



SIEMENS
Ingenuity for life



Engineered
mit TIA Portal

Motion Control Workshop – 2020

Komplexe Bewegungsführung einfach realisieren

Frei verwendbar © Siemens 2020

[siemens.com/simatic-technology](https://www.siemens.com/simatic-technology)

Referenten

SIEMENS
Ingenuity for life



Niklas Körwer
Promotion Motion Control
RC-DE DF FA 3 PROM1

Franz-Geuer-Strasse 10
50823 Köln

Phone: 0221 845 92468

E-mail:

niklas.koerwer@siemens.com

Stefan Kordfunke
Fachberatung Köln
RC-DE DF FA 3 FB1

Franz-Geuer-Strasse 10
50823 Köln

Phone: 0221 576 2404

E-mail:

stefan.kordfunke@siemens.com

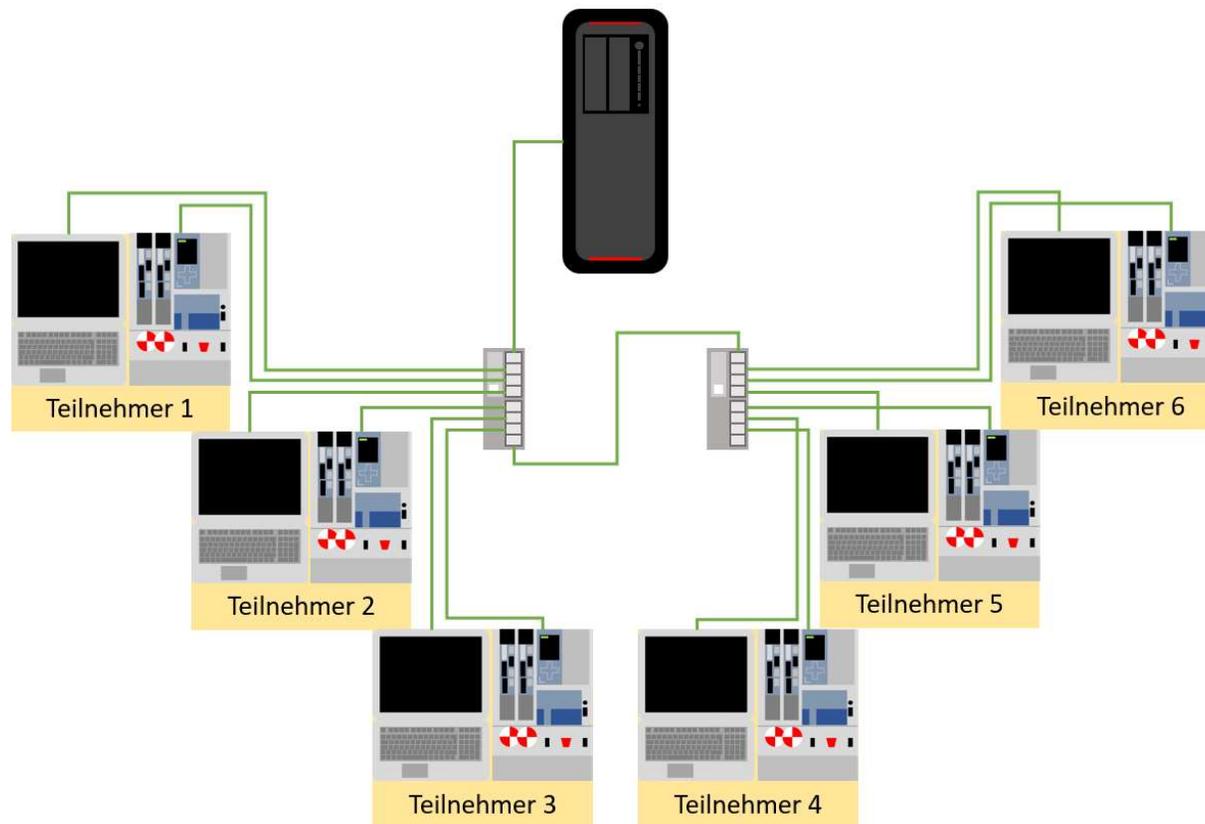
siemens.com

Agenda Tag 1 – Antriebstechnik und Grundlagen Motion Control



09:00	Get-Together	13:00	Übung Kurvenscheiben
09:15	Wiederholung Technologieobjekte	13:45	Kinematiken – Achsverbund über TOs steuern
09:45	Übung Positionieren	14:15	Übungen Kinematiken + Kinematik Bibliothek
10:15	Theorie Gleichlauffunktionen	15:15	Safety für Advanced Motion, Portfolio und Robotikintegration
10:45	Übung Gleichlauf + Pause	15:45	Simulation und Diskussion
11:30	Theorie Kurvenscheiben	16:15	Weiterführende Informationen
12:00	Mittagessen	16:30	Ende

Trainingsequipment Serverstruktur



Trainingsequipment

SIEMENS
Ingenuity for life

Testkoffer mit S7-1515TF



Testkoffer mit ET200SP – CPU



Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 T-CPU

SIMATIC ET200SP Open Controller CPU 1515SP PC2 T/TF

SIEMENS
Ingenuity for life



Hardware

- Neue 4core Technologie für maximale Performance in Windows-Anwendungen
- Display Port
- USB 3.0
- 8 GB DDR4ECC RAM
- 128 Gbyte CFast
- 1 x PN IO (IRT, 2 Port)
- 1 x Gbit Ethernet

Konfiguration

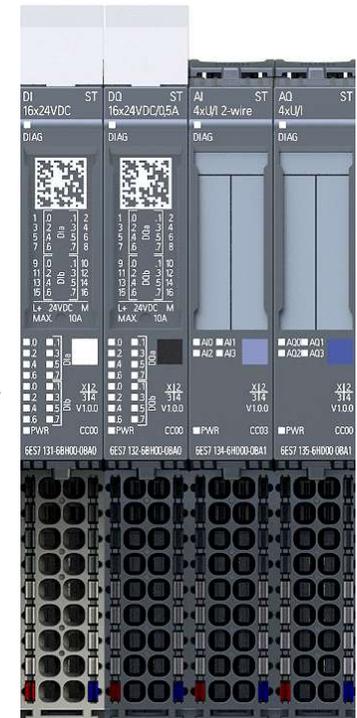
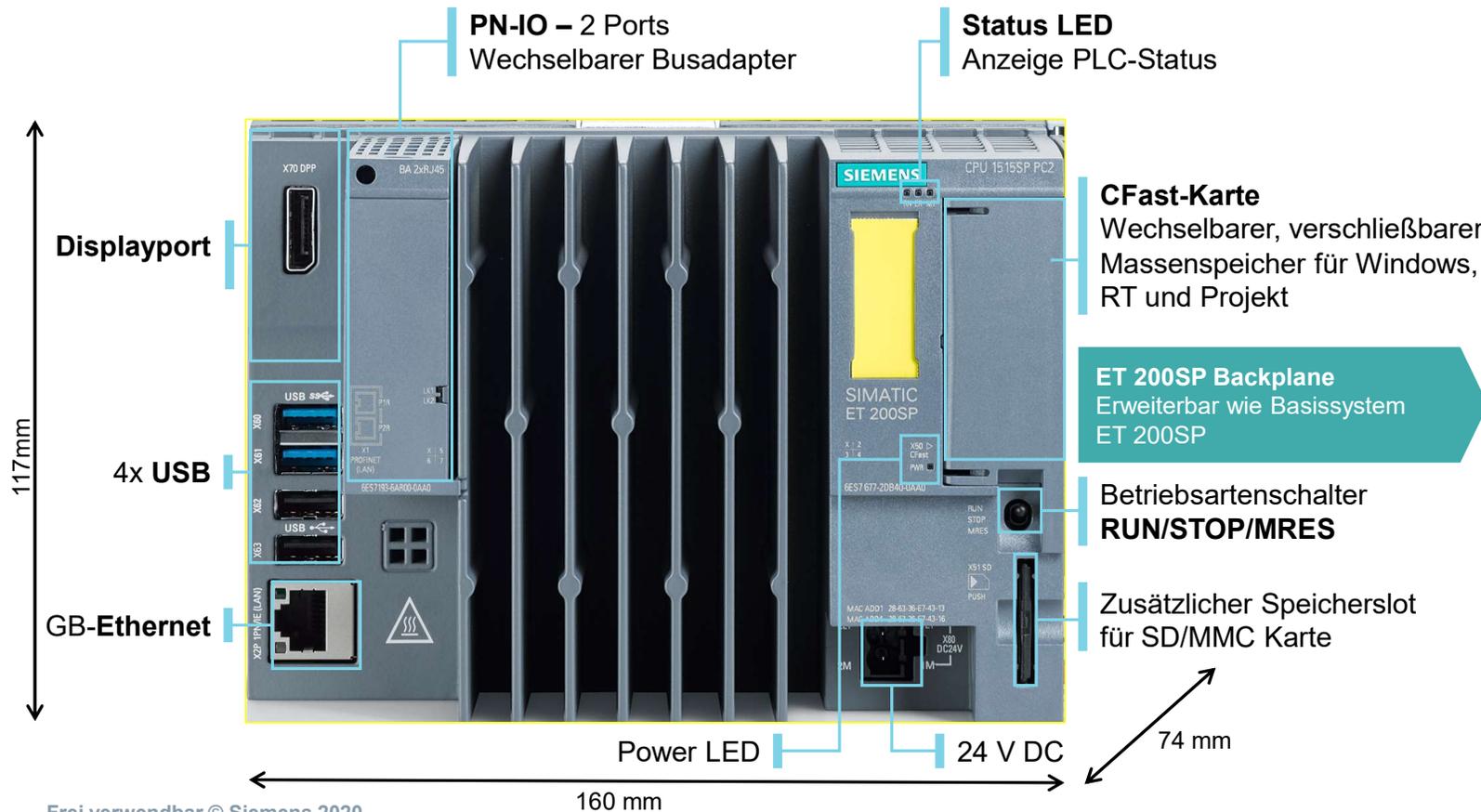
- 64 bit Windows 10 Enterprise LTSB 2016
- S7-1500 Software Controller (F) V2.5
- WinCC RT advanced V15 (zusätzlich)

ET 200SP System

- Unterstützt CPs, CMs und ET200AL

Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 T-CPU

SIMATIC ET200SP Open Controller CPU 1515SP PC2 T/TF



Frei verwendbar © Siemens 2020

Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 T-CPU

Skalierbares Motion Control im Advanced Controller Portfolio



SIMATIC ET200SP Open Controller CPU 1515SP PC2 T/TF



Merkmal/Funktion

Vollständiges Windows Betriebssystem
on Board

Kinematiken mit bis zu 4 interpolierenden
Achsen (TO Kinematics)

Portfolioabrundung mit Open Controller
CPU 1515SP PC2 T
CPU 1515SP PC2 TF

SIMATIC ODK 1500S
(ODK - Open Development Kit)

Fehlersichere CPU mit erweiterten
Motion Control-Funktionen

Nutzen

Windows Anwendungen parallel zu
Automatisierungsaufgaben nutzen, z. B. für
Kamerainspektion / Bildübertragung

Einfache Programmierung von
z. B. Pick & Place, Montage- oder Handling-
Applikationen auf Basis PLCopen

Maximale, funktionale und durchgängige
Skalierbarkeit innerhalb der Advanced
Controller SIMATIC S7-1500

- Integration von C++ Programmen
- Berechnung von MATLAB-Algorithmen
- Tools und Beispiele zur Lösung Ihrer
Automatisierungsaufgabe

Automatisierungs-, Motion Control-
und Safety-Lösungen mit einer CPU

Grundlagen

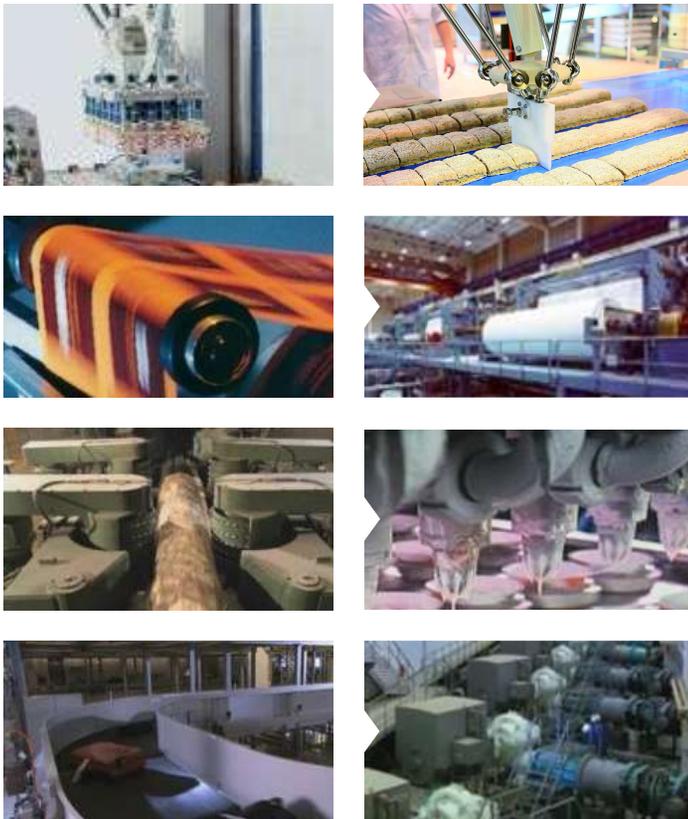
Bewegungsführung

Welche Bewegungen
gibt es überhaupt
in der Maschinenwelt?



Welche kennen Sie?

-Funktionen und typische Applikationen – Überblick



- Kartesische Portale
- Rollen-Picker
- Knickarm
- Delta-Picker
- SCARA-Roboter, ...

Kinematikfunktionen

- Synchronisierte Achsen
- Querschneider
- Fliegende Schere, ...

- **Koordination (Gleichlauf, Kurvenscheiben)**
- **Nocken, Nockenspur, Messtaster**

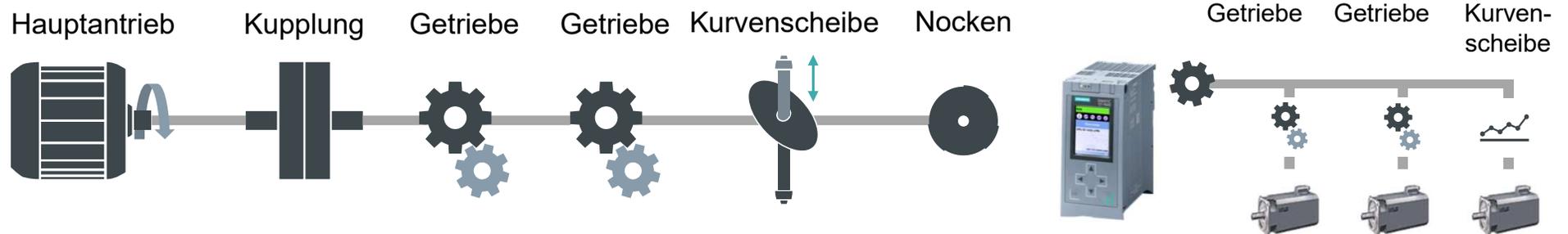
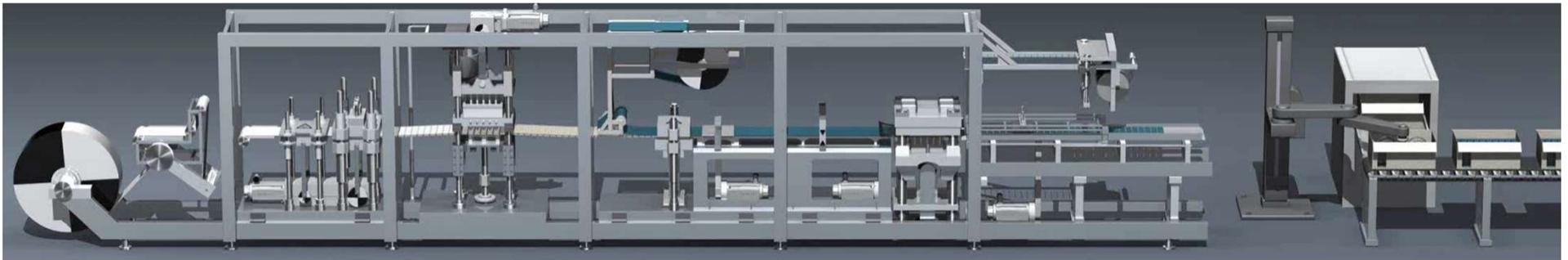
- Palettieranlagen, ...
- Heb- und Senkrechtförderer
- Zuführ- und Torsteuerungen

Positionieren

- Pumpen, Lüfter, Mischer
- Förderbänder
- Hilfsantriebe, ...

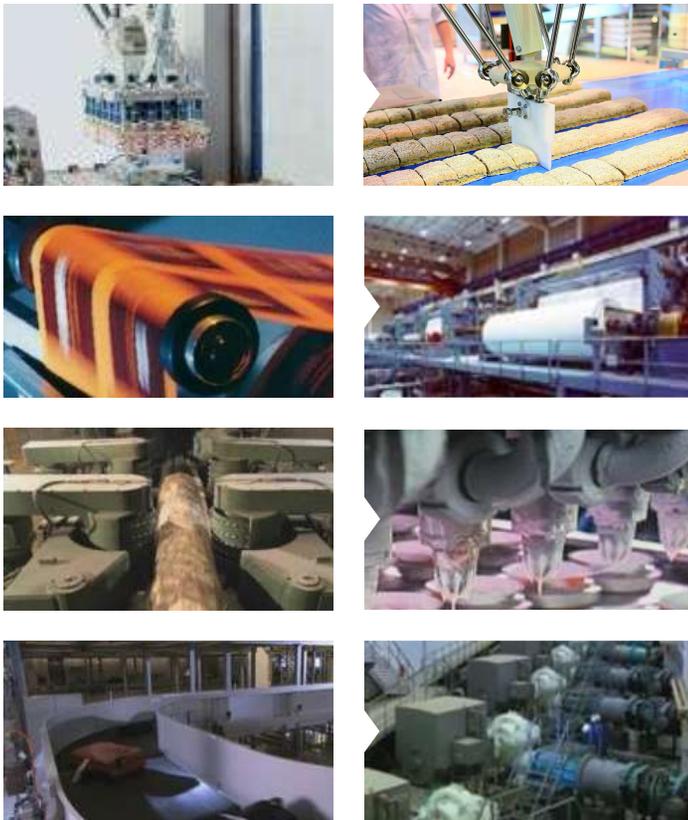
Drehzahlsteuerung

Grundlagen Bewegungsführung – Mechanische Kopplung



Eine Königswelle treibt nahezu alle Bewegungen in der Maschine an.

-Funktionen und typische Applikationen – Überblick



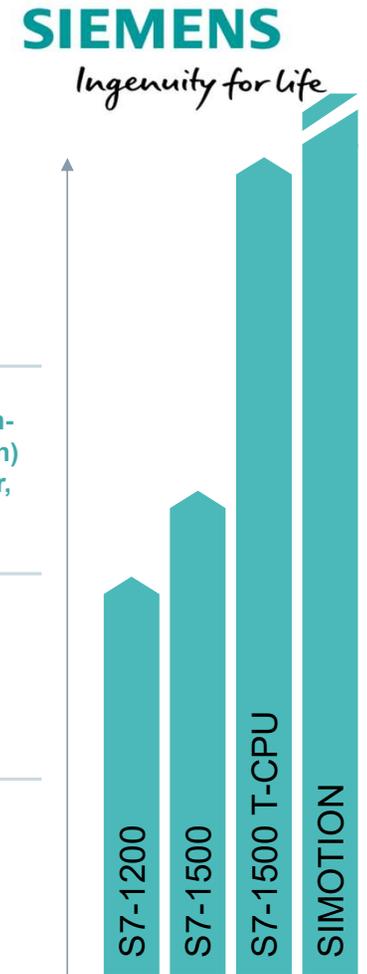
- Kartesische Portale
 - Rollen-Picker
 - Knickarm
 - Delta-Picker
 - SCARA-Roboter, ...
-
- Synchronisierte Achsen
 - Querschneider
 - Fliegende Schere, ...
-
- Palettieranlagen, ...
 - Heb- und Senkrechtförderer
 - Zuführ- und Torsteuerungen
-
- Pumpen, Lüfter, Mischer
 - Förderbänder
 - Hilfsantriebe, ...

Kinematikfunktionen

- **Koordination (Gleichlauf, Kurvenscheiben)**
- **Nocken, Nockenspur, Messtaster**

Positionieren

Drehzahlsteuerung



-Funktionen und typische Applikationen – Überblick



- Maschinen mit sehr hoher Anzahl von Achsen
- Hochdynamische Maschinen
- Modulare Maschinen

- Kartesische Portale
- Rollen-Picker
- Knickarm
- Delta-Picker
- SCARA-Roboter, ...

- Synchronisierte Achsen
- Querschneider
- Fliegende Schere, ...

- Palettierereinrichtungen, ...
- Heb- und Senkrechtförderer
- Zuführ- und Torsteuerungen

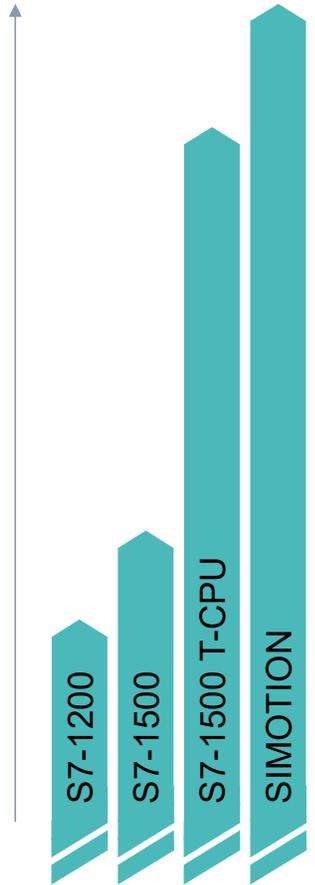
- 2. Servo/IPO
- 2. PN-Schnittstelle
- Verteilter Gleichlauf
 - Projektübergreifend
 - SPS Übergreifend

Kinematikfunktionen

- Koordination (Gleichlauf, Kurvenscheiben)
- Nocken, Nockenspur, Messtaster

Positionieren

SIEMENS
Ingenuity for life

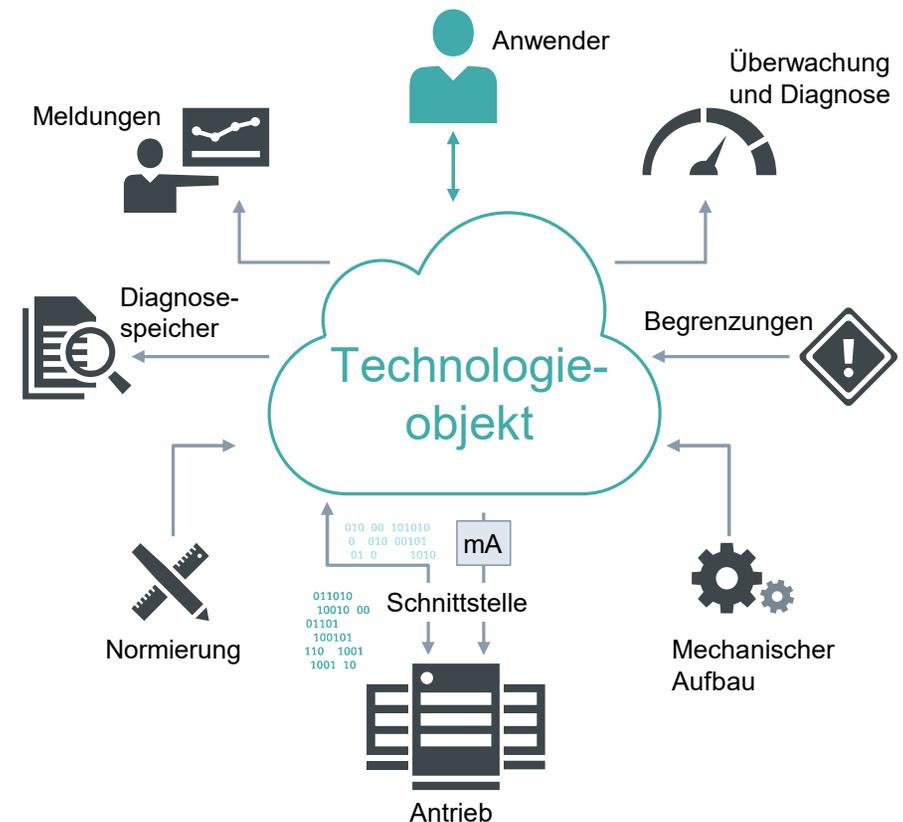
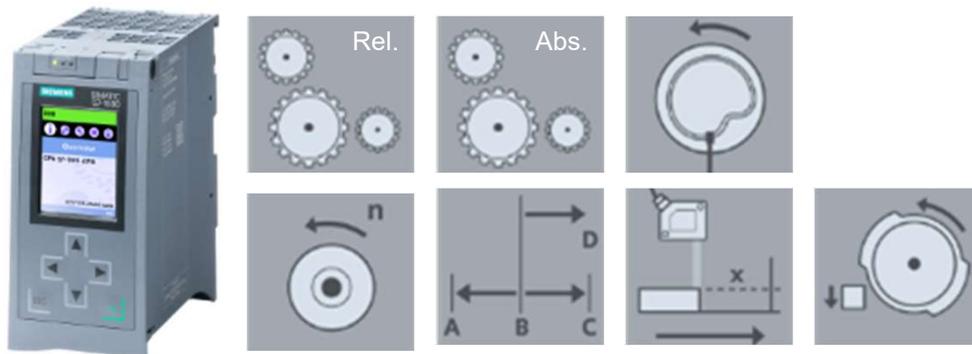


Motion Control Workshop

SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekte – Was ist ein Technologieobjekt?

Technologieobjekte für

- TOs für Drehzahl-, Positionier- und Gleichlaufachse, Kurvenscheibe, Nocken, Nockenspur, Messtaster oder externer Geber
- TOs sind Softwareobjekte in der Steuerung
- TO-Datenbaustein enthält alle Konfigurationsdaten, Soll-/Istwerte und Statusinformationen des TO
- TOs erlauben eine einfache Sicht auf Motion Control



Achskonfiguration

Erforderliche
technische
Daten und
Angaben

Achsname z.B.
Achse rot oder Schraubraupe 2

Anbindung PLC-> Umrichter
(Telegramm XXX oder Analog)

Geberanbindung und Auflösung

Mechanik: Getriebe,
Kugelrollspindel

Moduloachse oder Linearachse

Normierung: Drehzahl, Moment



Dynamikeinstellungen und
Begrenzungen

Referenziermodus

Schleppfehlerüberwachung

Positionsüberwachung

Regelparameter

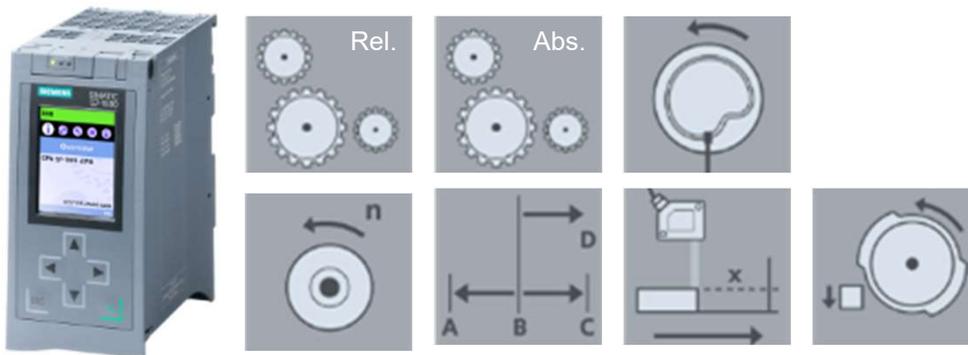
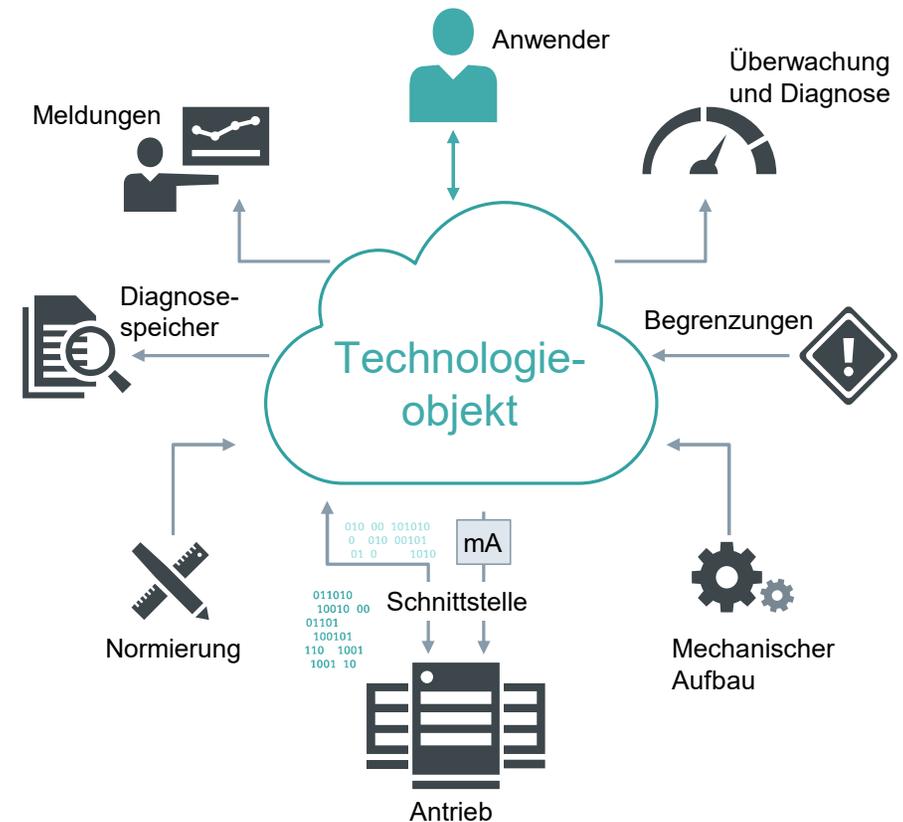
Diagnose

Etc.

SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekte – Was ist ein Technologieobjekt?

Technologieobjekte für

- TOs für Drehzahl-, Positionier- und Gleichlaufachse, Kurvenscheibe, Nocken, Nockenspur, Messtaster oder externer Geber
- TOs sind Softwareobjekte in der Steuerung
- TO-Datenbaustein enthält alle Konfigurationsdaten, Soll-/Istwerte und Statusinformationen des TO
- TOs erlauben eine einfache Sicht auf Motion Control

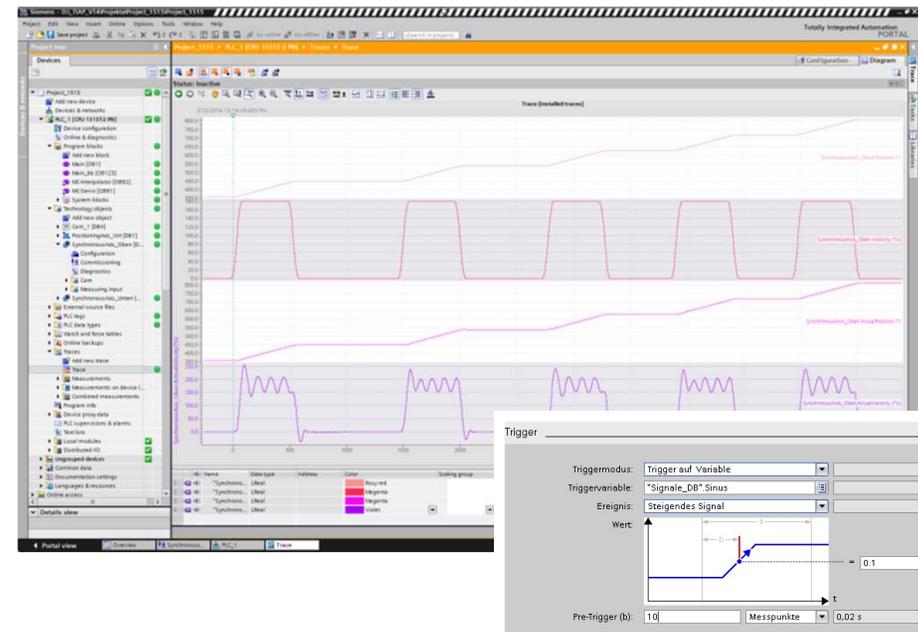


SIMATIC S7-1500 T-CPU – Diagnose in Echtzeit – Trace für die S7-1500/S7-1500 T-CPU

SIEMENS
Ingenuity for life

Diagnose mittels Trace

- Aufzeichnung von bis zu 16 verschiedenen Variablen in separatem CPU Speicherbereich
- Parallele Aufzeichnung von bis zu acht¹ unabhängigen Trace-Jobs in der CPU
- Zyklus-synchrone Erfassung (Echtzeit) der Werte
- Vielfältige Trigger-Bedingungen
- Aufzeichnung auf der CPU und Auswertung im Engineering System für Optimierung und zur einfachen Suche von sporadischen Fehlern
- Exportierbare Messungen zur Dokumentation und anwenderspezifischen Weiterverarbeitung (csv und ttrec)



Programm- und Applikationsdiagnose in Echtzeit zum Erkennen selbst von sporadischen Fehlern

¹ Abhängig von der eingesetzten CPU

Frei verwendbar © Siemens 2020

Seite 23 15.09.2020

Motion Control Workshop

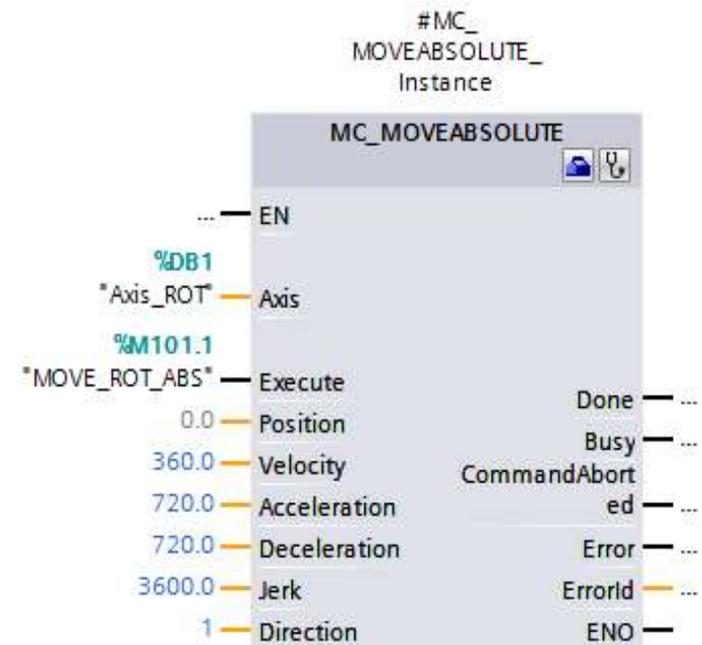
SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekte – Was sind PLCopen – Regelungsbausteine?

PLCopen ...

... ist eine Organisation im Bereich [industrieller Steuerungstechnik](#). Es werden Standards entwickelt, die die Steigerung der Effizienz bei der Entwicklung von Applikationen und die Senkung der Kosten für die Wartung solcher Software vorsehen. Die PLCopen will von bestimmten **Herstellern und Produkten unabhängig** sein und durch die Arbeit in den Arbeitskreisen für die Verbreitung internationaler Standards und deren Anwendung auf breitem Feld sorgen.

Eine der Kernaktivitäten findet sich im Umkreis der [EN 61131](#), dem einzigen globalen Standard für die industrielle [Steuerungsprogrammierung](#).

SIEMENS
Ingenuity for life



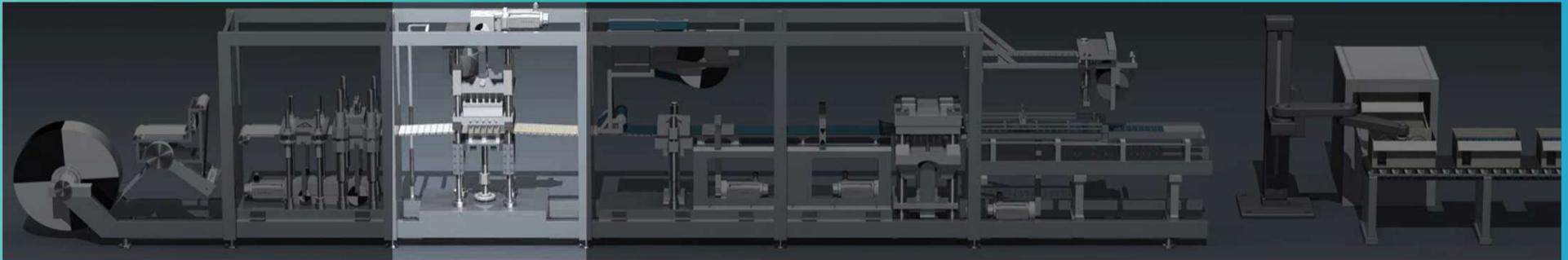
Einfache Konfiguration, IBN und Programmierung

Quelle: Wikipedia

Frei verwendbar © Siemens 2020

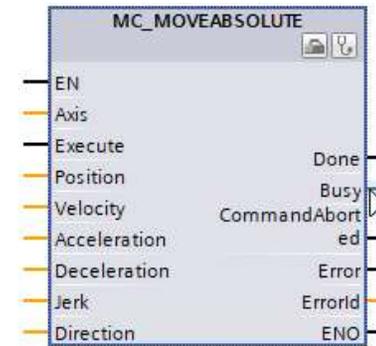
Seite 24 15.09.2020

Motion Control Workshop



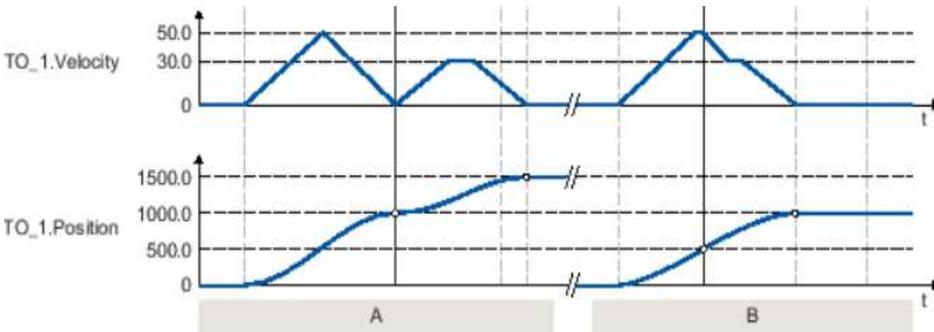
Positionieren

SIMATIC S7-1500 Positionierbausteine



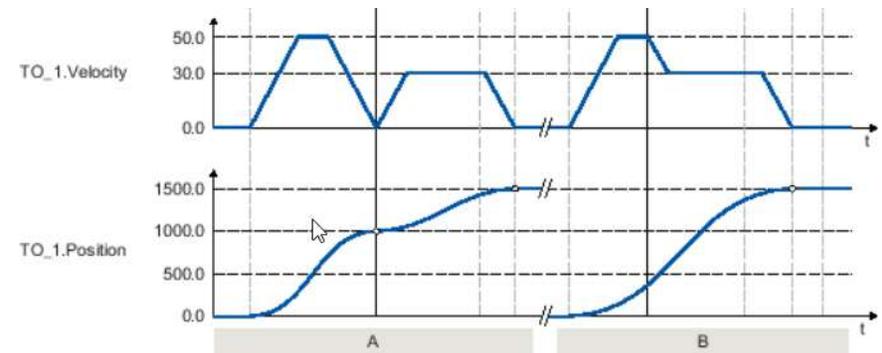
Relatives Positionieren:

- Fahre Distanz
- Referenzfahrt nicht notwendig



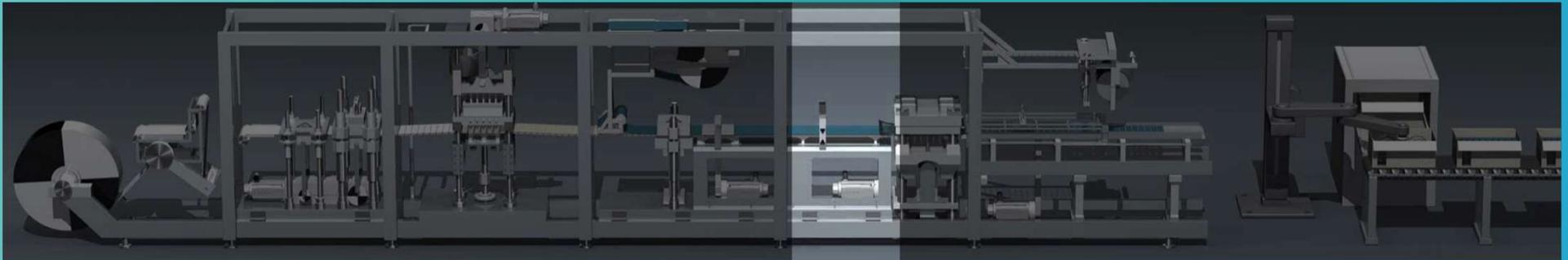
Absolutes Positionieren:

- Fahre auf absolute Position
- Achse muss referenziert sein



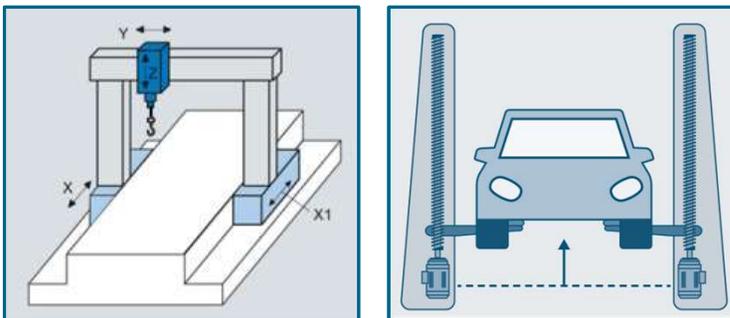


Übung: Positionieren



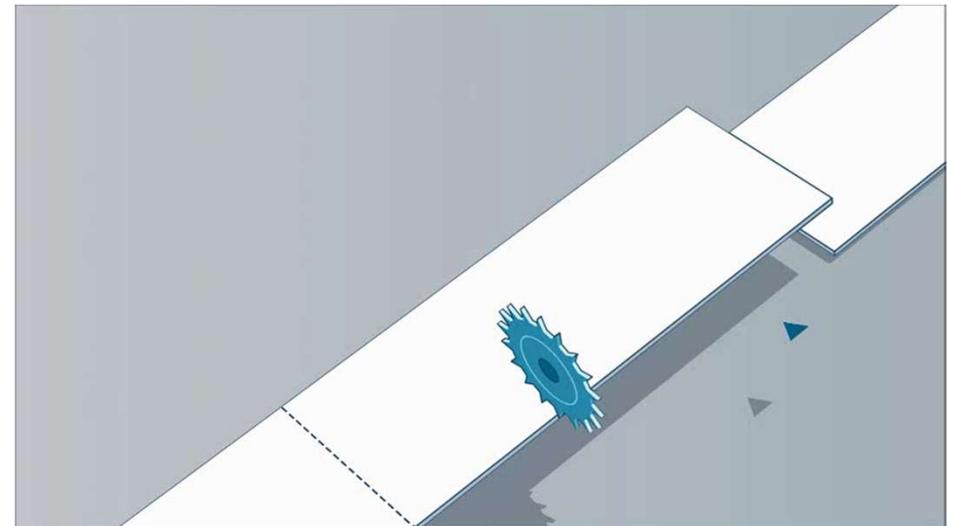
Getriebegleichlauf

Relativer Gleichlauf



Aufsynchronisieren **ohne** Vorgabe der Synchronposition

Absoluter Gleichlauf



Aufsynchronisieren **mit** Vorgabe der Synchronposition

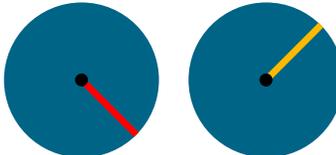
Koordinierte Achsen

Relativer und absoluter Getriebegleichlauf

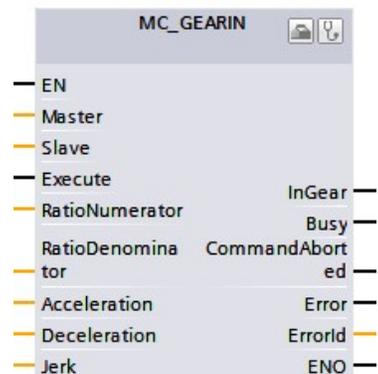
Relativer Gleichlauf

S7-1500 ✓ S7-1500T ✓

Folgeachse Leitachse



Synchronisation ohne Vorgabe der Synchronposition



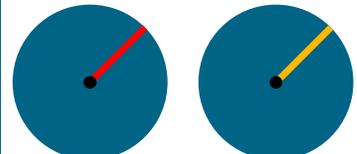
EN	
Master	
Slave	
Execute	
RatioNumerator	InGear
RatioDenominator	Busy
Acceleration	CommandAborted
Deceleration	Error
Jerk	ErrorId
	ENO

Seite 30

Absoluter Gleichlauf

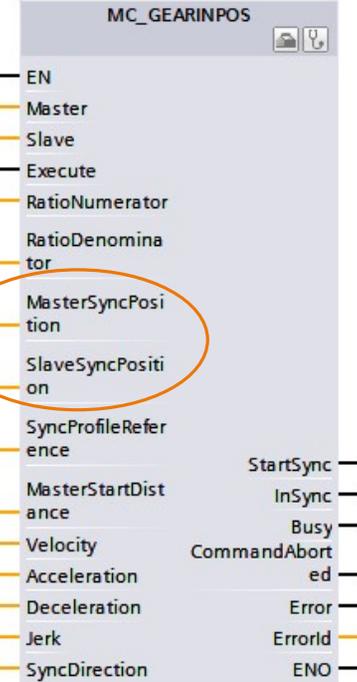
S7-1500 ✗ S7-1500T ✓

Folgeachse Leitachse



Synchronisation mit Vorgabe der Synchronposition

Synchronpositionen

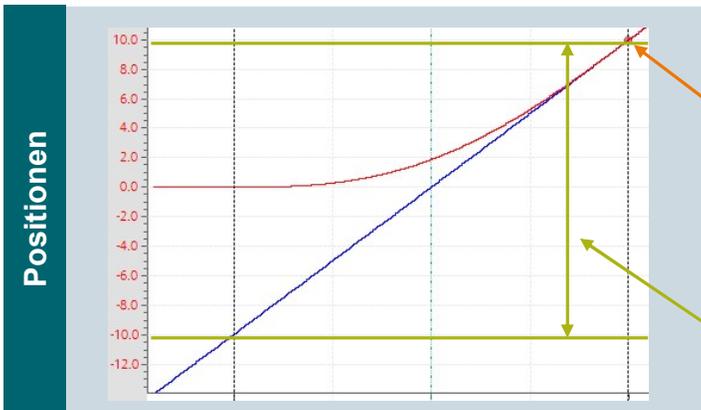


EN	
Master	
Slave	
Execute	
RatioNumerator	
RatioDenominator	
MasterSyncPosition	
SlaveSyncPosition	
SyncProfileReference	
MasterStartDistance	StartSync
Velocity	InSync
Acceleration	Busy
Deceleration	CommandAborted
Jerk	Error
SyncDirection	ErrorId
	ENO

Der Unterschied zwischen relativem und absolutem Gleichlauf liegt in den Möglichkeiten der Aufsynchronisation!

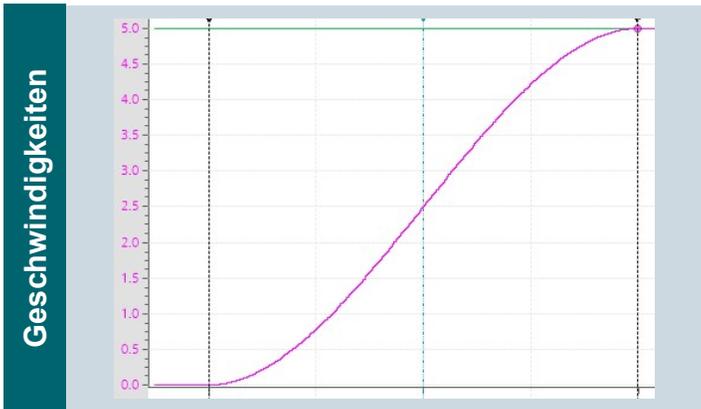
Koordinierte Achsen

Vorlaufendes oder auch symmetrisches Aufsynchronisieren



Synchronpositionen: 10 mm

Aufsynchronisierlänge: 20 mm



```

MC_GEARINPOS
... EN
%DB1 *PositioningAxis Master
%DB2 *SynchronousAxis Slave
false Execute
1 RatioNumerator
RatioDenominator 1
MasterSyncPosition 10.0
SlaveSyncPosition 10.0
SyncProfileReference 1
MasterStartDistance 20.0
Velocity
StartSync
InSync
Busy

```

Startposition = Synchronposition Leitachse - Aufsynchronisierlänge

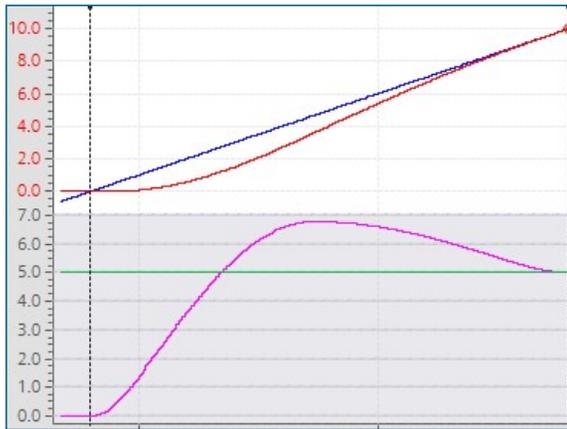
Koordinierte Achsen Aufsynchronisierverhalten

PositioningAxis.ActualPosition [mm]
SynchronousAxis.ActualPosition [mm]

PositioningAxis.ActualVelocity mm/s
SynchronousAxis.ActualVelocity [mm/s]

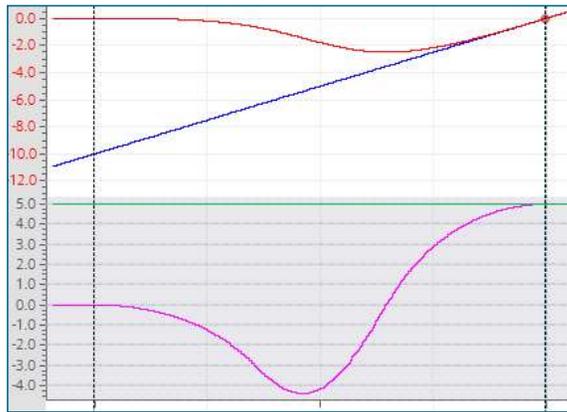


Aufholend



SyncPosition: 10 mm ; MasterStartDistance: 10 mm

Zurücklaufend

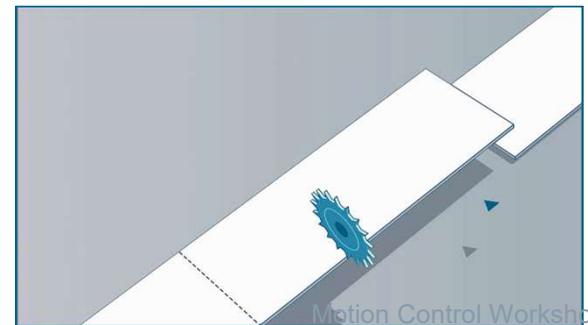
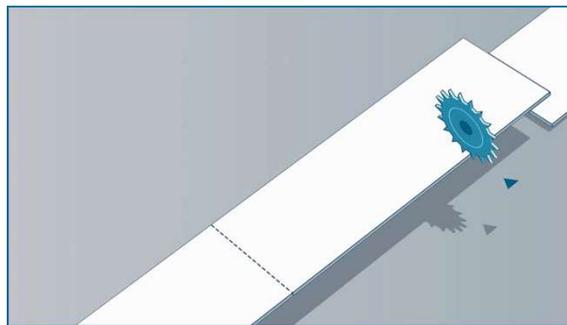
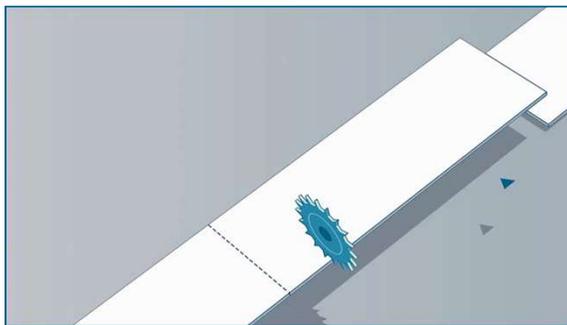


SyncPosition: 0 mm ; MasterStartDistance: 10 mm

Symmetrisch



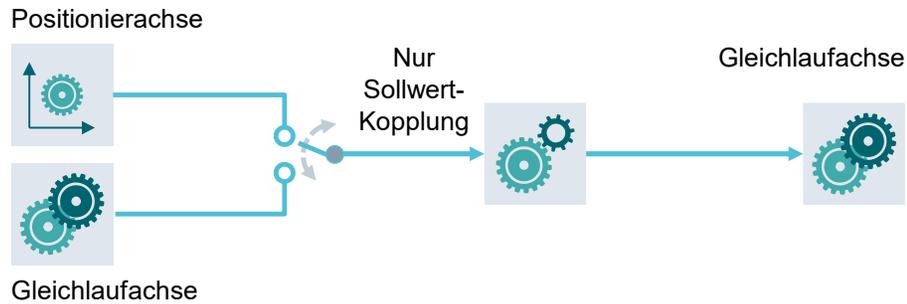
SyncPosition: 10 mm ; MasterStartDistance: 20 mm



SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekte

Gleichlauffunktionalität S7-1500 vs. S7-1500 T-CPU

S7-1500



Relativer Gleichlauf

Leitachse

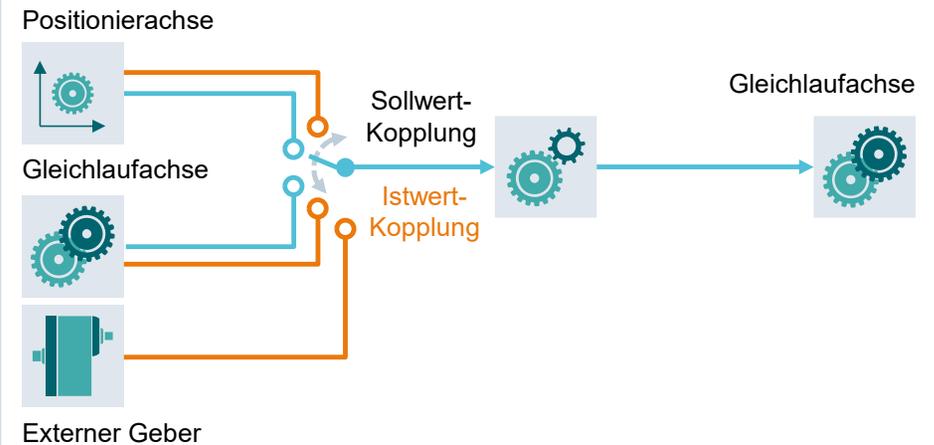


Synchronisation
ohne
Vorgabe der
Synchronposition



Folgeachse

S7-1500 T-CPU



Absoluter Gleichlauf

Leitachse



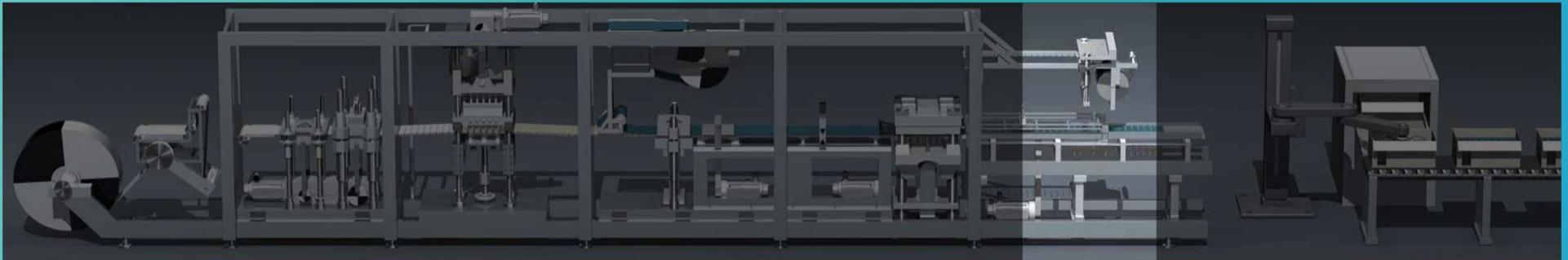
Synchronisation
mit/ohne
Vorgabe der
Synchronposition



Folgeachse



Übung: Getriebegleichlauf

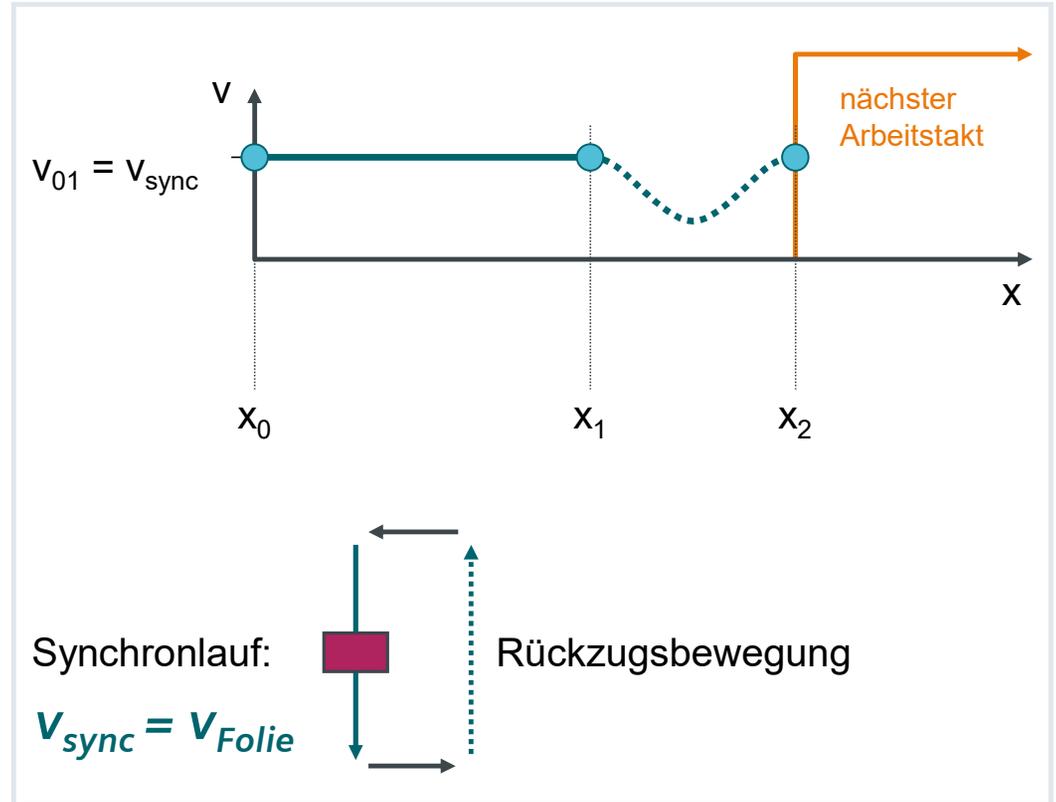
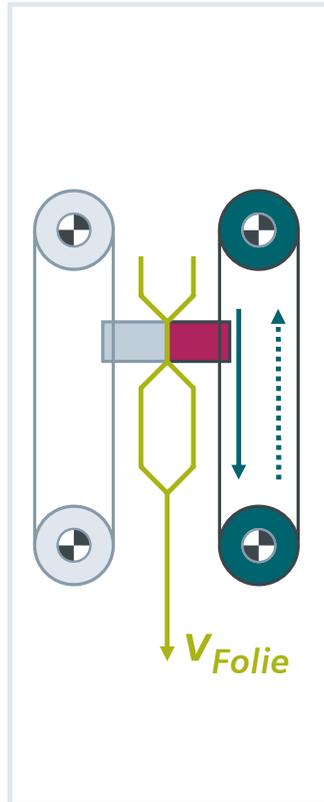
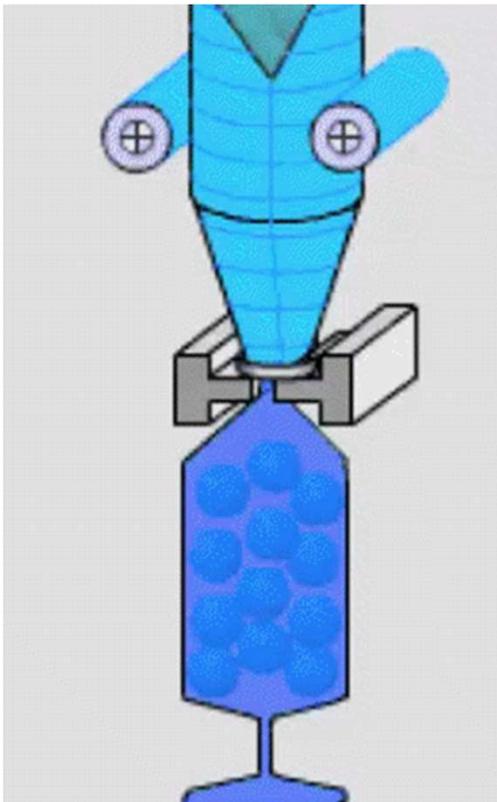


Kurvenscheibengleichlauf



SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekte

Was ist eine Kurvenscheibe? → Beispiel Quersiegler



Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 T-CPU Kurvenscheibeneditor



Feature/Funktion

Grafische/tabellarische Bearbeitung der Kurvenscheibe¹

Identische Kurvenscheiben-Interpolation im Runtime und im Engineering

Optimierung der Kurvenscheiben-segmente gemäß def. Randbedingungen²

Berechnung und Modifizierung von Kurvenscheiben zur Laufzeit

1 Durch Polynomsegmente, Interpolationspunkte/-kurven

2 Geschwindigkeits- und beschleunigungsstetig (ruckfrei) entsprechend den Bewegungsgesetzen für Kurvengetriebe VDI 2143

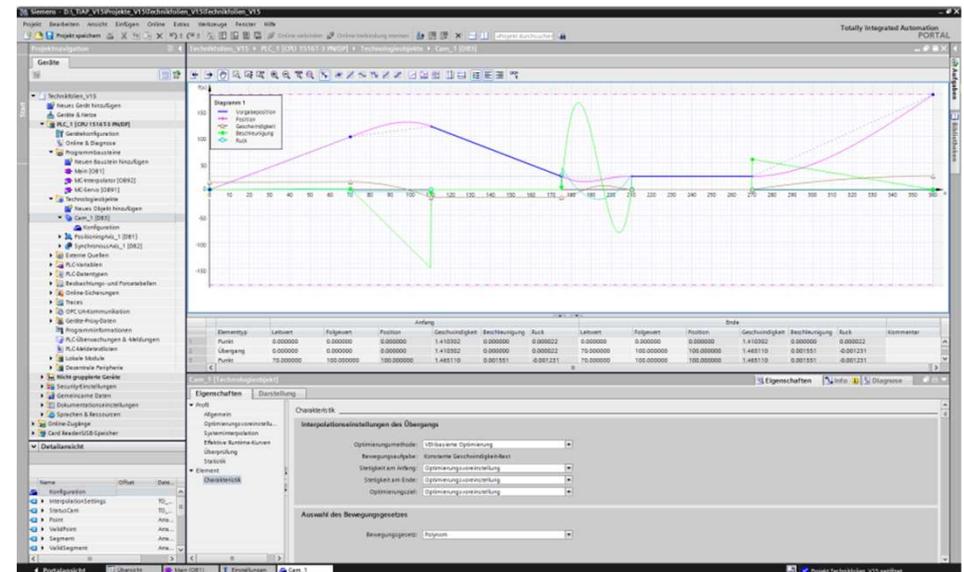
Nutzen

Flexible/effiziente Eingabemöglichkeiten

Sofortige Analyse des Kurvenscheiben-verhaltens beim Engineering

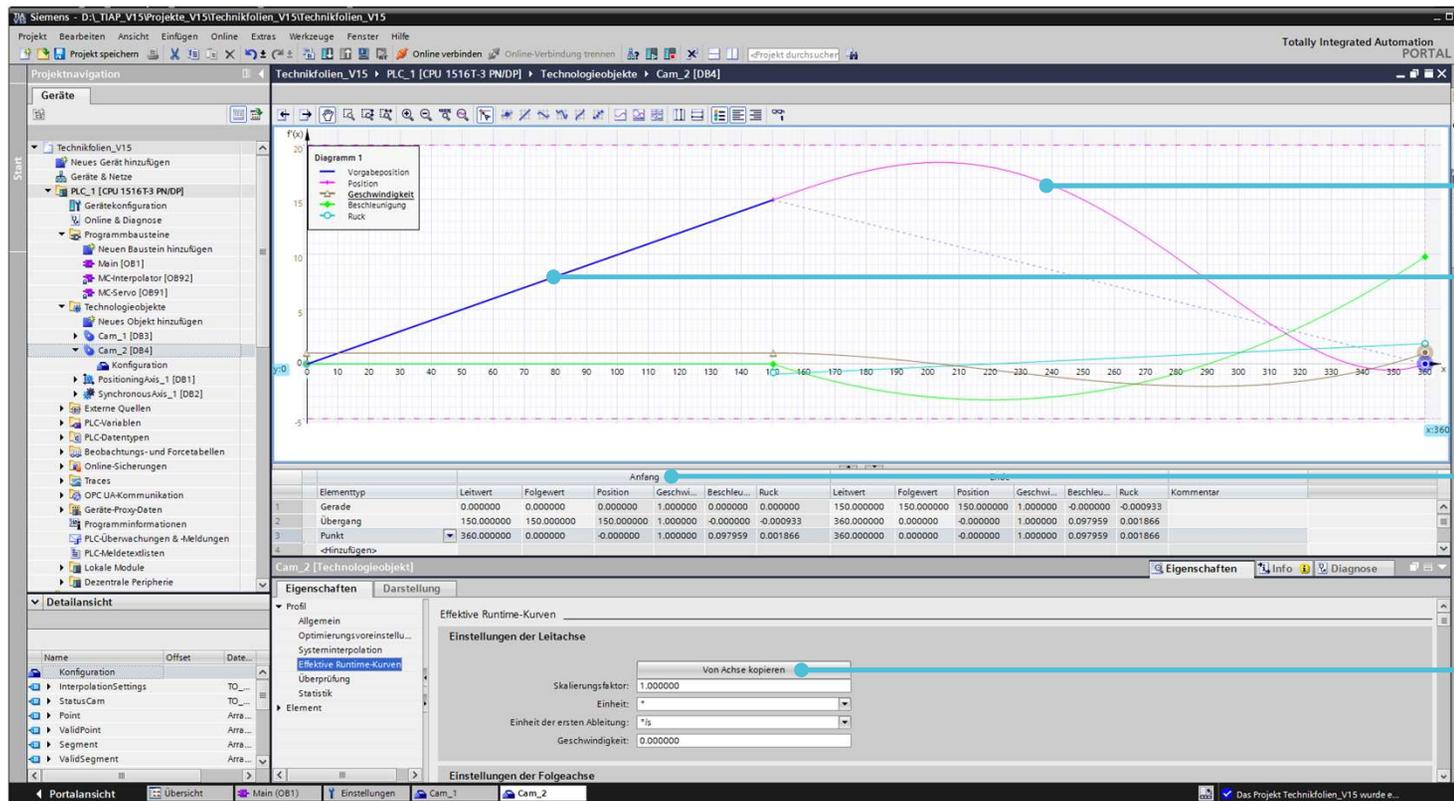
Höhere Motion Qualität

Höhere Maschinen Flexibilität



Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 T-CPU Kurvenscheibeneditor

SIEMENS
Ingenuity for life



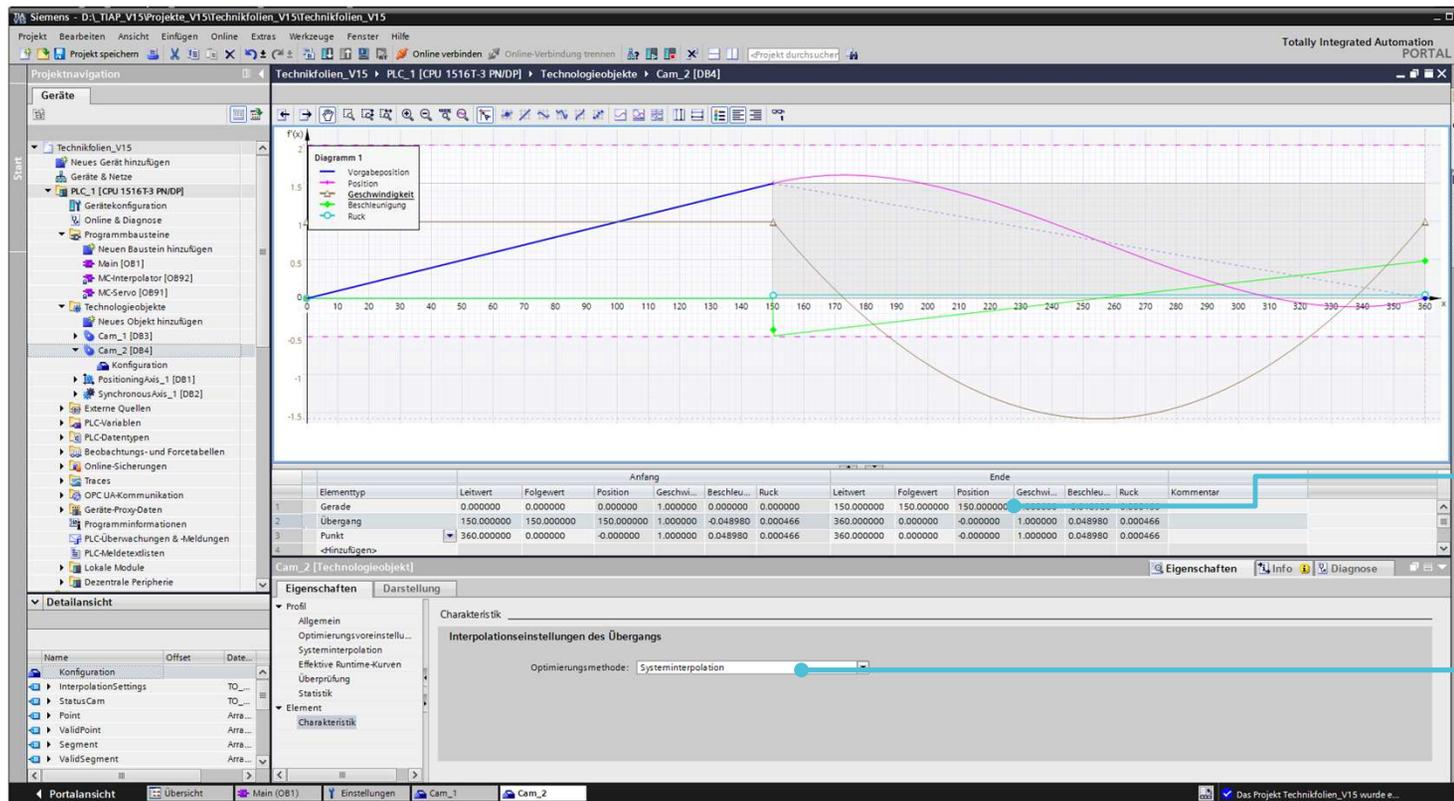
Übergangsegment
(vom System interpoliert)

Arbeitssegment

Grafische oder
tabellarische Eingabe

Zuordnung realer Achsen

Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 T-CPU Kurvenscheibeneditor

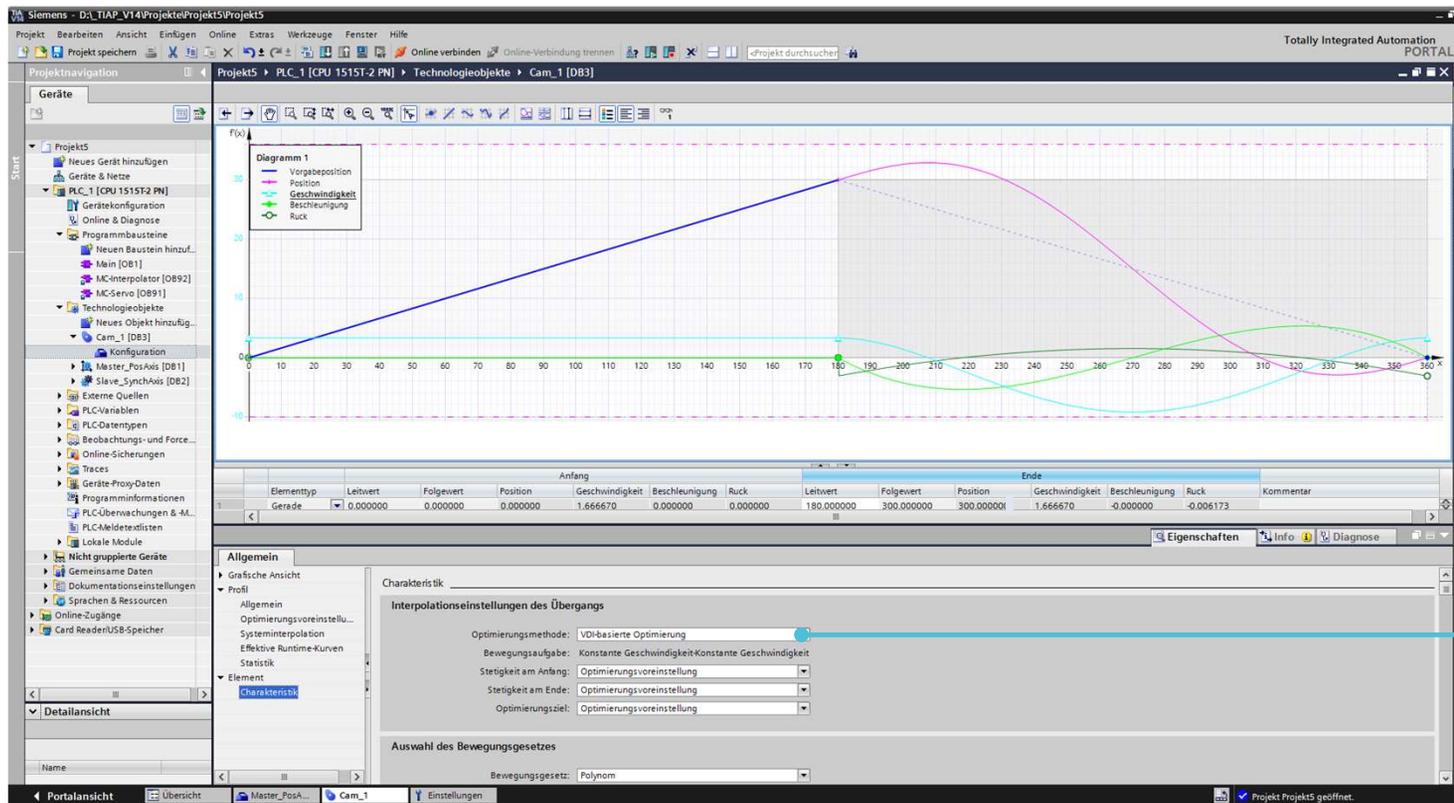


Arbeitssegmente:
1.000 Stützpunkte
und 50 Segmente

System-Interpolation mit
kubischen oder Bezier-Splines

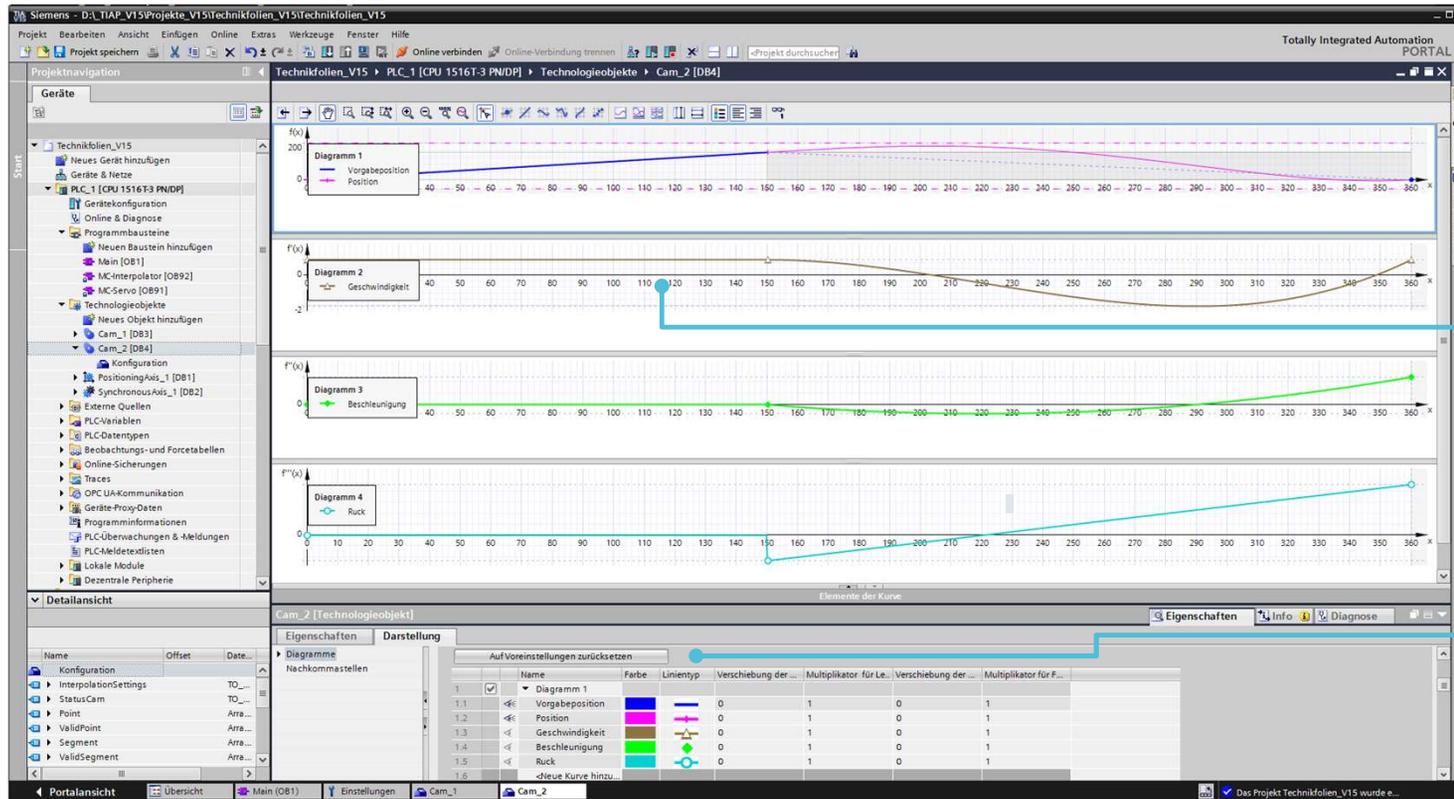
Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 T-CPU Kurvenscheibeneditor

SIEMENS
Ingenuity for life



Interpolation nach VDI 2143

Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 T-CPU Kurvenscheibeneditor



Darstellung von Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ruck

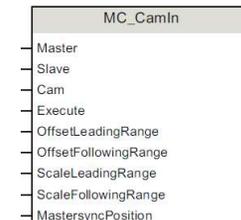
Auswahl und Einstellung der Kurvenansichten

SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekte

Bearbeiten von Kurvenscheiben über die Applikation zur Laufzeit

Vor Verwendung der Kurvenscheibe
→ Interpolieren mit dem Befehl »MC_InterpolateCam«

Skalierung und Verschiebung der Kurvenscheibe
→ über Parameter am Befehl »MC_CamIn«

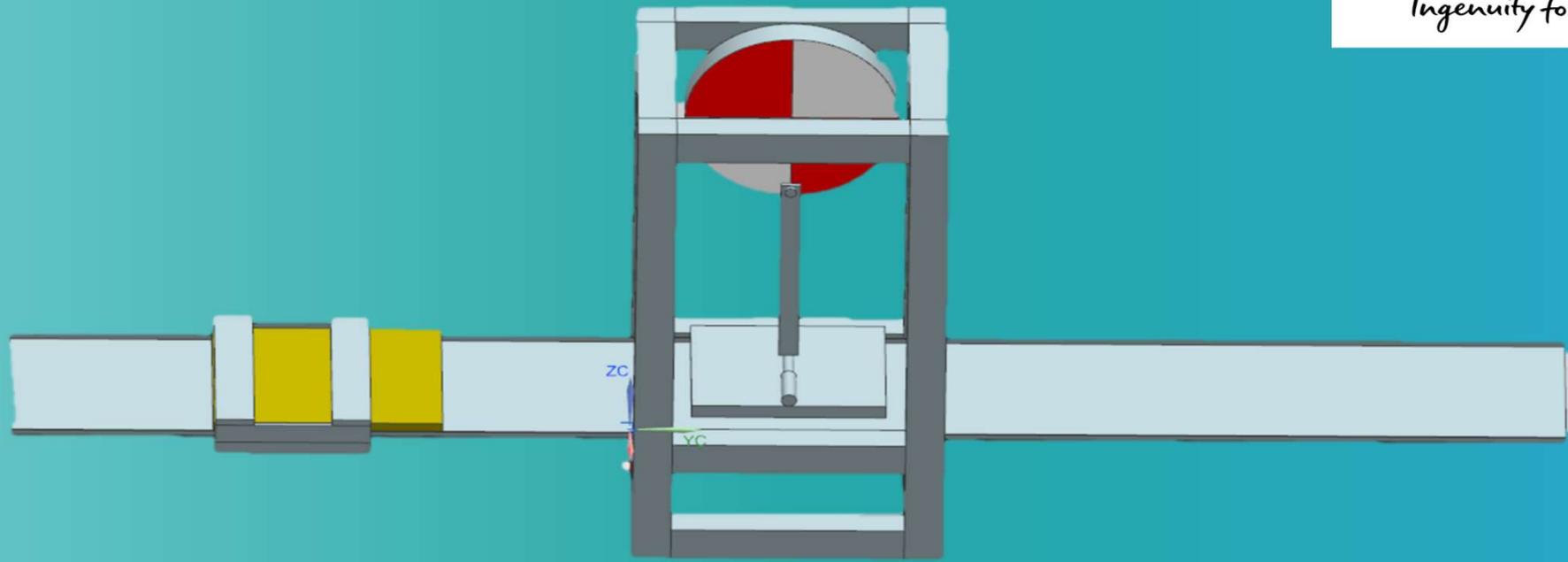


Veränderung der Kurvenscheibe durch Editieren des TO-DB
→ Kurvenscheibendaten liegen im TO-DB



Erzeugen von Kurvenscheiben zur Laufzeit
→ durch Funktionen der Bibliothek »LCamHdl«

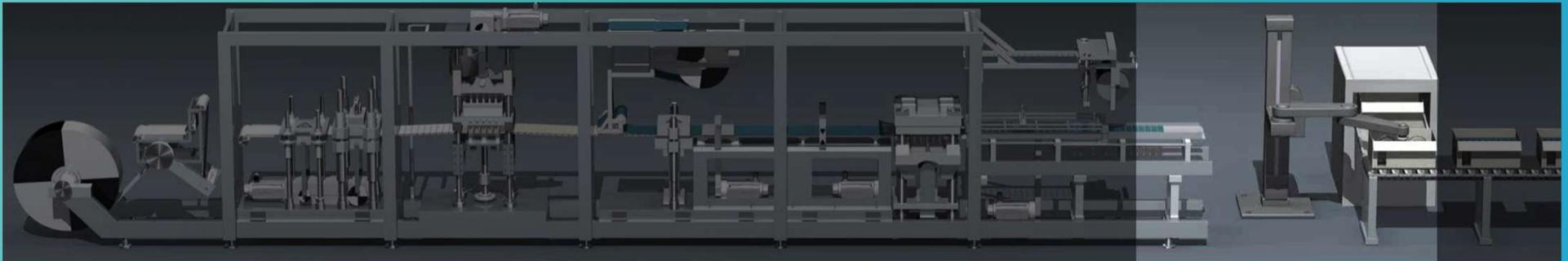




Übung: Kurvenscheibengleichlauf

SIMATIC S7-1500T

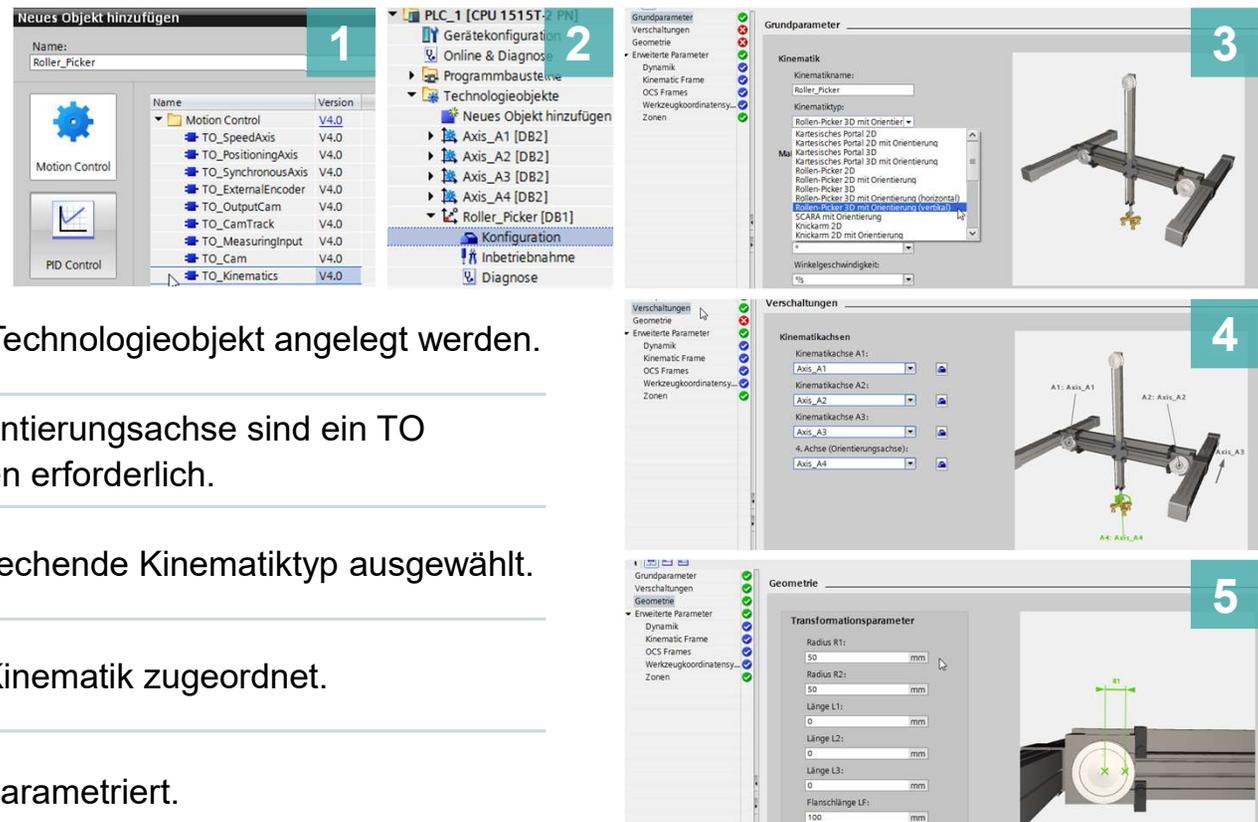
Systemintegrierte Funktion für Kinematiken
mit bis zu 4 Achsen



Kinematik

SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekt Kinematik

Vordefinierte Kinematiken – Einfach konfigurieren!



- 1** Das TO Kinematik kann als neues Technologieobjekt angelegt werden.

- 2** Für einen Rollen-Picker 3D mit Orientierungsachse sind ein TO Kinematik und vier Positionierachsen erforderlich.

- 3** In der Konfiguration wird der entsprechende Kinematiktyp ausgewählt.

- 4** Die Positionierachsen werden der Kinematik zugeordnet.

- 5** Die Geometrie der Kinematik wird parametrisiert.

Ansteuerung von Kinematiken mit bis zu 4 Achsen – Systemintegrierte Funktion mittels Technologieobjekt

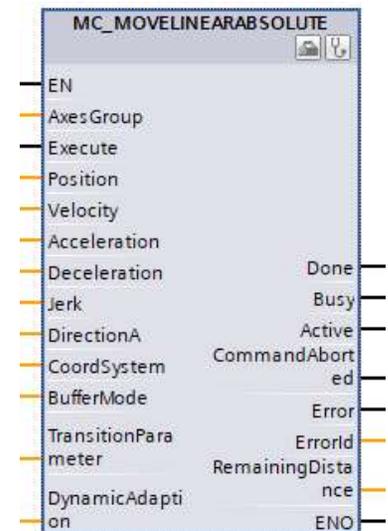


- Typische Kinematiken (z. B. Kartesisches Portal, Rollen-Picker, etc.) effizient programmieren und automatisieren
- Integrierte Diagnose und Zonenüberwachung
- Programmierung mit Funktionsbausteinen nach **PLCopen** im gewohnten SIMATIC Umfeld

Systemintegrierte Funktion



SIMATIC S7-1500 T-CPU



SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekt Kinematik

Einfaches Einmessen von Objektkoordinatensystemen

TO_Kinematics ▶ PLC_1 [CPU 1516T-3 PN/DP] ▶ Technologieobjekte ▶ Roller_Picker [DB2]

Objektkoordinatensys... OCS1

Einmessmethode: Verschieben und drehen um z

Eingaben sind korrekt

1. Ursprung des OCS verschieben

Position im WCS

x:	105.12 mm
y:	210.64 mm
z:	15.44 mm

2. OCS um eine Koordinatenachse drehen

x-Achse um z-Achse drehen Winkel: 45.0

Positionen

WCS	MCS
x: 105.12 mm	A1: -137.876 °
y: 210.639 mm	A2: 378.793 °
z: 15.439 mm	A3: 210.639 mm
A: 0.0 °	A4: 0.0 °

Objektkoordinatensysteme

Objektkoordinatensystem (OCS): OCS1

OCS im Weltkoordinatensystem...

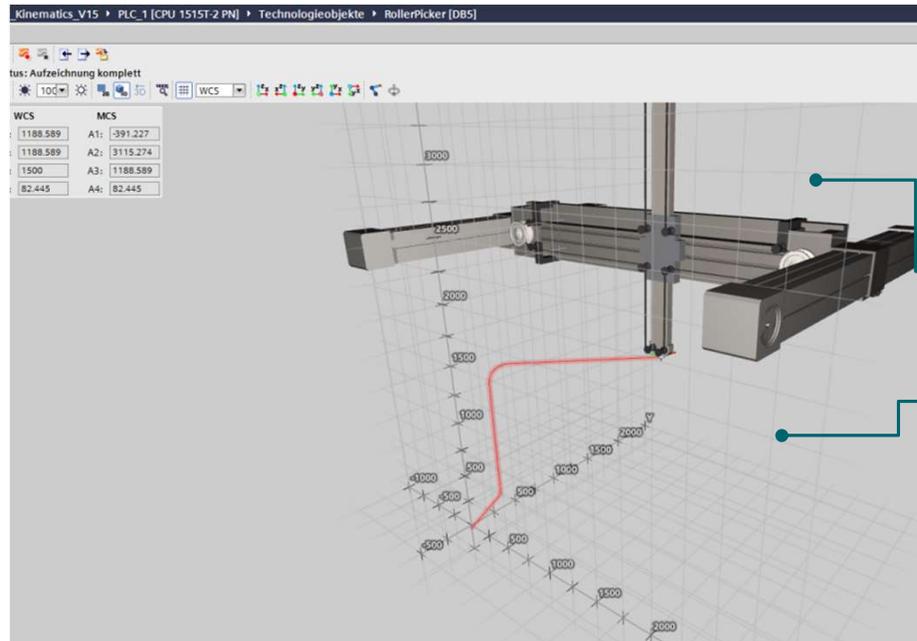
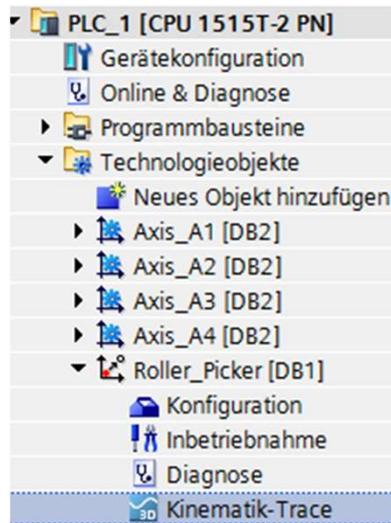
Position x:	105.12 mm
Position y:	210.64 mm
Position z:	15.44 mm

Drehung des OCS

Drehung A: 45.0

- Bestimmung der Lage der Koordinatensysteme mithilfe des TCP der Kinematik
- On- / Offline Einmessen
- Verschiedene Einmessmethoden

SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekt Kinematik

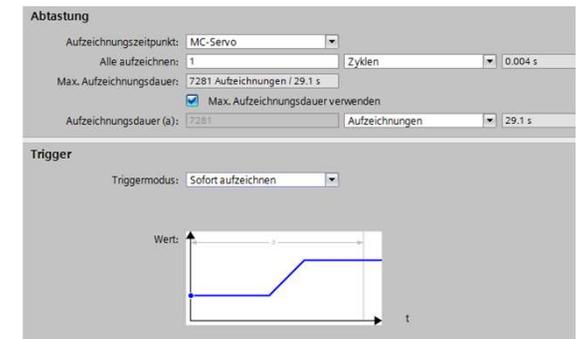
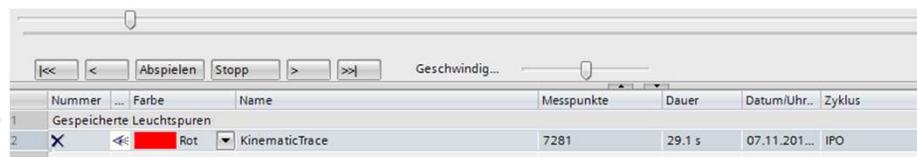


Kinematik-Trace 3D Visualisierung und Bewegungsaufzeichnung

3D Visualisierung der
konfigurierten Kinematik

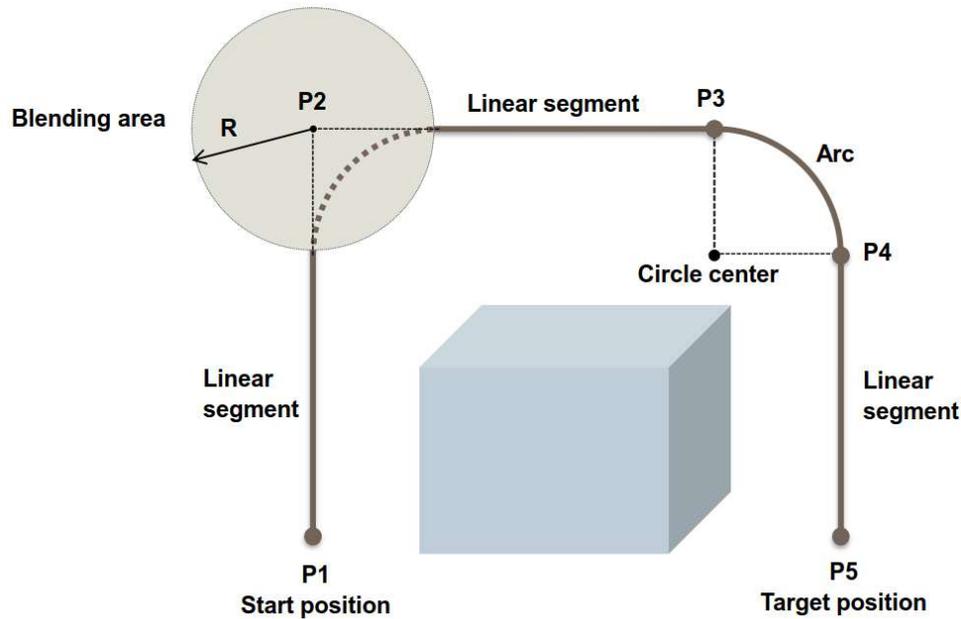
Aufzeichnung der Bewegung
und Darstellung als Leuchtspur

Abspielen, Import
und Export von
Aufzeichnungen

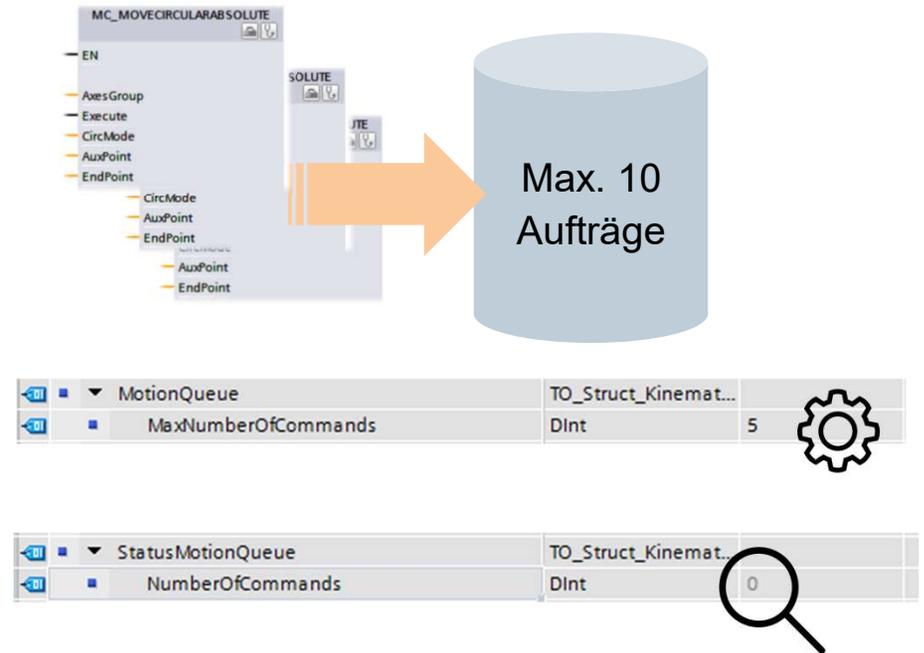


SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekt Kinematik Transition & Auftragspeicher

Transition („Überschleifen“)

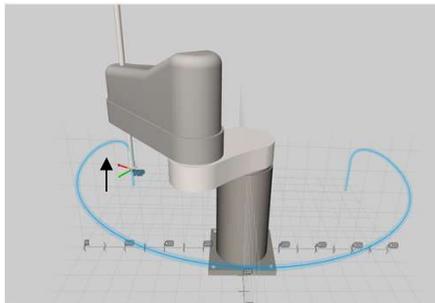


Motionqueue (Auftragspuffer)



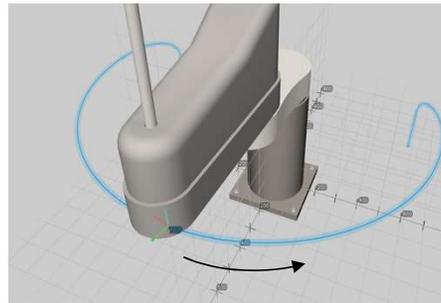
SIMATIC S7-1500 T-CPU – Technologieobjekt Kinematik

Synchrone „Punkt-zu-Punkt“-Bewegung (sPTP-Bewegung)



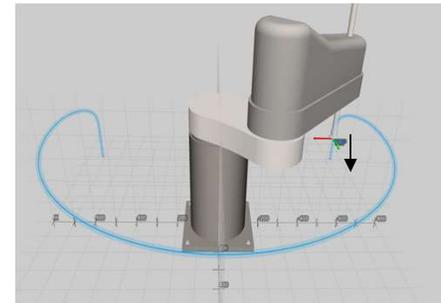
MC_MoveLinearRelative

- Lineare Bewegung nach oben ausgehend von der Startposition (z. B. Aufnahme eines Produkts)



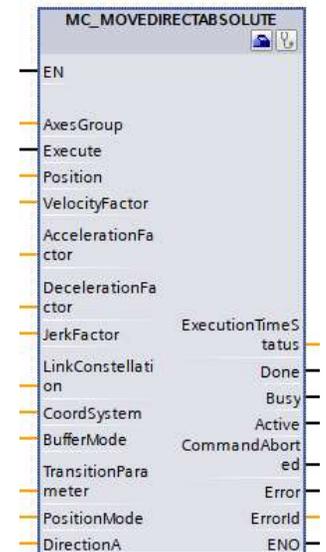
MC_MoveDirectAbsolute

- Synchrone „Punkt-zu-Punkt“-Bewegung auf eine Position oberhalb der Zielposition
- Wechsel des Gelenkstellungsraums



MC_MoveLinearRelative

- Lineare Bewegung nach unten auf die Zielposition (z. B. Ablegen eines Produkts)



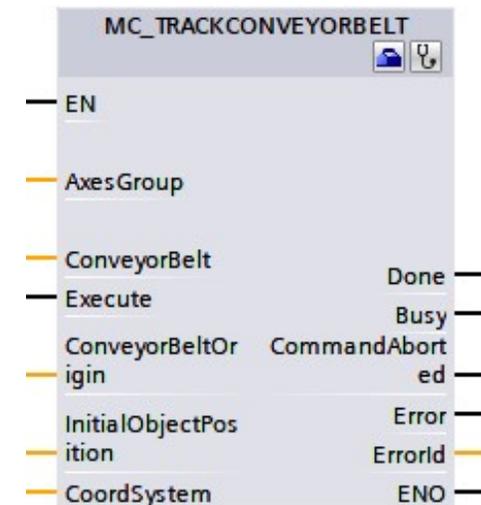
Kinematikfunktionen V16

ConveyorTracking / Bandverfolgung



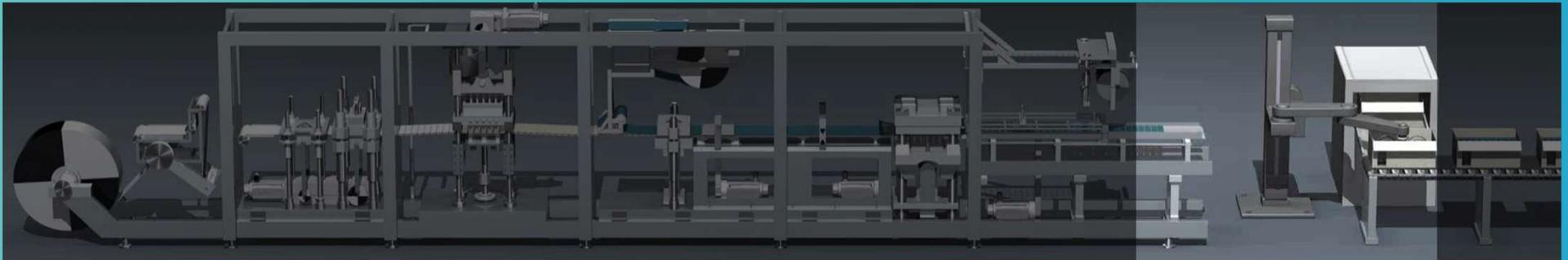
MC_TrackConveyorBelt

- Synchrone Bewegung zu Produkten auf Transportsystemen
- Koordinaten und Transportrichtung frei definierbar
- Leitwert kann von verschiedenen Technologieobjekten verwendet werden (Positionier- / Gleichlaufachse, ext. Geber oder über verteilten Gleichlauf)





Übung: Kinematik

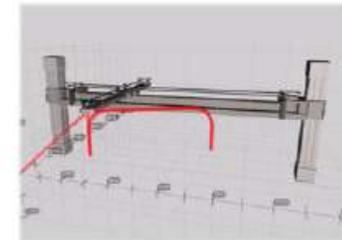
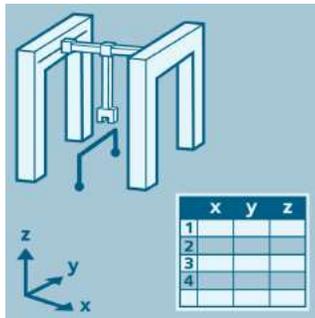


Und noch einfacher...

Kinematik mit Bibliothek „LKinCtrl“

SIMATIC S7-1500 Kinematik mit Bibliothek „LKinCtrl“

SIEMENS
Ingenuity for life



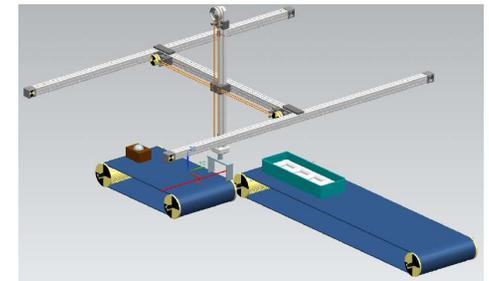
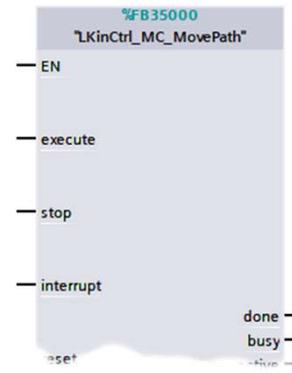
DB mit „Liste“ von Fahraufträgen

Aufruf von „MC_MovePath“

Fahraufträge werden ausgeführt

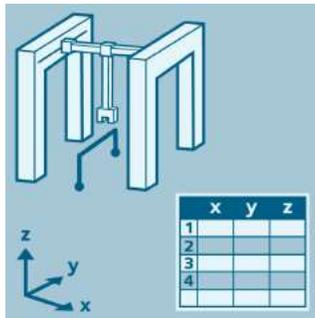
Industry Online Support
Produkt Support
<https://support.industry.siemens.com/cs/de/view/109755891>

Name	Datentyp	Startwert
Static		
Path1	"LKinCtrl_typePath..."	
pathDataName	String["LKINCTRL_L..."]	"Testpfad"
commands	Array["LKINCTRL..."]	
commands[1]	"LKinCtrl_typePath..."	
cmdType	Int	-1
cmdActivat...	Bool	TRUE
cmdName	String["LKINCTRL_L..."]	"
cmdCoordi...	"LKinCtrl_typePoint..."	
cartesia...	"LKinCtrl_typeCarte..."	
x	LReal	0.0
y	LReal	0.0
z	LReal	0.0
a	LReal	0.0
coordSy...	DInt	0
cmdParame...	"LKinCtrl_typePoint..."	
pathDyn...	"LKinCtrl_typePath..."	
velo...	LReal	-1.0
accel...	LReal	-1.0
dece...	LReal	-1.0
jerk	LReal	-1.0



SIMATIC S7-1500

Kinematik mit Bibliothek „LKinCtrl“



Tippbetrieb TCP

%FB35010
"LKinCtrl_MC_JogFrame"

- EN
- jogForward
- jogBackward
- jogToPosition
- jogDirection
- jogModeInc
- jogIncrement
- targetPosition
- coordSystem
- tool
- dynamics
- axesGroup

- done
- busy
- active
- error
- status
- remainingDistance
- diagnostics
- ENO

TCP kann in den verschiedenen Koordinatensystemen manuell bewegt werden (Einrichtbetrieb)

Pfadgenerierung

%FC35001
"LKinCtrl_MC_PathSelect"

- EN
- pathDescription
- pathData

- Ret_Val
- ENO

Positionspunkte werden mit linearen Bewegungen und optionaler Überblendung zu einem Pfad verbunden

Hilfsbausteine

%FB35021
"LKinCtrl_MC_GroupPower"

- EN
- enable
- startMk
- stopMk
- axesGr

- busy
- error

%FB35022
"LKinCtrl_MC_GroupHome"

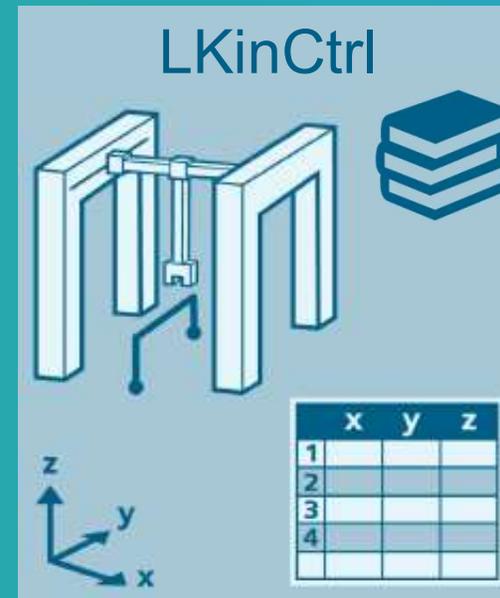
- EN
- execute
- position
- mode
- axesGro

- done
- busy
- active
- commandAborted
- error
- diagnostics
- ENO

%FB35023
"LKinCtrl_MC_GroupReset"

- EN
- execute
- restart
- axesGroup

Hilfsbausteine um gesamten Achsverbund zu quittieren, referenzieren und ein-/auszuschalten



Übung: Kinematik mit LKinCtrl

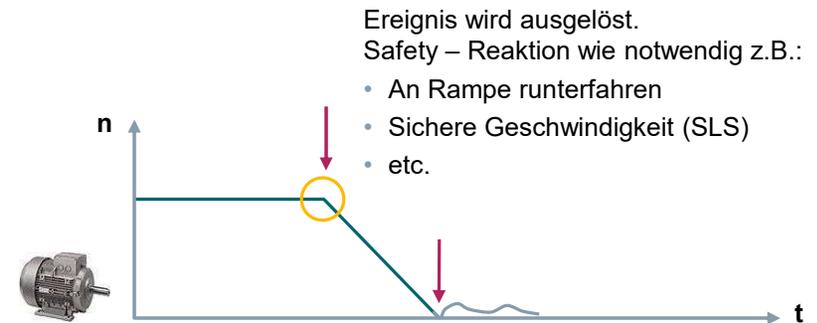
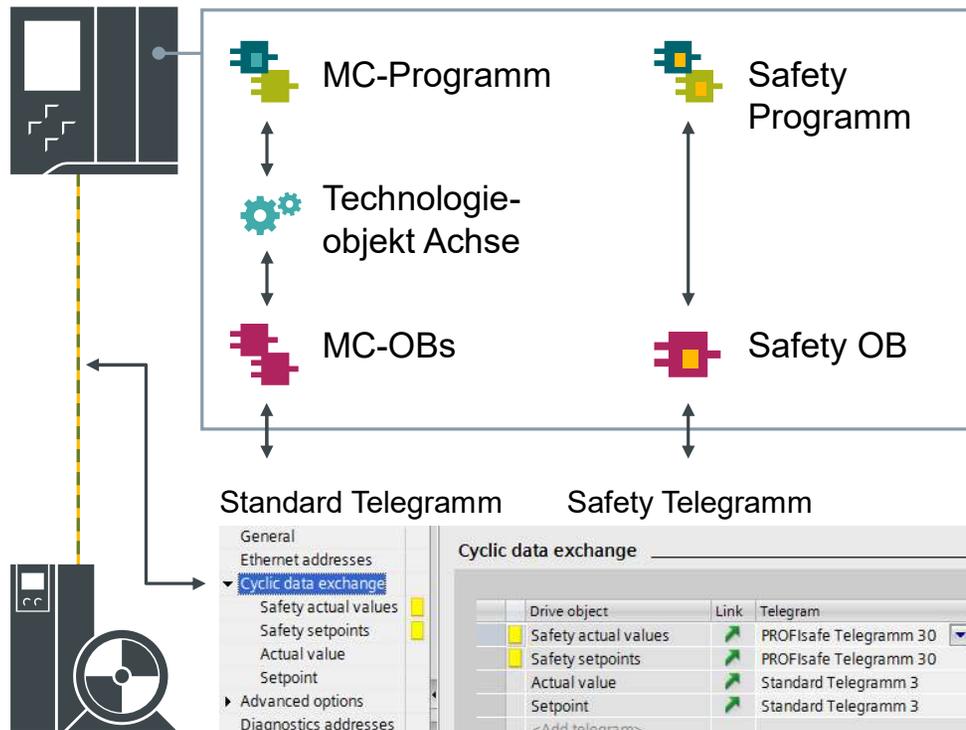
SIMATIC S7-1500T

Funktionale Sicherheit und Motion Control

SIMATIC S7-1500 T-CPU – Safety – und Safety



Prinzip in der S7-1500F/S7-1500 TF-CPU



? Was passiert, wenn das Safety Programm eine Safety Funktion im Antrieb aktiviert?

✓ TO reagiert immer genau richtig!

+ **und Safety gleichzeitig betreibbar**
... in einer CPU mit einem Antrieb!

SIMATIC Safe Kinematics Safe Zone Monitoring (SZM)

Zonen bei SIMATIC Safe Kinematics

Arbeitsraumzonen (ortsfest im WCS)

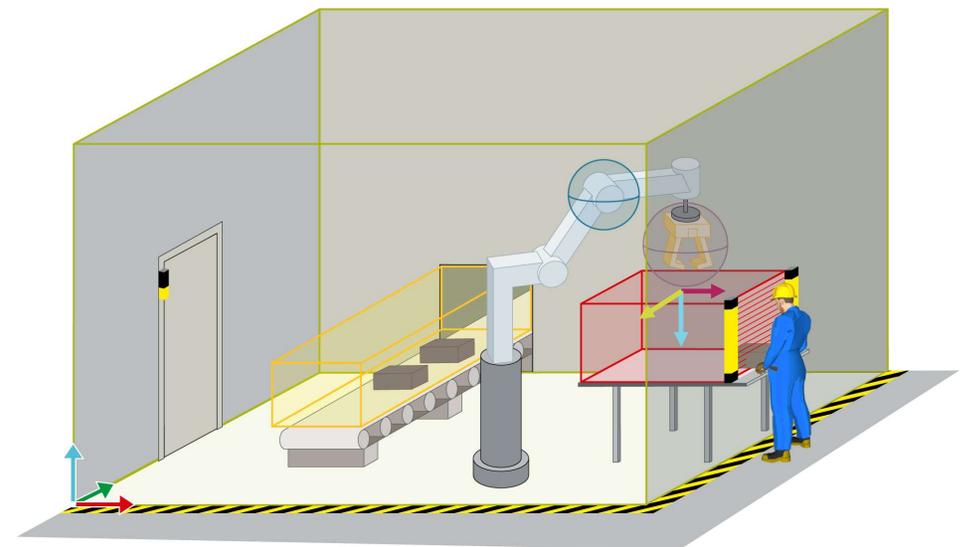
 Arbeitszone  Meldezone  Schutzzone

Kinematikzonen
(fest gekoppelt an Teilen der Kinematik)

 Werkzeugzone  Segmentzone

Zonen werden durch einfache
geometrischen Körper modelliert

 Kugel  Quader



Reaktionen z.B.: SLS, Sofortstopp, etc.

SIMATIC Safe Kinematics V2.0

Produktübersicht – Funktionalität

Sichere Geschwindigkeitsüberwachung (SLS)
verschiedener Punkte der Kinematik

<p>SLS-TCP Tool Center Point</p> 	<p>SLS-JOINT Gelenkpositionen</p> 
<p>SLS-TOOL Werkzeugpunkte</p> 	<p>SLS-POINT Beliebige Punkte an der Kinematik</p> 

Sichere Zonenüberwachung (SZM)
Sichere **Kollisionsprüfung** zwischen Kinematik- und Arbeitsraumzonen

<p>Kinematik innerhalb der Arbeitszone (2D/3D)</p> 	<p>Kinematik außerhalb der Warnzone (2D/3D)</p> 
	<p>Kinematik außerhalb der Schutzzone (2D/3D)</p> 

Sichere Orientierungsüberwachung (SLO)
des Flansches für die anwenderdefinierte serielle Kinematik

Kinematik innerhalb des kegelförmigen Toleranzbereichs

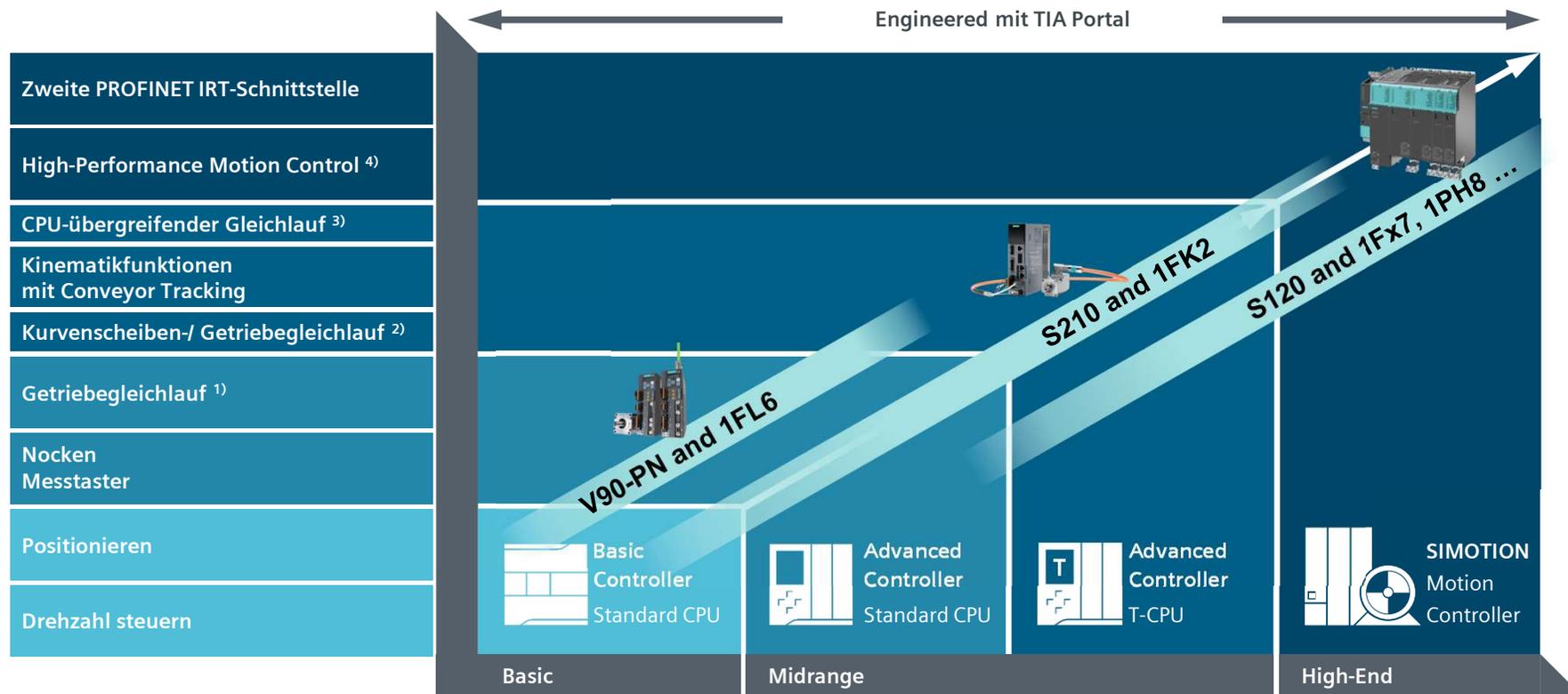


2020

Portfolio

TIA Portal V16

Das skalierbare Motion Control System Portfolio



¹⁾ Aufsynchronisieren ohne Vorgabe der Synchronposition

³⁾ In einem Projekt

²⁾ Aufsynchronisieren mit Vorgabe der Synchronposition

⁴⁾ Projekt-übergreifender Gleichlauf; Kurvenscheiben dynamischer Größe; 2 Servo für Achsgruppen etc.

SIMATIC Drive Controller

HW-Aufbau

SIEMENS
Ingenuity for life

4 x DRIVE-CLiQ

12 DI, 8 DI/DQ (DRIVE I/Os, durch PLC nutzbar)
→ DI, DQ, max. 8 Messtaster

24 V-Versorgung

PROFIBUS (Master)

2 x 3 LEDs (3 x PLC / 3 x Drive)

7 Segment-Anzeige (Diagnose)

Schacht für SIMATIC Memory Card

Funktionstaste (Diagnose, ...)

8 DI/DQ (PLC I/Os)
→ DI, DQ, Timer-DI, Timer-DQ, ...
(High-Speed Ausgänge)

PN1: PROFINET IO IRT (3 Ports / MRPD)

PN2: PROFINET IO RT

PN3: PROFINET (1 Gbit)

Öse für Zugriffssicherung

PLC-Schalter (RUN / STOP / MRES)

2 x USB 3.0 (aktuell ohne Funktion)

 **lüfterlos**

Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 T-CPU

Überblick im Vergleich zum Standard Controller

Performance (TIA Portal V16)		SIMATIC S7-1500 Controller						Distributed Controller	Drive Controller		
		CPU 1511	CPU 1513	CPU 1515	CPU 1516	CPU 1516T	CPU 1517	CPU 1518	CPU 1515SP PC2	1504D TF	1507D TF
Anzahl Positionierachsen	Typisch ³⁾	5		7		55	70	128	30	10	55
	Maximal	10		30		80	128	128	30	30	160
Motion Control-Funktionalität	PLC-übergreifender Gleichlauf									Neu	
	Kinematikfunktionen										
	Kurvenscheibengleichlauf										
	Getriebegleichlauf ¹⁾ (mit Synchronposition)										
	Getriebegleichlauf ²⁾ (ohne Synchronposition)										
	Nocken/Messtaster										
	Positionieren										
	Drehzahlsteuerung										

1) Aufsynchronisieren mit Vorgabe der Synchronposition
 2) Aufsynchronisieren ohne Vorgabe der Synchronposition
 3) In 4 ms bei 35% CPU-Last

Advanced Controller – SIMATIC S7-1500

Erweiterung des CPU Portfolios mit Technologie-CPU



	Technologie CPU				Standard CPU	Open Controller	Drive Controller CPU	
CPU Typen	1511TF-1 PN	1515TF-2 PN	1516TF-3 PN/DP	1517TF-3 PN/DP	1518F-4 PN/DP (MFP) ¹	1515SP PC2 TF PN	1504D TF	1507D TF
Schnittstellen								
Programmspeicher	225/225 KB	750/750 KB	1,5/1,5 MB	3/3 MB	4/6 MB	1/1,5 MB	2 MB	6 MB
Datenspeicher	1 MB	3 MB	5 MB	8 MB	20 MB ¹	5 MB	4 MB	20 MB
Bit Performance	60 ns	30 ns	10 ns	2 ns	1 ns	10 ns	Skalierung durch Motion Control Performance	
Funktionen	Display, S7-1500 Rückwandbus						SINAMICS S120 Integriert (inkl. 12 DI, 8 DI/DQ) zusätzlich PLC Technologie I/Os (8 DI/DQ)	
Positionierachsen								
▪ Typisch ²	5	7	55	70	128	30	10	55
▪ Maximum ³	10	30	80	128	128	30	30	160
Motion Control Ressourcen ⁴	800	2.400	6.400	10.240	10.240	2.400	2.400	12.800
Extended Motion Control Ressourcen ⁵	40	120	192	256	–	120	120	420
NEU								

¹ Zus. 50 MB für C/C++ in PLC-RT+500 MB für C/C++ Anw. (RT/Apl.)

² Bei 4 ms Servo/IPO-Takt und 35% CPU-Last durch Motion Control

³ Keine Nutzung weiterer TOs

⁴ Ressourcenbedarf für Motion Control Technologieobjekte:

Drehzahlachse = 40 | Positionierachse = 80 | Gleichlaufachse = 160 | Nocken = 20 | Nockenspur = 160 | Messtaster = 40

Kurvenscheiben = 2 | Kinematikobjekt = 30 | Leitachsstellvertreter = 3

⁵ Ressourcenbedarf für Extended Motion Control Technologieobjekte:

1 PROFINET IO mit IRT **2** PROFINET IO mit RT **3** PROFINET Basiskommunikation (1 Gbit) PROFIBUS

Advanced Controller – SIMATIC S7-1500 – Identische Basis Funktionalität in jeder CPU

SIEMENS
Ingenuity for life

1511T/TF 1515T/TF 1515SP PC2 T/TF 1516T/TF 1517T/TF Drive Controller



Skalierbar
im Mengen-
gerüst und
Performance



1510SP 1511 1513 1515 1516 1515SP PC2 1507S 1517 1518
1512SP ET 200SP S7-1500
Open Controller Software Controller



Ausblick TIA V17 – V1X



- Losekompensation
- Anbindung und Konfiguration von Linearmotoren
- Gezieltes Absynchronisieren (statt GearInPos dann GearOutPos)
- Einwechseln einer Kurvenscheibe am Kurvenscheibenende
- Erhöhung der Stützpunkte für Kurvenscheiben von 1000 auf 10000
- Bode Diagramme im Trace
- Kurvenscheibendiagnose (z.B. Online-Offline / Offline-Offline Vergleich)

Anbindung

von Robotern

SIMATIC und 5-6-Achs-Kinematiken – Zwei getrennte Welten

SIEMENS
Ingenuity for life

SIMATIC



S7-1500 CPU



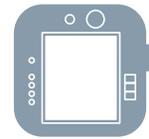
HMI



TIA Portal



Kinematiken



Bediengerät



Engineering-Software

Roboterprogramm



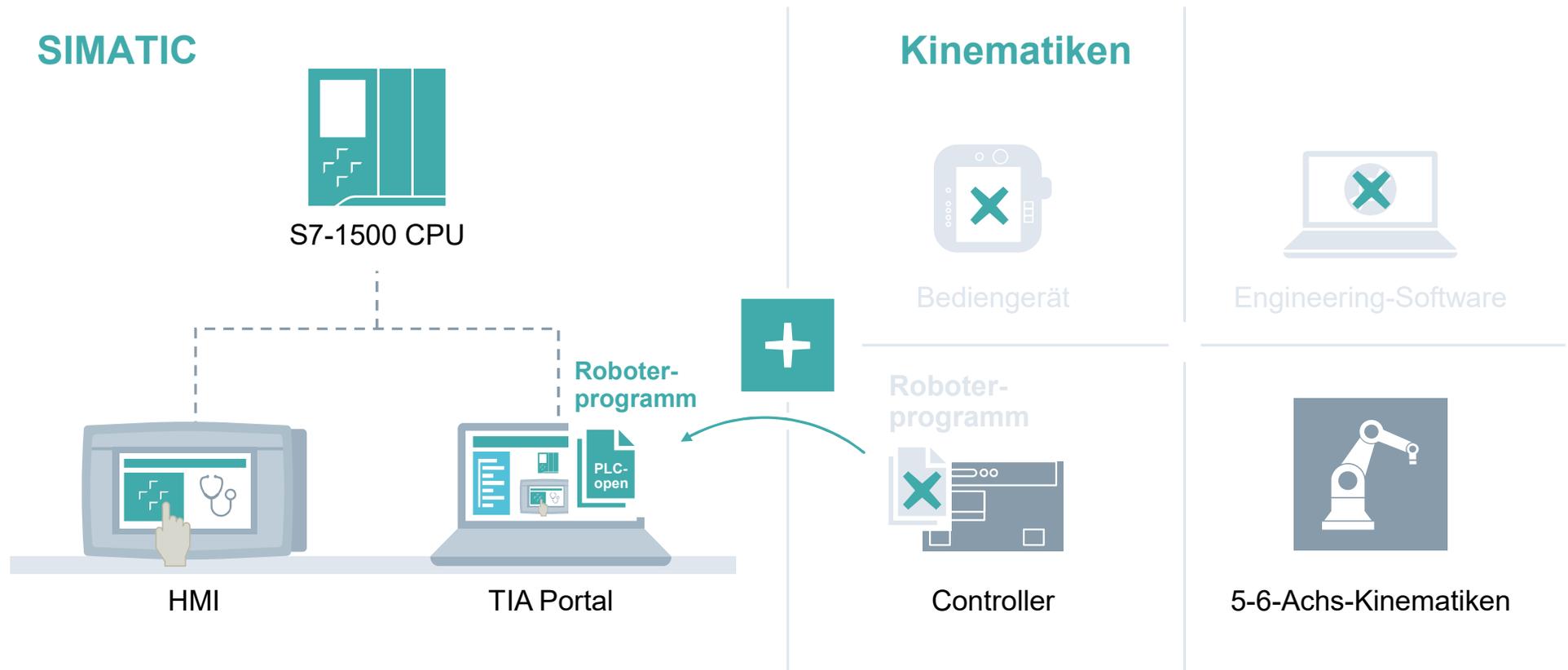
Controller



5-6-Achs-Kinematiken

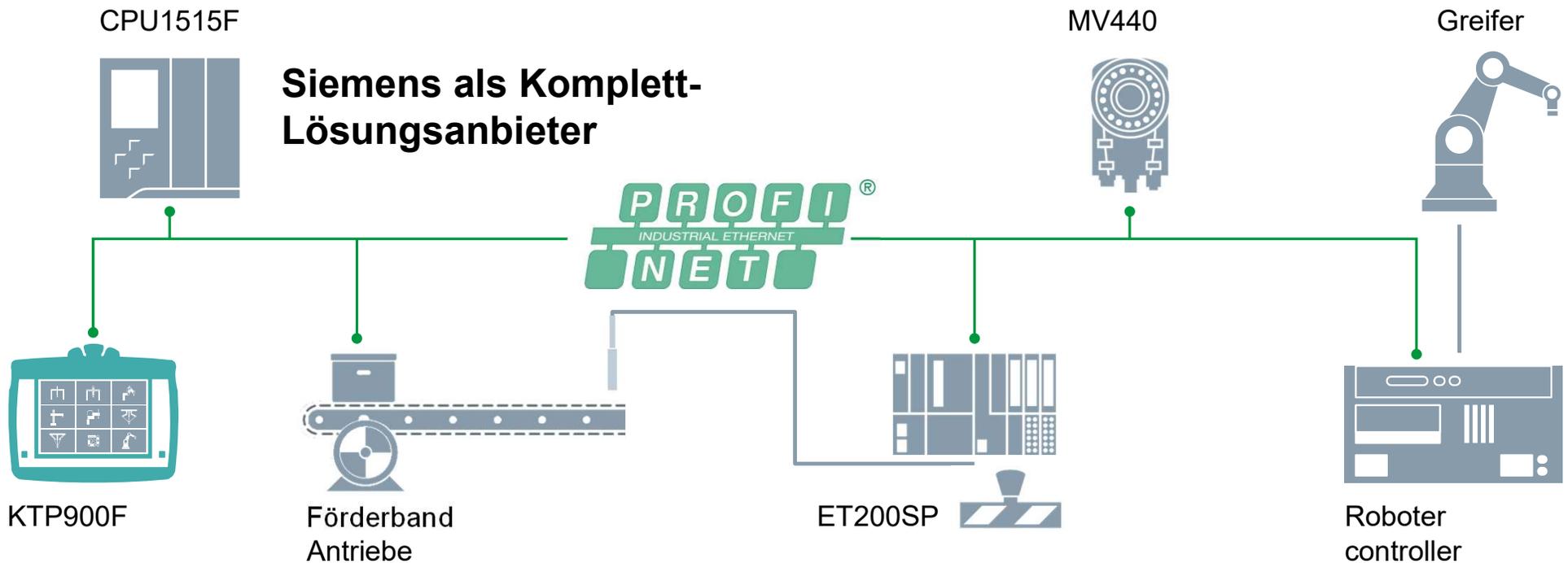
SIMATIC und 5-6-Achs-Kinematiken – SIMATIC und Kinematiken wachsen zusammen

SIEMENS
Ingenuity for life



Roboter als Peripherie einbinden

SIEMENS
Ingenuity for life



SIMATIC ist die zentrale Steuerung der Roboterzelle.

TIA Portal Robotics Library (PLCopen-konform) – Einheitliche Roboterschnittstelle mit flexibler Roboterwahl



Heute



Robotics Library 1



Robotics Library 2



Robotics Library 3

Interface 1

Interface 2

Interface 3



Hersteller 1

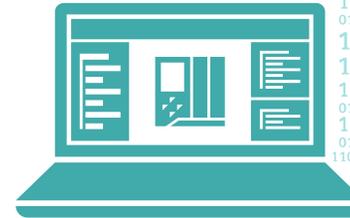


Hersteller 2



Hersteller 3

Morgen



10011010 100
011000110001100 10011010
10011010 011000110001100
100 10011010
10011010 100 10011010
011000110001100 011000110001100
10011010 10011010
011000110001100 10000110001100
10000110001100 100



SIEMENS
Robotics Library

Unified interface



Hersteller 1

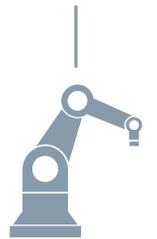


Hersteller 2



Hersteller 3

...



Hersteller n

Ansteuerung von 5-6-Achs-Kinematiken – Siemens Applikationsbeispiel



- Keine Programmierung im Engineering Tool des Roboterherstellers
- »Ready-to-use« TIA Portal-Programmbeispiel für den Betrieb von Robotern
- Vom Roboterhersteller unabhängige HMI Faceplates
- Komplette Erstellung der Roboter-Bahnkurve mit dem SIMATIC HMI möglich

The screenshot displays the SIMATIC HMI interface for robot control. The top bar shows the application name 'Robot Control' and the robot name 'Robot2'. The status bar indicates 'Tool : 1', 'Base : 1', and 'Override 5%'. The main interface is divided into several panels:

- Robot Power:** Shows 'Powered', 'No Error', and 'Robot is ready to move' with a 'Reset' button and an 'Abort' button.
- Cartesian Position:** Displays X (+280.00mm), Y (+179.72mm), Z (+550.00mm), A (+180.00°), B (+0.00°), C (-180.00°), S (2), and T (35).
- Axis Position:** Displays A1 (-32.69°), A2 (-78.19°), A3 (+76.98°), A4 (+0.00°), A5 (+91.21°), and A6 (-32.69°).
- Error IDs and Control Priority:** Shows Robot interpreter (0), Submit Interpreter (0), and Robot PLC (0).
- Parameters:** Shows Active last no (1), Last order ID (6), Queue count (0), Online Lib. version (2. 1. 3), Offline Lib. version (2. 1. 3), IP Address robot controller (10. 17. 2. 112), and Active IPO Mode (Flange).
- Home Position:** Shows X (280.00mm), Y (0.00mm), Z (550.00mm), A (180.00°), B (0.00°), and C (180.00°).

The bottom navigation bar includes 'Power', 'Configuration', 'Robot Messages', 'Teach Path', 'Move Path', 'Position List', and 'Move'.

Virtuelle Inbetriebnahme

Virtuelle Inbetriebnahme von komplexen Bewegungsabläufen, z.B. Kinematiken



Verwendung von virtuellen Achsen

TIA Portal – Kinematik-Programme



NX Mechatronics
Concept Designer



Darstellung der Achspositionen im 3D-Modell

Virtuelle Inbetriebnahme von komplexen Bewegungsabläufen, z.B. Kinematiken



Verwendung von realen Achsen (Ansteuerung über Telegramm)

Verhaltensmodell der Achsen in SIMIT (Telegramme \leftrightarrow physikalische Größen)

Die Simulation erhält die phy. Sollwerte und bildet unter Berücksichtigung der mechanischen Eigenschaften der Maschine die entsprechenden Istwerte.

TIA Portal – Kinematik-Programme



Verhalten der Achsen (SIMIT oder Crosslink)

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{matrix} \begin{matrix} \updownarrow \\ \\ \\ \\ \\ \end{matrix} \begin{matrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$



NX Mechatronics Concept Designer

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{matrix} \begin{matrix} \updownarrow \\ \\ \\ \\ \\ \end{matrix} \begin{matrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$



Wo finde ich was?

Auswahlhilfen – SIZER – Auslegung von Antriebssystemen inkl. SIMATIC S7-1500



SIMATIC S7-1500 integriert in SIZER

Achsbezogene Projektierung; Kinematiken ab SIZER V3.18 (HMI 2018)

- S7-1500 CPUs inkl. F-/C-CPU's und ET 200SP/pro-CPU's inkl. Open Controller
- S7-1500 T-/TF-CPU's
- Schnittstelle zum TIA Selection Tool
(Stücklisten-Austausch SIZER → TST bzw. umgekehrt)



Axis name	Properties
SIMATIC CPU 1516-3 PN/DP	50 % / Servo: 4.00 ms / IPO: 4.00 ms
Closed-loop control electronics - topology (1)	
New control electronics	
(1) - Control Unit CU320-2 PN	68 %
Drive system / Supply system / Line Module	Low
Axis (1) / Drive system / Supply system	Speed-controlled, IPO, Servo / Medium
Axis (2) / Drive system / Supply system	Positioning, IPO, Servo / Medium
Axis (3) / Drive system / Supply system	Positioning, IPO, Servo / Medium
Axis (4) / Drive system / Supply system	Gearing (rel.), Master value: Axis (2) / ...

Open-loop control properties

Family: SIMATIC S7-1500 based
Variant: SIMATIC CPU 1516-3 PN/DP
[Select variant / cycle clocks...](#)

CPU parts list via TIA selection tool

Communication interfaces:
 PROFIBUS DP: integrated
 PROFINET IO: integrated

System cycle clocks:
Servo: 4,00 ms
IPO: 4,00 ms

Utilization:

- Zuordnung SINAMICS Antriebssystem
- Grafische Anzeige der CPU-Auslastung
- Schnellauslegung ohne Projektierung
Antriebssystem ist möglich

- Die passende CPU auf einem Blick
- Filter-/Sortier-Möglichkeiten

Select control variant

Control requirements:
System cycle clocks:
Servo: 4,00 ms Communication (share of utilization): 20 %
IPO: 4,00 ms Fail-safe CPU

Only display selectable components Filter, reset sorting

Control variant	Motion control utilization	free for PLC utilization	TO resource ...	Fail-safe CPU	Design	Drives via onboard interface	Drives via option
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1511-1 PN	44 %	36 %	83 %	No	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1511C-1 PN	44 %	36 %	83 %	No	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1512C-1 PN	44 %	36 %	83 %	No	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1513-1 PN	44 %	36 %	83 %	No	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1515-2 PN	32 %	48 %	17 %	No	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1516-3 PN/DP	30 %	50 %	17 %	No	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1517-3 PN/DP	6 %	74 %	9 %	No	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1518-3 PN/DP	4 %	76 %	4 %	No	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1518SP-1 PN	44 %	36 %	83 %	No	ET 200	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1518SP-1 PN	44 %	36 %	83 %	No	ET 200	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1518SP-PC	15 %	85 %	17 %	No	ET 200	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1519F-1 PN	44 %	36 %	83 %	Yes	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1519F-1 PN	44 %	36 %	83 %	Yes	S7-1500	Yes	No
<input checked="" type="checkbox"/> SIMATIC CPU 1519F-2 PN	32 %	48 %	17 %	Yes	S7-1500	Yes	No

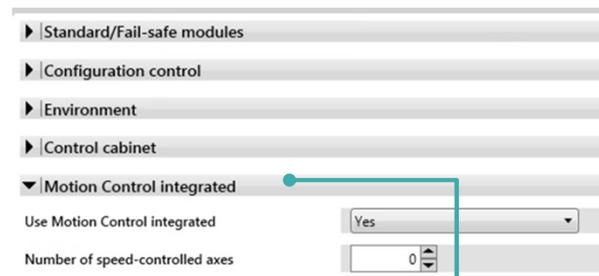
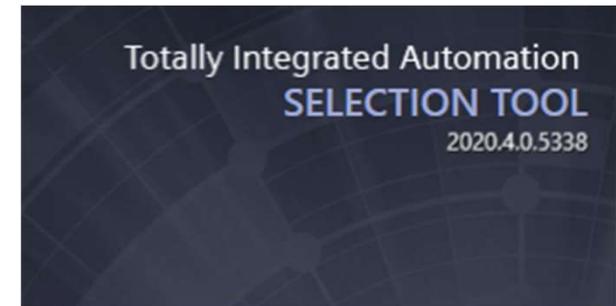
OB1 selection for selected controller variant:
- For 10 ms OB1 cycle factor 1.5
- For 20 ms OB1 cycle factor 1.5
- For 40 ms OB1 cycle factor 1.4

Auswahlhilfen – TIA Selection Tool – Auslegung TIA-Komponenten inkl.

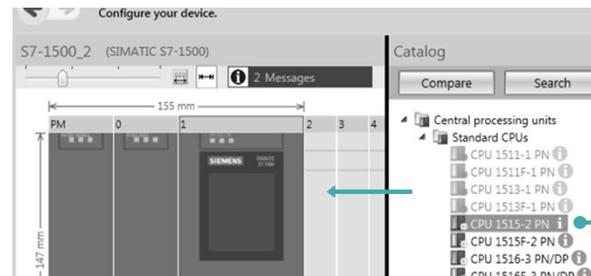
SIMATIC S7-1500 inkl. im TIA Selection Tool

Mengengerüstbezogene Projektierung/Kinematiken ab TST 2017.4 (1/2018)

- S7-1500 CPUs inkl. F-/C-CPU's und ET 200SP-CPU's inkl. Open Controller
- S7-1500 T-/TF-CPU's
- Schnittstelle zu SIZER (Stücklisten-Austausch TST → SIZER bzw. umgekehrt)



Mengengerüst unter Eigenschaften angeben



- Die passende CPU auf einem Blick
- Per Drag and Drop einfügen

Motion Control integrated

Typical runtime of integrated Motion Control Runtime [ms]
1.82

Typical CPU computation usage by Motion Control Utilization [%]
61

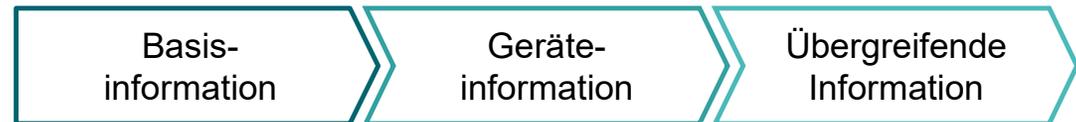
Weitere Details unter »Limits«

Doku-Konzept – Umfangreiche Dokumentation

Umfangreiche Dokumentation, untergliedert in verschiedene Bereiche

- **Funktionshandbücher** mit übergreifenden Informationen zu Webserver, Kommunikation
- **Geräteinformationen** mit kompakter Beschreibung, Anschlussbildern, Kennlinien, technischen Daten
- **Basisinformationen** in Online-Hilfe, Systemhandbuch und Getting Started zu Projektierung, Verdrahtung, Inbetriebnahme
- Zusammenfassung in der Manual Collection
→ [Link](#)

SIEMENS
Ingenuity for life



Funktionshandbücher zu übergreifenden Themen

- Getting Started S7-1500
- Systemhandbuch S7-1500/ET 200MP
- Online-Hilfe TIA Portal

Gerätehandbücher mit detaillierten Informationen zu Modulen

- CPUs
- Interfacemodule
- Digitalmodule
- Analogmodule
- Kommunikationsmodule
- Technologiemodule
- Stromversorgungsmodule

Informationen zum System

- Diagnose
- Kommunikation
- Webserver
- Zyklus- und Reaktionszeit
- PROFINET
- PROFIBUS

Jetzt ist die Zeit für Qualifizierung – mit SITRAIN SIMATIC S7-1500 T-CPU – unser Trainingsangebot



Das Wissen Ihrer Mitarbeiter ist die **wichtigste Ressource** in Ihrem Unternehmen

Doch das benötigte Wissen wächst kontinuierlich und **verändert sich schnell**

Wir unterstützen Sie beim **individuellen Wissensaufbau** und Ihrer kontinuierlichen Weiterbildung

SITRAIN – Digital Industry Academy

The image shows two training cards for SIMATIC in the TIA Portal. The top card is for 'SIMATIC – 1 im TIA Portal', lasting '3 Tage' (3 days) and is 'Level 1'. The bottom card is for 'SIMATIC – 2 im TIA Portal', lasting '2 Tage' (2 days) and is 'Level 2'. Both cards feature icons of a laptop, a book, and a globe.

[siemens.de/sitrain-simatic-technology-tia](https://www.siemens.de/sitrain-simatic-technology-tia)

The screenshot shows the 'SITRAIN personal – Deutschland' website. It features a navigation bar with 'SIEMENS' and a search bar. Below the navigation, there is a main heading 'SITRAIN personal – Deutschland' and a sub-heading 'Trainingsangebote mit den praxiserfahrenen und zertifizierten Experten von Siemens'. A large image shows a group of people in a training session. Below this, there is a grid of training modules, each with a small image and a title: 'Industrie-Automatisierungssysteme SIMATIC', 'Antriebstechnik', 'CNC-Automatisierungssysteme SINUMERIK', 'Prozessleit-system SIMATIC PCS 7', 'Digital Enterprise', 'Industrielle Kommunikation', 'Bedien- und Beobachtungssysteme', 'Motion Control System SIMOTION', 'Sicherheitstechnik – Safety Integrated', 'Industrial Security', and 'Weitere SITRAIN Kurse'. A call to action button 'SITRAIN Kurseuche' is visible.

Das gesamte Trainingsangebot jederzeit verfügbar unter:
www.siemens.de/sitrain-personal

Zusammenfassung

Ihr Nutzen



Reduzierung der
Engineering- und
Investionskosten

Ein Anwenderprogramm für Steuerung- und - Funktion

Bestehende S7-1500 – Programme können übernommen werden

S7-Know-How kann **uneingeschränkt** weiter genutzt werden

Einfache Konfiguration durch Nutzung von Technologieobjekten und Kurvenscheibeneditor

Motion-Funktionen sind PLCopen zertifiziert

Eine Hardware für SPS, und Safety

Diagnose in Echtzeit mit Trace-Funktion für die S7-1500/S7-1500 T-CPU

