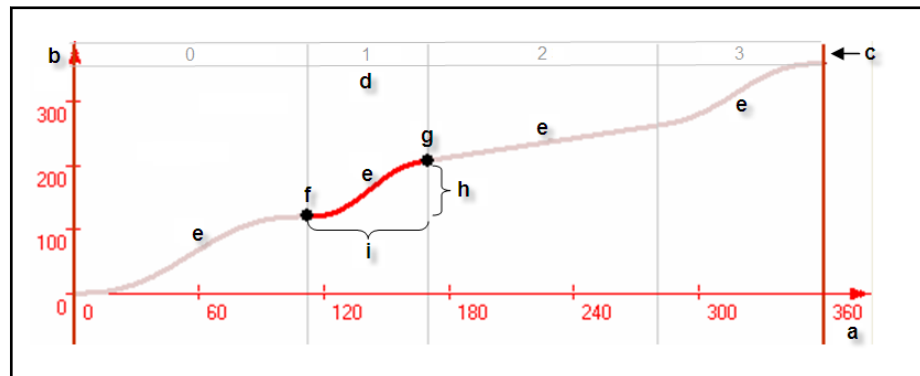


Abb. 2-1: Darstellung eines Kurvenscheiben-Graphs zur Begriffsdefinition

- a** Leitachse (X-Achse)
- b** Folgeachse (Y-Achse)
- c** Bewegungsschritte (0 - 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.

3 Erste Schritte – CamBuilder

3.1 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.

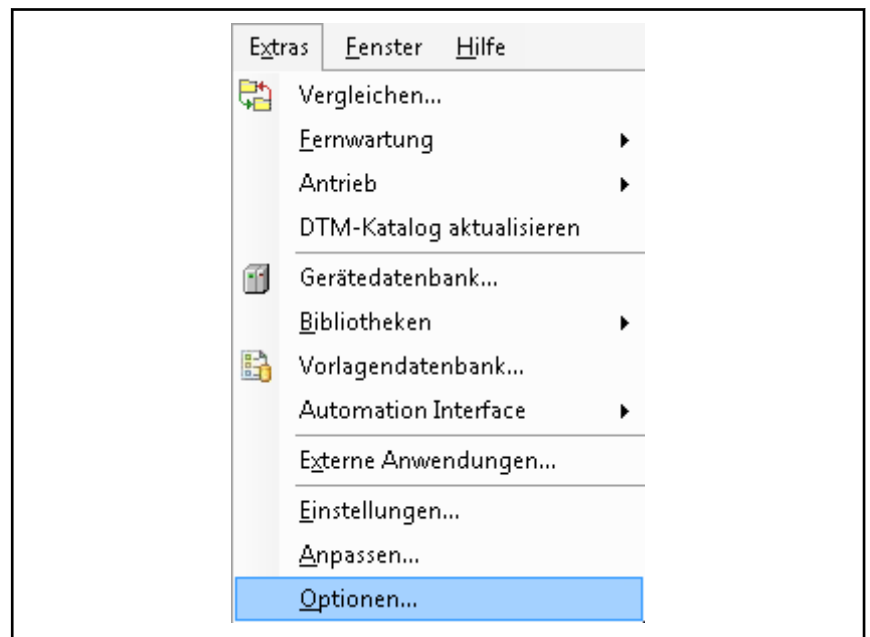


Abb. 3-1: Menü: Extras

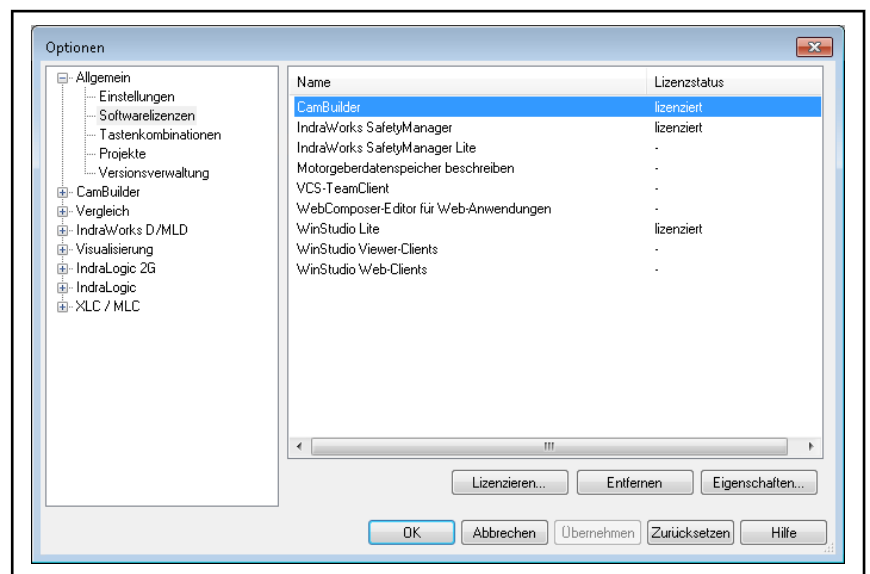


Abb. 3-2: Dialog: Optionen (Softwarelizenzen)

Erste Schritte – CamBuilder

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

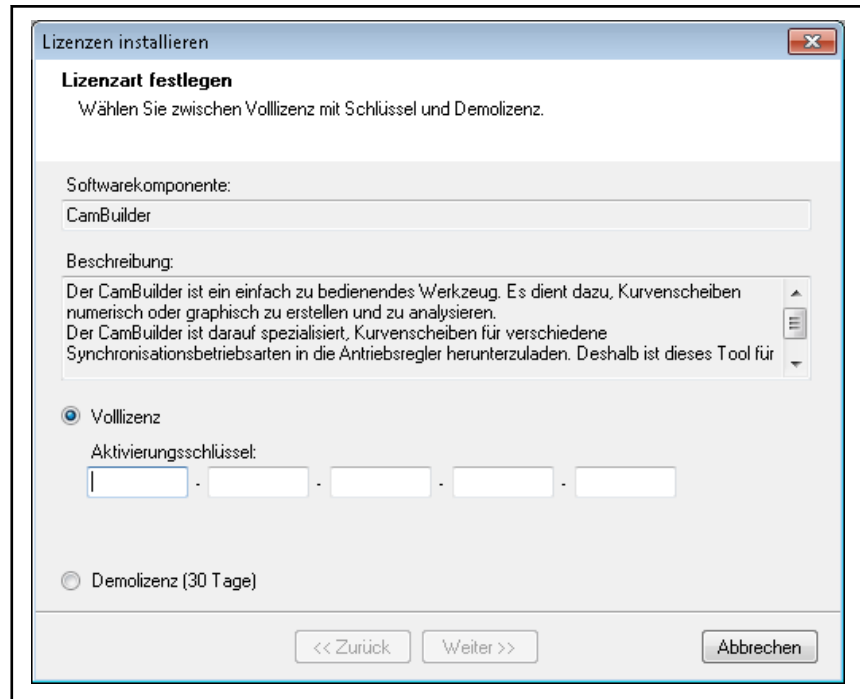


Abb. 3-3: Dialog: *Lizenzen installieren*

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. Werden die deaktivierten Objekte nicht mehr benötigt, können sie 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.

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

Durch einen Doppelklick lässt sich die Kurvenscheibe zur Bearbeitung öffnen.

Vorschau Eine Vorschau im CamBuilder zeigt eine oder mehrere Kurvenscheiben im Bezug zu einer Leitachse.

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

Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (X/Y) Eine Kurvenscheibenvorschau, um offline eine Analyse von zwei rechtwinkligen, überlagerten, translatorischen Kurvenscheibenbewegungen im Bezug auf eine Leitachse durchzuführen.

3.2 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 IndraMotion MLC- bzw. IndraLogic XLC-Steuerung heruntergeladen werden.

Arbeitsablauf

1. Kurvenscheibe erstellen

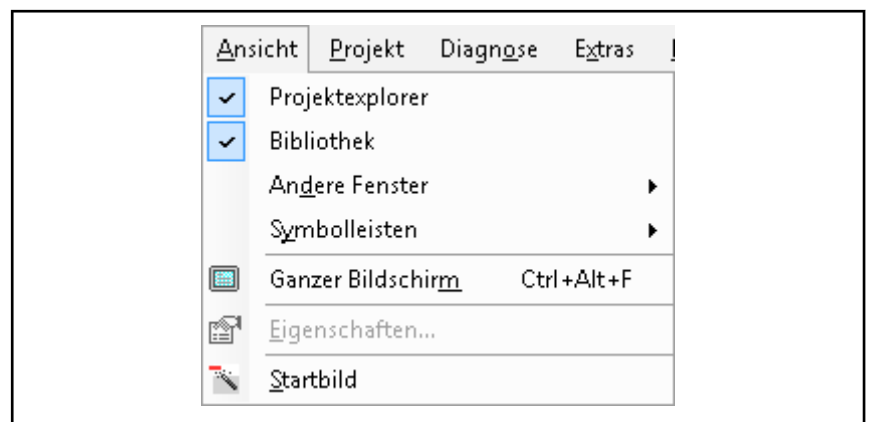


Abb. 3-4: Menü: Ansicht

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

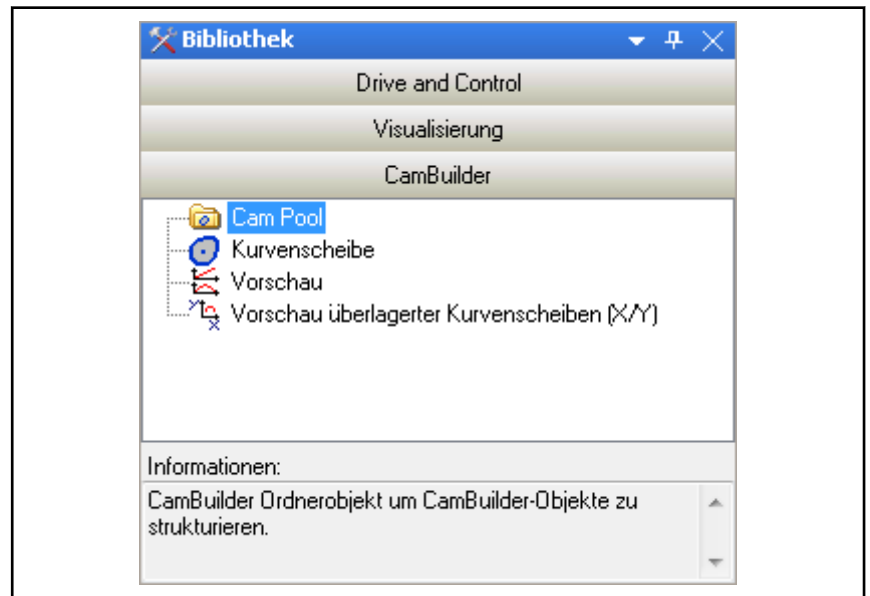


Abb. 3-5: Bibliothek: Abschnitt CamBuilder

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

Erste Schritte – CamBuilder

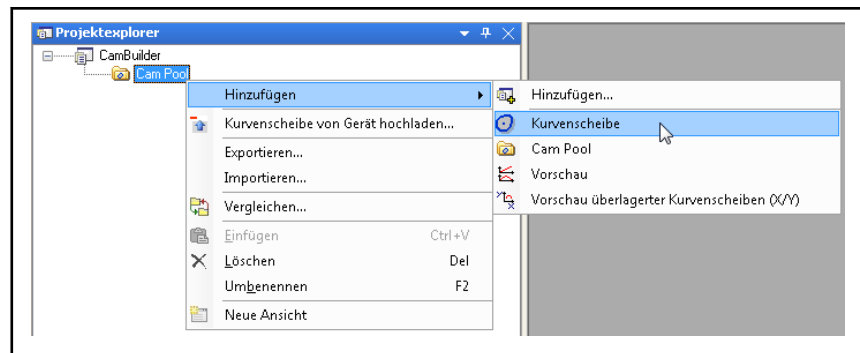


Abb. 3-6: Kontextmenü: Cam Pool

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

2. Wizard

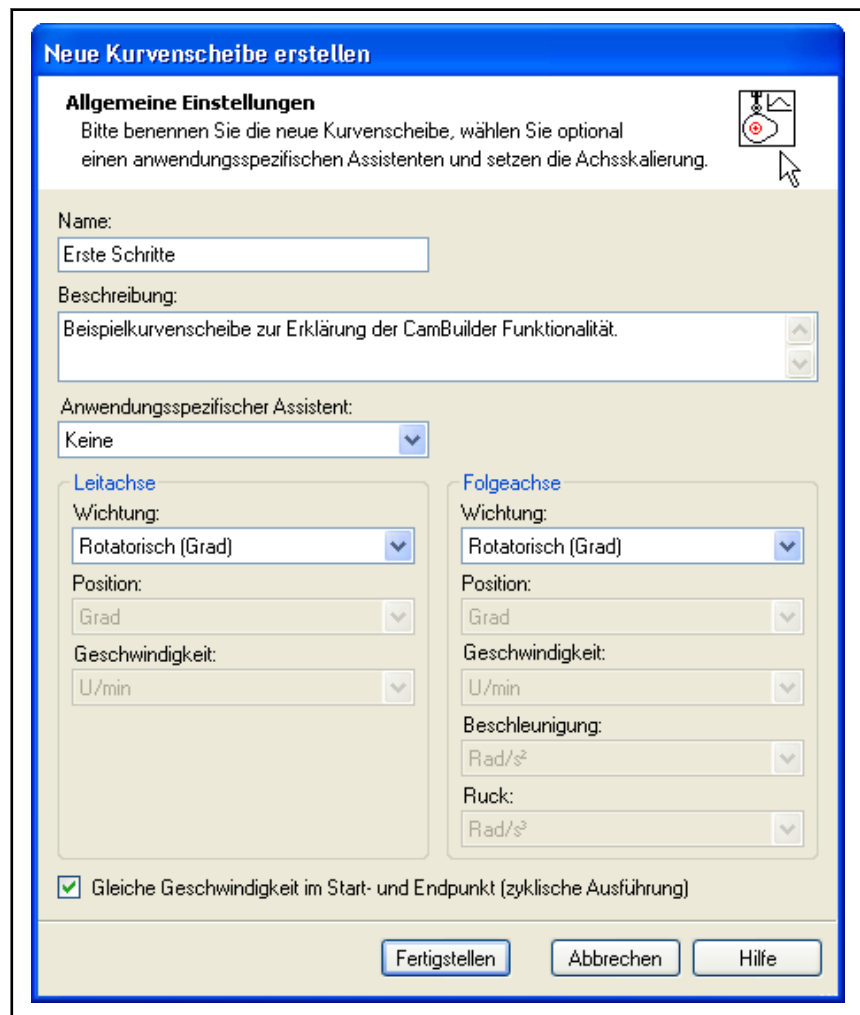


Abb. 3-7: Dialog: Neue Kurvenscheibe anlegen (Wizard)

Im Wizard muss ein eindeutiger Name und optional eine Beschreibung für die neue Kurvenscheibe eingegeben werden. Um eine frei definierbare Kurvenscheibe zu erstellen, wird unter "Anwendungsspezifischer Assistent" "Keine" ausgewählt.

Erste Schritte – CamBuilder

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

Um die Kurvenscheibe zyklisch ausführen zu können, wird die Option "Gleiche Geschwindigkeit im Start- und Endpunkt (zyklische Ausführung)" ausgewählt.

Durch Drücken der **Fertigstellen**-Schaltfläche wird eine Standardkurvenscheibe erstellt, in das IndraWorks-Projekt gespeichert und automatisch ein Graph-Fenster geöffnet.

3. Bewegungsschritt 0 bearbeiten

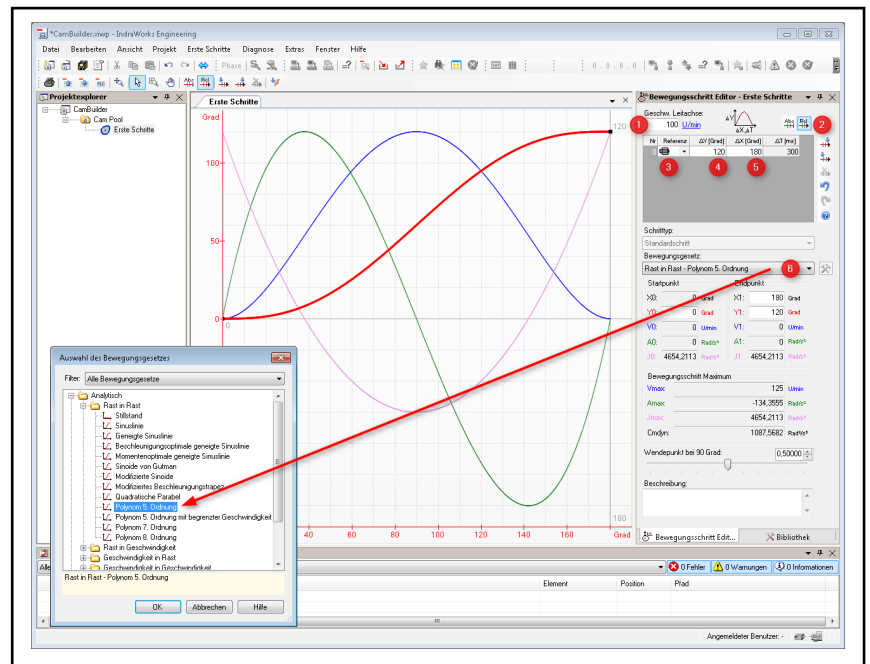


Abb. 3-8: Dialog: IndraWorks Engineering – Erste Schritte (Kurvenscheibe)

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.

- 1 Die Leitachse dreht sich mit 100 U/min.
- 2 Da alle Schritte nacheinander eingegeben werden, steht der Editiermodus auf "Relativ" - Symbol .
- 3 Die Folgeachse soll der Leitachse folgen, deshalb ist der Bezug auf das Motorsymbol  zu stellen.
- 4 Der relative Hub der Folgeachse wird mit 120 Grad (ΔY) definiert.
- 5 Der Hub bezieht sich auf einen Leitachsabschnitt von 180 Grad (ΔX).
Besteht die Kurvenscheibe aus nur einem Schritt, ist der Schritt-Typ automatisch als "Standard-Schritt" definiert.
- 6 Als Bewegungsgesetz wird das "Rast in Rast - Polynom 5.Ordnung" ausgewählt. Alle weiteren Felder sind dadurch automatisch ausgefüllt.

Erste Schritte – CamBuilder

Danach wird ein weiterer Schritt ans Ende des fokussierten Schrittes mit der "Bewegungsschritt nach fokussiertem Schritt einfügen"-Schaltfläche



hinzugefügt.



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 Mause rad lässt sich der Vergrößerungsfaktor ändern. Bei gedrückter <Leerzeichen>-Taste/oder gedrückter mittlerer Maustaste verschiebt sich die Ansicht mit der Mausebewegung.

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



Abb. 3-9: CamBuilder Werkzeugleiste, Graph

4. Bewegungsschritt 1 bearbeiten

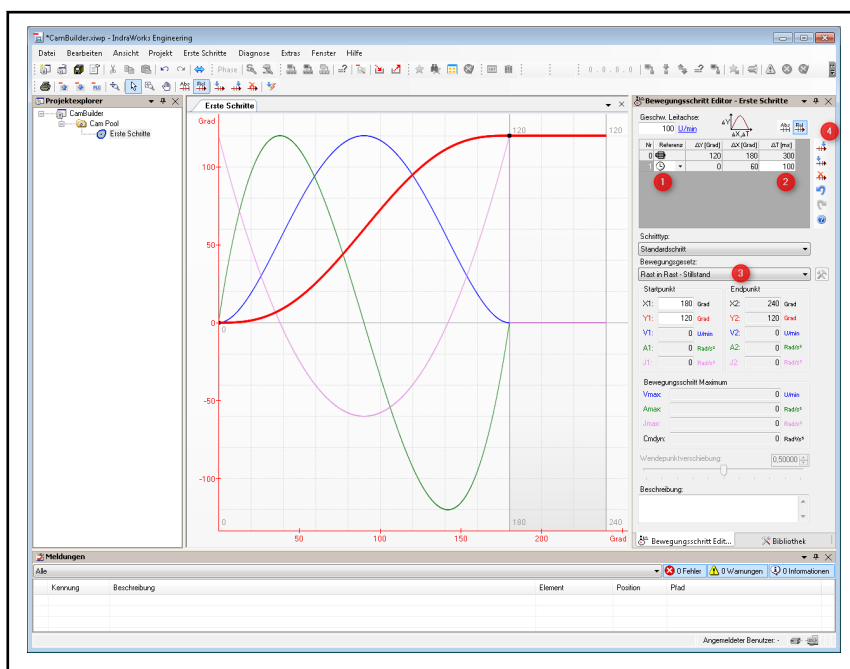


Abb. 3-10: Dialog: IndraWorks Engineering – Erste Schritte (Kurvenscheibe)

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

- Es wird der Bezug der Folgeachse von der Leitachse auf die Zeit geändert (Symbol ) , dadurch werden die Eingabefelder ΔX und X_2 deaktiviert.
- Nun muss die Dauer des Schrittes in Millisekunden in der Spalte ΔT (100 ms) angegeben werden.

Erste Schritte – CamBuilder

3

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.

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

4

Ein weiterer Schritt wird ans Ende des fokussierten Schrittes mit der "Bewegungsschritt nach fokus-

siertem Schritt einfügen"-Schaltfläche  hinzugefügt.

5. Bewegungsschritt 2 bearbeiten

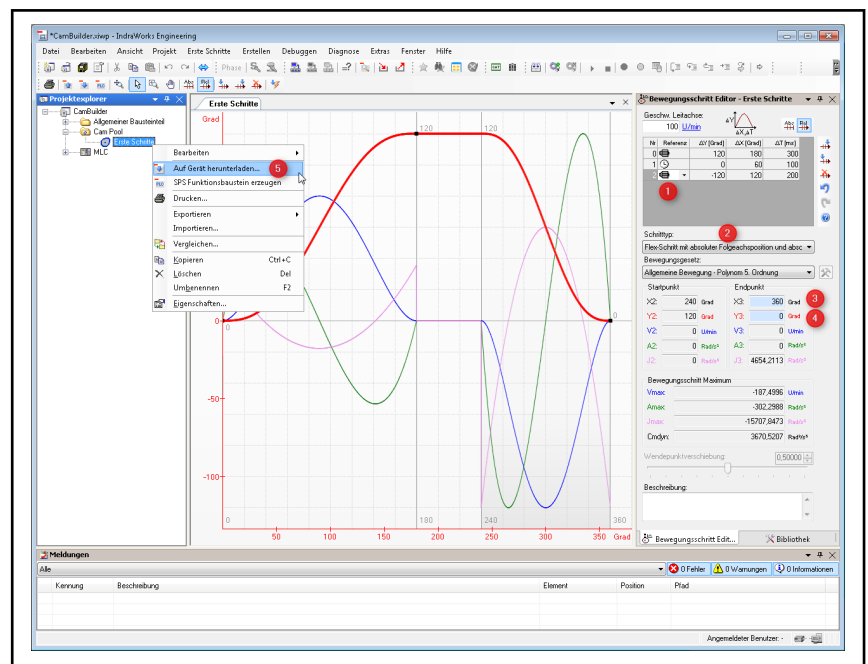


Abb. 3-11: Dialog: IndraWorks Engineering – Erste Schritte (Kurvenscheibe)

1

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

2

Um die Folgeachse wieder absolut auf die Leitachse zu beziehen, wird der Schritt-Typ auf "Flex-Schritt mit absoluter Folgeachsposition und absoluter Leitachseposition" gesetzt.

3

Die Leitachsendposition X_3 wird auf 360 Grad festgelegt.

4

Folgeachsendposition Y_3 wird auf 0 Grad gestellt.

Erste Schritte – CamBuilder

5

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

Ist die IndraMotion MLC/IndraLogic XLC 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

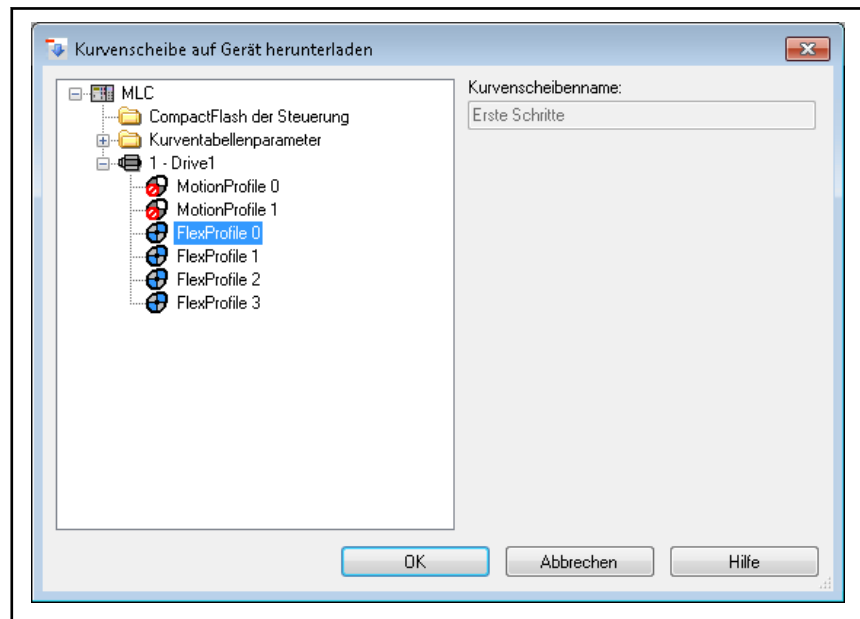


Abb. 3-12: Dialog: Kurvenscheibe auf Gerät herunterladen

Es wird das Ziel "FlexProfile 0" der gewünschten Achse, im Beispiel "Drive1" ausgewählt. Durch das Bestätigen der Auswahl mit der Schaltfläche **OK** werden die Parameter der Kurvenscheibe "Erste-Schritte" in die Parameter der Steuerung geladen. War der Vorgang erfolgreich, erscheint ein Hinweis.

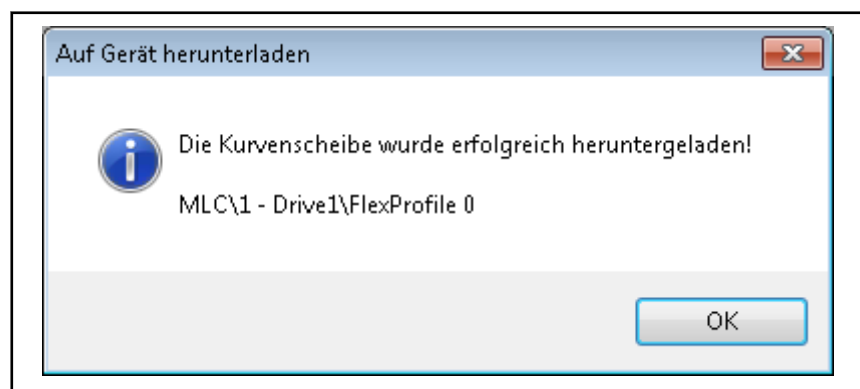


Abb. 3-13: Dialog: Auf Gerät herunterladen...

Erste Schritte – CamBuilder



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.

3.3 Kurvenscheibe analysieren

In diesem Kapitel wird das Analysieren der Kurvenscheibe aus dem vorigen [Kap. 3.2 "Kurvenscheibe erstellen und herunterladen"](#) auf Seite 19 erläutert.

Aufgabenstellung Das Verhalten der Kurvenscheibe bei unterschiedlichen Leitachsgeschwindigkeiten soll untersucht werden.

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.

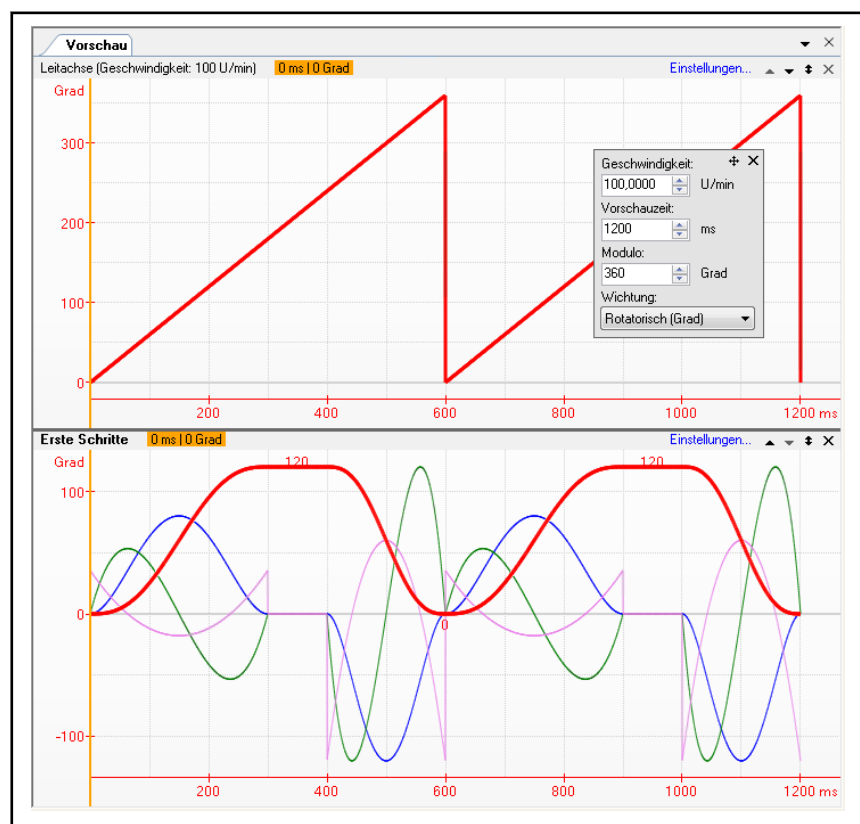


Abb. 3-14: Positionsvorschau der Kurvenscheibe bei einer Leitachsgeschwindigkeit von 100 U/min

3. Leitachsgeschwindigkeit ändern

Durch einen Klick auf den Link "Einstellungen..." der Leitachse lässt sich die Leitachsgeschwindigkeit z.B. auf 200 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

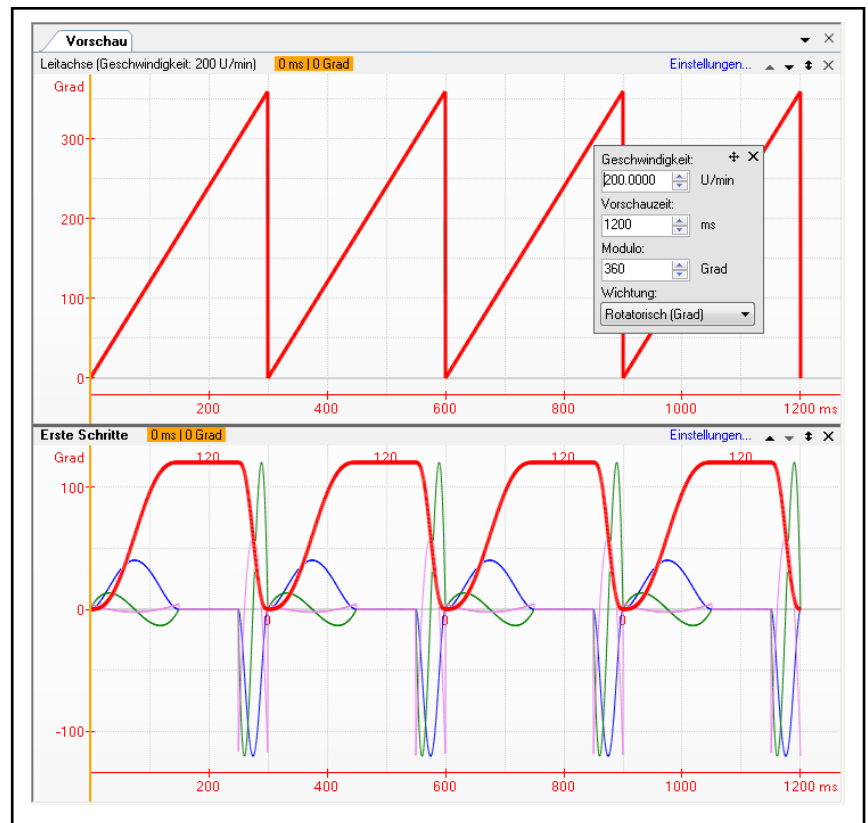


Abb. 3-15: Positionsvorschau der Kurvenscheibe bei einer Leitachsgeschwindigkeit von 200 U/min



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

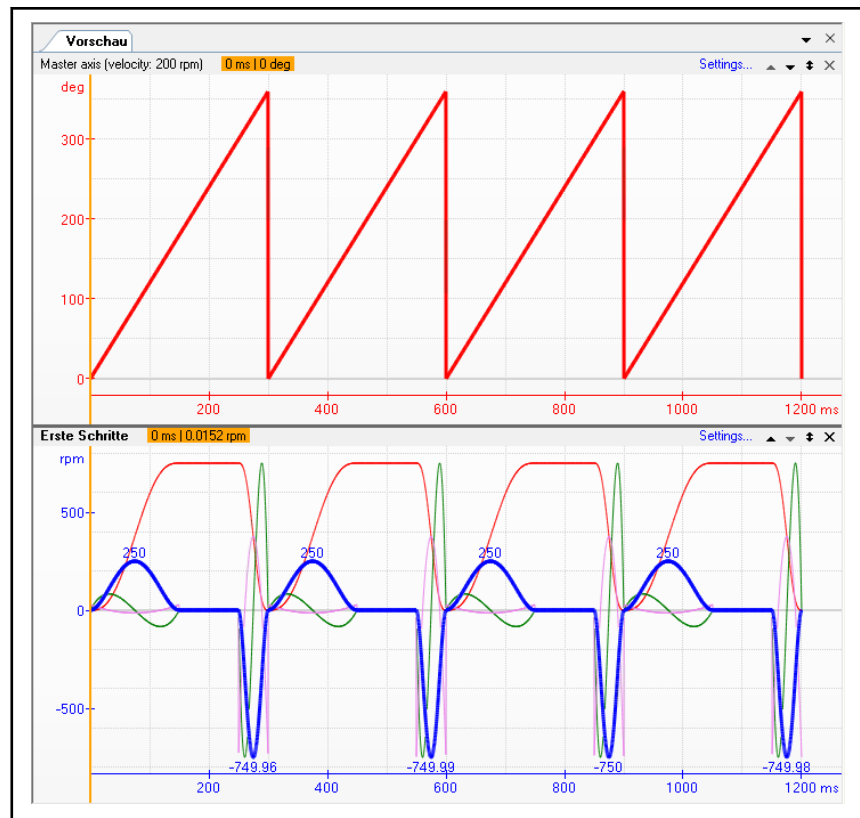


Abb. 3-16: Geschwindigkeitsvorschau der Kurvenscheibe bei einer Leitachsgeschwindigkeit von 200 U/min



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

3.4 Variable Kurvenscheibe und SPS-Funktionsbaustein erstellen

Aufgabenstellung

In diesem Kapitel wird das Erstellen einer variablen Kurvenscheibe, welche aus 2 Bewegungsschritten besteht, anhand eines Beispiels erläutert.

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 variablen Leitachsabschnitt (Summe aus 10 und einer Variablen "Range") aus dem Stillstand auf eine variable Position (Variable "Distance") bewegt werden. Von dort soll sie bis zu einer definierten Leitachsendposition von 360 Grad wieder auf 0 Grad in den Stillstand zurückfahren.

Aus der Kurvenscheibe soll ein SPS-Funktionsbaustein erzeugt werden mit dem das FlexProfile einer Achse in einer IndraMotion MLC/IndraLogic XLC SPS-Applikation variabel parametrisiert werden kann.

Arbeitsablauf

1. Kurvenscheibe erstellen

Es wird eine neue Kurvenscheibe mit dem Namen Cam1 und Standard-einstellungen wie im Kapitel [Kap. 3 "Erste Schritte – CamBuilder"](#) auf [Seite 17](#) beschrieben erstellt.

Erste Schritte – CamBuilder

2. Bewegungsschritt 0 bearbeiten

Im ersten Entwurf wird die Kurvenscheibe ohne Formeleingabe fix definiert. Hierfür sind folgende Eingaben vorzunehmen:

Die Leitachsgeschwindigkeit ist 100 U/min.

Der Editiermodus wird auf "Relativ." gestellt.

Der relative Hub der Folgeachse soll vorerst fix 120 Grad sein (ΔY).

Der Leitachsabschnitt soll vorerst fix 180 Grad sein (ΔX).

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

3. Bewegungsschritt 1 bearbeiten

Die Leitachsendposition X_2 wird auf 360 Grad festgelegt.

Die Folgeachsendposition Y_2 wird auf 0 Grad gestellt.

4. Hub des ersten Schrittes variabel gestalten

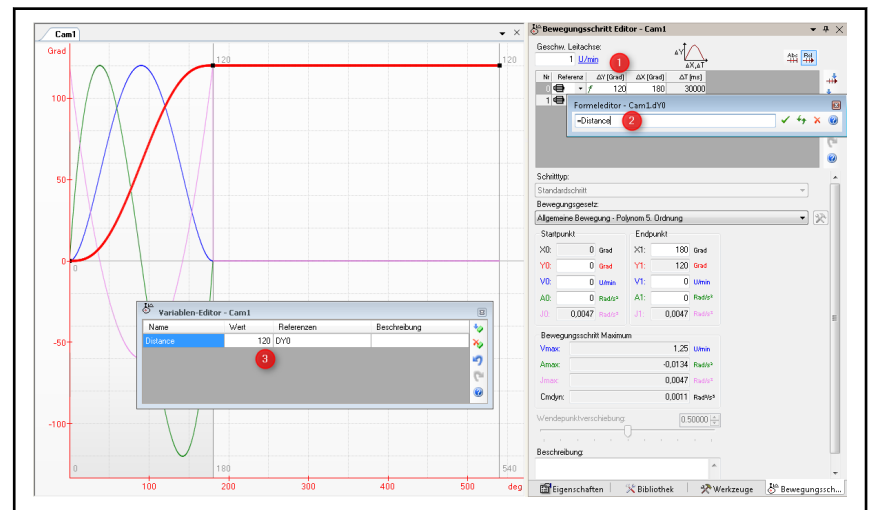


Abb. 3-17: Dialog: IndraWorks Engineering – Cam1 (variable Kurvenscheibe)

- 1 Der Hub des ersten Bewegungsschrittes soll durch eine Variable "Distance" definiert werden. Hierfür wird in dem [ΔY] Eingabefeld des Bewegungsschritteditors keine Zahl, sondern wie in einer Tabellenkalkulation ein "="-Zeichen eingegeben.
- 2 Durch diese Aktion öffnet sich ein Formeleditor-Fenster, in welchem die Formel "=Distance" für das aktuelle Feld eingegeben wird.
Beim Bestätigen des Dialogs wird die Formel übernommen und es erscheint eine Frage, ob die unbekannte Variable "Distance" mit einem Standardwert automatisch angelegt werden soll. Diese Frage muss mit **Ja** bestätigt werden.
- 3 In dem neu geöffneten Variablenfenster kann für die Variable "Distance" nun z.B. ein Wert von 120 Grad eingegeben werden.

Erste Schritte – CamBuilder

5. Leitachsbereich des ersten Schrittes variabel gestalten

Der Leitachsbereich des ersten Bewegungsschrittes soll durch die Summe aus 10 und einer Variablen "Range" definiert werden. Hierfür wird in dem [ΔX] Eingabefeld des Bewegungsschritteditors keine Zahl, sondern wie in einer Tabellenkalkulation ein "="-Zeichen eingegeben.

Im Formeleditor-Fenster wird die Formel "=10 + Range" für das aktuelle Feld eingegeben.

Auch diese Variable wird automatisch mit einem Standardwert angelegt.

In dem geöffneten Variablenfenster kann für die Variable "Range" nun z.B. ein Wert von 170 Grad eingegeben werden.

6. Hub des zweiten Schrittes variabel gestalten

Die Folgeachsendposition des zweiten Bewegungsschrittes soll 0 Grad betragen. Der Hub des zweiten Schrittes muss also gleich dem negativen Hub des ersten Schrittes sein. Dies wird durch Eingabe der Formel "= - DY0" im Formeleditor für das [ΔY] Eingabefeld erreicht. DY0 steht für den Hub des ersten Bewegungsschrittes.

7. Leitachsbereich des zweiten Schrittes variabel gestalten

Die Leitachsendposition des zweiten Bewegungsschrittes soll 360 Grad betragen. Der Leitachsbereich des zweiten Schrittes muss also 360 Grad abzüglich des Leitachsbereichs des ersten Schrittes sein. Dies wird durch Eingabe der Formel "=360 - DX0" im Formeleditor für das [ΔX] Eingabefeld erreicht. "DX0" steht für den Leitachsbereich des ersten Bewegungsschrittes.

8. SPS-Funktionsbaustein erzeugen

Die Erstellung des SPS-Funktionsbausteins wird über das Kontextmenü der Kurvenscheibe im Projektextplorer oder über die CamBuilder-Werkzengleiste gestartet.

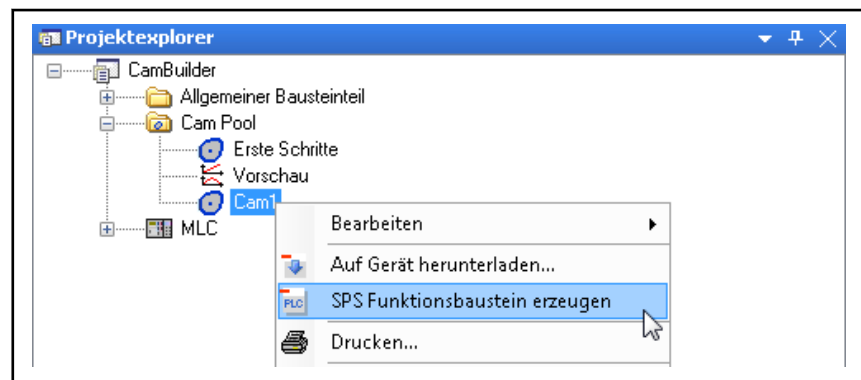


Abb. 3-18:

Befindet sich eine IndraMotion MLC/IndraLogic XLC im Projekt, wird der Funktionsbaustein im "Allgemeinen Baustein"-Ordner angelegt.

9. SPS-Funktionsbaustein verwenden

Der Baustein kann in der SPS-Applikation der IndraMotion MLC/IndraLogic XLC instantiiert und ausgeführt werden. Über die Eingänge "Range" und "Distance" kann die Parametrierung des FlexProfiles variiert werden.

Beispiel ST-Code:

Programm:

```
PROGRAM PlcProg
VAR
    fbCam1      : ChangeFlexSet_Cam1;
    bExecute    : BOOL    := TRUE;
    uiSetNumber  : UINT    := 0;
    lrDistance   : LREAL   := 180;
    lrRange      : LREAL   := 170;
END_VAR

fbCam1(
    Execute      := bExecute,
    SetNumber    := uiSetNumber,
    Distance     := lrDistance,
    Range        := lrRange,
    Done=> ,
    Active=> ,
    Error=> ,
    ErrorID=> ,
    ErrorIdent=> ,
    Axis        := Drive1, (* Name of slave axis *) );
```

Beispiel CFC-Code:

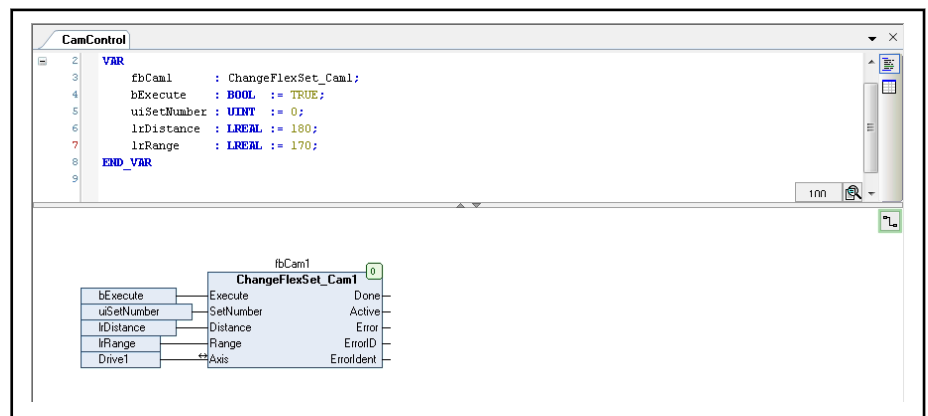


Abb. 3-19:

Ergebnis:

Durch das Ausführen des erzeugten Kurvenscheibenbausteins im SPS-Programm auf der IndraMotion MLC/IndraLogic XLC ist das FlexProfile der Achse "SlaveAxis" der IndraMotion MLC/IndraLogic XLC entsprechend den Bausteineingängen parametrisiert und kann ausgeführt werden.

4 Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen

4.1 Kurvenscheiben neu erstellen

Assistent starten Das Erstellen einer neuen Kurvenscheibe mit dem Assistent erfolgt in einem Schritt.

Gestartet wird der Assistent über den Kontextmenüpunkt **Hinzufügen ► Kurvenscheibe** des "Cam Pool"-Knotens im Projektexplorer. Alternativ kann aus der IndraWorks-Bibliothek aus dem Abschnitt "CamBuilder" eine "Kurvenscheibe" in das Projekt kopiert werden.

Allgemeine Einstellungen Im Assistent 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 Assistent** legt fest, ob ein Assistent für eine bestimmte Applikation verwendet werden soll.

Der CamBuilder bietet für häufig vorkommende Technologien (Querschneider, Vorschub, Drucklängenkorrektur, Fliegende Säge) Assistenten an, die den Anwender beim Entwurf einer Kurvenscheibe unterstützen. Dialoggesteuert werden alle Anforderungen und Besonderheiten der Applikation abgedeckt.



Diese Eigenschaft wird einmalig beim Erstellen einer Kurvenscheibe festgelegt und kann nachträglich nicht mehr geändert werden.

Standardmäßig ist kein applikationsspezifischer Assistent voreingestellt. Der Benutzer kann in dem folgenden Bewegungsschritt-Editor die einzelnen Bewegungsschritte frei definieren.

Außerdem können die **Wichtungen der Leit- und Folgeachse** eingestellt werden. Diese Einstellungen werden bei der Auswahl eines applikationsspezifischen Assistenten automatisch ausgefüllt und deaktiviert.

Es besteht die Möglichkeit drei Standards für die Wichtung einer Achse auszuwählen:

1. Rotatorisch (Grad)
 - Position = Grad
 - Geschwindigkeit = 1/min
 - Beschleunigung = Rad/s^2
 - Ruck = Rad/s^3
2. Translatorisch (Millimeter)
 - Position = mm
 - Geschwindigkeit = mm/min
 - Beschleunigung = mm/s^2
 - Ruck = mm/s^3
3. Translatorisch (Inch)
 - Position = in
 - Geschwindigkeit = in/min

Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen

- Beschleunigung = in/s^2
- Ruck = in/s^3

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 = $1/\text{min}$; $1/\text{s}$; Grad/min ; Grad/s ; Rad/min ; Rad/s
- Beschleunigung = $1/\text{min}^2$; $1/\text{s}^2$; Grad/min^2 ; Grad/s^2 ; Rad/min^2 ; Rad/s^2
- Ruck = $1/\text{min}^3$; $1/\text{s}^3$; Grad/min^3 ; Grad/s^3 ; Rad/min^3 ; Rad/s^3

2. Translatorisch

- Position = mm; in
- Geschwindigkeit = mm/min ; mm/s ; in/min ; in/s
- Beschleunigung = mm/min^2 ; mm/s^2 ; in/min^2 ; in/s^2
- Ruck = mm/min^3 ; mm/s^3 ; in/min^3 ; in/s^3

Fertigstellen oder Abbrechen

Nach abgeschlossenen Eingaben wird durch den Assistent 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 Betätigen der **Abbrechen**-Schaltfläche kann der Assistent jederzeit vorzeitig beendet werden. Alle bereits erfassten Eingaben zur Definition der neuen Kurvenscheibe werden hierbei verworfen.



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

Zur Bearbeitung von Kurvenscheiben siehe [Kap. 5 "Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren"](#) auf Seite 37.

4.2 Vorschauobjekte neu erstellen

Vorschau erstellen

Über den Kontextmenüpunkt **Hinzufügen ► 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 bzw. Kopieren & Einfügen 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, bzw. die Kurvenscheiben im Projektextplorer markiert und über das Bearbeiten/Einfügen Menü kopiert und dann mit Bearbeiten/Einfügen ins Vorschaufenster eingefügt.

Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen

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. 5.9 "Kurvenscheibenvorschau"](#) auf Seite 71.

4.3 Vorschauobjekte überlagerter Kurvenscheibenbewegungen neu erstellen

Vorschau erstellen

Über den Kontextmenüpunkt **Hinzufügen ► Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (XY)** des "Cam Pool"-Knotens im Projektextplorer wird eine neue leere Vorschau angelegt. Alternativ kann aus der IndraWorks-Bibliothek aus dem Abschnitt "CamBuilder" eine "Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (XY)" in das Projekt kopiert werden.

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

Kurvenscheiben der X- und Y-Achse zur Vorschau hinzufügen

Einer Vorschau können zwei translatorische Kurvenscheiben aus dem aktuellen Projekt per Drag & Drop bzw. Kopieren & Einfügen 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, bzw. die Kurvenscheiben im Projektextplorer markiert und über das Bearbeiten/Einfügen Menü kopiert und dann mit Bearbeiten/Einfügen ins Vorschaufenster eingefügt.

Kurvenscheiben der X und Y Achse bearbeiten

Die Auswahl der Kurvenscheiben der X - bzw. Y -Achse können über die **X-Achse...**-Schaltfläche ihrer Titelleiste der Vorschau bearbeitet werden.

Zur Analyse der Überlagerung zweier translatorischen Kurvenscheibenbewegungen in X- und Y-Richtung in einer Vorschau, siehe [Kap. 5.10 "Vorschau überlagerter Kurvenscheiben \(XY\)"](#) auf Seite 73.

5 Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

5.1 Graph Editor

5.1.1 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, 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.

5.1.2 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. 5.1.5 "Einstellungen Graph Manager" auf Seite 39](#)) ein bzw. ausgeblendet werden. In welcher Farbe die Profile gezeichnet werden sollen, kann im Optionen-Dialog (siehe [Kap. 9.1 "CamBuilder-Optionen" auf Seite 89](#)) 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.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

5.1.3 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.



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. 5.2.9 "Leitachsabschnitt absolut editieren \(X-Werte\)" auf Seite 50](#) und [Kap. 5.2.10 "Leitachsabschnitt relativ editieren \(X-Werte\)" auf Seite 51](#) 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. 5.2.14 "Fokussierten Bewegungsschritt löschen" auf Seite 56](#) beschrieben.

5.1.4 Ansicht ändern

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



Abb. 5-1: Symbole: Werkzeuge für das CamBuilder Graph-Fenster

Alles zeigen Mit dem Kontextmenüpunkt **Alles zeigen** wird die gesamte Kurvenscheibe im Graph-Fenster dargestellt.

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 Mausrad steuert ebenfalls die Zoom-Stufe.

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

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

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.
Graph 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. auszublenden.
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.

5.1.5 Einstellungen Graph Manager

Der Graph Manager lässt sich über das Kontextmenü eines Graphs oder einer Vorschau öffnen: **Werkzeugfenster anzeigen ► 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.

- **Folgeachspannung** (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)
- **Grenzkordinaten** (sichtbar/unsichtbar)

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

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. 9.1 "CamBuilder-Optionen" auf Seite 89](#)).

5.2 Bewegungsschritt Editor

5.2.1 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.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

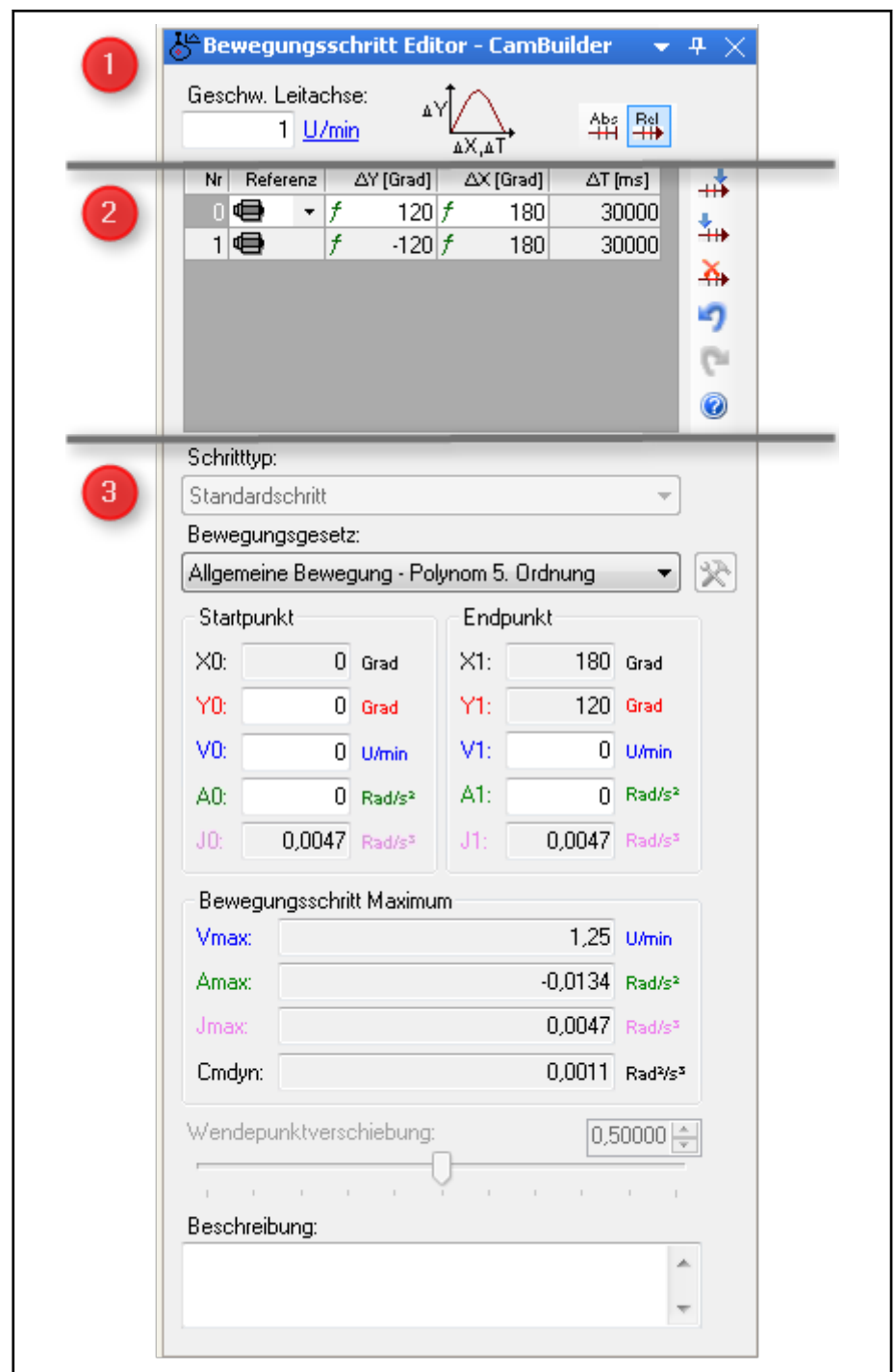


Abb. 5-2: Dialog: Bewegungsschritt Editor

Der Editor gliedert sich in drei Bereiche.

- 1 Der **übergeordnete** Teil bezieht sich auf alle Bewegungsschritte der Kurvenscheibe.
- 2 Der **tabellarische** Teil dient einerseits zur Übersicht und Navigation zwischen den einzelnen Bewegungsschritten, andererseits lassen sich auch Änderungen an einzelnen Attributen vornehmen.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

- 3 Der **formularbasierte** Bereich 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, 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, rückgängig gemacht werden.

Statt konstanter Werte können in fast allen Feldern auch Formeln zur Berechnung der Werte eingegeben werden (siehe [Kap. 5.5 "Formel Editor" auf Seite 61](#)).

5.2.2 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. 4.2 "Vorschauobjekte neu erstellen" auf Seite 34](#)).

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. 9.1 "CamBuilder-Optionen" auf Seite 89](#)) 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. 5.2.9 "Leitachsabschnitt absolut editieren \(X-Werte\)" auf Seite 50](#) und [Kap. 5.2.10 "Leitachsabschnitt relativ editieren \(X-Werte\)" auf Seite 51](#)).

5.2.3 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.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

- Referenz** Die Referenz definiert, an was sich die Folgeachse orientieren soll. Es gibt zwei Auswahlmöglichkeiten:
- Bewegung der Folgeachse soll der Leitachse folgen; diese Auswahl wird durch ein Motorensymbol 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

5.2.4 Attribute des formularbasierten Bereichs

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

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

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 Folgeachsendposition 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 Leitachsendposition**

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 Folgeachsendposition und absoluter Leitachsendposition**

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, wird automatisch auf ein Polynom 5. Ordnung umgestellt.

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

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

der Endbeschleunigung der Kurvenscheibe identisch (zyklische Ausführung der Kurvenscheibe), 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. 11 "Bewegungsgesetze" auf Seite 95](#).

Ausgewählt wird das Bewegungsgesetz über folgenden Dialog:

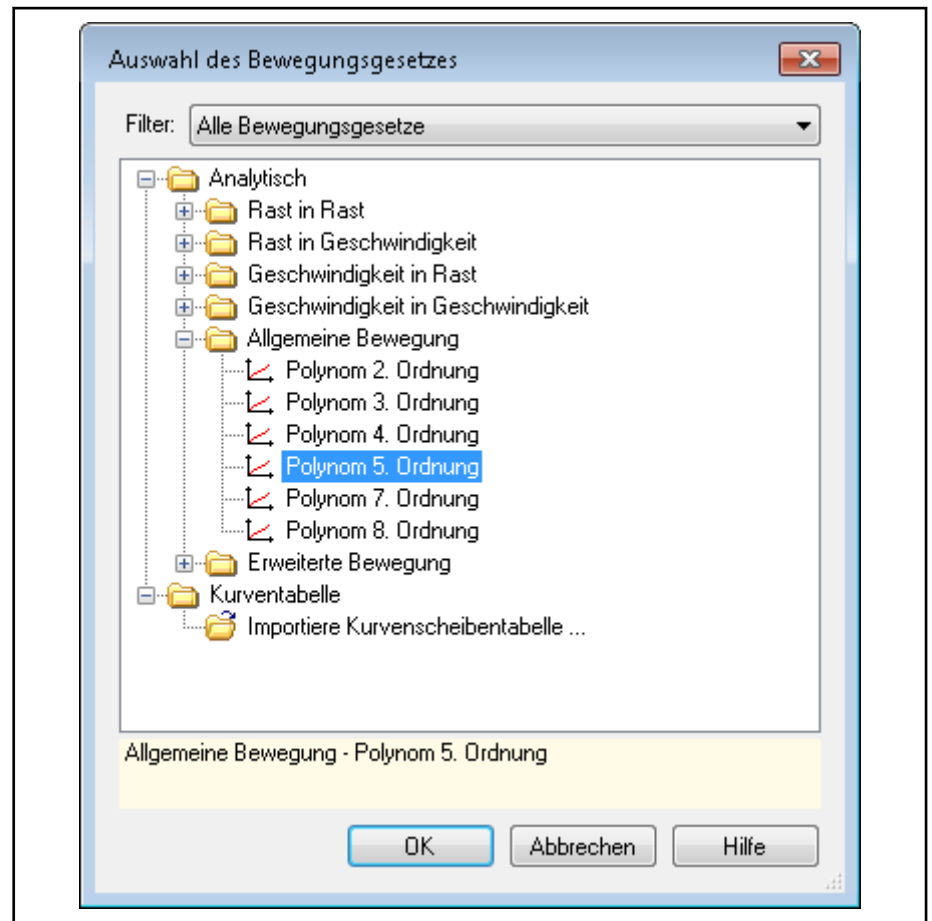


Abb. 5-3: Dialog: Auswahl des Bewegungsgesetzes

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 hinzu geladen 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.

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

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

	Schritt-Typ kein Standard Schritt, stehen nur zwei Bewegungsgesetze der allgemeinen Bewegung (Polynom 5. und 7. Ordnung) zur Verfügung.
Startpunkt X1	X_1 ist die Leitachsposition im Startpunkt des fokussierten Bewegungsschrittes in der Einheit der Leitachse. <i>Minimum</i> $X_1 \geq 0$ <i>Maximum</i> X_1 wird nach oben begrenzt, wenn ein Flex-Schritt mit absoluter Leitachsendposition folgt und X_1 den fokussierten Schritt über die absolute Leitachsendposition ausdehnen würde
Y1	Y_1 ist die Folgeachsposition im Startpunkt des fokussierten Bewegungsschrittes in der Einheit der Folgeachse. Dieses Attribut ist nicht editierbar, wenn Y_2 des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.  Der Offset Y_1 des ersten Bewegungsschrittes dient nur der Darstellung im CamBuilder und wird beim Übertragen in die Geräte abgezogen.
V1	V_1 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 V_2 des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.
A1	A_1 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 A_2 des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.
J1	A_1 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 J_2 des vorangegangenen Schrittes nicht editierbar ist.
Endpunkt X2	X_2 ist die Leitachsposition im Endpunkt des fokussierten Bewegungsschrittes in der Einheit der Leitachse. Existiert in der Kurvenscheibe ein Bewegungsschritt dessen Schritt-Typ eine absolute Leitachsendposition enthält, wird die X_2-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 X_2 ist nicht editierbar wenn der Bezug der Folgeachse die Zeit ist (der Wert wird dann durch die Angabe der Leitachsgeschwindigkeit und ΔT berechnet) 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.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

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 **Folgeachposition 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 Antriebsmomentenverlauf infolge dynamischer Belastungen durch abtriebsseitige Trägheitskräfte hängt von dem Produkt aus Geschwindigkeit und Beschleunigung ab. Man definiert deshalb als dynamische Momentenkennwerte die Maximalwerte dieses Produkts:

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

Die Einheit ist abhängig von der gewählten Folgeachswichtung.

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

Wendepunktverschiebung Die Wendepunktverschiebung legt fest, an welcher Stelle sich das Krümmungsverhalten für ein symmetrisches Bewegungsgesetz ändert.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

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.

5.2.5 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, bleibt der zuletzt fokussierte Bewegungsschritt aktiv bis die Eingaben gültig sind oder zurückgesetzt werden.

5.2.6 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.

5.2.7 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.



Hat die Änderung eines Bewegungsschrittes zur Folge, dass die Randwerte des nachfolgenden Schrittes nicht mehr zu dessen Bewegungsgesetz passen, 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.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Beispiel:

Absolutes Editieren von ΔY



Abb. 5-4: Editiermodus Absolut

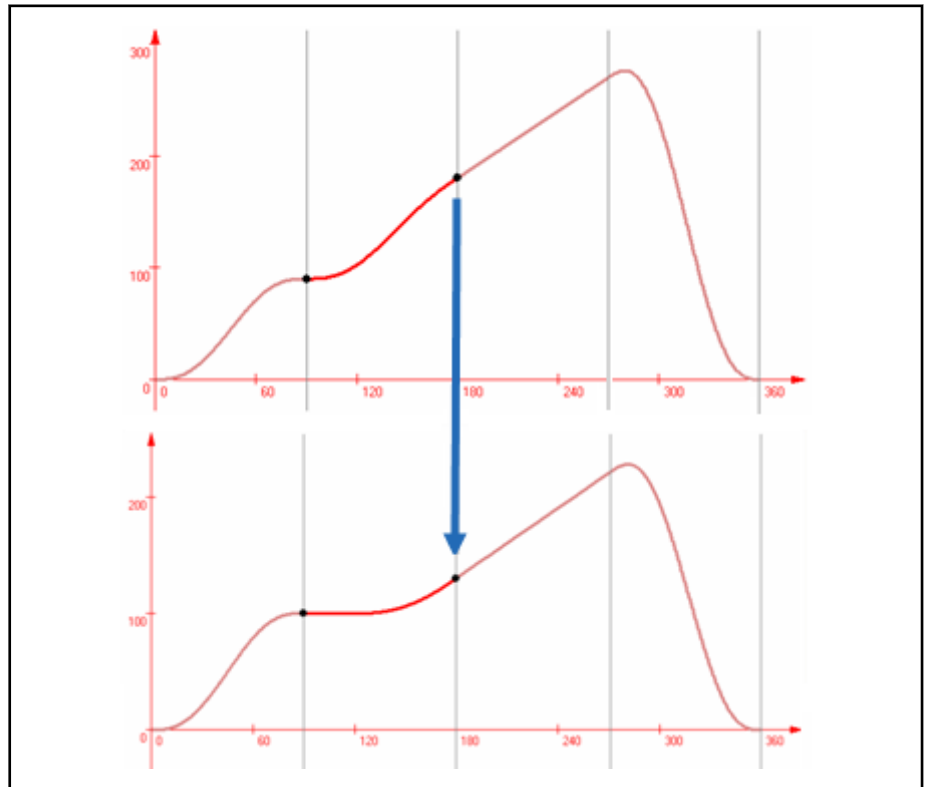


Abb. 5-5: Änderung von ΔY des zweiten Bewegungsschrittes um -50 Grad

5.2.8 Folgeachsposition relativ editieren (Y-Werte)

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



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

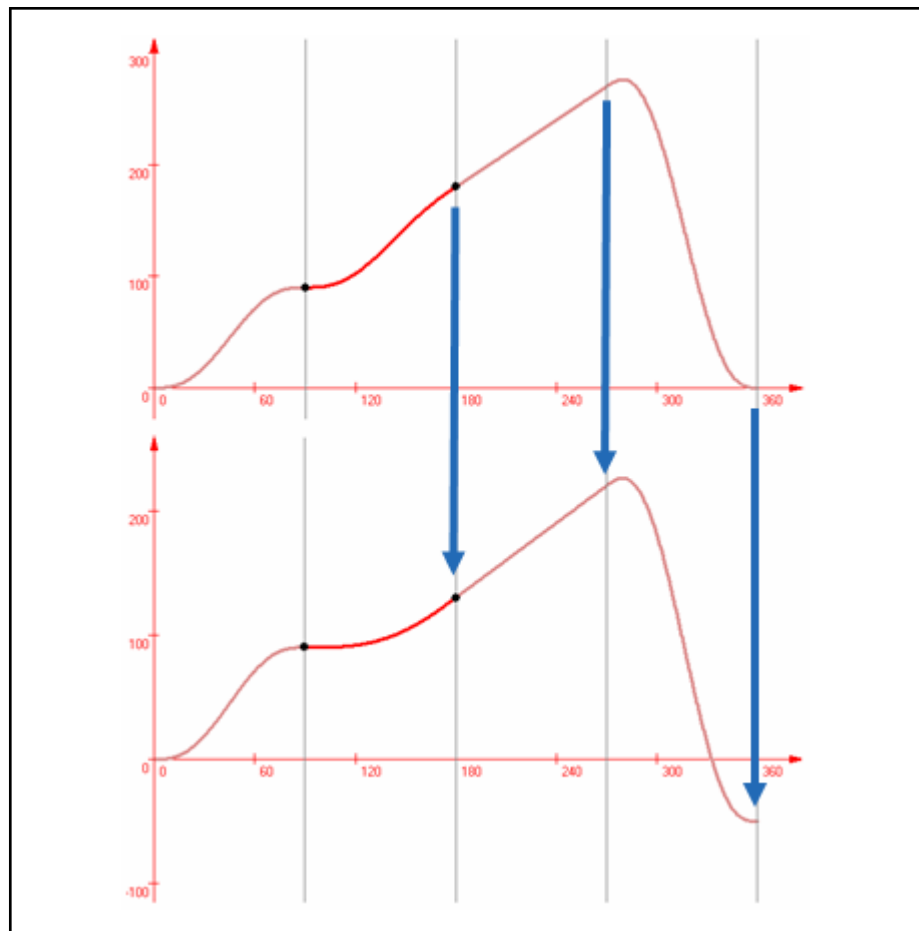
Beispiel:

Relatives Editieren von ΔY



Abb. 5-6: Editiermodus Relativ

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Abb. 5-7: Änderung von ΔY des zweiten Bewegungsschrittes um -50 Grad

5.2.9 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, werden diese Schritte überschrieben.

Beispiel:

Absolutes Editieren von ΔX oder X_n



Abb. 5-8: Editiermodus Absolut

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

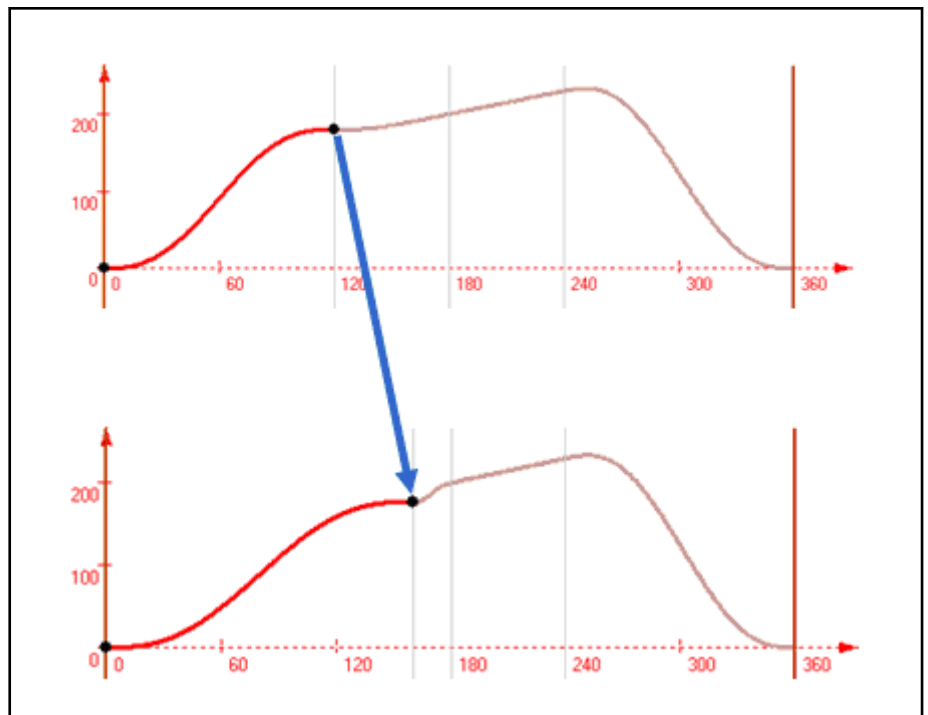


Abb. 5-9: Änderung von ΔX des ersten Bewegungsschrittes um +40 Grad

5.2.10 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, verkürzt sich auch die Dauer der gesamten Kurvenscheibe.

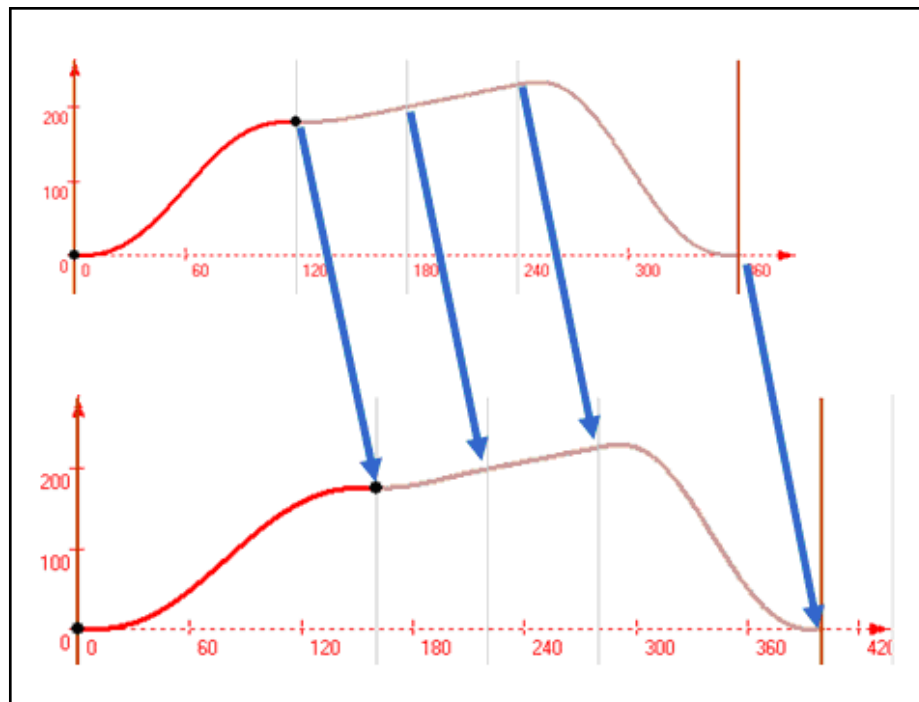
Beispiel:

Relatives Editieren von ΔX oder X_n



Abb. 5-10: Editiermodus Relativ

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Abb. 5-11: Änderung von ΔX des ersten Bewegungsschrittes um +40 Grad

5.2.11 Kurventabelle des Bewegungsschritts bearbeiten

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

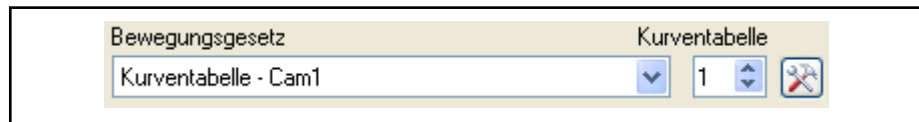


Abb. 5-12: Symbol: Kurventabelle editieren

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.

5.2.12 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, 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, 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. 5-13: Editiermodus Absolut

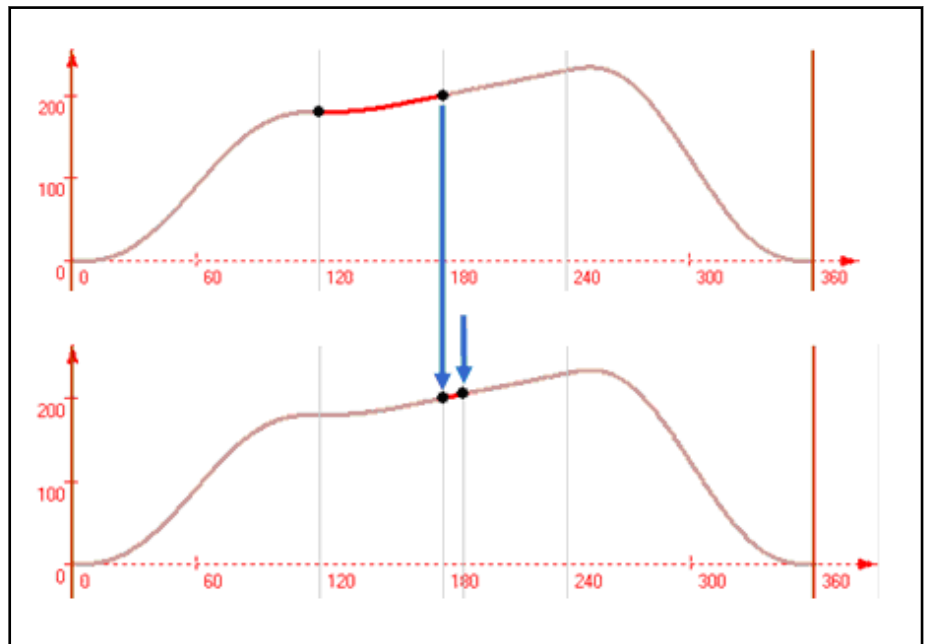


Abb. 5-14: Am Ende von Bewegungsschritt 2 wird ein neuer Schritt eingefügt

Beispiel:



Abb. 5-15: Editiermodus Relativ

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

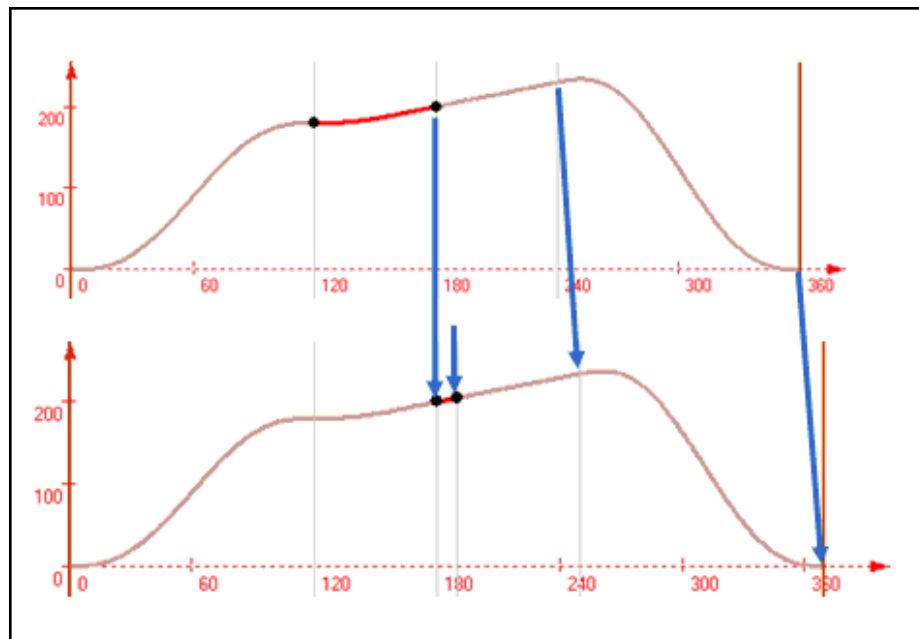


Abb. 5-16: Am Ende von Bewegungsschritt 2 wird ein neuer Schritt eingefügt

5.2.13 Neuen Schritt vor fokussiertem Schritt hinzufügen

Die "Davor hinzufügen"-Funktionalität fügt vor dem fokussierten Bewegungsschritt 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, vergrößert sich die Gesamtlänge der Kurvenscheibe.

Alle nachfolgenden Schritte werden um ΔX nach hinten verschoben.

Ist der **"Editiermodus Absolut"** aktiv, 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. 5-17: Editiermodus Absolut

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

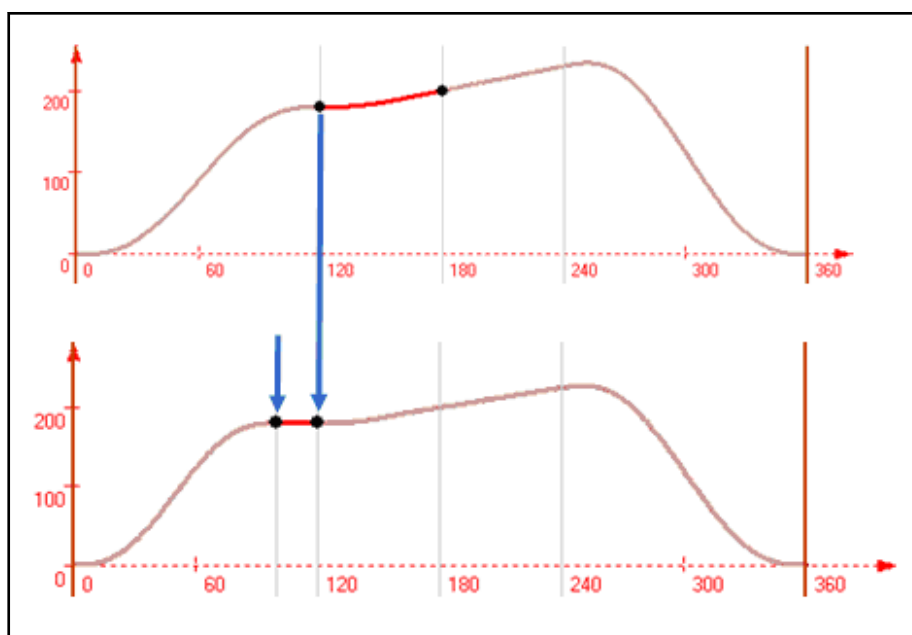


Abb. 5-18: Am Anfang von Bewegungsschritt 2 wird ein neuer Schritt eingefügt

Beispiel:

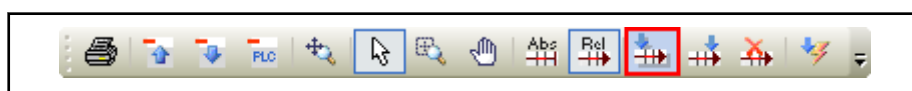


Abb. 5-19: Editiermodus Relativ

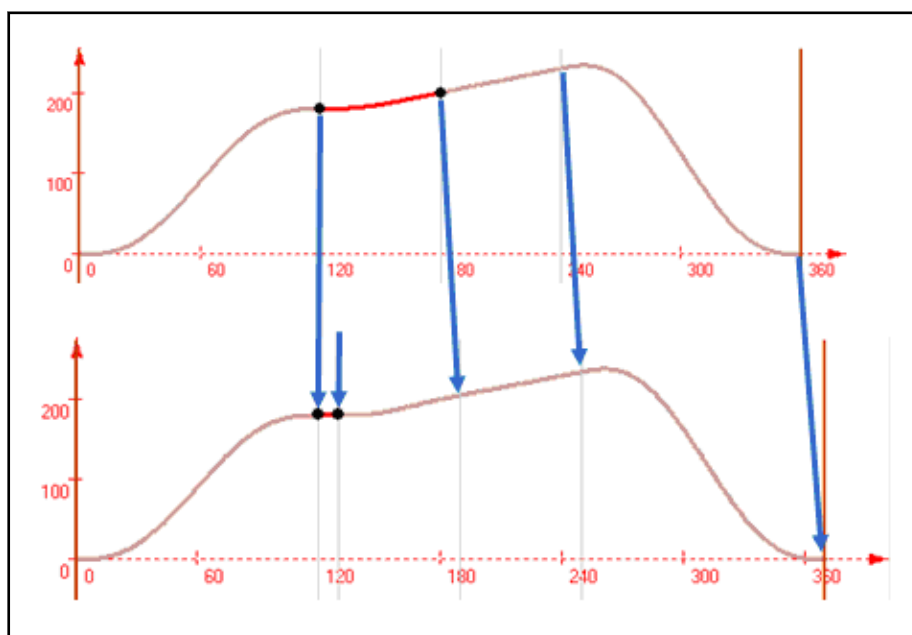


Abb. 5-20: Am Anfang von Bewegungsschritt 2 einen neuen Schritt eingefügt

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

5.2.14 Fokussierten Bewegungsschritt löschen

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

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

Ist der **"Editiermodus Absolut"** aktiv, 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, kann der Bewegungsschritt nicht gelöscht werden.

Beispiel:



Abb. 5-21: Editiermodus Absolut

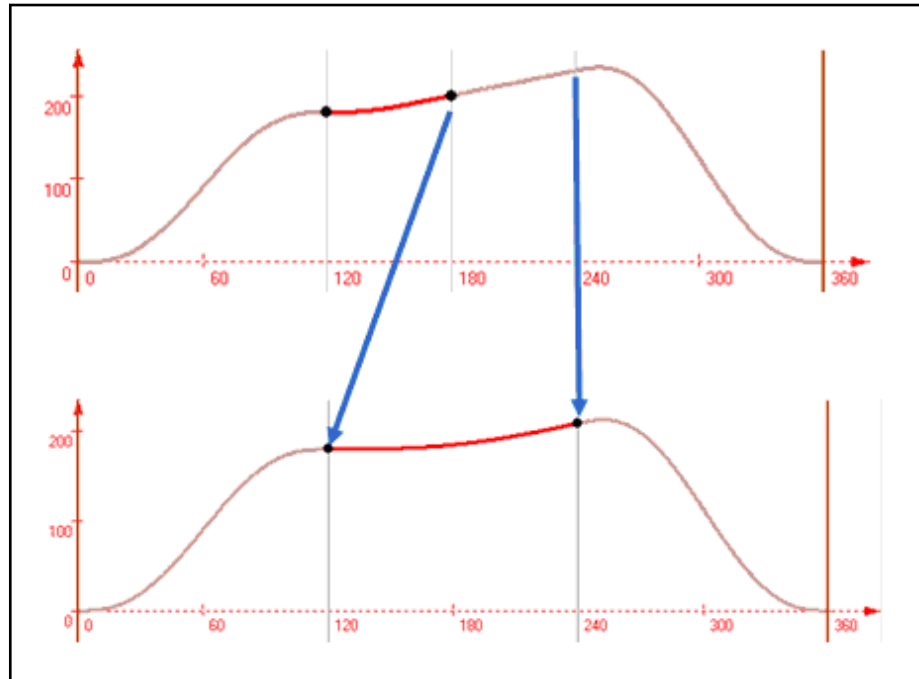


Abb. 5-22: Bewegungsschritt 2 löschen

Beispiel:



Abb. 5-23: Editiermodus Relativ

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

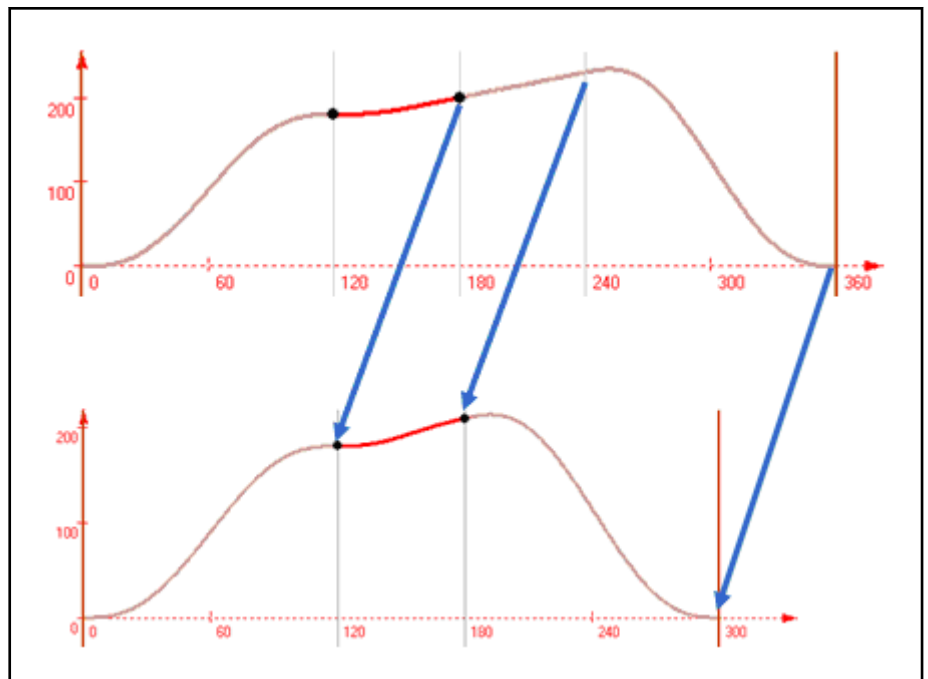


Abb. 5-24: Bewegungsschritt 2 löschen

5.3 Ereignis Editor

5.3.1 Übersicht

Der Ereignis Editor dient zur Definition von Ereignissen.

Aufruf: Menü **Ansicht** ► **Andere Fenster** ► **Ereignis-Editor**

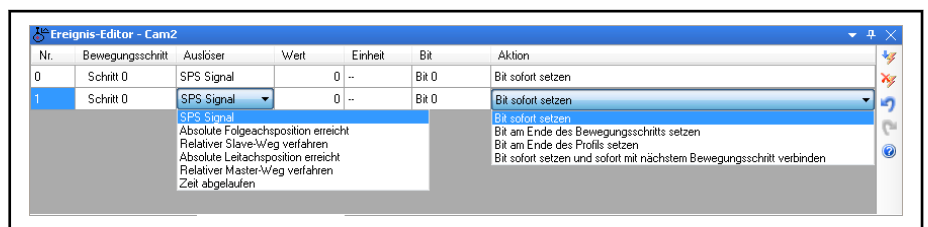


Abb. 5-25: Ereignis Editor - CamBuilder

Das **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 AxisData-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. 5-26: Symbol: Ereignis hinzufügen

5.3.2 Attribute

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

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

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: • SPS-Signal Das Ereignis wird ausgelöst, wenn während der Ausführung des zugeordneten Bewegungsschrittes das SPS-Signal gesetzt wird. • Absolute Folgeachseposition erreicht Das Ereignis wird ausgelöst, wenn im zugeordneten Bewegungsschritt die als Wert eingegebene Folgeachseposition erreicht wird. • Relativer Slave-Weg verfahren Das Ereignis wird ausgelöst, wenn im zugeordneten Bewegungsschritt der als Wert eingegebene Folgeachsweg verfahren wurde. • Absolute Leitachseposition erreicht Das Ereignis wird ausgelöst, wenn im zugeordneten Bewegungsschritt die als Wert eingegebene Leitachseposition erreicht wird. 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 Master-Weg verfahren Das Ereignis wird ausgelöst, wenn im zugeordneten Bewegungsschritt der als Wert eingegebene Leitachsweg verfahren wurde. • Zeit abgelaufen 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, wird das gewählte Bit aus der AxisData-Struktur gesetzt. (Auswahlmöglichkeit: Bit0 bis Bit15).
Aktion	Die Aktion definiert, wann genau das Bit gesetzt werden soll: • Bit sofort setzen Das gewählte Bit wird sofort gesetzt. • Bit am Ende des Bewegungsschrittes setzen Das gewählte Bit wird nach Ausführung des gewählten Bewegungsschrittes gesetzt. • Bit am Ende des Profils setzen Das gewählte Bit wird nach Ausführung des letzten Bewegungsschrittes am Ende des Profils gesetzt. • Bit sofort setzen und sofort mit nächstem Bewegungsschritt verbinden 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, 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, wird angezeigt zu welcher Zeit welches Bit aktiviert wird.

5.3.3 Funktionalität

Neues Ereignis anlegen

Symbol:

Es wird ein Standard-Ereignis am Ende der Ereignisliste eingefügt. (Bewegungsschritt: Fokussierter Schritt; Auslöser: SPS-Signal; Bit: Bit0; Aktion: Sofort setzen).

Editieren

Ereignisse können in der Liste editiert werden.

Ereignis entfernen

Symbol:

Es wird das in der Liste fokussierte Ereignis entfernt.

Rückgängig

Symbol:

Macht die letzte Änderung rückgängig.

Wiederherstellen

Symbol:

Stellt, falls eine Änderung rückgängig gemacht wurde, diese wieder her.

Hilfe

Symbol:

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, 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, werden auch die zu ihm erfassten Ereignisse entfernt.

5.4 Variablen Editor

5.4.1 Übersicht

Der Variablen Editor dient zur Definition von Variablen einer Kurvenscheibendefinition.

Aufruf: Menü **Ansicht** ► **Andere Fenster** ► **Variablen-Editor - CamBuilder**

Variablen können in Formeln (siehe [Kap. 5.5 "Formel Editor" auf Seite 61](#)) der Eingabefelder einer Kurvenscheibe verwendet werden. Bei der Erstellung eines SPS-Funktionsbausteins zur Parametrierung eines FlexProfiles erscheinen diese Variablen als Eingänge am Baustein.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

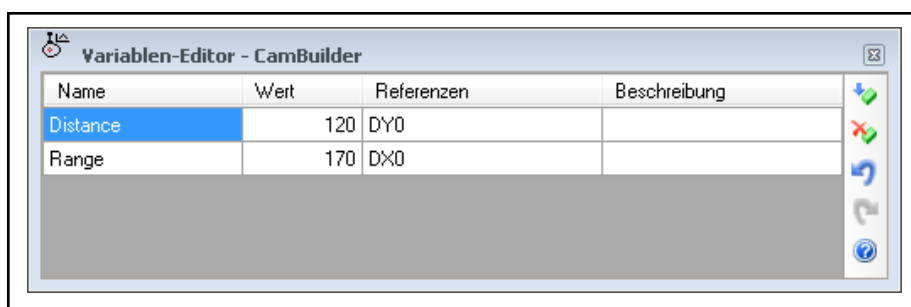


Abb. 5-27: Variablen-Editor - CamBuilder

5.4.2 Attribute

- Name** Der Name einer Variablen muss IEC-konform und innerhalb einer Kurvenscheibe eindeutig sein.
Wird ein Variablenwert geändert, werden auch alle Verweise auf diese Variable umbenannt.
Variablen können auch als Variablenfelder definiert werden. Zum Beispiel "Range[1]" und "Range[2]". Bei der Erstellung eines SPS-Funktionsbausteins erscheint dann nur ein Eingang für das Variablenfeld am Baustein.
- Wert** Der Wert einer Variablen kann frei editiert werden und erscheint bei der Erstellung eines SPS-Funktionsbausteins als Standardwert.
- Referenzen** Das Feld "Referenzen" ist nicht editierbar. Es werden die Abkürzungen der Formelfelder aufgelistet, die auf die Variable verweisen.
- Beschreibung** Beschreibungen für die Variablen erscheinen als Kommentar in dem SPS-Funktionsbaustein bei der Variablendeklaration.

5.4.3 Funktionalität

Neue Variable anlegen

Symbol:

Es wird eine neue Variable zur Variablenliste hinzugefügt.

Editieren

Variablen können in der Liste editiert werden.

Variable entfernen

Symbol:

Es wird die in der Liste fokussierte Variable entfernt, sofern diese innerhalb der Kurvenscheibendefinition nicht mehr verwendet wird.

Rückgängig

Symbol:

Macht die letzte Änderung rückgängig.

Wiederherstellen

Symbol:

Stellt, falls eine Änderung rückgängig gemacht wurde, diese wieder her.

Hilfe

Symbol:

Öffnet das Variablen Editor Kapitel der CamBuilder Online-Hilfe.



Werden in einer Kurvenscheibendefinition Werte durch Formeln bzw. Variablen berechnet, wird der relative Bearbeitungsmodus zur Neuberechnung verwendet.

5.5 Formel Editor

5.5.1 Übersicht

Der Formel Editor dient zur Eingabe von Formeln zur Berechnung einer Kurvenscheibeneigenschaft.

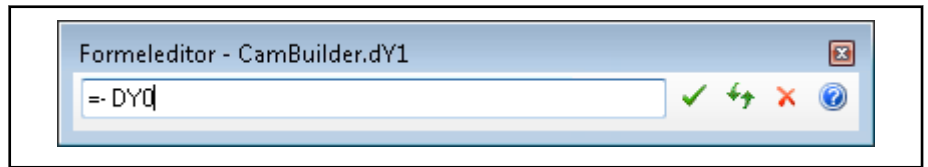


Abb. 5-28:

Die Verwendung von Formeln statt konstanter Eingabewerte bei der Definition von Kurvenscheiben ermöglicht es, bestimmte Werte einer Kurvenscheibendefinition variabel zu definieren. Wird aus solch einer "variablen" Kurvenscheibendefinition über die CamBuilder-Funktionalität ein SPS-Funktionsbaustein erzeugt, können mit diesem Baustein über Variableneingänge mit ein und demselben Baustein unterschiedliche Varianten der Kurvenscheibe als FlexProfile parametrisiert werden.

Der Formeleditor öffnet sich automatisch wenn in einem Eingabefeld ein "="-Zeichen eingegeben wird.

Folgende Eingabefelder unterstützen die Eingabe einer Formel wenn sie nicht automatisch berechnet werden:

Bewegungsschritt Editor

- Hub der Folgeachse (ΔY)
- Leitachsabschnitt (ΔX)
- Dauer des Bewegungsschrittes (ΔT)
- Geschwindigkeit im Startpunkt des Bewegungsschrittes (V_1)
- Geschwindigkeit im Endpunkt des Bewegungsschrittes (V_2)
- Geschwindigkeitsgrenzwert des Bewegungsschrittes ($V_{\max}$)
- Beschleunigung im Startpunkt des Bewegungsschrittes (A_1)
- Beschleunigung im Endpunkt des Bewegungsschrittes (A_2)
- Beschleunigung des Bewegungsschrittes ($A_{\max}$)
- Ruck im Startpunkt des Bewegungsschrittes (J_1)
- Ruck im Endpunkt des Bewegungsschrittes (J_2)
- Ruckgrenzwert des Bewegungsschrittes ($J_{\max}$)

Ereignis Editor

- Bewegungsschrittnummer
- Auslösewert



Wird die Bewegungsschrittnummer eines Ereignisses über eine Formel berechnet, so wird das Ergebnis als Ganzzahl gerundet.

5.5.2 Funktionalität

Formel editieren
Formel übernehmen und
schließen (OK)

Formeln können über das Formeltextfeld editiert werden.

Symbol:

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Formel übernehmen (Aktualisieren)	Die Formel wird überprüft und falls sie gültig ist, wird das berechnete Formel- ergebnis in die Kurvenscheibendefinition übernommen. Der Formeleditor wird geschlossen.
	Symbol:  Die Funktionalität ist, wie vorangehend beschrieben, es bleibt nur der For- meleditor geöffnet.
Formel entfernen	Symbol:  Die Formel aus dem aktuellen CamBuilder-Eingabefeld wird entfernt und der letzte Wert wird stattdessen als konstanter Wert des Eingabefeldes verwen- det.
Hilfe	Symbol:  Öffnet das Formel Editor Kapitel der CamBuilder Online-Hilfe.

	Durch <Esc> oder das Schließen des Editors werden die vorge- nommenen Änderungen verworfen. Durch <Enter> oder das Verlassen des Editors durch Auswählen eines anderen Eingabefeldes werden die vorgenommenen Ände- rungen übernommen. Werden in einer Kurvenscheibendefinition Werte durch Formeln berechnet, wird der relative Bearbeitungsmodus zur Neuberech- nung verwendet.
---	--

5.5.3 Formel-Schlüsselwörter

Mathematische Operatoren

+	Addition
-	Subtraktion
*	Multiplikation
/	Division
()	Klammern

Tab. 5-1: *Formeleditor, Mathematische Operatoren***Konstanten**

E	Eulersche Zahl e
PI	Kreiszahl Pi

Tab. 5-2: *Formeleditor, Konstanten***Mathematische Funktionen**

ABS(n)	Gibt den Absolutwert der übergebenen Zahl zurück
ACOS(n)	Gibt einen Winkel zurück, dessen Kosinus die angegebene Zahl ist (Radiant)
ASIN(n)	Gibt einen Winkel zurück, dessen Sinus die angegebene Zahl ist (Radiant)
ATAN(n)	Gibt einen Winkel zurück, dessen Tangens die angegebene Zahl ist (Radiant)

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

CEILING(n)	Gibt die kleinste Ganzzahl zurück, die größer oder gleich der angegebenen Zahl ist Der Rückgabewert ist 8 für $n = 7,03$ Der Rückgabewert ist 8 für $n = 7,64$ Der Rückgabewert ist 1 für $n = 0,12$ Der Rückgabewert ist 0 für $n = -0,12$ Der Rückgabewert ist -7 für $n = -7,1$ Der Rückgabewert ist -7 für $n = -7,6$
COS(n)	Gibt den Kosinus des angegebenen Winkels zurück (Radiant)
DEG_TO_RAD(n)	Konvertiert einen Winkel von Grad nach Radiant
EXP(n)	Gibt die angegebene Potenz von e zurück
EXPT(n1,n2)	Potenziert eine angegebene Zahl mit dem angegebenen Exponenten
FLOOR(n)	Gibt die größte Ganzzahl zurück, die kleiner oder gleich der angegebenen Zahl ist Der Rückgabewert ist 7 für $n = 7,03$ Der Rückgabewert ist 7 für $n = 7,64$ Der Rückgabewert ist 0 für $n = 0,12$ Der Rückgabewert ist -1 für $n = -0,12$ Der Rückgabewert ist -8 für $n = -7,1$ Der Rückgabewert ist -8 für $n = -7,6$
LN(n)	Gibt den natürlichen Logarithmus einer angegebenen Zahl zurück
LOG(n)	Gibt den Logarithmus zur Basis 10 der angegebenen Zahl zurück
MAX(n1,n2)	Gibt die größere von zwei angegebenen Zahlen zurück
MIN(n1,n2)	Gibt die kleinere von zwei angegebenen Zahlen zurück
RAD_TO_DEG(n)	Konvertiert einen Winkel von Radiant nach Grad
SIGN(n)	Gibt einen Wert zurück, der das Vorzeichen einer Zahl angibt Der Rückgabewert ist -1, wenn n kleiner als 0 ist Der Rückgabewert ist 0, wenn n gleich 0 ist Der Rückgabewert ist 1, wenn n größer als 0 ist
SIN(n)	Gibt den Sinus des angegebenen Winkels zurück (Radiant)
SQRT(n)	Gibt die Quadratwurzel einer angegebenen Zahl zurück
TAN(n)	Gibt den Tangens des angegebenen Winkels zurück (Radiant)
TRUNC(n)	Berechnet den ganzzahligen Teil einer Zahl

Tab. 5-3: *Formeleditor, Mathematische Funktionen*

Kurvenscheibenattribute

MASTERVELOCITY	Leitachsgeschwindigkeit
DYn	Folgeachsbereich des Bewegungsschrittes n
DXn	Leitachsbereich des Bewegungsschrittes n
DTn	Zeitdauer des Bewegungsschrittes n

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Vn	Startgeschwindigkeit des Bewegungsschrittes n bzw. Endgeschwindigkeit des Bewegungsschrittes n+1
An	Startbeschleunigung des Bewegungsschrittes n bzw. Endbeschleunigung des Bewegungsschrittes n+1
Jn	Startruck des Bewegungsschrittes n bzw. Endruck des Bewegungsschrittes n+1
VMAXn	Geschwindigkeitsgrenzwert des Bewegungsschrittes n
AMAXn	Beschleunigungsgrenzwert des Bewegungsschrittes n
JMAXn	Ruckgrenzwert des Bewegungsschrittes n
EVENT_STEPn	Zugeordneter Bewegungsschritt des Ereignisses n
EVENT_VALUEn	Auslösewert des Ereignisses n

Tab. 5-4: *Formeleditor, Verweise auf Felder*

Verweise auf Kurvenscheibeneigenschaften, welche durch Bewegungsgesetze definiert sind, werden nicht unterstützt! Es lassen sich nur Verweise auf editierbare Kurvenscheibeneigenschaften in Formeln verwenden.

Benutzerdefinierte Variablen

Variable1	Beispielvariable (s. Kap. 5.4 "Variablen Editor" auf Seite 59)
Variable2	Beispielvariable
ArrayVariable[1]	Beispielvariablenarray
ArrayVariable[2]	Beispielvariablenarray

Tab. 5-5: *Formeleditor, Verweise auf Variablen*

5.6 Applikationsspezifischer Wizard

5.6.1 Allgemeines

Aufruf: Beim Erstellen einer neuen Kurvenscheibe im Dialogfeld "Anwendungsspezifischer Assistent"

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

Neue Kurvenscheibe erstellen

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

Name:
Cam1

Beschreibung:

Anwendungsspezifischer Assistent:
Keine
Keine
Querschneider
Vorschub
Drucklängenkorrektur
Fliegende Säge

Position:
Grad

Geschwindigkeit:
U/min

Folgeachse
Wichtung:
Rotatorisch (Grad)

Position:
Grad

Geschwindigkeit:
U/min

Beschleunigung:
Rad/s²

Ruck:
Rad/s³

☒ Gleiche Geschwindigkeit im Start- und Endpunkt (zyklische Ausführung)

Fertigstellen Abbrechen Hilfe

Abb. 5-29: Neue Kurvenscheibe erstellen - Anwendungsspezifischer Assistent

Einzelne Bewegungsschritte können später jederzeit wieder mit dem Bewegungsschritt Editor bearbeitet werden (siehe [Kap. 5.2 "Bewegungsschritt Editor" auf Seite 40](#)). Sobald jedoch wieder eine Änderung mit dem Wizard gemacht wird, werden sämtliche Änderungen des Bewegungsschritt Editors überschrieben.

5.6.2 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.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

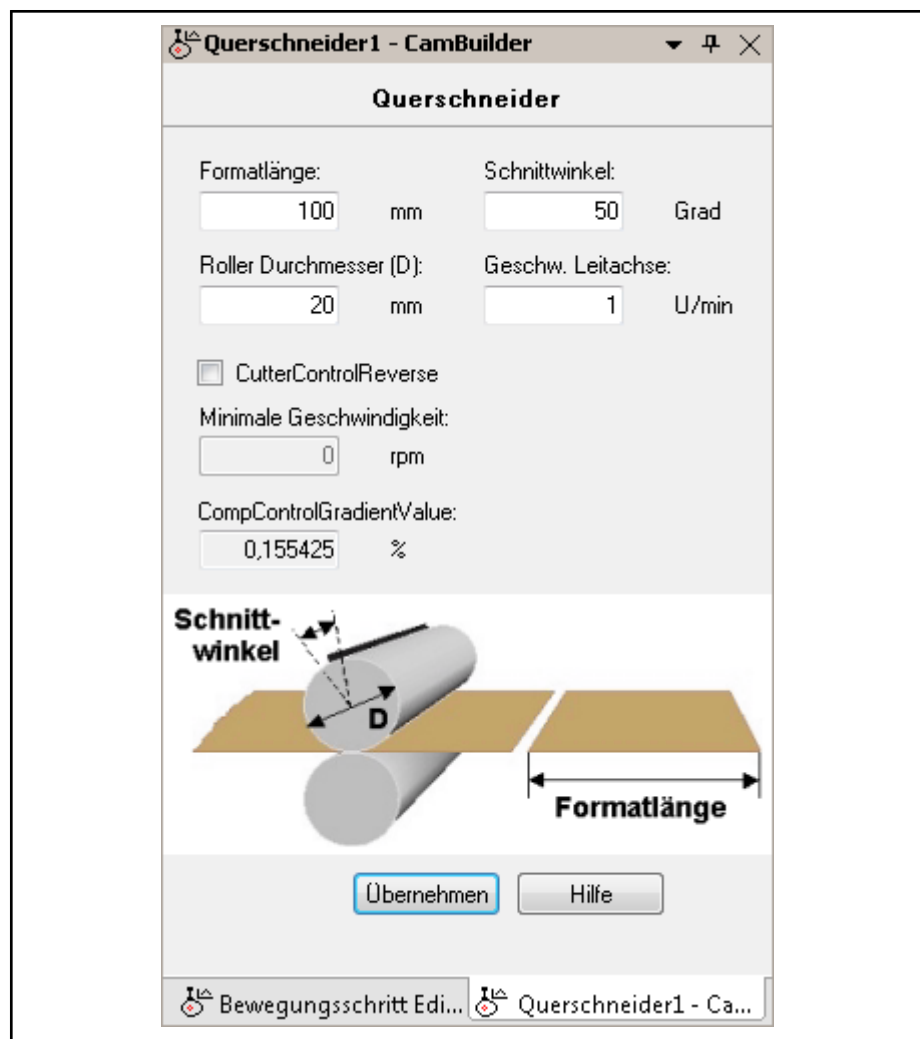


Abb. 5-30: Anwendungsspezifischer Assistent - "Querschneider"

Für die Querschneider-Funktionalität spezifische Eingaben sind:

- Formatlänge
- Roller Durchmesser (D)
- Schnittwinkel
- Geschwindigkeit der Leitachse

Von dem Wizard wird ein weiterer Parameter berechnet:

- CompControlGradientValue
Steigung im Synchronbereich

5.6.3 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.

Abb. 5-31: Anwendungsspezifischer Assistent - "Vorschub"

Für die Vorschub-Funktionalität spezifische Eingaben sind:

- Produkt-Länge (L)
- Roller-Durchmesser (D)
- Beschleunigungsweg (A)
- Rollerposition (P)
- Hub zwischen zwei Produkten (S)
- 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.

5.6.4 Drucklängenkorrektur Wizard

Der CamBuilder bietet für häufig vorkommende Anforderungen, wie die Drucklängenkorrektur, einen Wizard an, der den Anwender bei der Entwick-

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

lung der Kurvenscheibe unterstützt. Dialoggesteuert werden alle Anforderungen und Besonderheiten der Applikation abgedeckt.

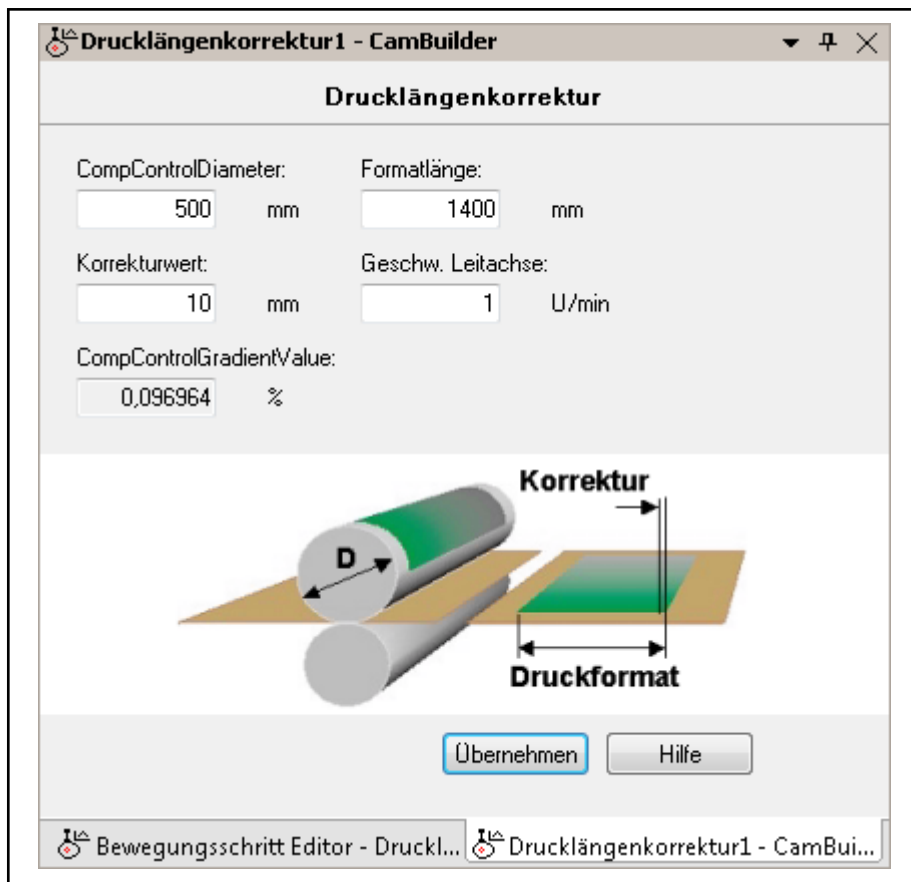


Abb. 5-32: Anwendungsspezifischer Assistent - "Drucklängenkorrektur"

Für die Drucklängenkorrektur spezifische Eingaben sind:

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

Von dem Wizard wird ein weiterer Parameter berechnet:

- CompControlGradientValue
Steigung im Synchronbereich

5.6.5 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.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

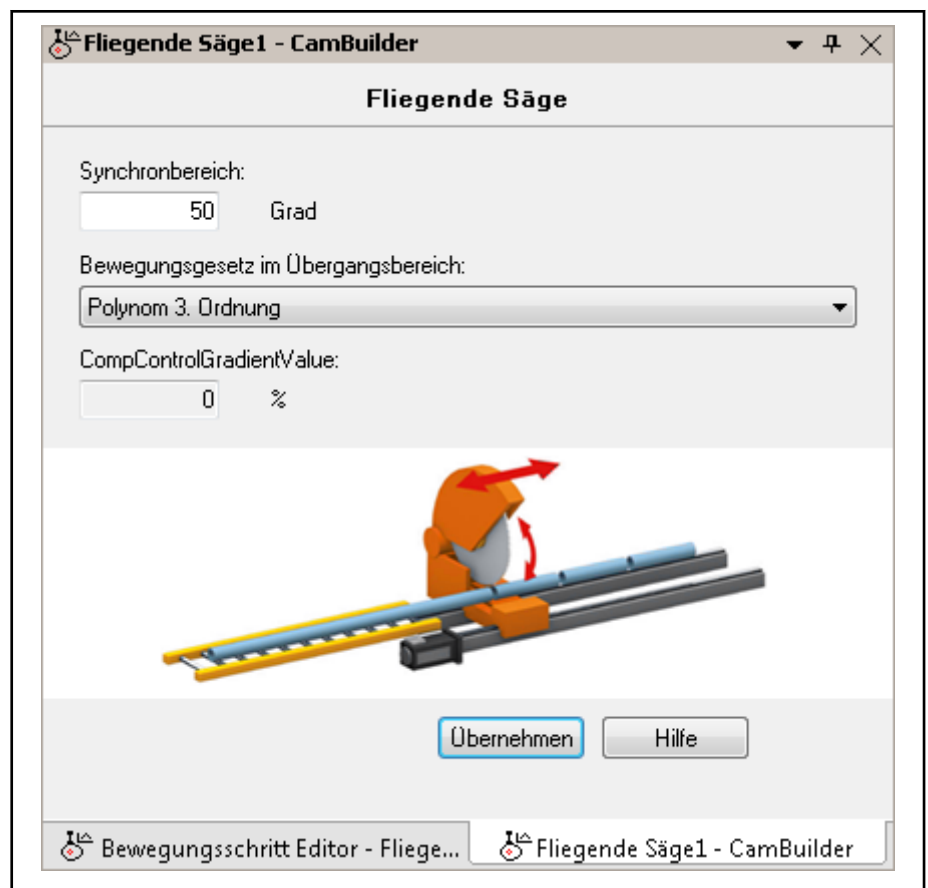


Abb. 5-33: Anwendungsspezifischer Assistent - "Fliegende Säge"

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:

- CompControlGradientValue
Steigung im Synchronbereich

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

5.7 Kurventabelle

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

Aufruf: Bei geöffneter Kurvenscheibe im IndraWorks Menü **Ansicht ► Andere Fenster ► Kurventabelle - CamBuilder**

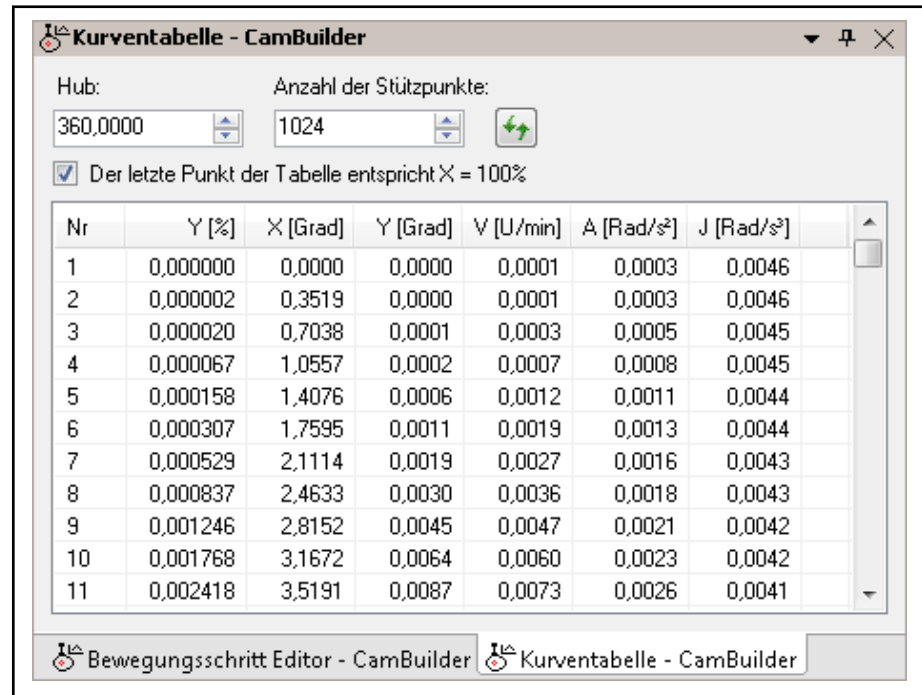


Abb. 5-34: Kurventabelle - CamBuilder

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).

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

Tab. 5-6: Die Einheiten der Spalten sind von den Leit- und Folgeachs-Einheiten abhängig

Die Tabelle ist schreibgeschützt und besitzt folgende Spalten:

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

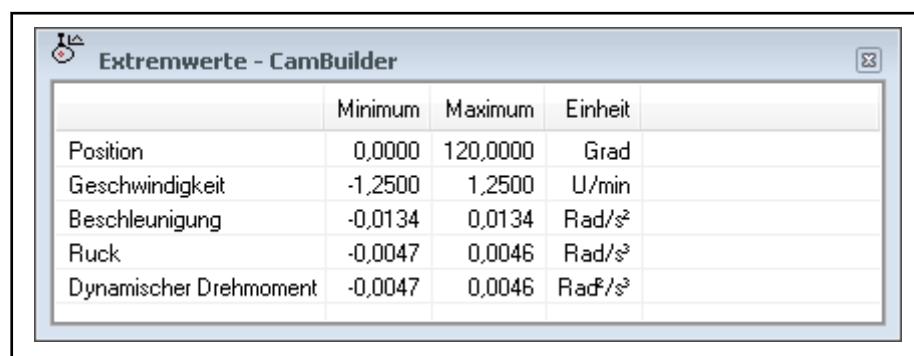
Nummer, Y [%], Leitachposition, Folgeachposition, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Ruck. Die Werte beziehen sich auf die im Bewegungsschritt Editor definierte Leitachsgeschwindigkeit.

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

5.8 Extremwerte

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

Aufruf: Bei geöffneter Kurvenscheibe im IndraWorks Menü **Ansicht ► Andere Fenster ► Extremwerte - CamBuilder**



	Minimum	Maximum	Einheit	
Position	0,0000	120,0000	Grad	
Geschwindigkeit	-1,2500	1,2500	U/min	
Beschleunigung	-0,0134	0,0134	Rad/s²	
Ruck	-0,0047	0,0046	Rad/s³	
Dynamischer Drehmoment	-0,0047	0,0046	Rad²/s³	

Abb. 5-35: Extremwerte - CamBuilder

Der Antriebsmomentenverlauf infolge dynamischer Belastungen durch abtriebsseitige Trägheitskräfte hängt von dem Produkt aus Geschwindigkeit und Beschleunigung ab. Man definiert deshalb als dynamische Momentenkennwerte die Maximalwerte dieses Produkts:

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

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

5.9 Kurvenscheibenvorschau

Kurvenscheiben werden graphisch über den "GraphEditor" (siehe [Kap. 5.1 "Graph Editor" auf Seite 37](#)) bearbeitet.

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 Vorschau kann einem "Cam Pool" im Projektextplorer hinzugefügt werden.

Symbol: 

Aufruf: Im Projektextplorer über das Kontextmenü des Knotens "Cam Pool" **Hinzufügen ► Vorschau**, oder per "Drag and Drop" über die IndraWorks Bibliothek, Registerkarte CamBuilder > "Vorschau" (siehe [Kap. 4.2 "Vorschauobjekte neu erstellen" auf Seite 34](#)).

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren



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

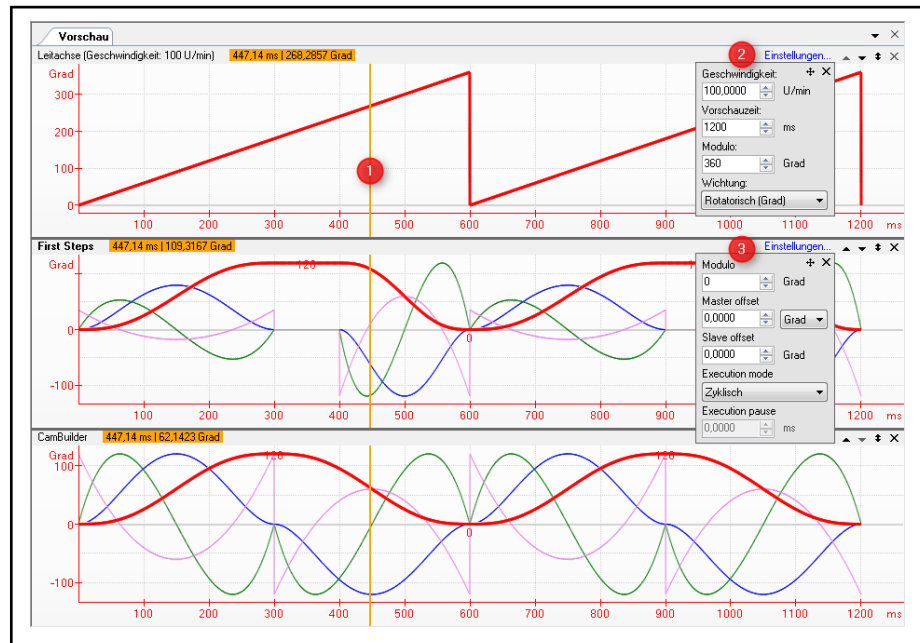


Abb. 5-36: Kurvenscheiben - Vorschau

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 Vorschaufensters 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 (1)

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.

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

Ändern der Ansicht	Die Ansicht lässt sich über dieselben Werkzeuge wie die des Graph Editors ändern (siehe Kap. 5.1.4 "Ansicht ändern" auf Seite 38). Die einzelnen Ansichten der Vorschauen sind auf der X-Achse synchronisiert. Es wird immer derselbe Zeitabschnitt angezeigt.
Eigenschaften der Leitachse (2)	Über den Link "Einstellungen..." der Leitachse lassen sich folgende Attribute der Leitachsdarstellung ändern: • Geschwindigkeit Die Einheit der Leitachsgeschwindigkeit hängt von der Wichtung der Leitachse ab • Vorschauzeit Die Einheit der Vorschauzeit ist Millisekunden • Modulo Definiert den Überlauf für die graphische Darstellung • Wichtung (rotatorisch bzw. translatorisch und Einheit)
Eigenschaften der Folgeachsen (3)	Über den Link "Einstellungen..." der Folgeachse lassen sich folgende Attribute der Folgeachsdarstellung ändern: • Modulo Definiert den Überlauf für die graphische Darstellung • Master offset Definiert den Offset im Leitachsbereich • Slave offset Definiert den Offset im Folgeachsbereich • Execution mode Ausführungsmodus: – Zyklisch – Zyklisch mit definierter Pause 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. – Einmalig • Execution pause Der Leitachsoffset kann entweder in der Einheit der Leitachse oder in Millisekunden eingegeben werden.

5.10 Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (XY)

Kurvenscheiben werden graphisch über den "GraphEditor" (siehe [Kap. 5.1 "Graph Editor" auf Seite 37](#)) bearbeitet.

Um die Überlagerung zweier translatorischer Kurvenscheiben in X - und Y - Richtung bezüglich einer Leitachse miteinander zu vergleichen, gibt es im CamBuilder die Möglichkeit, die Kurvenscheiben in einer speziellen Vorschau zu öffnen und darin zu analysieren.

Symbol: 

Aufruf: Im Projektextplorer über das Kontextmenü des Knotens "Cam Pool" **Hinzufügen ► Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (X/Y)**, oder per "Drag

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

and Drop" über die IndraWorks Bibliothek, Registerkarte CamBuilder > "Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (X/Y)" (siehe [Kap. 4.3 "Vorschauobjekte überlagerter Kurvenscheibenbewegungen neu erstellen"](#) auf Seite 35).

Die Vorschau überlagerter Kurvenscheiben funktioniert prinzipiell wie die einfache Kurvenscheibenvorschau (siehe [Kap. 5.9 "Kurvenscheibenvorschau"](#) auf Seite 71).

Aufbau des Fensters

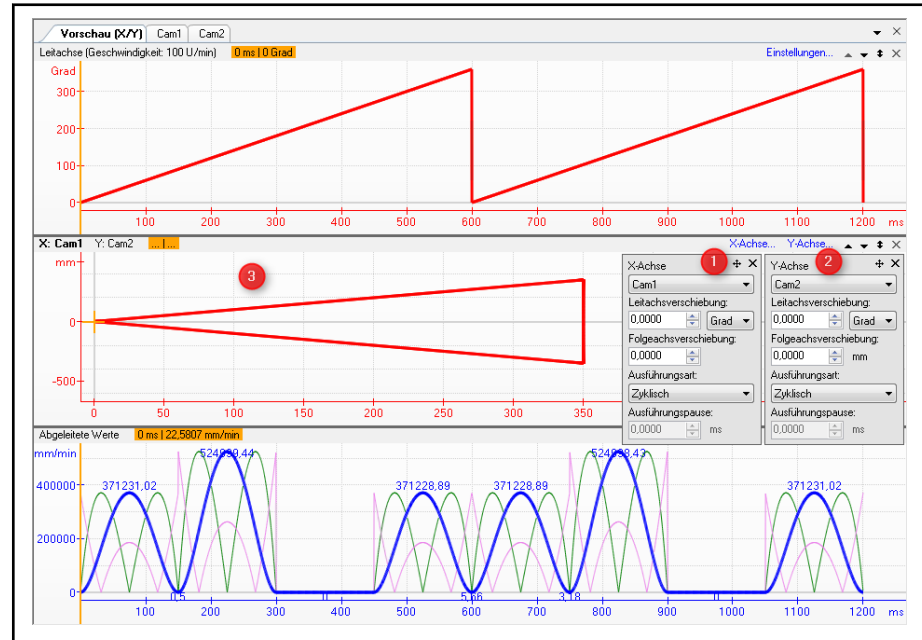


Abb. 5-37: Beispiel: Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (X/Y)

Das Vorschaufenster besteht aus einer Darstellung der Leitachse, einer Darstellung der überlagerten Bewegung der Kurvenscheiben in X - und Y -Richtung (3) und einer Darstellung der resultierenden Größen der überlagerten Bewegung (Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ruck).

Das oben gezeigte Beispiel resultiert aus den unten dargestellten Kurvenscheiben.

Die überlagerte Darstellung ergibt eine dreieckige Bewegung (3).

- (1) X-Achse = Cam1
- (2) Y-Achse = Cam2

Kurvenscheiben bearbeiten und analysieren

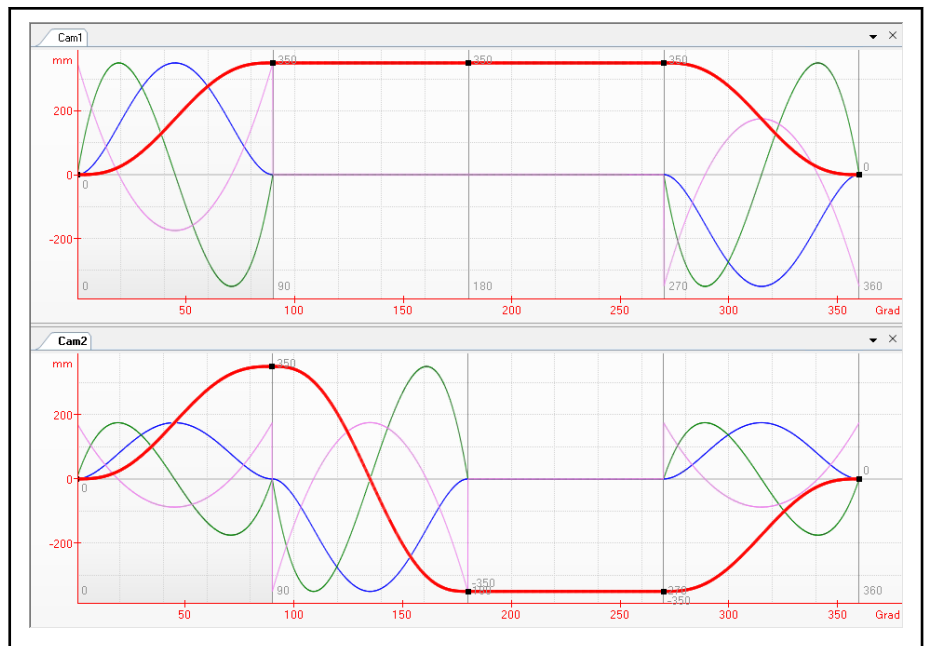


Abb. 5-38:

Messfunktion

Die Messlinie lässt sich mit der Maus im Auswahl-Modus (Pfeil) in der Leitachsdarstellung bzw. der Darstellung der resultierenden Werte verschieben. Die Messergebnisse werden jeweils in der Titelleiste jeder Vorschau angezeigt.

Eigenschaften der X- und Y-Achse

Über die Links "X-Achse..." und "Y-Achse..." der Darstellung der Kurvenscheibenüberlagerung lassen sich die folgende Attribute der Achsen ändern:

- **X-Achse / Y-Achse**

Auswahl einer translatorischen Kurvenscheibe

- **Leitachsverschiebung**

Definiert den Offset im Leitachsbereich der gewählten Kurvenscheibe

Die Leitachsverschiebung kann entweder in der Einheit der Leitachse oder in Millisekunden eingegeben werden.

- **Folgeachsverschiebung**

Definiert den Offset im Folgeachsbereich der gewählten Kurvenscheibe

- **Ausführungsart**

- Zyklisch
- Zyklisch mit definierter Pause

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.

- Einmalig

6 Verwalten von Kurvenscheiben und Vorschaubjekten im IndraWorks Projekt

Allgemeines	Kurvenscheiben und Vorschaubjekte werden vom CamBuilder innerhalb des Projektes verwaltet und auch mit diesem archiviert und wiederhergestellt. Sie werden im Projektextplorer unterhalb des "Cam Pool"-Knotens verwaltet. Soll eine Kurvenscheibe außerhalb des Projektes benutzt werden, kann diese exportiert werden. Ebenso ist es möglich, bereits bestehende Kurvenscheiben in ein Projekt zu importieren (siehe Kap. 8 "Import und Export von Kurvenscheiben" auf Seite 85). Kurvenscheiben können vom Projekt auf Geräte heruntergeladen werden, bzw. hochgeladen werden (siehe Kap. 7 "Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten" auf Seite 79).
"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 kann ein neuer Ordner unterhalb von diesem angelegt werden. In diesem Ordner können wiederum Kurvenscheiben und Vorschaubjekte erstellt und bearbeitet werden. Über das Kontextmenu 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, 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 Vorschaubjekten.
 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 kopiert werden. Hierfür selektieren Sie die zu kopierende Kurvenscheibe. Der Kopierbefehl kann über das Kontextmenü des Kurvenscheiben-Knotens, oder über das IndraWorks Menü erfolgen: Bearbeiten ► Kopieren.
Einfügen einer Kurvenscheibe	Eine Kurvenscheibe oder eine Vorschau kann, nachdem sie kopiert wurde, wieder in das Projekt eingefügt werden. Hierfür selektieren Sie den Ziel-Knoten im "Cam Pool" des Projektextplorers. Der Einfügebefehl kann über das Kontextmenü des Cam Pool-Knotens, oder über das IndraWorks Menü erfolgen: Bearbeiten ► Einfügen.
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 markiert und über ihr Kontextmenü umbenannt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, bei geöffneter

Verwalten von Kurvenscheiben und Vorschauobjekten im IndraWorks Projekt

Kurvenscheibe den "Eigenschaften"-Dialog im Kontextmenü der Kurvenscheibe aufzurufen und dort den Namen zu ändern.

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.

7 Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten

7.1 Kurvenscheiben auf Geräte herunterladen

7.1.1 Allgemeines

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 nachfolgenden Funktionen zu nutzen.

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

Die Parameter haben verschiedene Symbole für die jeweiligen Betriebsarten:

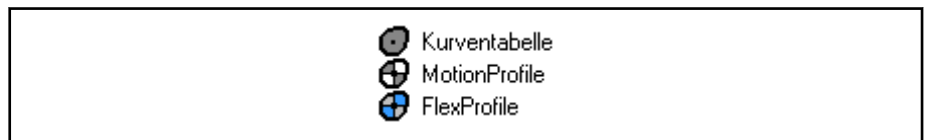


Abb. 7-1: Symbole der Geräte für verschiedene Betriebsarten

7.1.2 Kurvenscheiben auf Kurventabellen-Parameter herunterladen

Soll die fokussierte Kurvenscheibe auf Kurventabellen-Parameter heruntergeladen werden, so wird für den kompletten Verlauf des Positionsprofils eine Stützpunkttabelle 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 Komponente der Kurvenscheibe entfernen**

Diese Einstellung gilt nur für Antriebe und entfernt den linearen Anteil einer Kurvenscheibe.

Diese Option ist notwendig wenn im Antrieb eine Untersetzung parametrisiert ist, welche die lineare Vorwärtsbewegung steuert und Kurvenscheibe nur die Ausgleichsbewegung steuern soll. Diese Kombination ermöglicht einen schnellen Wechsel der Kurvenscheiben z.B. für Querschneider. Weitere Informationen zur Untersetzung enthält die Funktionsbeschreibung des verwendeten Gerätes.

- **Der letzte Stützpunkt der Tabelle entspricht X = 100%** - (Ja: 360° / Nein: 360° - dφ) (Tabellenformat)

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 auf dem Antrieb zwei verschiedene Formate.

Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten

Angenommen die Anzahl der Stützpunkte soll 1024 betragen:

Historisch:	Die 100% werden auf 1024 + 1 Punkt aufgeteilt (Letzter Tabellenwert bei Leitachswinkel 360° - dφ)		
	0,0000%	=	Punkt 1
	99,9024%	=	Punkt 1024
	100,0000%	=	Punkt 1
Aktuell:	Die 100% werden genau auf z.B. 1024 Punkte aufgeteilt (Letzter Tabellenwert bei Leitachswinkel 360°)		
	0,0000%	=	Punkt 1
	99,9023%	=	Punkt 1023
	100,0000%	=	Punkt 1024



Enthält die Kurvenscheibe Bewegungsschritte mit Zeitreferenz, wird die Folgeachs-bewegung anhand der eingegebenen Leitachsgeschwindigkeit berechnet. Die dynamische Funktionalität geht hierbei verloren. Ebenso geht die Dynamik der Flex-Schritte verloren.

7.1.3 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.



Enthält die Kurvenscheibe Bewegungsschritte mit Zeitreferenz, wird die Folgeachs-bewegung anhand der eingegebenen Leitachsgeschwindigkeit berechnet. Die dynamischen Randwerte gehen hierbei verloren. Ebenso geht die Dynamik der Flex-Schritte verloren.

7.1.4 Kurvenscheiben auf FlexProfile-Parameter herunterladen

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

HINWEIS**Kurvenscheiben mit Slave-Start-Position <>0**

Wenn Kurvenscheiben bei einer Slave-Position <> 0 starten, so wird der Startwert immer auf 0 verschoben, wenn die Kurvenscheibe auf ein FlexProfil geladen wird.

Mit dem Funktionsbaustein MB_PhasingSlave kann der gewünschte Startwert wieder hergestellt werden.

Es sind keine weiteren Einstellungen notwendig.

7.1.5 Kurvenscheiben auf CF-Speicherkarte herunterladen

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

Anders als bei den Parametern für Kurventabellen, MotionProfiles und FlexProfiles 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.

7.2 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 diese Funktion zu nutzen.

Über das Kontextmenü eines "Cam Pool"-Knotens im Projektextplorer 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.

Die Parameter besitzen verschiedene Symbole für die verschiedenen Betriebsarten:

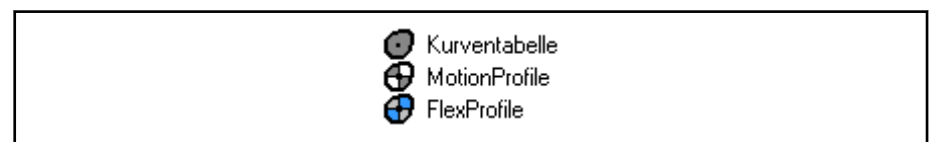


Abb. 7-2: Symbole der Geräte für verschiedene Betriebsarten

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.

7.3 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 IndraMotion MLC/ IndraLogic XLC 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. 7-3: SPS-Funktionsbaustein generieren

Wenn in dem aktuellen Projekt ein Ordner "Allgemeiner Bausteinteil" (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. 9.1 "CamBuilder-Optionen" auf Seite 89](#)) festgelegten Präfix und

Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten

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.



Um einen variablen Funktionsbaustein zu erzeugen, können im CamBuilder statt konstanter Werte für die Kurvenscheibeneigenschaften auch Formeln mit Verweisen auf Variablen eingesetzt werden (siehe [Kap. 5.5 "Formel Editor" auf Seite 61](#)).

Kurzbeschreibung des Funktionsbausteins

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

Schnittstellenbeschreibung

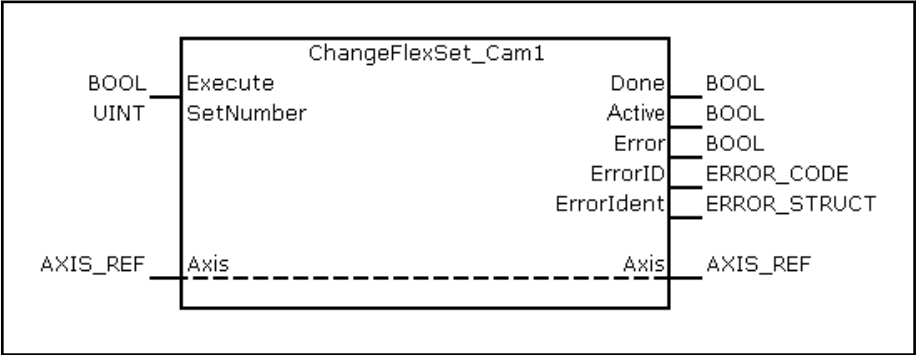


Abb. 7-4: Funktionsbaustein ChangeFlexSet_Cam1

	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

Tab. 7-1: Schnittstelle des FB ChangeFlexSet_Cam1



Werden in der Kurvenscheibendefinition Formeln mit Variablen (siehe [Kap. 5.4 "Variablen Editor" auf Seite 59](#)) verwendet, wird der Baustein diese als weitere Eingänge vom Typ "LREAL" enthalten.

Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten

Signal-Zeit-Diagramm

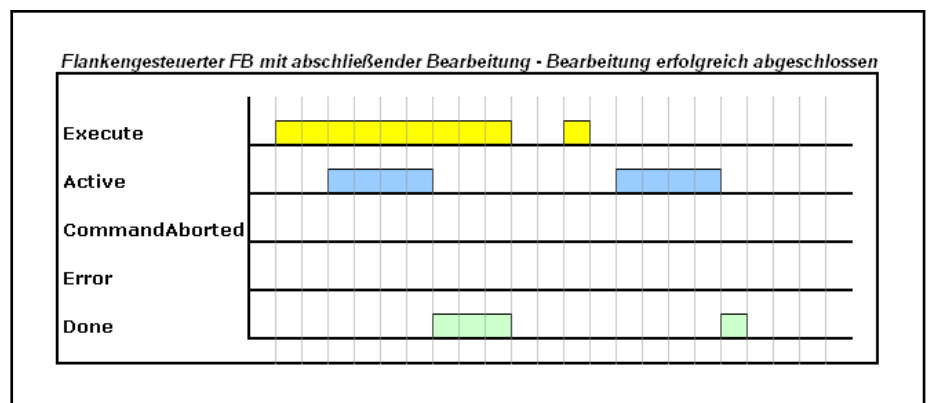


Abb. 7-5: Signal-Zeit-Diagramm: ChangeFlexSet_Cam1

8 Import und Export von Kurvenscheiben

8.1 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 IndraMotion MLC bzw. IndraLogic XLC).
Ermöglicht das Laden der Parameterdatei in das Zielgerät, z.B. mit IndraWorks oder DriveTop. Die Kurvenscheibe wird in eine Kurventabelle umgewandelt.
- **Kurventabelle (*.CSV)**
Die Positions-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- 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.

8.2 Kurvenscheiben exportieren

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

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

Soll die Kurvenscheibe mit dem **IndraSize**-Werkzeug analysiert werden, 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 Positions-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- 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, in dem die Kurvenscheibe gespeichert werden soll, z.B. unterstützen Antriebe der ECODRIVE Familie zwei Kurvenscheiben (P-0-0072 und P-0-0092)
- **Lineare Komponente der Kurvenscheibe entfernen**
Voraussetzung: Geräte-Typ = IndraDrive bzw. EcoDrive

Import und Export von Kurvenscheiben

Diese Einstellung gilt nur für Antriebe und entfernt den linearen Anteil einer Kurvenscheibe.

Diese Option ist notwendig wenn im Antrieb eine Untersetzung parametrisiert ist, welche die lineare Vorwärtsbewegung steuert und Kurvenscheibe nur die Ausgleichsbewegung steuern soll. Diese Kombination ermöglicht einen schnellen Wechsel der Kurvenscheiben z.B. für Querschneider. Weitere Informationen zur Untersetzung enthält die Funktionsbeschreibung des verwendeten Gerätes.

- **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%**

Voraussetzung: Geräte-Typ = IndraDrive bzw. EcoDrive

(Ja: 360° / Nein: 360° - dφ) (Tabellenformat)

- **Daten der Kurventabelle**

- **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:

- **Datenformat**

- **Feldtrennzeichen**

legt fest, mit welchem Trennzeichen die Werte exportiert werden.

- **Dezimaltrenner**

Punkt, oder Komma

- **Feldtrenner**

Komma, oder Semikolon

- **In VisualMotion-8-Format sichern** (Option)

exportiert automatisch im VisualMotion-8-csv-Dateiformat.

Mit dieser Einstellung werden automatisch alle anderen Einstellungen zurückgesetzt.

- **Daten der Kurventabelle**

- **Anzahl der Stützpunkte** - (begrenzt von 3 bis 1024)

- **Hub** - Faktor zum Berechnen der %-Werte der Stützpunkttable

- **Der letzte Stützpunkt der Tabelle gehört zu X: 100%**

(Ja: 360° / Nein: 360° - dφ) (Tabellenformat)

- **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 enthält die Funktionsbeschreibung des verwendeten Gerätes

Diese Einstellung gilt nur für Antriebe und entfernt den linearen Anteil einer Kurvenscheibe.

Diese Option ist notwendig wenn im Antrieb eine Untersetzung parametrisiert ist, welche die lineare Vorwärtsbewegung steuert und Kurvenscheibe nur die Ausgleichsbewegung steuern soll. Diese Kombination ermöglicht einen schnellen Wechsel der Kurvenscheiben z.B. für Querschneider. Weitere Informationen zur Unter-

Import und Export von Kurvenscheiben

setzung enthält die Funktionsbeschreibung des verwendeten Gerätes.

- **Zusätzliche Daten**

Mit dieser Einstellung können die Daten des Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und des Ruckprofils mit exportiert werden

- **Informationen hinzufügen**

Ist diese Einstellung nicht gesetzt, wird nur die Kurventabelle exportiert. Ansonsten werden folgende Informationen automatisch hinzugefügt:

- Datum der Erzeugung
 - Version des CamBuilder
 - Benutzerdefinierter Name
 - Spaltenüberschriften
 - **Geschwindigkeit**
 - **Beschleunigung**
 - **Ruck**

8.3 Kurvenscheiben importieren

Der Import einer Kurvenscheibe wird über das Kontextmenü des "Cam Pool"-Knotens im Projektextplorer gestartet. Anschließend muss die zu importierende Datei im Dialog **Datei-Öffnen** 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, wird automatisch ein letzter Stützpunkt als Vorschlag in das Eingabefeld eingetragen.

9 CamBuilder-Optionen und Kurvenscheiben-Eigenschaften

9.1 CamBuilder-Optionen

Aufruf: IndraWorks Menü **Extras** ► **Optionen** ► **CamBuilder**

In den CamBuilder Optionen können allgemeine Einstellungen vorgenommen werden, die sich auf den gesamten CamBuilder und alle geöffneten Kurvenscheiben auswirken.

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

Die Optionen sind in zwei Gruppen aufgeteilt, "Einstellungen" und "Graph":

CamBuilder Einstellungen

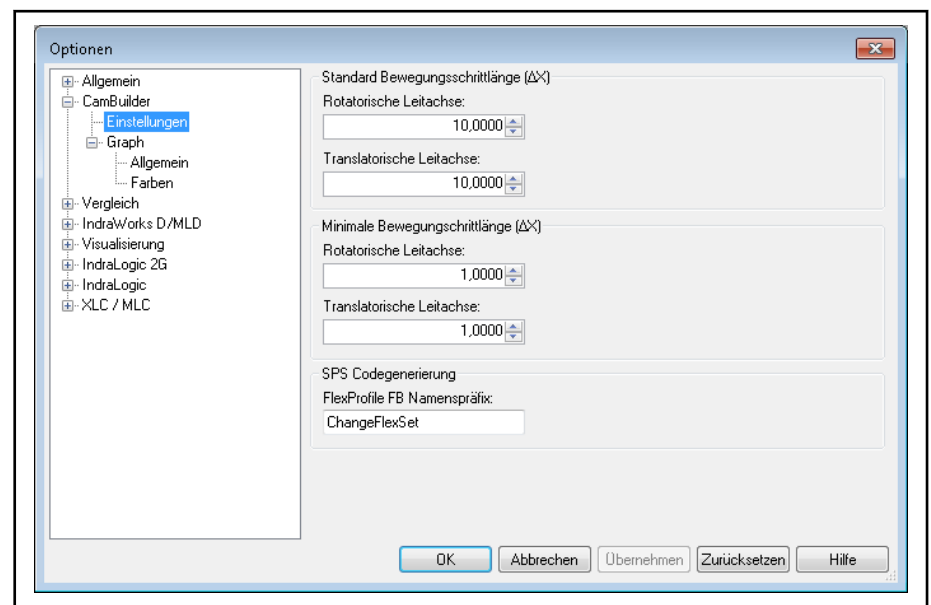


Abb. 9-1: CamBuilder - Optionen "Einstellungen"



Die definierten Standardwerte werden beim Einfügen neuer Bewegungsschritte verwendet.

Einstellmöglichkeiten:

- **Standard Bewegungsschrittlänge (ΔX)**
 - rotatorische Bewegungsschrittlänge
 - translatorische Bewegungsschrittlänge
- **Minimale Bewegungsschrittlänge (ΔX)**

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.

 - rotatorische Bewegungsschrittlänge
 - translatorische Bewegungsschrittlänge
- **SPS Codegenerierung**

FlexProfile FB-Namenspräfix

CamBuilder-Optionen und Kurvenscheiben-Eigenschaften

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.

CamBuilder Graph - Allgemein

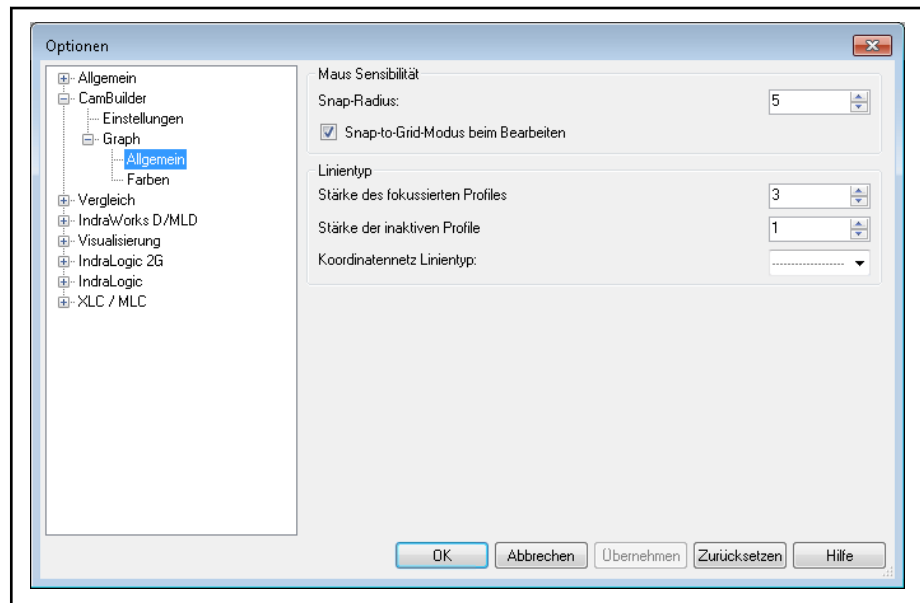


Abb. 9-2: CamBuilder - Optionen "Graph Allgemein"

Einstellmöglichkeiten:

- **Maus Sensibilität**
 - **Snap-Radius**
Verwendeter Radius um den Klickpunkt der Maus, um Objekte zu selektieren (1-20 Pixel, Default 5).
 - ☒ **Snap-to-Grid beim Bearbeiten**
Die aktivierte Option bewirkt ein Einrasten auf das Gitternetz im GraphEditor, wenn ein Bewegungsschritt "von Hand" mittels Auswahlwerkzeug verschoben wird.
Diese Option kann während eines Editiervorganges durch die <Strg>-Taste deaktiviert werden
- **Linientyp**
 - Stärke des fokussierten Profils
 - Stärke der inaktiven Profile
 - Koordinatennetz Linientyp

CamBuilder-Optionen und Kurvenscheiben-Eigenschaften

CamBuilder Graph - Farben

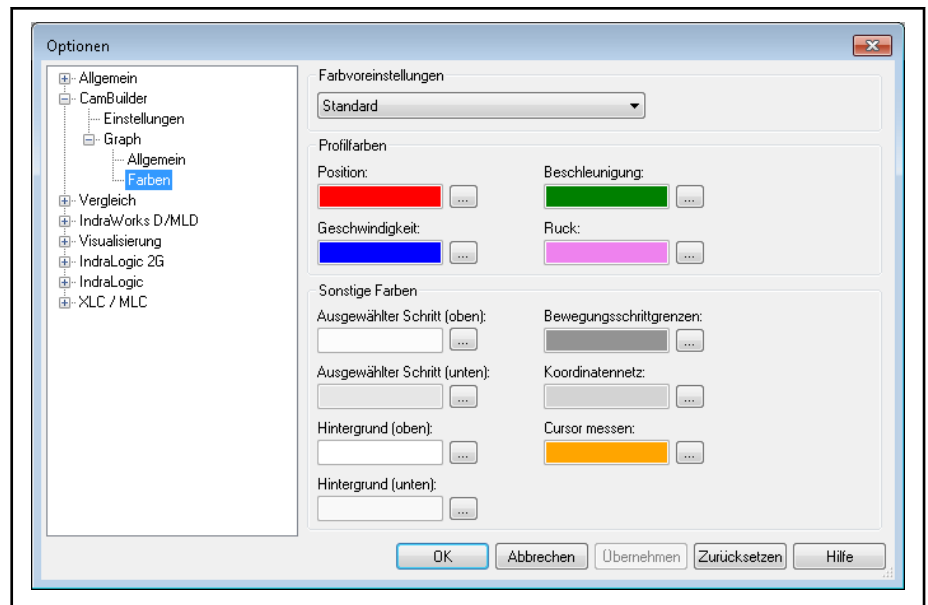


Abb. 9-3: Cambuilder - Optionen "Graph Farben"

Es besteht die Möglichkeit zwischen vordefinierten Farbschemata zu wählen, bzw. diese beliebig zu verändern:

Farbvoreinstellungen

Farbschemata des GraphEditors:

- Standard
- Helle Profile - Dunkler Hintergrund
- Dunkle Profile - Heller Hintergrund

Profilfarben

Farbvorgaben der Graphen im GraphEditor:

- Position (Farbe des Positionsprofils)
- Geschwindigkeit (Farbe des Geschwindigkeitsprofils)
- Beschleunigung (Farbe des Beschleunigungsprofils)
- Ruck (Farbe des Ruckprofils)

Sonstige Farben

Farbvorgaben für weitere Elemente des GraphEditors:

- Ausgewählter Schritt
Farbe des selektierten Schrittes (jeweils oben und unten)
- Hintergrund
Farbe des Graph-Hintergrundes (jeweils oben und unten)
- Bewegungsschrittgrenzen
- Koordinatennetz
- Cursor messen

9.2 Kurvenscheiben-Eigenschaften

Aufruf: Über das Kontextmenü der selektierten Kurvenscheibe im Projektexplorer **Eigenschaften**

CamBuilder-Optionen und Kurvenscheiben-Eigenschaften



Das Öffnen der Eigenschaften lädt auch automatisch die entsprechende Kurvenscheibe.

Abb. 9-4:

Die hier zu editierenden Eigenschaften entsprechen dem ersten Schritt des Wizards für eine neue Kurvenscheibe.

Siehe [Kap. 4 "Kurvenscheiben und Vorschauobjekte anlegen"](#) auf Seite 33

10 Drucken von Kurvenscheiben

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

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

- **'Graphische Darstellung' der Kurvenscheibe drucken**
Die aktuelle graphische Ausgabe wird gedruckt. Damit diese Option wählbar ist, muss eine Kurvenscheibe im Arbeitsbereich geöffnet sein
- **'Beschreibung' der Kurvenscheibe drucken**
Die Beschreibung der Kurvenscheibe wird gedruckt. Damit diese Option wählbar ist, muss die Kurvenscheibe eine Beschreibung beinhalten
- **'Anwendungsdaten' der Kurvenscheibe drucken**
Die Applikationsdaten aus dem Applikationswizard werden gedruckt. Damit diese Option wählbar ist, muss die Kurvenscheibe einen Applikationswizard beinhalten
- **'Motion Steps' der Kurvenscheibe drucken**
Die Daten der einzelnen Bewegungsschritte (Position, Geschwindigkeit, Bewegungsgesetz, Beschreibung, ..) werden gedruckt
- **'Extremwerte' der Kurvenscheibe drucken**
Der Inhalt der Extremwertliste wird gedruckt
- **'Kurvenscheibentabelle' der Kurvenscheibe drucken**
Beispiel: 1024 Prozentwerte der Folgeachsposition werden gedruckt

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

11 Bewegungsgesetze

11.1 Allgemeines

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

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

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

	Definition des Bewegungsgesetzes am Eingang MotionLaw (ProfileStepAdr)		Verfahrbereich		Randwerte Links			Randwerte Rechts			Max (nicht überall berücksichtigt)			WPV möglich	Flexschritt möglich	Betriebsarten
			Hub	Bereich	StGesch	StBesch	StRuck	EndGesch	EndBesch	EndRuck	MaxGesch	MaxBesch	MaxRuck			
Rast in Rast																
Stillstand	REST_IN_REST_LINEAR	2048	0	*	0	0	0	0	0	0	=	=	=	x		KT, FP
Sinuslinie	REST_IN_REST_SINE	2560	*	*	0	=	=	0	=	=	=	=	=	x		KT, FP
Geneigte Sinuslinie	REST_IN_REST_INCLINEDSINE	0	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT, MP, FP
Beschleunigungsoptimal geneigte Sinuslinie	REST_IN_REST_SINE-ACC	3072	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT, FP
Momentenoptimal geneigte Sinuslinie	REST_IN_REST_SINE-TORQUE	3328	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT, FP
Sinoide von Gutman	REST_IN_REST_GUTMANSINE	2816	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT, FP
Modifizierte Sinoide	REST_IN_REST_MOD_SINE	3840	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT, FP
Modifiziertes Beschleunigungstrapez	REST_IN_REST_MOD_TRAPEZE	3584	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT, FP
Polynom 5. Ordnung	REST_IN_REST_POLY5	256	*	*	0	=	=	0	=	=	=	=	=	x		KT, FP
Polynom 7. Ordnung	REST_IN_REST_POLY7	2304	*	*	0	0	=	0	0	=	=	=	=	x		KT, FP
Polynom 8. Ordnung	REST_IN_REST_POLY8	5120	*	*	0	0	0	0	0	0	=	=	=	x		KT, MP, FP
Quadratische Parabel	REST_IN_REST_PARABOLA	4864	*	*	0	0	0	0	0	0	=	=	=	x		KT

	Definition des Bewegungsgesetzes am Eingang MotionLaw (ProfileStepAdr)	Verfahrbereich			Randwerte Links			Randwerte Rechts			Max (nicht überall berücksichtigt)			WPV möglich	Flexschritt möglich	Betriebsarten
		Hub	Bereich		StGesch	StBesch	StRuck	EndGesch	EndBesch	EndRuck	MaxGesch	MaxBesch	MaxRuck			
Rast in Geschwindigkeit																
Polynom 5. Ordnung	REST_IN_VELOCITY_POLY5	512	*	*	0	0	=	*	0	=	=	=	=			KT, MP, FP
Polynom 7. Ordnung	REST_IN_VELOCITY_POLY7	768	*	*	0	0	0	*	0	0	=	=	=			KT, FP
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit																
Konstante Geschwindigkeit	CONSTANT_VELOCITY	1536	*	*	=	0	0	=	0	0	=	=	=			KT, MP, FP
Polynom 5. Ordnung	VELOCITY_IN_VELOCITY_POLY5	1792	*	*	*	0	=	*	0	=	=	=	=			KT, MP, FP
Polynom 7. Ordnung	VELOCITY_IN_VELOCITY_POLY7	4096	*	*	*	0	0	*	0	0	=	=	=			KT, FP
Modifizierte Sinoide	VELOCITY_IN_VELOCITY_MOD_SINE	4352	*	*	*	0	=	*	0	=	=	=	=			KT, FP
Geschwindigkeit in Rast																
Polynom 5. Ordnung	VELOCITY_IN_REST_POLY5	1024	*	*	*	0	=	0	0	=	=	=	=			KT, MP, FP
Polynom 7. Ordnung	VELOCITY_IN_REST_POLY7	1280	*	*	*	0	0	0	0	0	=	=	=			KT, FP
Allgemeine Bewegung																
Polynom 2. Ordnung	COMMON_POLY2	16896	*	*	*	=	=	=	=	=	=	=	=			KT
Polynom 3. Ordnung	COMMON_POLY3	17152	*	*	*	=	=	*	=	=	=	=	=			KT
Polynom 4. Ordnung	COMMON_POLY4	17408	*	*	*	=	=	*	=	=	=	=	=	x		KT
Polynom 5. Ordnung	COMMON_POLY5	16384	*	*	*	*	=	*	*	=	=	=	=		x	KT, FP
Polynom 7. Ordnung	COMMON_POLY7	16640	*	*	*	*	*	*	*	*	=	=	=		x	KT, FP
Polynom 8. Ordnung	COMMON_POLY8	17664	*	*	*	*	*	*	*	*	=	=	=			KT
Erweiterte Bewegung																
- Resultierender Hub																

Bewegungsgesetze

	Definition des Bewegungsgesetzes am Eingang MotionLaw (ProfileStepAdr)		Verfahrbereich		Randwerte Links			Randwerte Rechts			Max (nicht überall berücksichtigt)			WPV möglich	Flexschritt möglich	Betriebsarten
			Hub	Bereich	StGesch	StBesch	StRuck	EndGesch	EndBesch	EndRuck	MaxGesch	MaxBesch	MaxRuck			
Geschwindigkeit 2. Ordnung (Startbeschleunigung Null)	X_VEL_STARTACC	33280	=	*	*	0	=	*	=	=	=	=	=			KT
Geschwindigkeit 2. Ordnung (Endbeschleunigung Null)	X_VEL_ENDACC	33280	=	*	*	=	=	*	0	=	=	=	=			KT
Lineare Geschwindigkeit	X_LINEAR_VEL	33024	=	*	*	=	=	*	=	=	=	=	=			KT
Lineare Beschleunigung	X_LINEAR_ACC	32768	=	*	*	*	=	=	*	=	=	=	=			KT
- Resultierender Leitachsabschnitt																
Beschleunigungsbeginn Bewegung (Trapezprofil)	X_FIT_VEL_TRAPEZE_ALIM	7000	*	=	*	=	=	*	=	=	*	*	=			KT, FP
Beschleunigungsbeginn Sinuslinie	X_FIT_SINE_TRAPEZE_ALIM	28928	*	=	*	=	=	*	=	=	*	*	=			KT, FP
Ruckbegrenzte Bewegung (Trapezprofil)	X_FIT_ACC_TRAPEZE_JLIM	29184	*	=	*	=	=	*	=	=	*	*	*			KT, FP
- Sonstige																
Geschwindigkeitsbeginn Polynom 5. Grades	X_MOTION_IN_MOTION_POLY5_VLIM	24576	*	*	*	*	=	*	*	=	*	=	=			KT, FP
Überschwingungsfreies Polynom 5. Grades	X_MOTION_IN_MOTION_POLY5_SLIM	24832	*	*	*	0	=	*	0	=	=	=	=			KT, FP
Beschleunigungsbeginn (Trapezprofil)	X_VELOCITY_IN_VELOCITY_TRAPEZE_ALIM	20480	*	*	*	0	=	*	0	=	*	*	=			KT, FP
Punktetabelle																
Kurvenscheibe	CAMTABLE_1	1...99	*	*	=	=	=	=	=	=	=	=	=			KT, MP, FP

0

*

=

KT

MP

explizit 0

benutzerdefiniert

automatisch berechnet

Kurventabelle

MotionProfile

Bewegungsgesetze

FP FlexProfile

Tab. 11-1: Randbedingungen der FlexProfile Bewegungsgesetze

Hinweis zu Hub bei
Punktetabellen:**Punktetabellen mit gleichen Anfangs- und Endpunkten:**

Die gesamte Punktetabelle wird mit dem angegebenen Hub skaliert.

Der Startpunkt wird durch eine Additionskonstante auf 0 geschoben. Durch dieses Vorgehen ist eine nahtlose Verknüpfung mehrerer Schritte innerhalb eines Profils möglich.

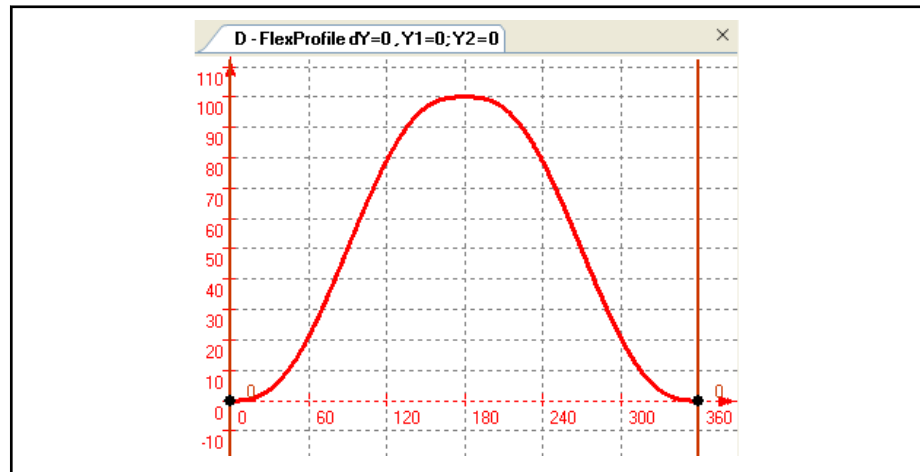


Abb. 11-1: Punktetabelle, gleicher Anfangs- und Endpunkt

Punktetabellen mit verschiedenen Anfangs- und Endpunkten:

Der Anfangspunkt wird durch eine Additionskonstante auf 0 geschoben und der Endpunkt wird dem angegebenen Hub skaliert, so dass dieser bei 100 % endet.

Die restliche Punktetabelle ändert sich dementsprechend.

Durch dieses Vorgehen ist eine nahtlose Verknüpfung mehrerer Schritte innerhalb eines Profils möglich. Damit gibt auch einzig und allein das Vorzeichen des Hubs die Richtung der zu verfahrenen Distanz an.

Negative Punktetabellen werden bei positivem Hub auch in positive Richtung verfahren.



Dies kann zu einer Verzerrung/extremen Verformung der Kurvenscheibe führen, da der Endpunkt nicht zwangsläufig der Punkt mit dem größten Hub sein muss.

Beispiel: Folgende Punktetabelle ist gegeben (20 % bis 50 %)

Bewegungsgesetze

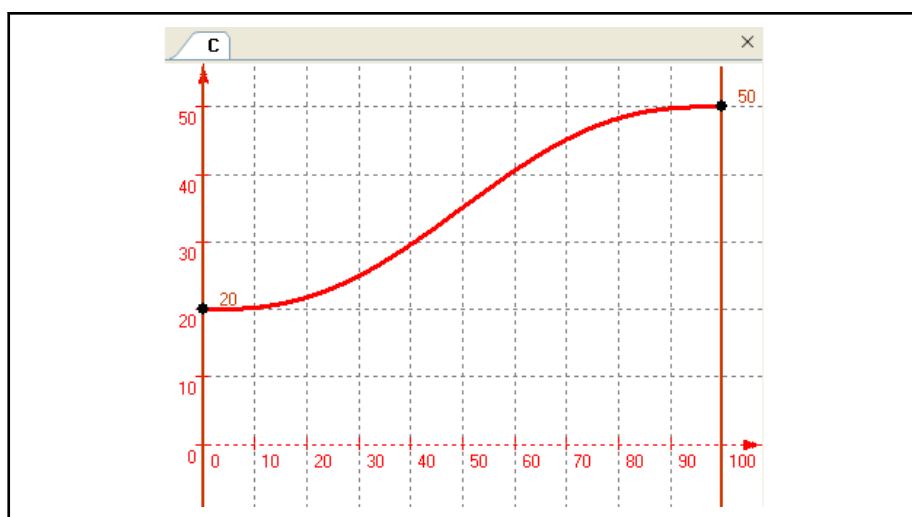


Abb. 11-2: Ursprungs-Punktetabelle

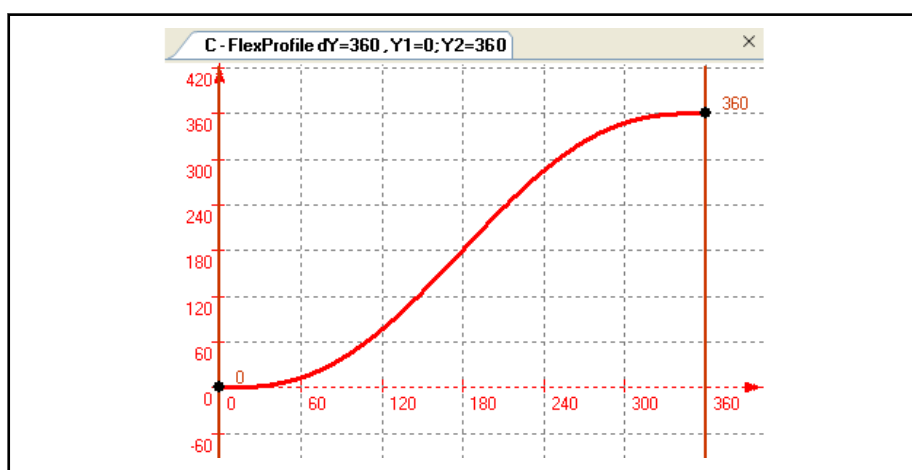


Abb. 11-3: Ergebnis bei Hub 360

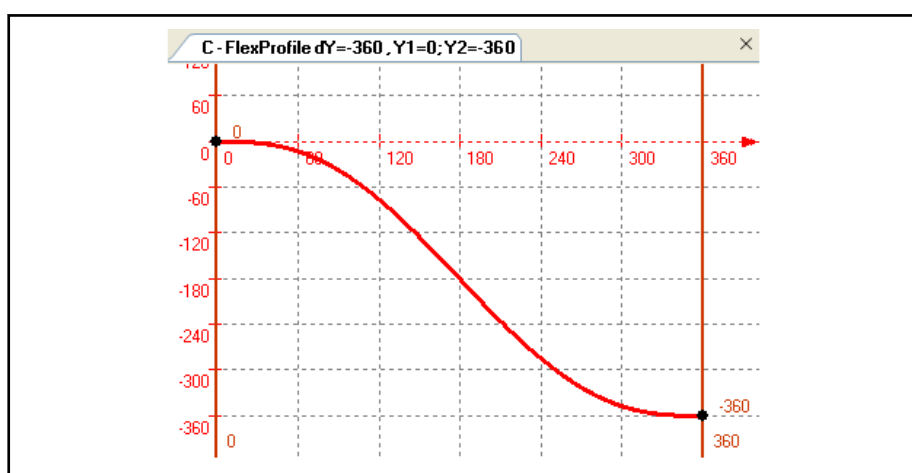


Abb. 11-4: Ergebnis bei Hub -360

Bewegungsgesetze

11.2 Analytische Funktionen

11.2.1 Allgemeines

Die folgenden Bewegungsgesetze ermöglichen eine Auswahl nach verschiedenen Kriterien.

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

11.2.2 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. 11-5: Funktion: Rast in Rast, Stillstand

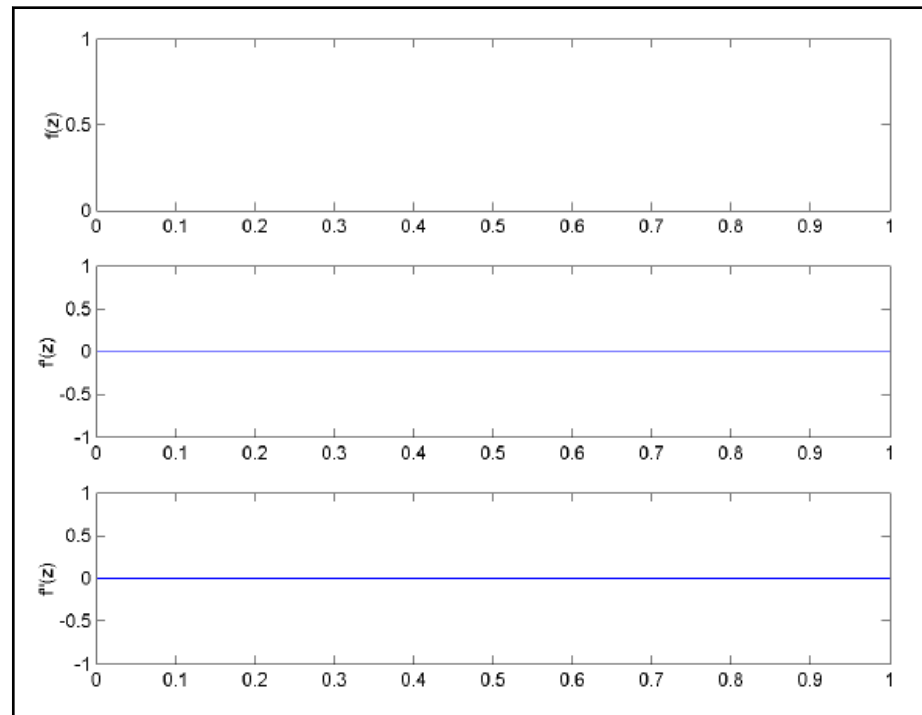


Abb. 11-6: Graph: Rast in Rast, Stillstand

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. 11-7: Funktion: Rast in Rast, Einfache Sinuslinie

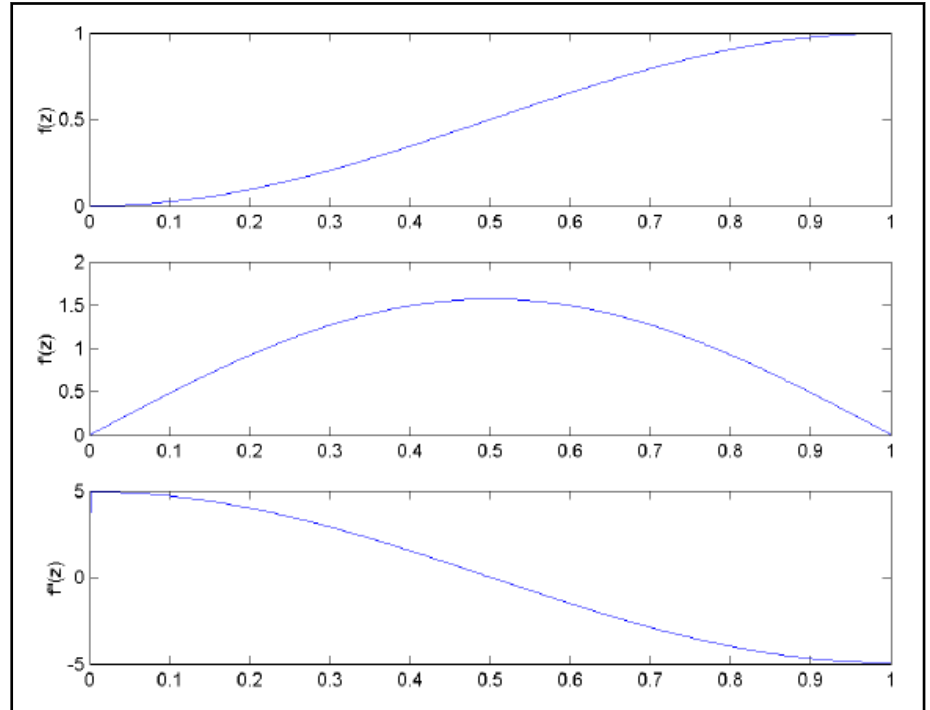


Abb. 11-8: Graph: Rast in Rast, Sinuslinie (einfache Sinoide)

Rast in Rast, Geneigte Sinuslinie (Sinoide von Bestehorn)

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. 11-9: Funktion: Rast in Rast, Geneigte Sinuslinie (Sinoide von Bestehorn)

Bewegungsgesetze

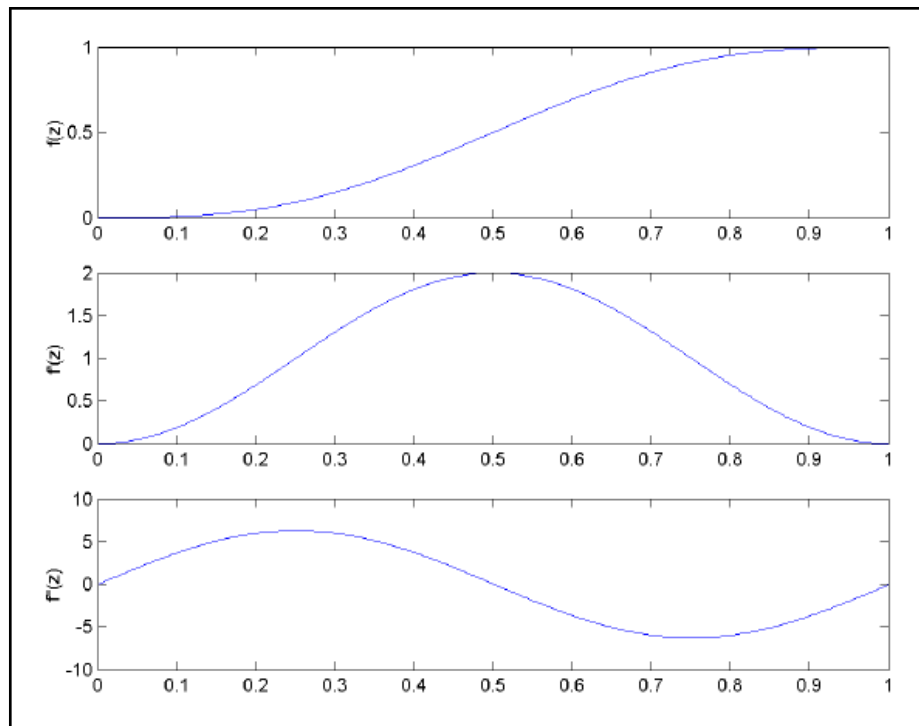


Abb. 11-10: Graph: Rast in Rast, Geneigte Sinuslinie (Sinoide von Bestehorn)

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. 11-11: Funktion: Rast in Rast, Beschleunigungsoptimal geneigte Sinuslinie

Bewegungsgesetze

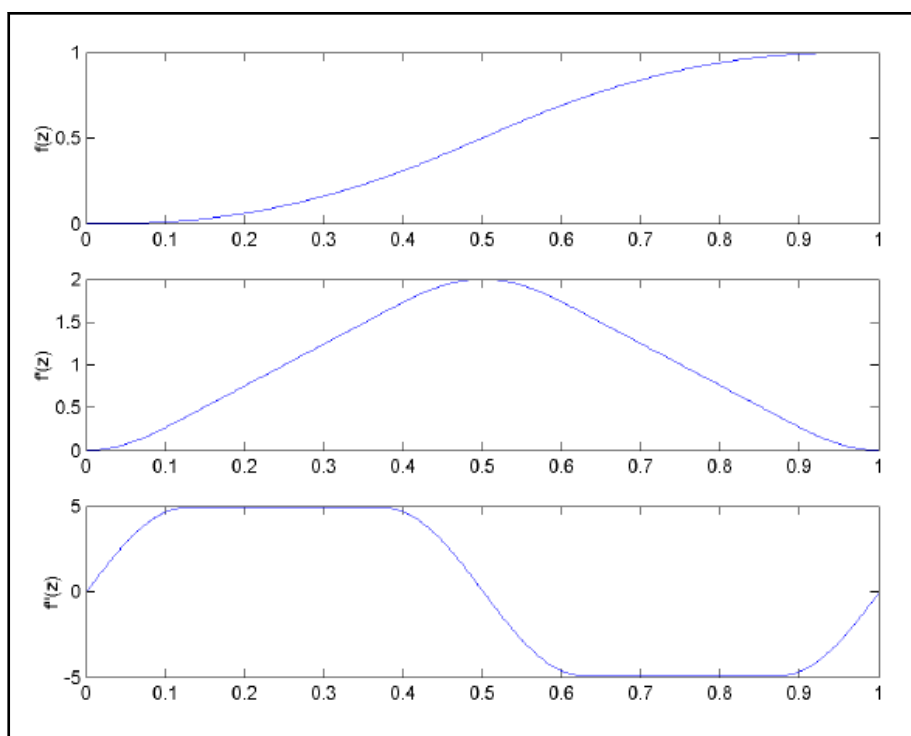


Abb. 11-12: Graph: Rast in Rast, Beschleunigungsoptimal geneigte Sinuslinie
Rast in Rast, Momentenoptimale geneigte Sinuslinie

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

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

Abb. 11-13: Funktion: Rast in Rast, Momentenoptimale geneigte Sinuslinie

Bewegungsgesetze

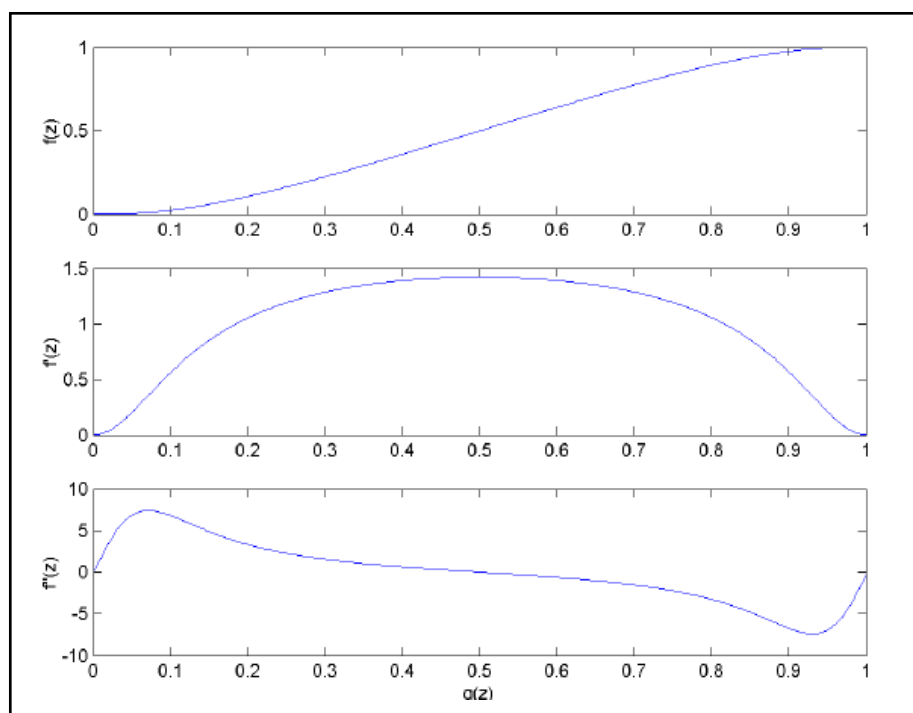


Abb. 11-14: Graph: Rast in Rast, Momentenoptimale geneigte Sinuslinie
Rast in Rast, Sinoide von Gutman

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

Abb. 11-15: Funktion: Rast in Rast, Sinoide von Gutman

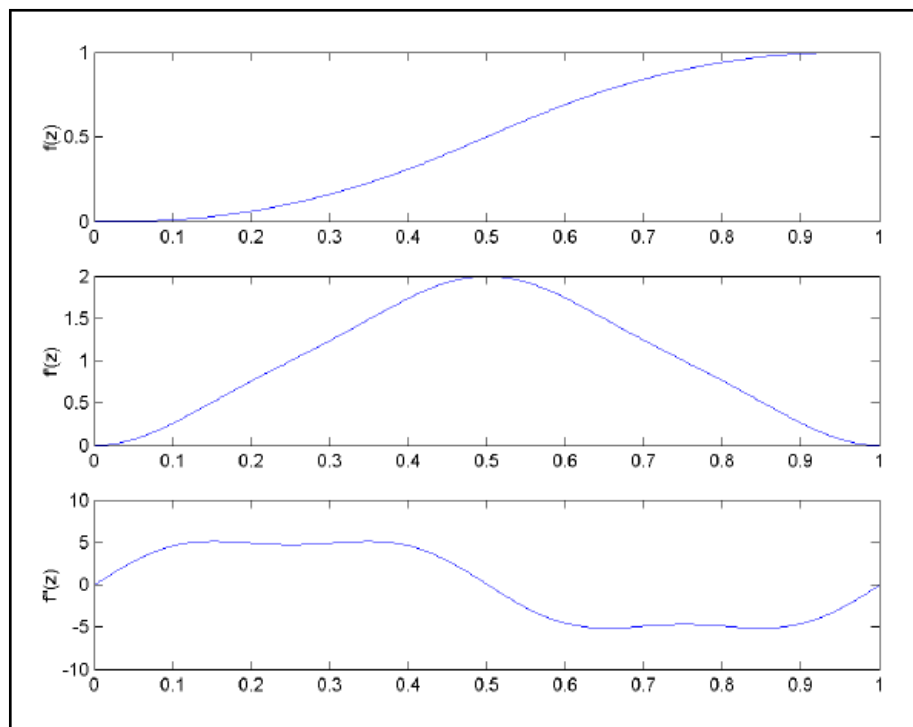


Abb. 11-16: Graph: Rast in Rast, Sinoide von Gutman

Rast in Rast, Modifizierte Sinoide

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. 11-17: Funktion: Rast in Rast, Modifizierte Sinoide

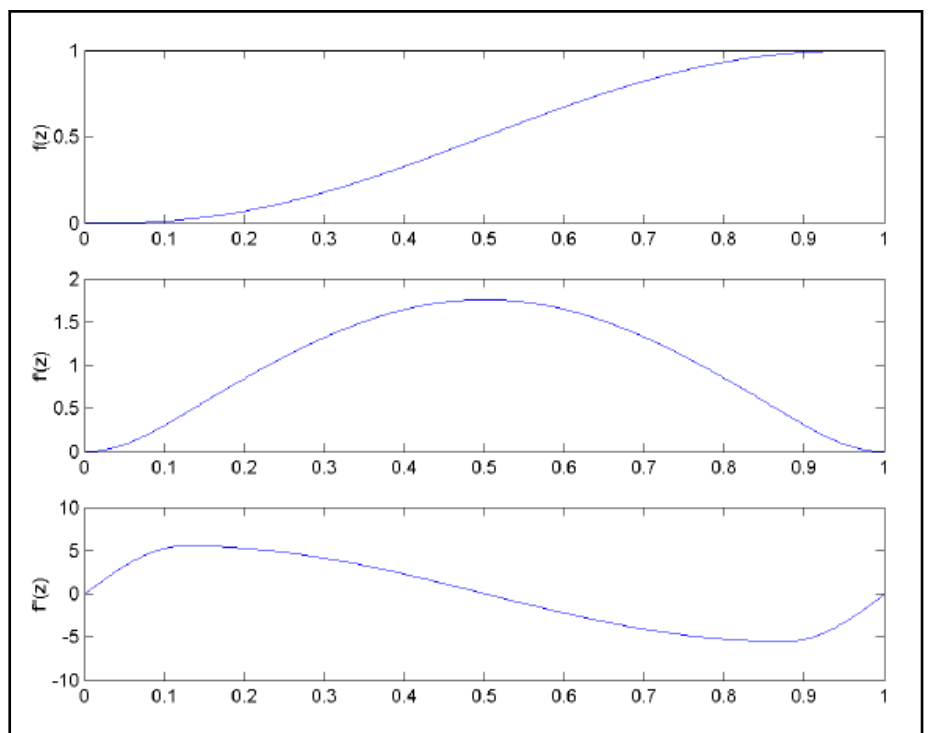


Abb. 11-18: Graph: Rast in Rast, Modifizierte Sinoide

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. 11-19: Funktion: Rast in Rast, Modifiziertes Beschleunigungstrapez

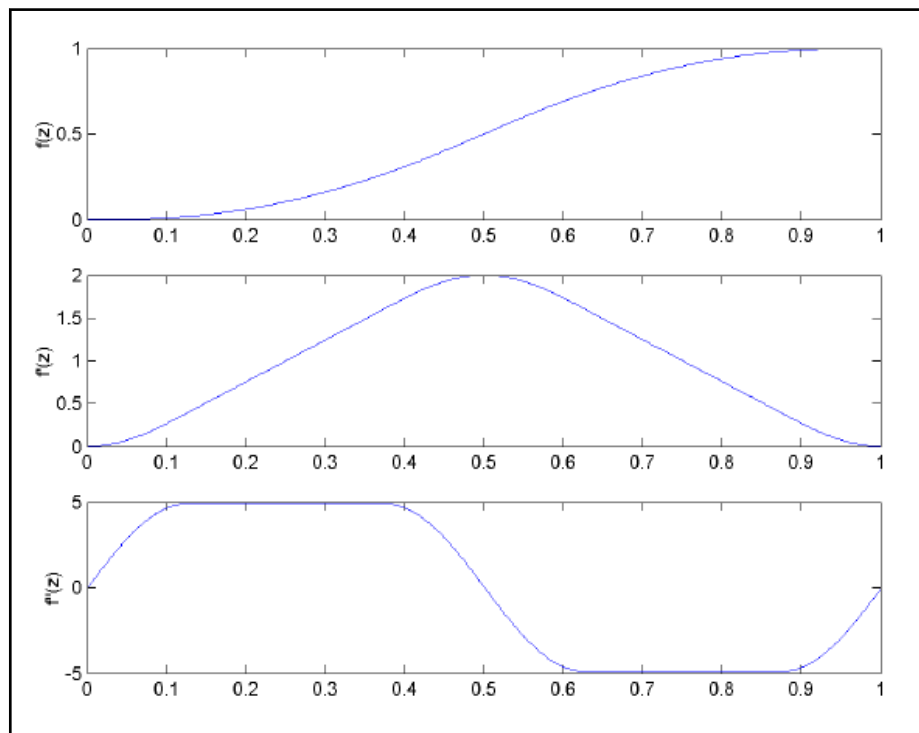


Abb. 11-20: Graph: Rast in Rast, Modifiziertes Beschleunigungstrapez

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. 11-21: Funktion: Rast in Rast, Quadratische Parabel

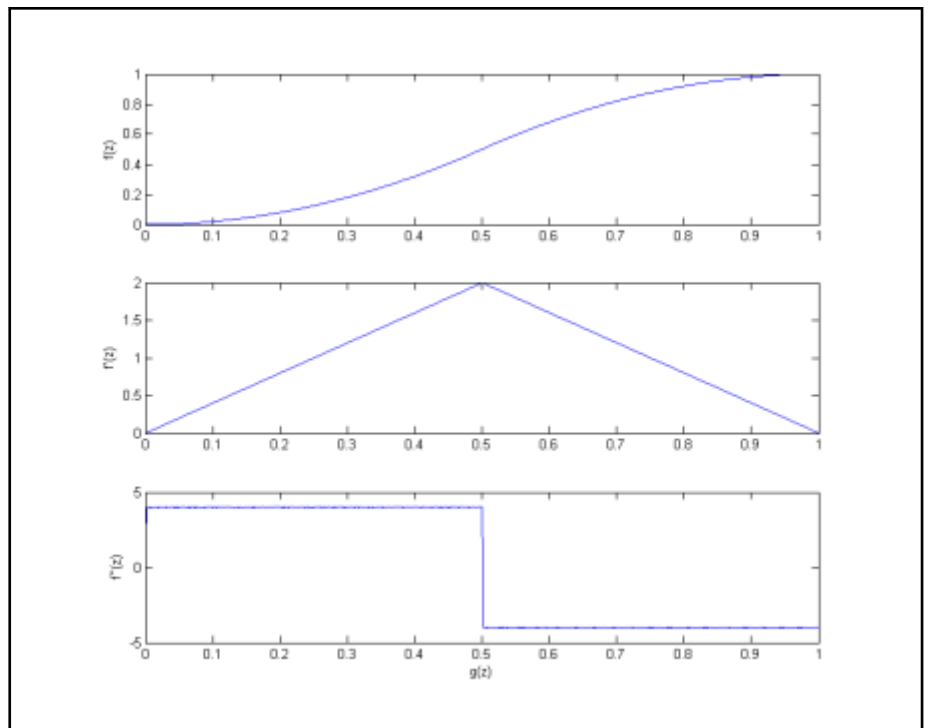


Abb. 11-22: Graph: Rast in Rast, Quadratische Parabel

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. 11-23: Funktion: Rast in Rast, Polynom 5. Ordnung

Bewegungsgesetze

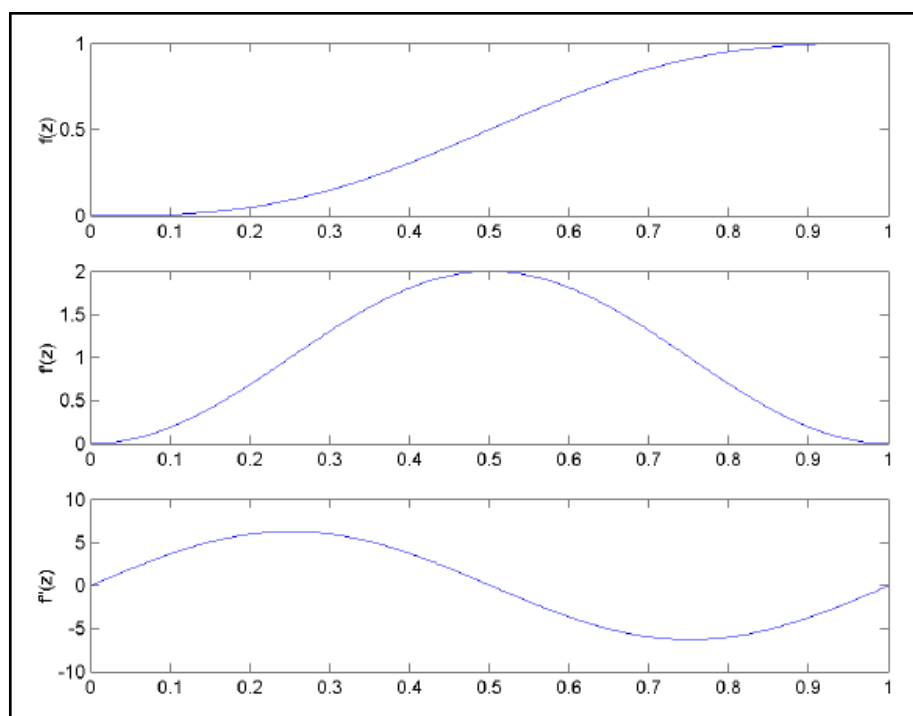


Abb. 11-24: Graph: Rast in Rast, Polynom 5. Ordnung

Rast in Rast, Polynom 7. Ordnung

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

Abb. 11-25: Funktion: Rast in Rast, Polynom 7. Ordnung

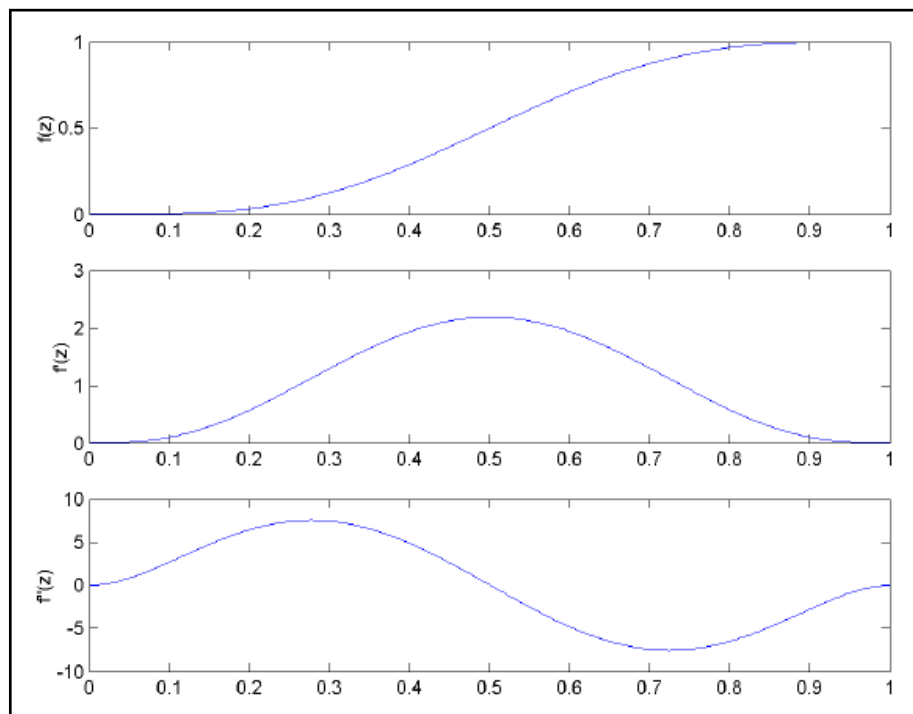


Abb. 11-26: Graph: Rast in Rast, Polynom 7. Ordnung

Rast in Rast, Polynom 8. Ordnung

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

Abb. 11-27: Funktion: Rast in Rast, Polynom 8. Ordnung

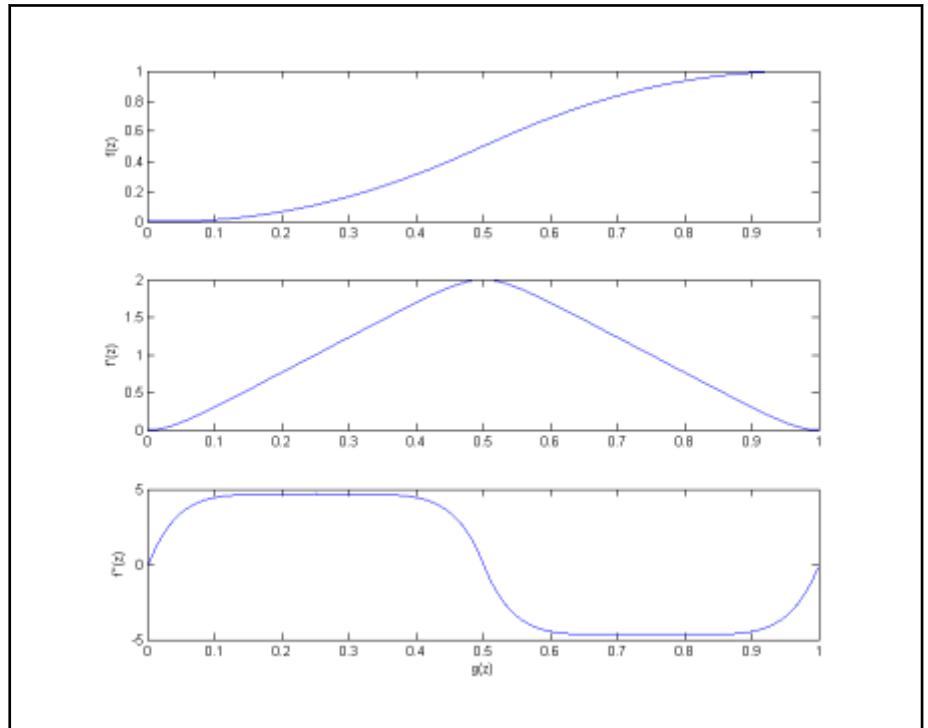


Abb. 11-28: Graph: Rast in Rast, Polynom 8. Ordnung

11.2.3 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. 11-29: Funktion: Rast in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung

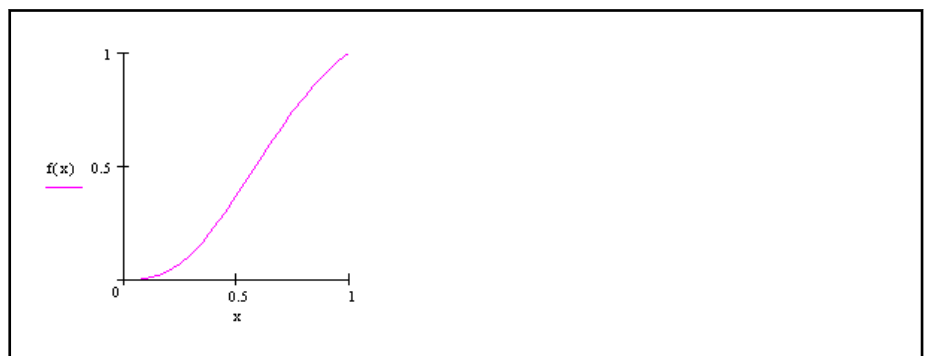


Abb. 11-30: Graph: Rast in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung

Rast in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

Bewegungsgesetze

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

Abb. 11-31: Funktion: Rast in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

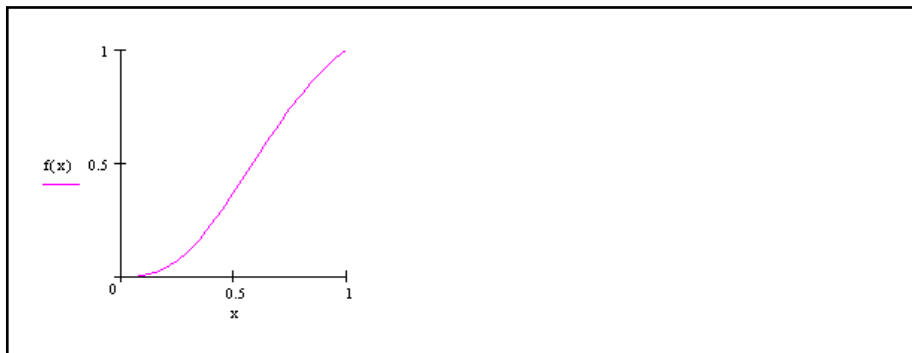


Abb. 11-32: Graph: Rast in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

11.2.4 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

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

Abb. 11-33: Funktion: Geschwindigkeit in Rast, Polynom 5. Ordnung

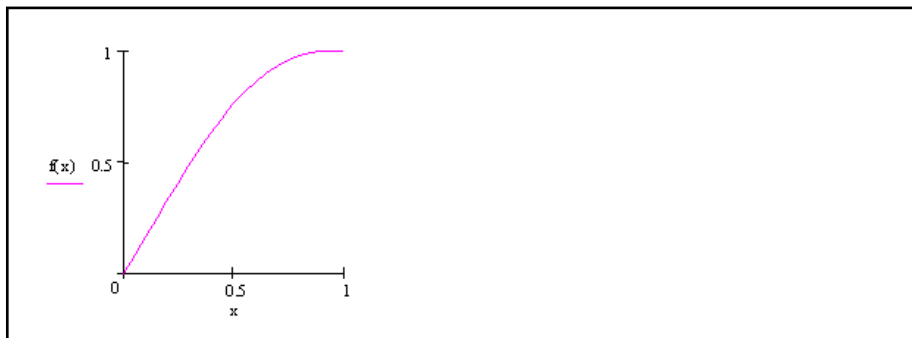


Abb. 11-34: Graph: Geschwindigkeit in Rast, Polynom 5. Ordnung

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. 11-35: Funktion: Geschwindigkeit in Rast, Polynom 7. Ordnung

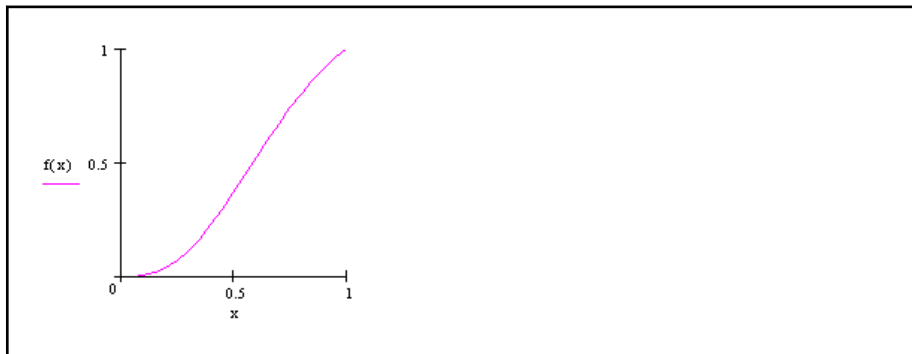


Abb. 11-36: Graph: Geschwindigkeit in Rast, Polynom 7. Ordnung

11.2.5 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 118](#)).

$$f(z) = z$$

Abb. 11-37: Funktion: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Konstante Geschwindigkeit

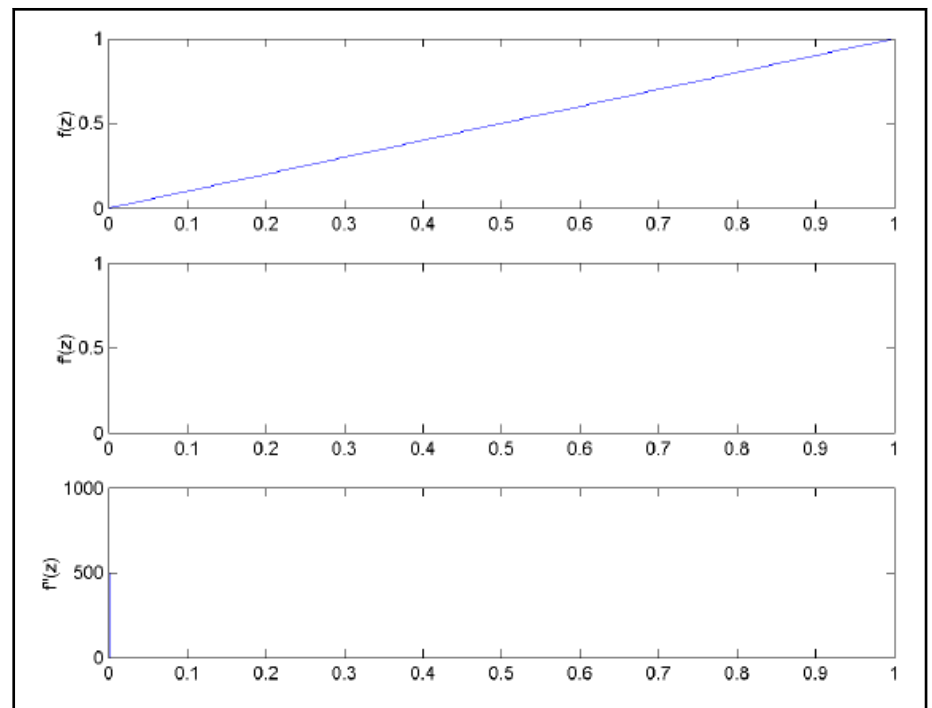


Abb. 11-38: Graph: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Konstante Geschwindigkeit

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. 11-39: Funktion: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung

Bewegungsgesetze

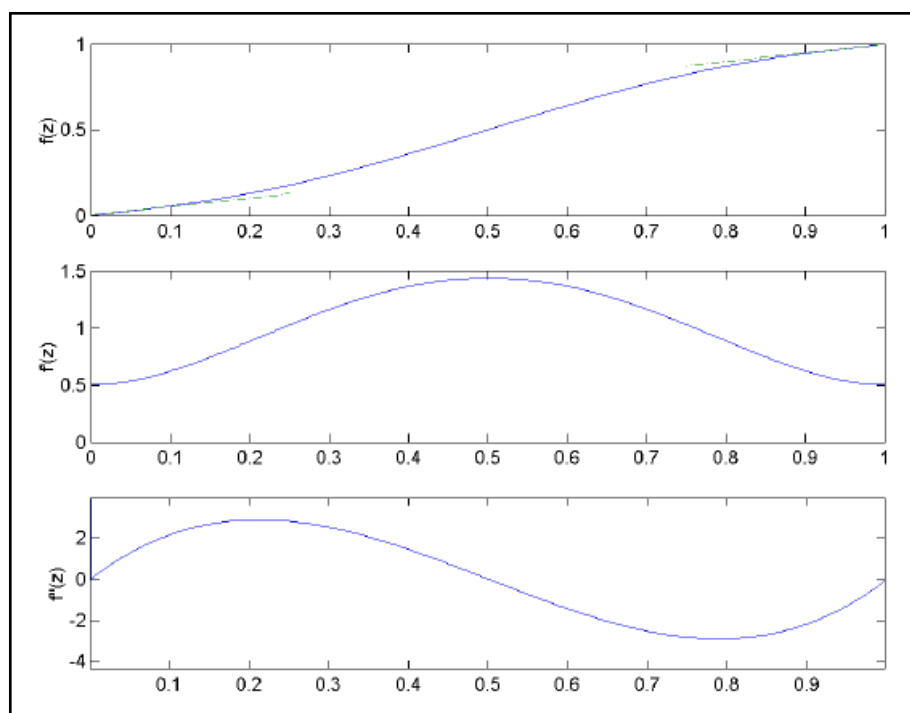


Abb. 11-40: Graph: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung
 Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

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

Abb. 11-41: Funktion: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung

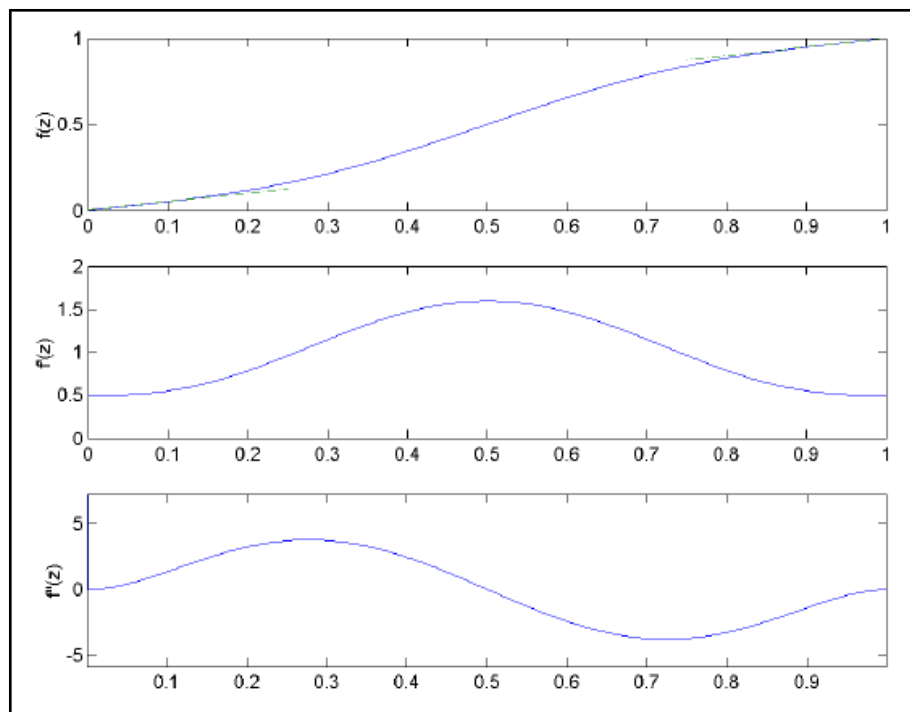


Abb. 11-42: Graph: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung
 Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Modifizierte Sinuslinie

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. 11-43: Funktion: Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Modifizierte Sinuslinie

Bewegungsgesetze

11.2.6 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. 11-44: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 2. Ordnung

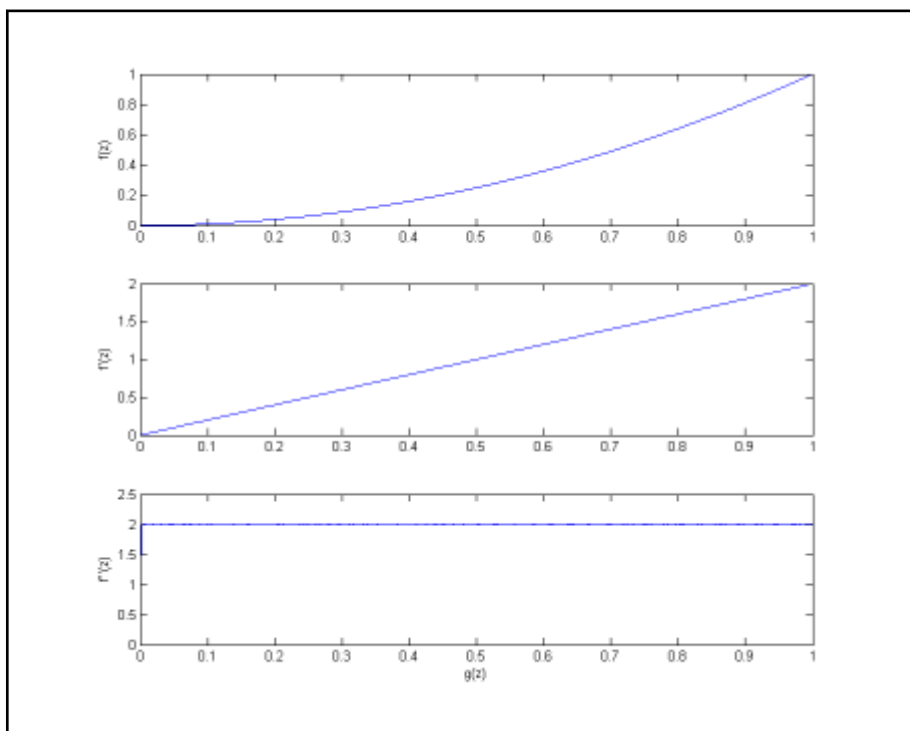


Abb. 11-45: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 2. Ordnung

Allgemeine Bewegung, Polynom 3. Ordnung

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

Abb. 11-46: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 3. Ordnung

Bewegungsgesetze

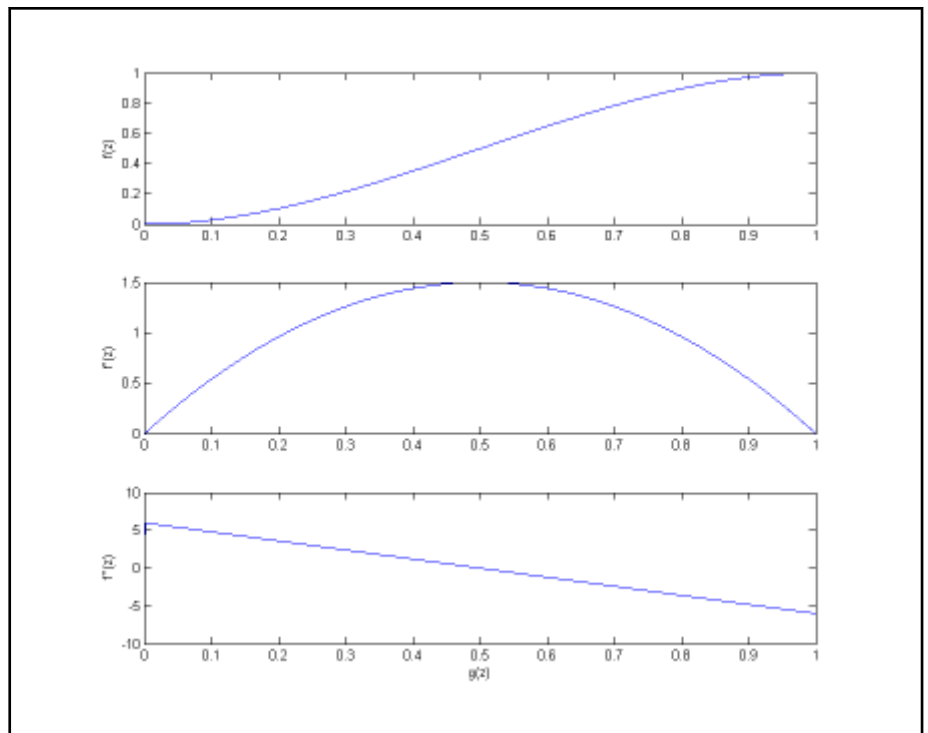


Abb. 11-47: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 3. Ordnung

Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Ordnung

(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. 11-48: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Ordnung

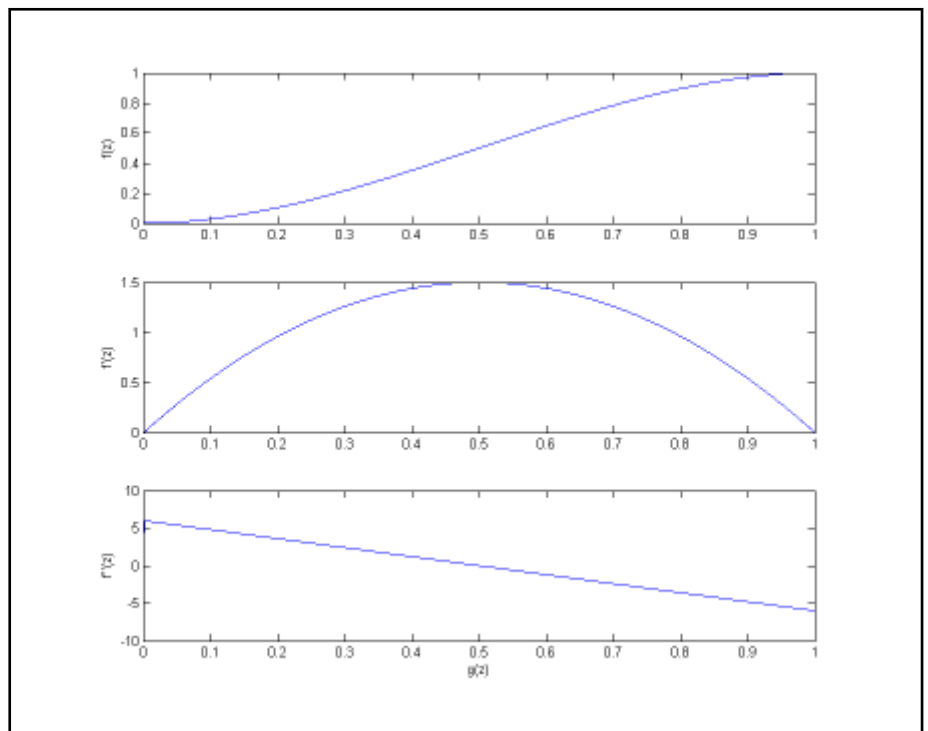


Abb. 11-49: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Ordnung

Bewegungsgesetze

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. 11-50: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 5. Ordnung

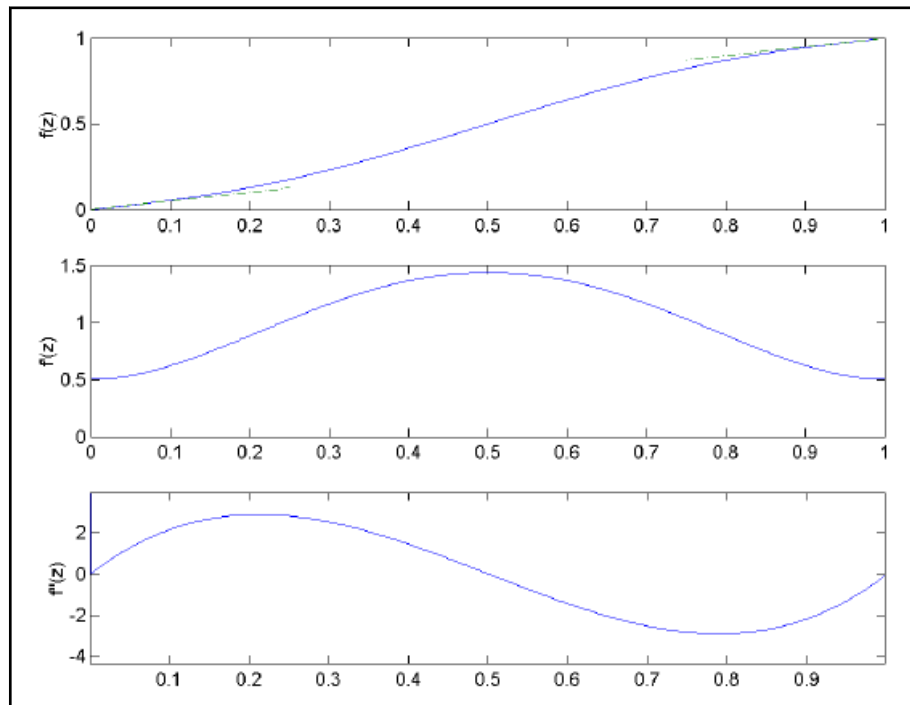


Abb. 11-51: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 5. Ordnung

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. 11-52: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 7. Ordnung

Bewegungsgesetze

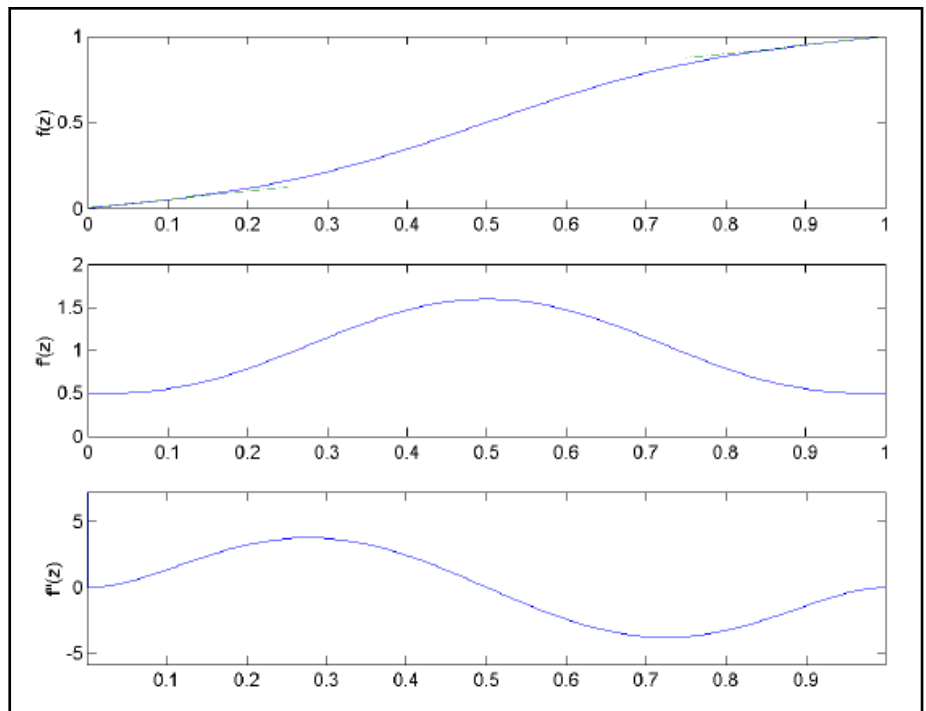


Abb. 11-53: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 7. Ordnung

Allgemeine Bewegung, Polynom 8. Ordnung

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

Abb. 11-54: Funktion: Allgemeine Bewegung, Polynom 8. Ordnung

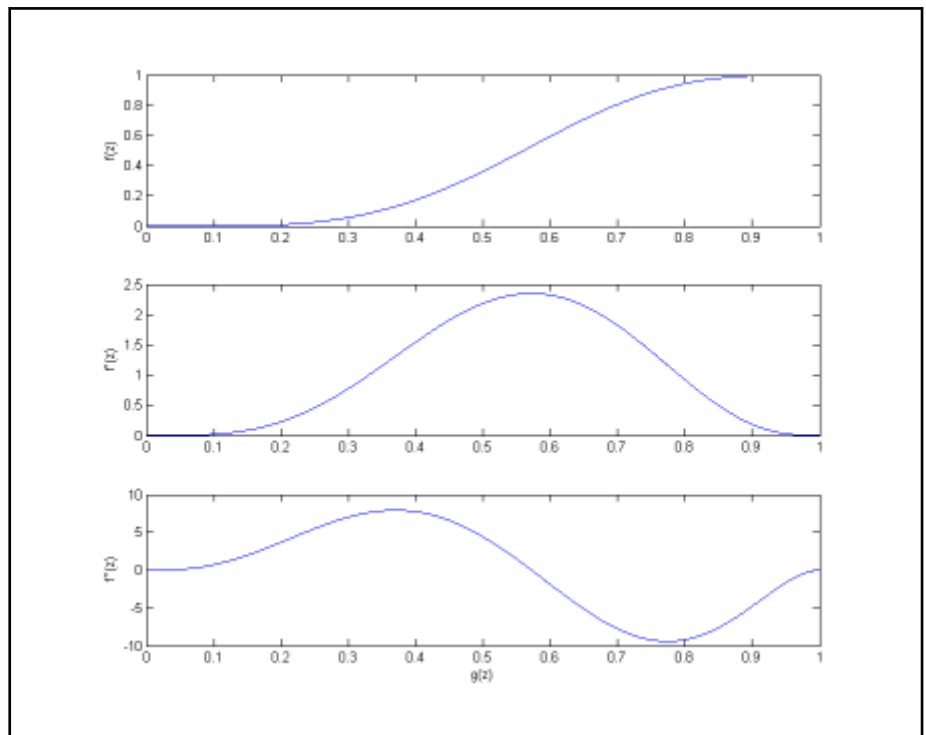


Abb. 11-55: Graph: Allgemeine Bewegung, Polynom 8. Ordnung

Bewegungsgesetze

11.2.7 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. 11-56: Funktion: Erweitert, Lineare Geschwindigkeit

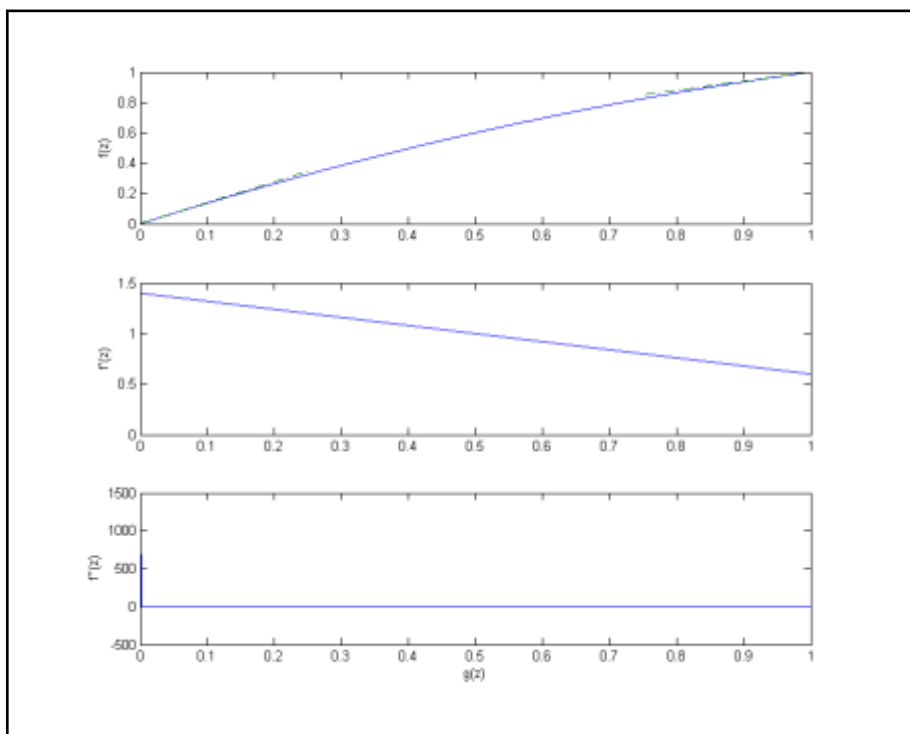


Abb. 11-57: Graph: Erweitert, Lineare Geschwindigkeit

Erweitert, Lineare Beschleunigung

(bis CamBuilder 08VRS: A-CAM linear)

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

Abb. 11-58: Funktion: Erweitert, Lineare Beschleunigung

Bewegungsgesetze

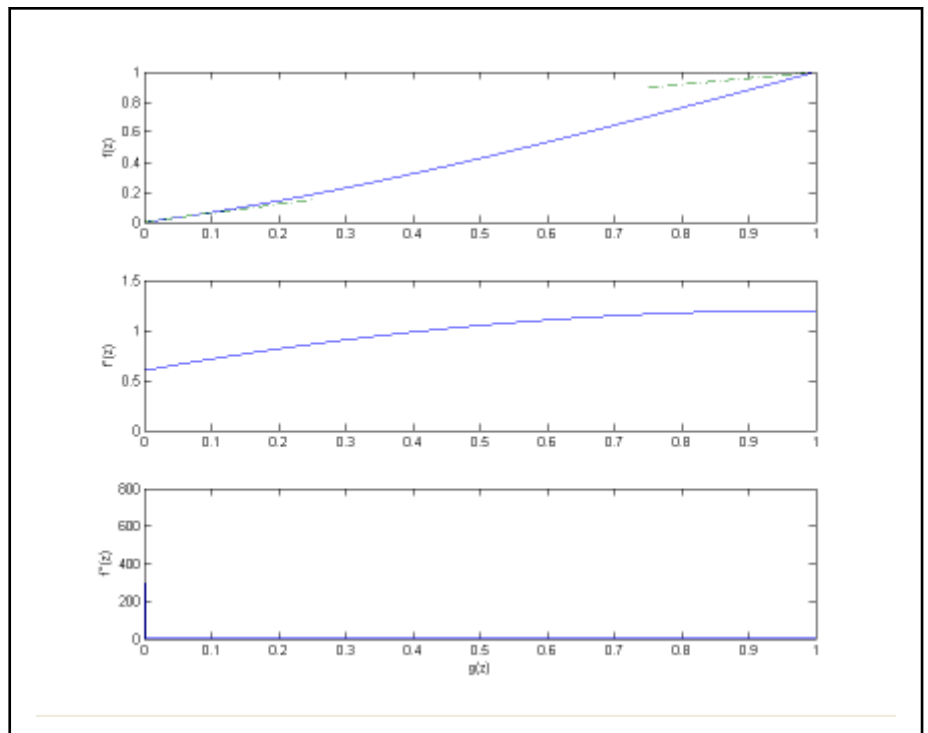


Abb. 11-59: Graph: Erweitert, Lineare Beschleunigung

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. 11-60: Funktion: Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Startbeschl. Null)

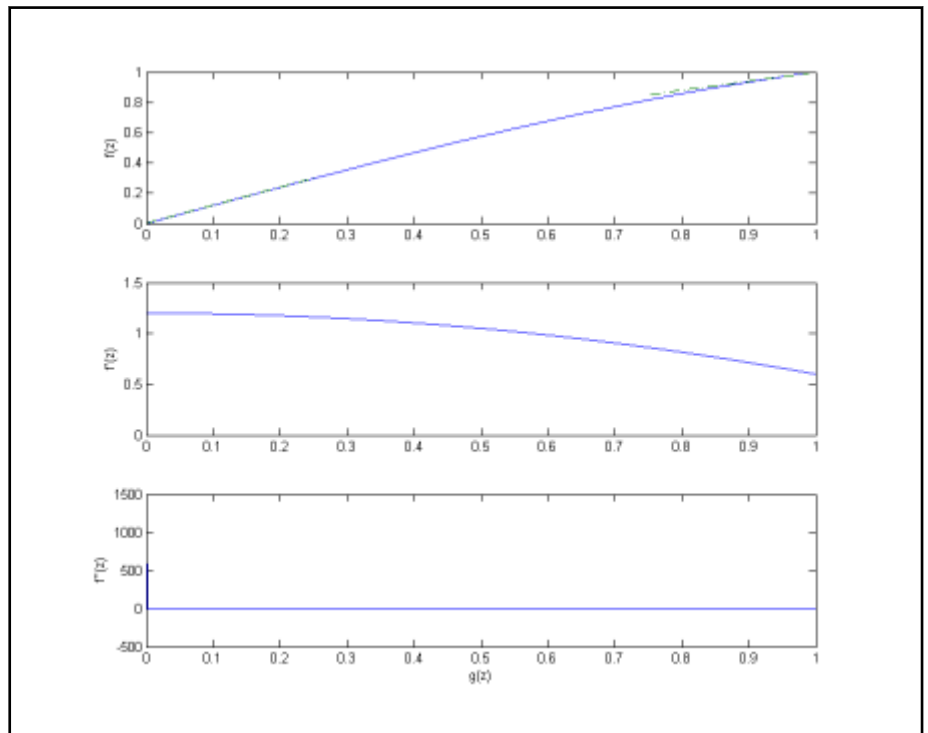


Abb. 11-61: Graph: Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Startbeschl. Null)

Bewegungsgesetze

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. 11-62: Funktion: Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Endbeschl. Null)

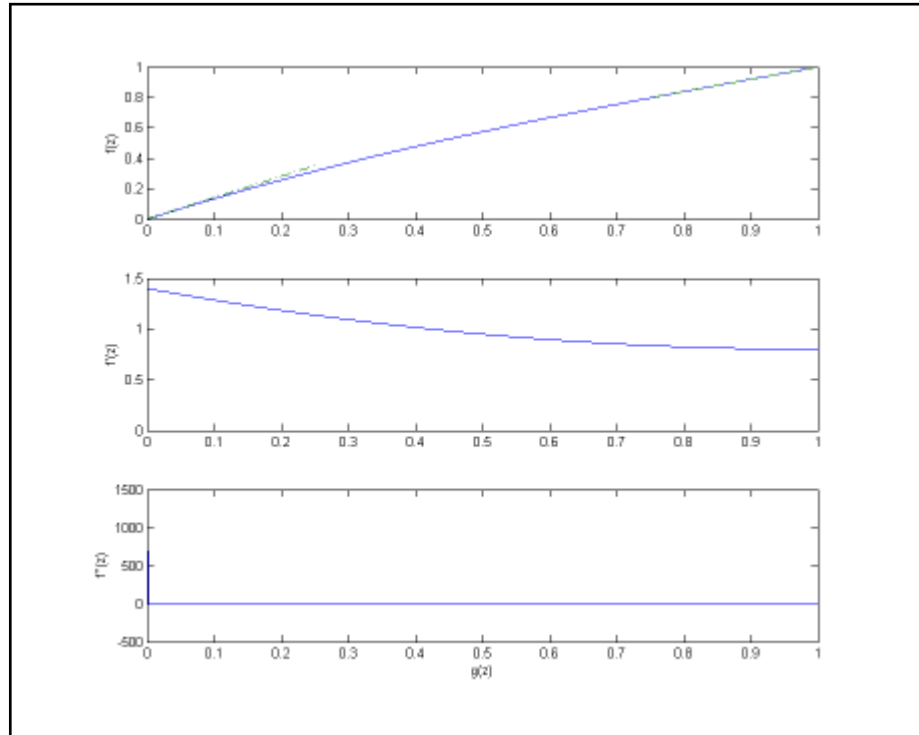


Abb. 11-63: Graph: Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Endbeschl. Null)

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 Rampprofil genannt, gesehen werden. Soll eine Wegstrecke "s" verfahren werden, wird in der ersten Phase (Beschleunigungsphase) mit einem vorgegebenen Beschleunigungswert auf eine vorgegebene Verfahrensgeschwindigkeit 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

Bewegungsgesetze

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, Beschleunigungs- begrenzte Bewegung (Sinuslinie)

Beim Sinoidenprofil kann die Start- und Endgeschwindigkeit ungleich "0" sein, sowie unterschiedliche Beschleunigungsgrößen a_1 und a_3 für die Beschleunigungs- und Bremsphase haben. Weiterhin werden auch die Sonderfälle berücksichtigt, in denen die Startgeschwindigkeit v_0 bereits größer als die gewünschte Fahrergeschwindigkeit v_m ist. Gleiches gilt auch für die Endgeschwindigkeit v_3 .

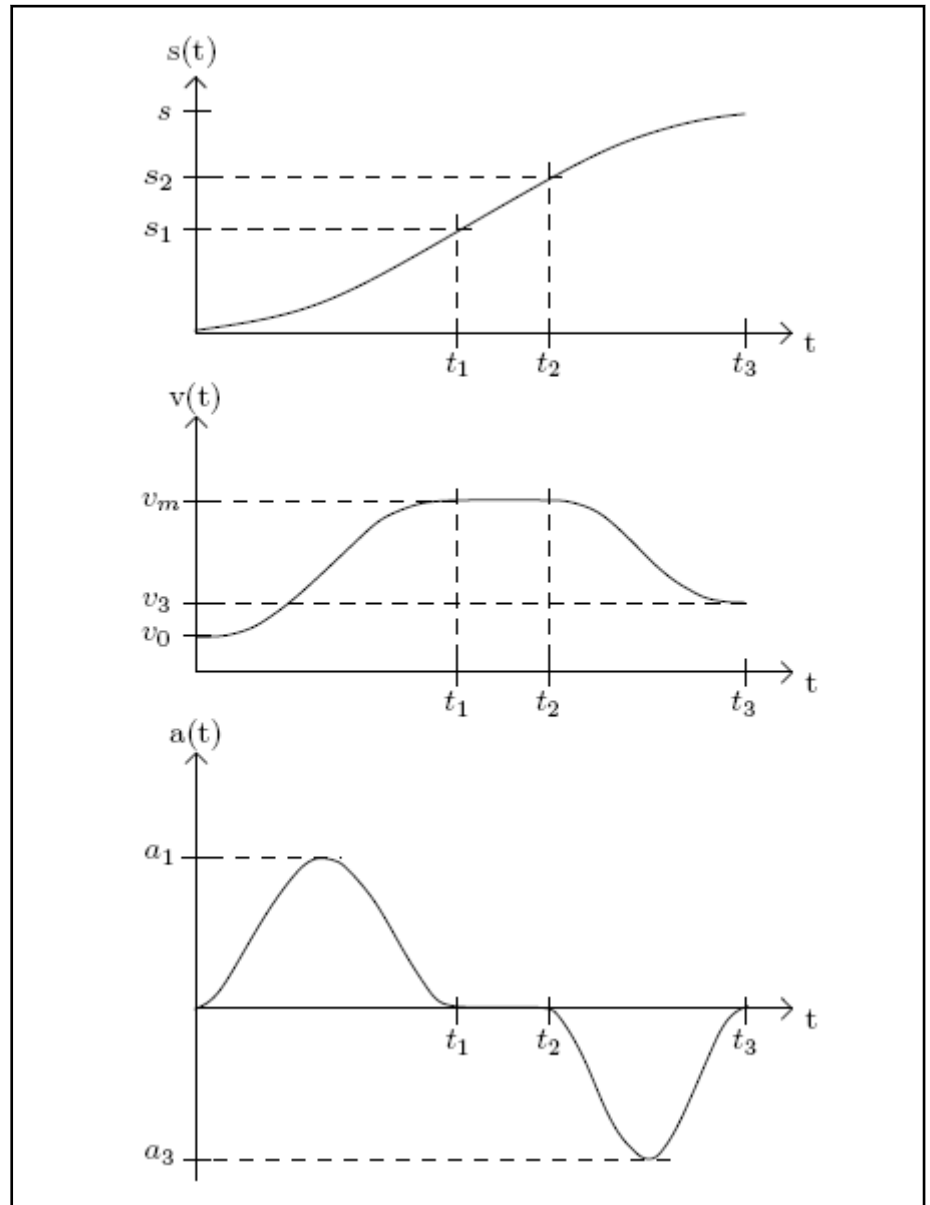


Abb. 11-64: Graph: Beschleunigungsbegrenzte Bewegung (Sinuslinie)

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

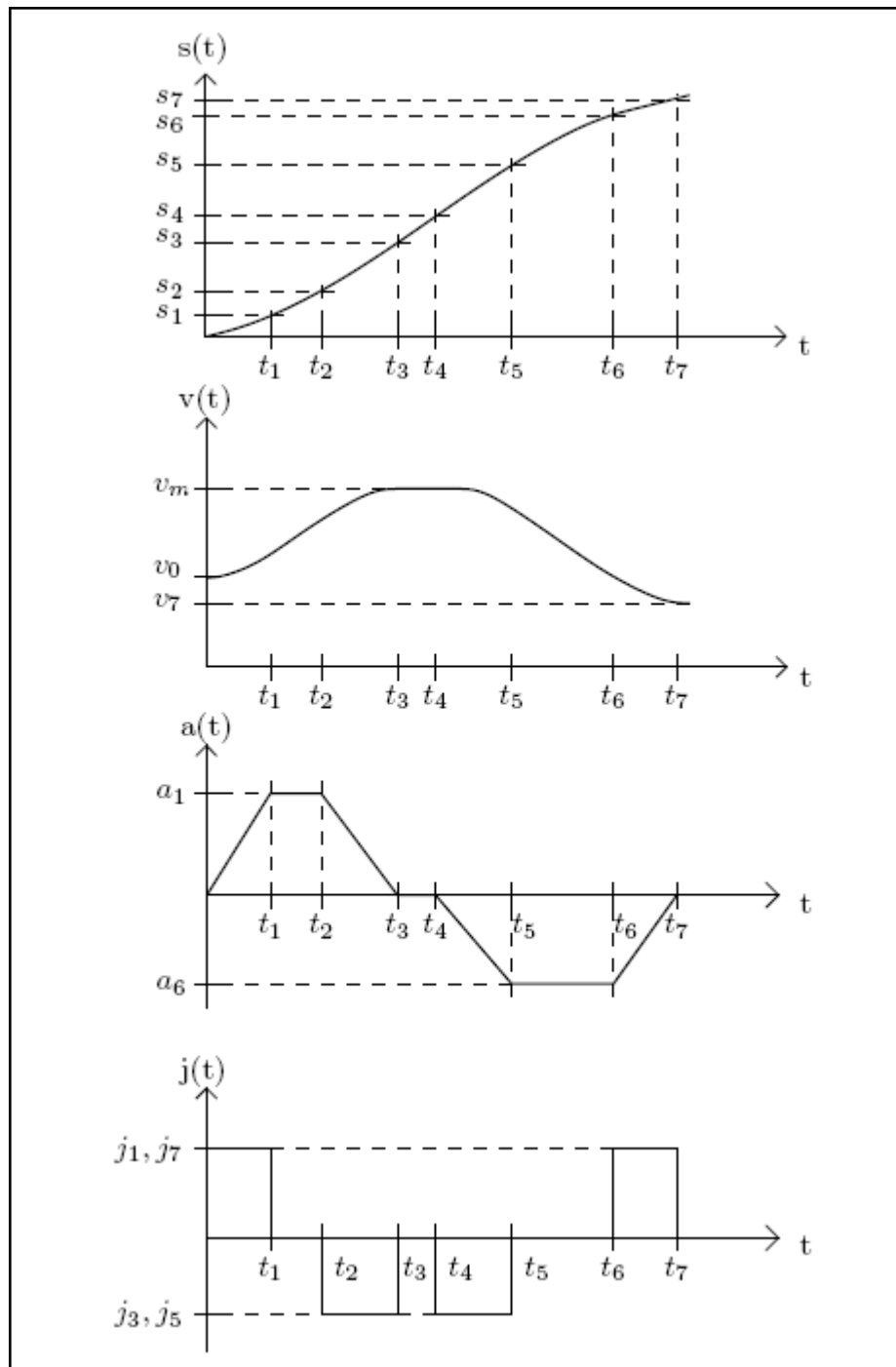


Abb. 11-65: Graph: Ruckbegrenzte Bewegung

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 Verfahrensgeschwindigkeit auf die Endgeschwindigkeit. Zu ermitteln sind die Schnittpunkte zwischen der

Bewegungsgesetze

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

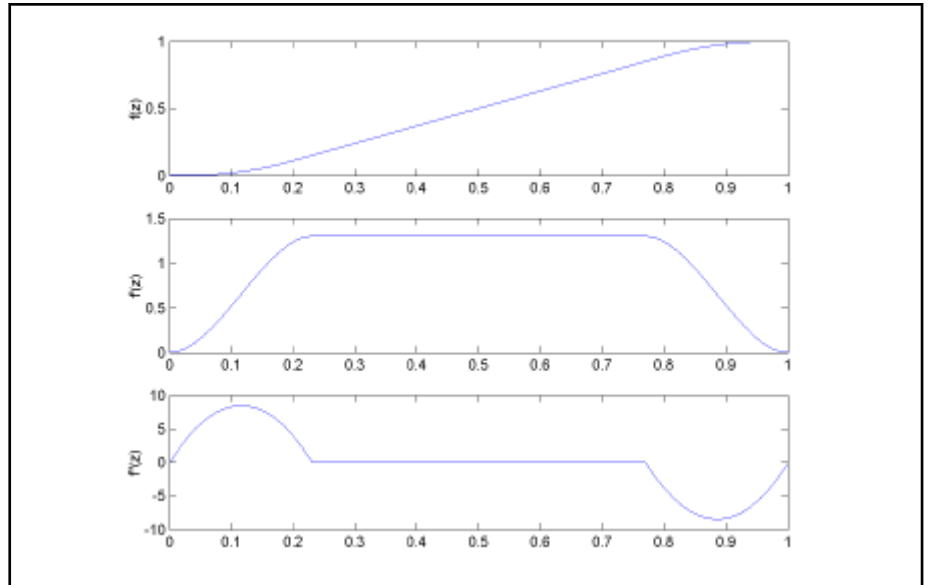


Abb. 11-66: Graph: Geschwindigkeitsbegrenztes Polynom 5. Ordnung

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 $V_1 \leq 1$

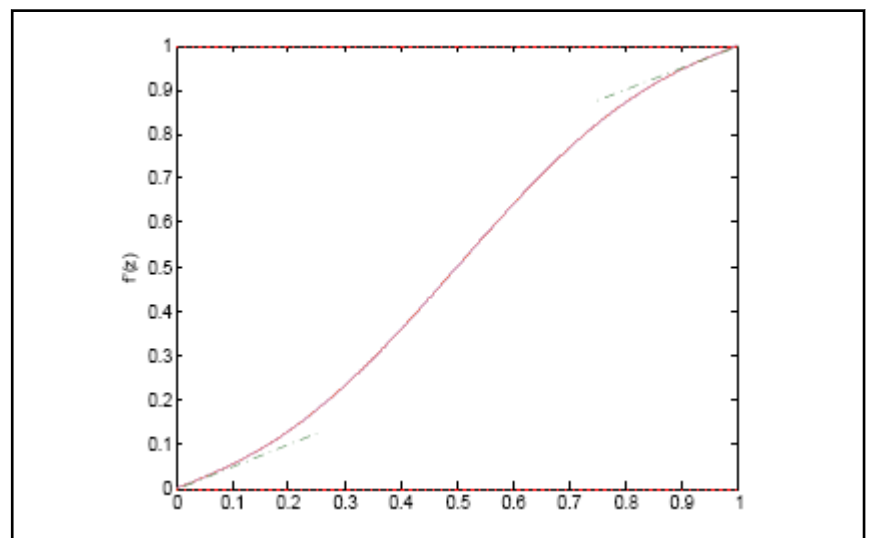


Abb. 11-67: Fall 1

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

Bewegungsgesetze

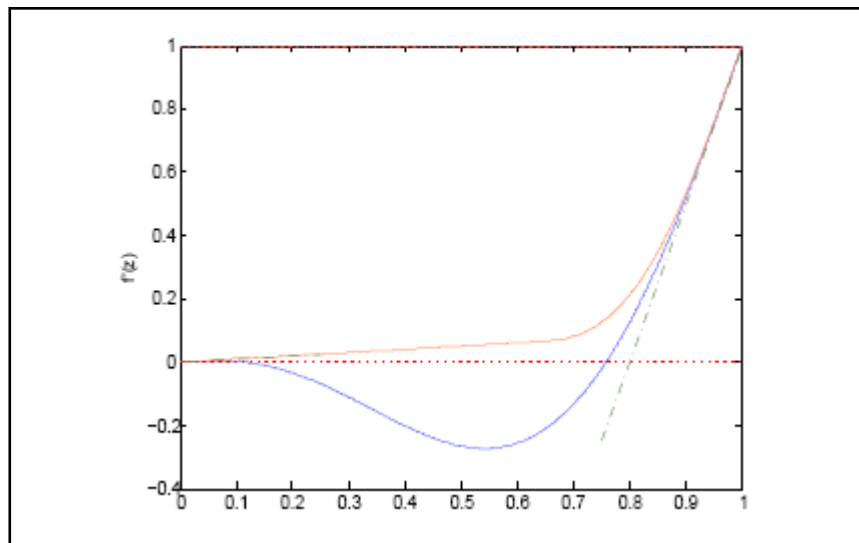


Abb. 11-68: Fall 2

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

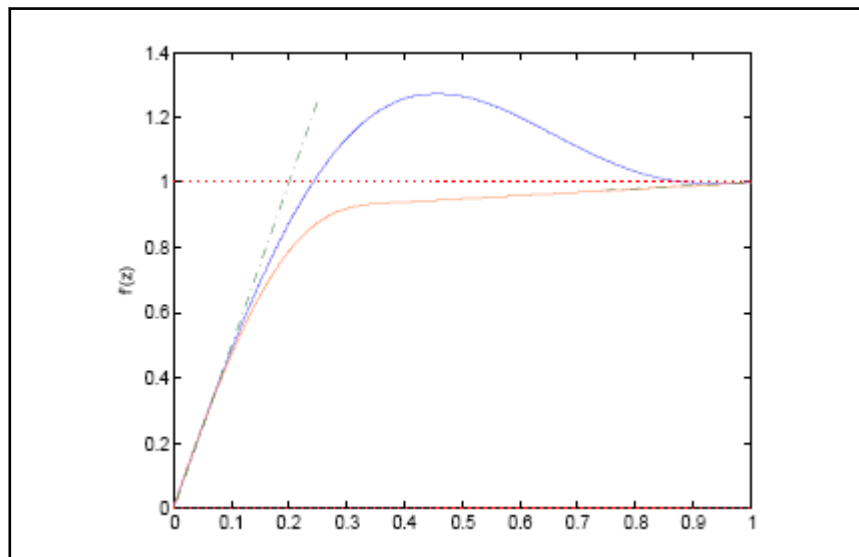


Abb. 11-69: Fall 3

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

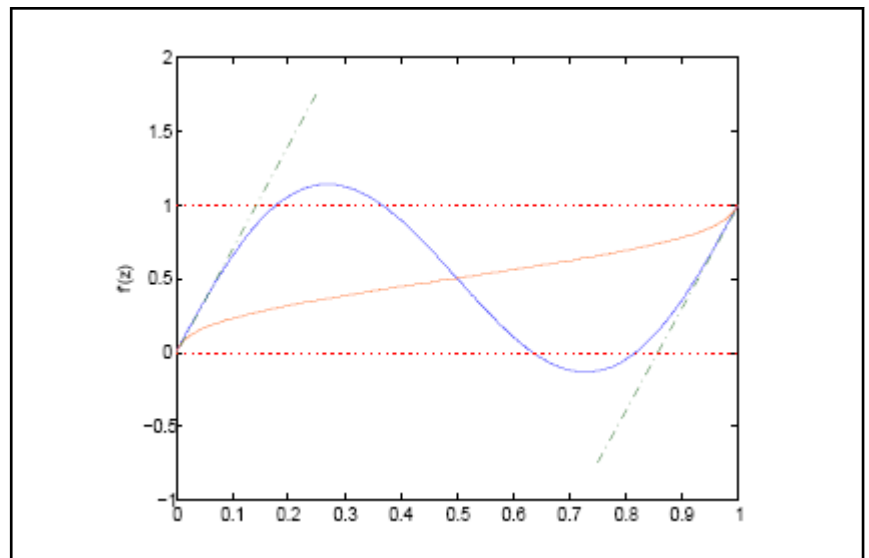


Abb. 11-70: Fall 4

11.3 Kurventabellen

Die Folgeachsbewegung eines Bewegungsschrittes kann über eine Kurventabelle definiert werden.

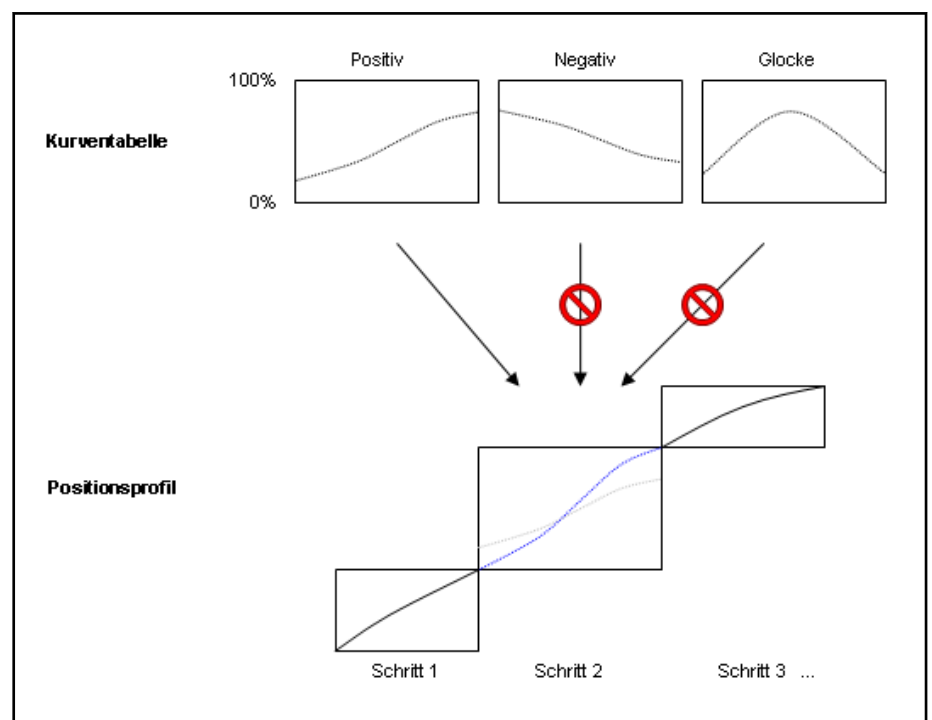


Abb. 11-71: Vom CamBuilder unterstützte Kurventabellen

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, öffnet sich ein Dialog zum Import.

Es gibt es drei verschiedene Möglichkeiten eine Kurventabelle zu wählen:

1. Kurventabelle aus einer Kurvenscheibe des aktuellen Projektes importieren

Bewegungsgesetze

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, wieviele Stützpunkte erzeugt werden sollen (mindestens 3, maximal 1024). Desweiteren kann der Hub zur Berechnung der Stützpunkte angegeben werden (wird als Hubfaktor 0 angegeben, wird vom CamBuilder automatisch ein Hubfaktor berechnet, der eine Punktetabelle mit Werten zwischen 0% und 100% erzeugt). 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.

12 Service und Support

Für Ihre schnelle und optimale Unterstützung verfügen wir über ein dichtes weltweites Servicenetz. Unsere Experten stehen Ihnen mit Rat und Tat zur Seite. Sie erreichen uns täglich **rund um die Uhr - auch an Wochenenden und Feiertagen**.

Service Deutschland Unser technologieorientiertes Competence Center in Lohr deckt alle Belange rund um den Service für elektrische Antriebe und Steuerungen ab.

Sie erreichen unsere **Service-Hotline** und unseren **Service-Helpdesk** unter:

Telefon: **+49 9352 40 5060**
Fax: **+49 9352 18 4941**
E-Mail: service.svc@boschrexroth.de
Internet: <http://www.boschrexroth.com>

Auf unseren Internetseiten finden Sie ergänzende Hinweise zu Service, Reparatur (z. B. Anlieferadressen) und Training.

Service weltweit Außerhalb Deutschlands nehmen Sie bitte zuerst Kontakt mit Ihrem Ansprechpartner auf. Die Hotline-Rufnummern entnehmen Sie bitte den Vertriebsadressen im Internet.

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

- Eine detaillierte Beschreibung der Störung und der Umstände
- Angaben auf dem Typenschild der betreffenden Produkte, insbesondere Typenschlüssel und Seriennummern
- Ihre Kontaktdaten (Telefon-, Faxnummer und E-Mail-Adresse)

Index

A

A1, Beschleunigung im Startpunkt.....	46
A2, Beschleunigung im Endpunkt.....	47
Abkürzungen.....	13
Abschnitt.....	16
Amax.....	47
Ansicht	
Alles zeigen.....	38
Auswahl.....	38
Graph In die Zwischenablage kopieren.....	39
Vergrößern.....	38
Verschieben.....	39
Applikationsspezifischer Assistent.....	33
Applikationsspezifischer Wizard.....	64
Assistent starten.....	33
Attribute.....	57

B

Begriffsdefinition.....	16
Beschreibung.....	48
Betriebsarten.....	15
Bewegungsgesetz.....	16, 45, 95
Allgemeine Bewegung.....	114
Allgemeine Bewegung, Polynom 2. Ordnung.....	114
Allgemeine Bewegung, Polynom 3. Ordnung.....	114
Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Grades (S).....	115
Allgemeine Bewegung, Polynom 4. Ordnung.....	115
Allgemeine Bewegung, Polynom 5. Ordnung.....	116
Allgemeine Bewegung, Polynom 7. Ordnung.....	116
Allgemeine Bewegung, Polynom 8. Ordnung.....	117
Analytic G-G.....	111
Analytisch.....	100
Auswahldialog.....	45
Erweitert.....	118
Erweitert, A-CAM Linear.....	118
Erweitert, Beschleunigungsbegrenzte Bewegung (Sinuslinie).....	121
Erweitert, Beschleunigungsbegrenzte Bewegung (Trapezprofil).....	120
Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Endbeschl. Null).....	120
Erweitert, Geschwindigkeit 2. Ordnung (Startbeschl. Null).....	119
Erweitert, Geschwindigkeitsbegrenztes Polynom 5. Ordnung.....	122
Erweitert, Lineare Beschleunigung.....	118
Erweitert, Lineare Geschwindigkeit.....	118

Erweitert, Resultierender Leitachsabschnitt.....	120
Erweitert, Ruckbegrenzte Bewegung (Trapezprofil).....	121
Erweitert, Überschwingungsfreies Polynom 5. Ordnung.....	123
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit.....	111
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Konstante Geschwindigkeit.....	111
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Modifizierte Sinuslinie.....	112
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung.....	111
Geschwindigkeit in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung.....	112
Geschwindigkeit in Rast.....	110
Geschwindigkeit in Rast, Polynom 5. Ordnung.....	110
Geschwindigkeit in Rast, Polynom 7. Ordnung.....	110
Kurventabelle.....	125
Lineare Interpolation.....	111
Lineare Rast.....	100
Rast in Geschwindigkeit.....	109
Rast in Geschwindigkeit, Polynom 5. Ordnung.....	109
Rast in Geschwindigkeit, Polynom 7. Ordnung.....	109
Rast in Rast.....	100
Rast in Rast, Beschleunigungsoptimal geneigte Sinuslinie.....	102
Rast in Rast, Einfache Sinuslinie.....	100
Rast in Rast, Geneigte Sinuslinie (Sinoide von Bestehorn).....	101
Rast in Rast, Modifizierte Sinoide.....	105
Rast in Rast, Modifiziertes Beschleunigungstrapez.....	105
Rast in Rast, Momentenoptimale geneigte Sinuslinie.....	103
Rast in Rast, Polynom 5. Ordnung.....	107
Rast in Rast, Polynom 7. Ordnung.....	108
Rast in Rast, Polynom 8. Ordnung.....	108
Rast in Rast, Quadratische Parabel.....	106
Rast in Rast, Sinoide von Gutman.....	104
Rast in Rast, Stillstand.....	100
Resultierender Hub.....	118
Sonstige.....	122
V-CAM 2. Grades (1).....	119
V-CAM 2. Grades (2).....	120
V-CAM Linear.....	118
Bewegungsschritt.....	16, 37
Editor.....	40
Löschen.....	56
Nach fokussiertem Schritt hinzufügen.....	52
Vor fokussiertem Schritt hinzufügen.....	54

Index

Bewegungsschritt berechnen.....	48
Bewegungsschrittgrenzen.....	37
Bezeichnungen.....	13
Bezeichnungen und Abkürzungen.....	13
Bezug	
Leitachse	43
Zeit	43
Bibliothek.....	18

C

Cam Pool.....	77
Erstellen.....	77
CamBuilder	
Cam Pool.....	18
Kurvenscheibe.....	18
Vorschau.....	18
Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (X/Y).....	18
CamBuilder – Merkmale.....	15
Cambuilder Optionen	
Graph - Allgemein.....	90
Graph - Farben.....	91
CamBuilder Optionen	
Einstellungen.....	89
CamBuilder-Optionen.....	89
Cmdyn.....	47
Compact-Flash-Karte.....	80
CSV.....	85

D

Dauer.....	43
Delta X.....	43
Delta Y.....	43
Demolizenz.....	18
Drucklängenkorrektur Wizard.....	67
Dynamischer Moment.....	47

E

Editiermodus.....	42
Einleitung.....	15
Endpunkt.....	16, 46
Ereignis.....	57
Erste Schritte – CamBuilder.....	17
Extremwerte.....	71

F

Fliegende Säge Wizard.....	68
Folgeachse.....	16
Folgeachsposition absolut editieren (Y-Werte).....	48
Folgeachsposition relativ editieren (Y-Werte).....	49
Formeln.....	61

G

Gliederung der Dokumentation.....	5
Graph Editor.....	37
Graph Manager.....	39

H

Helpdesk.....	127
Hotline.....	127
Hub.....	16, 43

I

Import und Export von Kurvenscheiben.....	85
Installation.....	17
Interaktion mit Bosch Rexroth Geräten.....	79

J

J1, Ruck im Startpunkt.....	46
J2, Ruck im Endpunkt.....	47
Jmax.....	47

K

Koordinatensystem.....	37
Kurvenscheibe	
Analysieren.....	26
Einfügen.....	77
Erstellen.....	33
Erstellen und herunterladen.....	19
Kopieren.....	77
Löschen.....	78
Mit Variablen Erstellen und SPS-Funktionsbaustein erstellen.....	28
Öffnen.....	77
Speichern.....	77
Umbenennen.....	77
Vorschau.....	71
Vorschau überlagerter Kurvenscheiben (XY).....	73
Kurvenscheibe drucken.....	93
Kurvenscheiben auf Geräte herunterladen.....	79
Kurvenscheiben exportieren	
IndraSize.....	85
Kurvenscheiben importieren.....	87
Kurvenscheiben von Geräten hochladen.....	81
Kurvenscheiben-Eigenschaften.....	91
Kurventabelle.....	70
Bearbeiten.....	52

L

Leitachsabschnitt.....	43
Leitachsabschnitt absolut editieren (X-Werte)....	50
Leitachsabschnitt relativ editieren (X-Werte).....	51
Leitachse.....	16
Leitachsgeschwindigkeit.....	42
Lizenzierung.....	17

M

Maximalwerte.....	47
-------------------	----

P

PAR.....	85
Produktphasen.....	5

Profile.....	37
Programmstart.....	17
Punkte verschieben.....	38

Q

Querschneider Wizard..... 65

R

Referenz.....	43
Rückgängig.....	48

S

Schritt-Typ.....	44
Flex-Schritt.....	44
Standard-Schritt.....	44
Service-Hotline.....	127
Sicherheitshinweise.....	12
SPS-Code	
Funktionsbaustein.....	81
Standard Layout.....	39
Startpunkt.....	16, 46
Support.....	127
Synchronisationsbetriebsarten.....	15

V

V1, Geschwindigkeit im Startpunkt.....	46
V2, Geschwindigkeit im Endpunkt.....	47
Variable.....	59
Verwendete Symbole.....	13
Vmax.....	47
Vorschau	
Einfügen.....	77
Erstellen.....	34
Kopieren.....	77
Löschen.....	78
Öffnen.....	77
Speichern.....	77
Umbenennen.....	77
Vorschauobjekte überlagerter Kurvenschei- benbewegungen	
Erstellen.....	35
Vorschub Wizard.....	66

W

Wendepunktverschiebung.....	47
Werkzeugfenster	
Anzeigen.....	39
Wiederherstellen.....	48

X

X1.....	46
X2.....	46
XML.....	85

Y

Y1, Folgeachsposition im Startpunkt..... 46

Y2, Folgeachsposition im Endpunkt..... 47

Z

Zielgruppen.....	5
Zu dieser Dokumentation.....	5
Darstellung von Informationen.....	12
Gültigkeit der Dokumentation.....	5

Notizen

Notizen

Bosch Rexroth AG

Electric Drives and Controls

Postfach 13 57

97803 Lohr, Deutschland

Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2

97816 Lohr, Deutschland

Tel. +49 9352 18 0

Fax +49 9352 18 8400

www.boschrexroth.com/electrics



R911387567