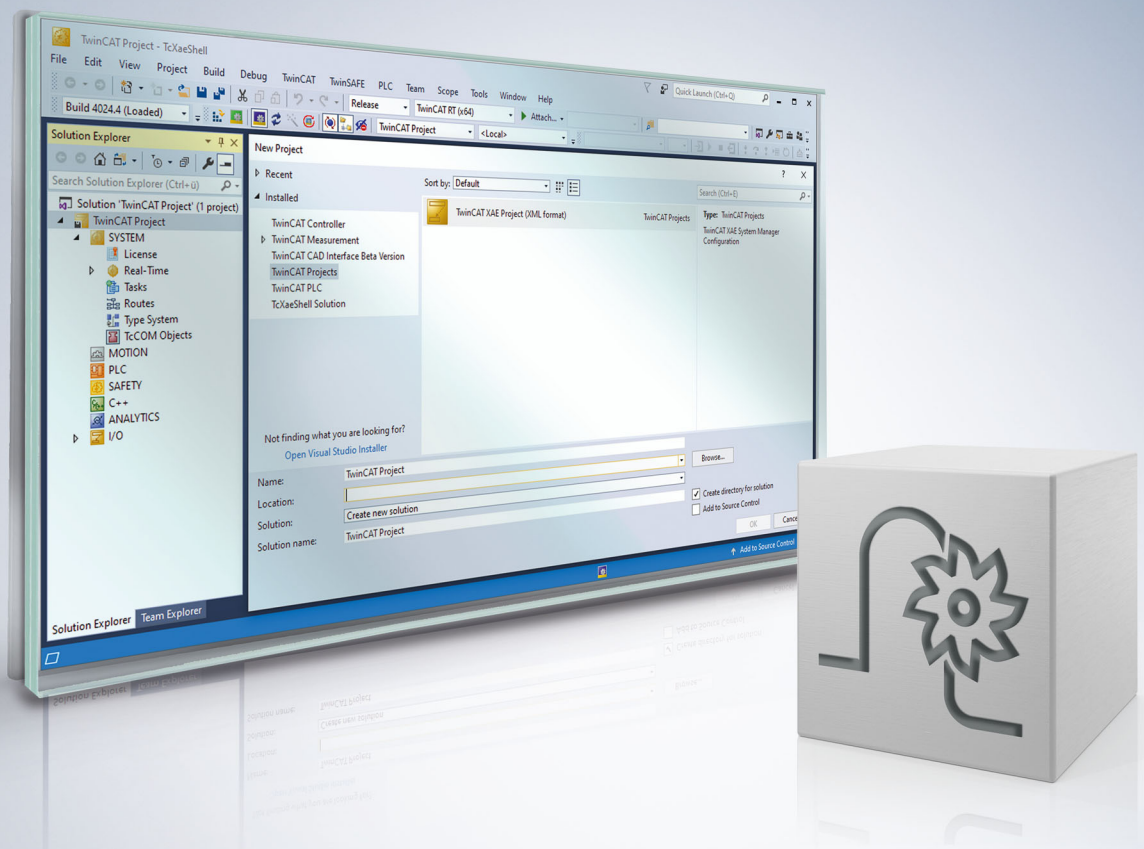
BECKHOFF New Automation Technology

Funktionsbeschreibung | DE

TF5263 | TwinCAT 3 CNC

Extended Interpolation



29.07.2025 | Version: 0.99 [Pre-Release]

Hinweise zur Dokumentation

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, das mit den geltenden nationalen Normen vertraut ist.
Zur Installation und Inbetriebnahme der Komponenten ist die Beachtung der Dokumentation und der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.
Das Fachpersonal ist verpflichtet, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentliche Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte werden jedoch ständig weiter entwickelt.
Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern.
Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Marken

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® und XPlanar® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH.
Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

Patente

Die EtherCAT-Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente:
EP1590927, EP1789857, EP1456722, EP2137893, DE102015105702
mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.
Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Hinweise zur Informationssicherheit

Die Produkte der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG (Beckhoff) sind, sofern sie online zu erreichen sind, mit Security-Funktionen ausgestattet, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen. Trotz der Security-Funktionen sind die Erstellung, Implementierung und ständige Aktualisierung eines ganzheitlichen Security-Konzepts für den Betrieb notwendig, um die jeweilige Anlage, das System, die Maschine und die Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu schützen. Die von Beckhoff verkauften Produkte bilden dabei nur einen Teil des gesamtheitlichen Security-Konzepts. Der Kunde ist dafür verantwortlich, dass unbefugte Zugriffe durch Dritte auf seine Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke verhindert werden. Letztere sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn entsprechende Schutzmaßnahmen eingerichtet wurden.

Zusätzlich sollten die Empfehlungen von Beckhoff zu entsprechenden Schutzmaßnahmen beachtet werden. Weiterführende Informationen über Informationssicherheit und Industrial Security finden Sie in unserem https://www.beckhoff.de/secguide.

Die Produkte und Lösungen von Beckhoff werden ständig weiterentwickelt. Dies betrifft auch die Security-Funktionen. Aufgrund der stetigen Weiterentwicklung empfiehlt Beckhoff ausdrücklich, die Produkte ständig auf dem aktuellen Stand zu halten und nach Bereitstellung von Updates diese auf die Produkte aufzuspielen. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Produktversionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Hinweise zur Informationssicherheit zu Produkten von Beckhoff informiert zu sein, abonnieren Sie den RSS Feed unter https://www.beckhoff.de/secinfo.

Allgemeine und Sicherheitshinweise

Verwendete Symbole und ihre Bedeutung

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Symbole mit nebenstehendem Sicherheitshinweis und Text verwendet. Die (Sicherheits-) Hinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

Symbole im Erklärtext

1. Gibt eine Aktion an.

⇨ Gibt eine Handlungsanweisung an.

⚠ GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!

⚠ VORSICHT

Schädigung von Personen und Maschinen!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Personen und Maschinen geschädigt werden!

HINWEIS

Einschränkung oder Fehler

Dieses Symbol beschreibt Einschränkungen oder warnt vor Fehlern.

Tipps und weitere Hinweise

Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum grundsätzlichen Verständnis beitragen oder zusätzliche Hinweise geben.

Allgemeines Beispiel

Beispiel zu einem erklärten Sachverhalt.

NC-Programmierbeispiel

Programmierbeispiel (komplettes NC-Programm oder Programmsequenz) der beschriebenen Funktionalität bzw. des entsprechenden NC-Befehls.

Spezifischer Versionshinweis

Optionale, ggf. auch eingeschränkte Funktionalität. Die Verfügbarkeit dieser Funktionalität ist von der Konfiguration und dem Versionsumfang abhängig.

Inhaltsverzeichnis

Hinweise zur Dokumentation **3**

Hinweise zur Informationssicherheit **5**

Allgemeine und Sicherheitshinweise **6**

1 Übersicht **10**

2 Beschreibung **11**

2.1 Konfiguration 15

2.2 Einschränkungen 16

3 Programmierung **17**

4 Anwendungsfälle **18**

5 Parameter **23**

6 Support und Service **24**

Stichwortverzeichnis **25**

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Werkzeugradiuskorrektur - Werkzeugradiusbahn 11
Abb. 2 Platzierung der Funktion im Kanal 12
Abb. 3 Ohne Taper-Link-Funktion am Außeneck 13
Abb. 4 Aktive Taper-Link-Funktion am Außeneck 13
Abb. 5 Einfaches Beispiel ohne Taper-Link-Funktionalität 14
Abb. 6 Einfaches Beispiel mit aktiver Taper-Link-Funktionalität 14
Abb. 7 Stufenförmige lineare Bewegungen ohne Taper-Link-Funktionalität 18
Abb. 8 Stufenförmige lineare Bewegungen mit aktiver Taper-Link-Funktionalität 19
Abb. 9 Stufenförmige zirkulare Bewegungen ohne Taper-Link-Funktionalität 19
Abb. 10 Stufenförmige zirkulare Bewegungen mit aktiver Taper-Link-Funktionalität 20
Abb. 11 Kegelförmiges Element ohne Taper-Link-Funktionalität 21
Abb. 12 Kegelförmiges Element mit aktiver Taper-Link-Funktionalität 21
Abb. 13 Pyramidenförmiges Element ohne Taper-Link-Funktionalität 22
Abb. 14 Pyramidenförmiges Element mit aktiver Taper-Link-Funktionalität 22

1 Übersicht

Aufgabe

Die Funktionalität „Taper-Link“ (Kegelverbindung) soll in einer 2-Pfadanwendung mit aktiver Werkzeugradiuskorrektur dafür sorgen, dass die programmierte Drahtneigung auch dann erhalten bleibt, wenn zusätzliche Bewegungssätze erforderlich sind.

Diese Funktionalität ist ab CNC-Version V3.1.3108 verfügbar.

Diese Funktionalität ist Bestandteil einer lizenzpflichtigen Zusatzoption.

Eigenschaften

Es muss eine 2-Pfadkonfiguration vorliegen. Die Funktionalität erfordert eine aktive Werkzeugradiuskorrektur in beiden Pfaden.

Programmierung

Die Aktivierung erfolgt über den #TRC-Befehl mit der Option TAPERLINK [▶ 17]. Wirksam ist die Funktionalität nur bei angewählter Option und aktiver Werkzeugradiuskorrektur (G41/G42).

Obligatorischer Hinweis zu Verweisen auf andere Dokumente

Zwecks Übersichtlichkeit wird eine verkürzte Darstellung der Verweise (Links) auf andere Dokumente bzw. Parameter gewählt, z.B. [PROG] für Programmieranleitung oder P-AXIS-00001 für einen Achsparameter.

Technisch bedingt funktionieren diese Verweise nur in der Online-Hilfe (HTML5, CHM), allerdings nicht in PDF-Dateien, da PDF keine dokumentenübergreifenden Verlinkungen unterstützt.

2 Beschreibung

Voraussetzung für die Nutzung der Funktionalität Taper-Link ist eine 2-Pfadkonfiguration [▶ 15].

Die Werkzeugradiuskorrektur ermöglicht die Programmierung einer Kontur des Werkstücks unabhängig von der Geometrie des Werkzeugs. Wenn die Werkzeugradiuskorrektur angewählt ist (G41, G42), wird eine Werkzeugbahn berechnet, die äquidistant zu dieser programmierten Werkzeugkontur im Abstand des "Werkzeugradius" ist.

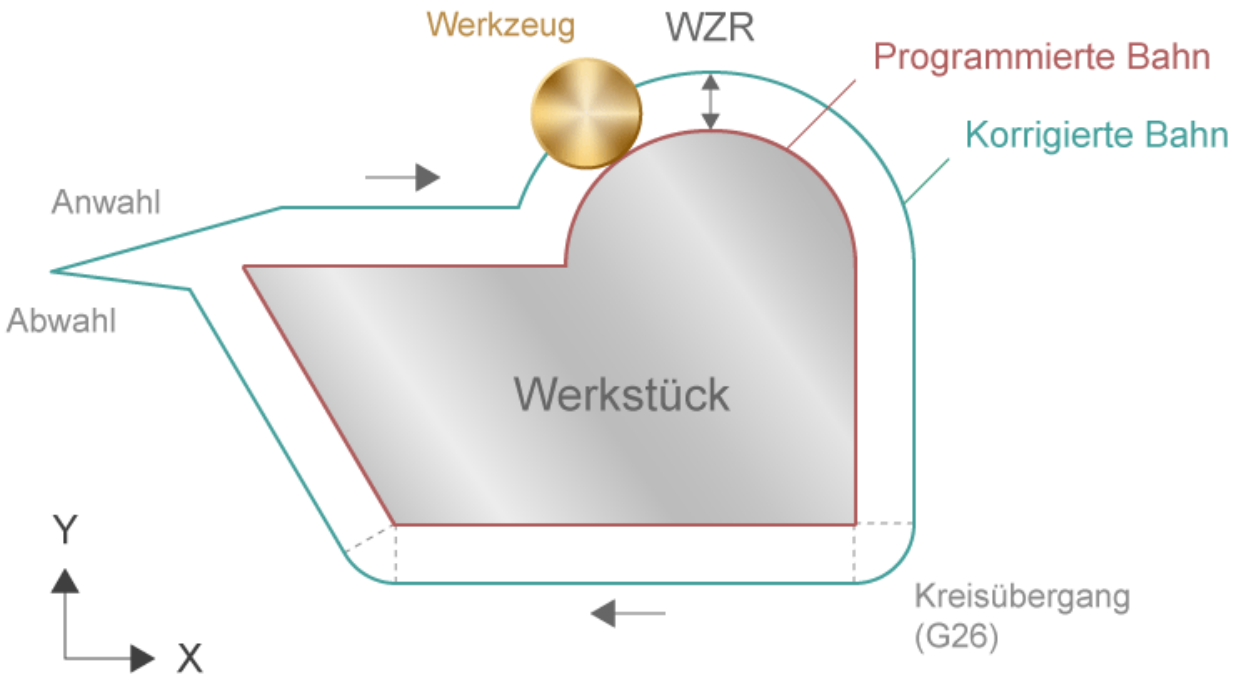


Abb. 1: Werkzeugradiuskorrektur - Werkzeugradiusbahn

Bei der Erzeugung eines äquidistanten Pfades fügt die Werkzeugradiuskorrektur Konturelemente ein, um eine Richtung kontinuierliche Kontur (C1) zu erhalten. Das Einfügen von Konturelementen durch die Werkzeugradiuskorrektur ist pfadspezifisch und abhängig von den geometrischen Übergängen jeder Kontur. Dadurch haben die beiden Konturen eine unterschiedliche Anzahl von geometrischen Elementen.

Die Taper-Link-Funktion synchronisiert nun die Referenz- (untere) und die Sekundärbahn (obere) so, dass die ursprünglich programmierte Verbindung (Drahtneigung) zwischen den beiden Bahnen erhalten bleibt.

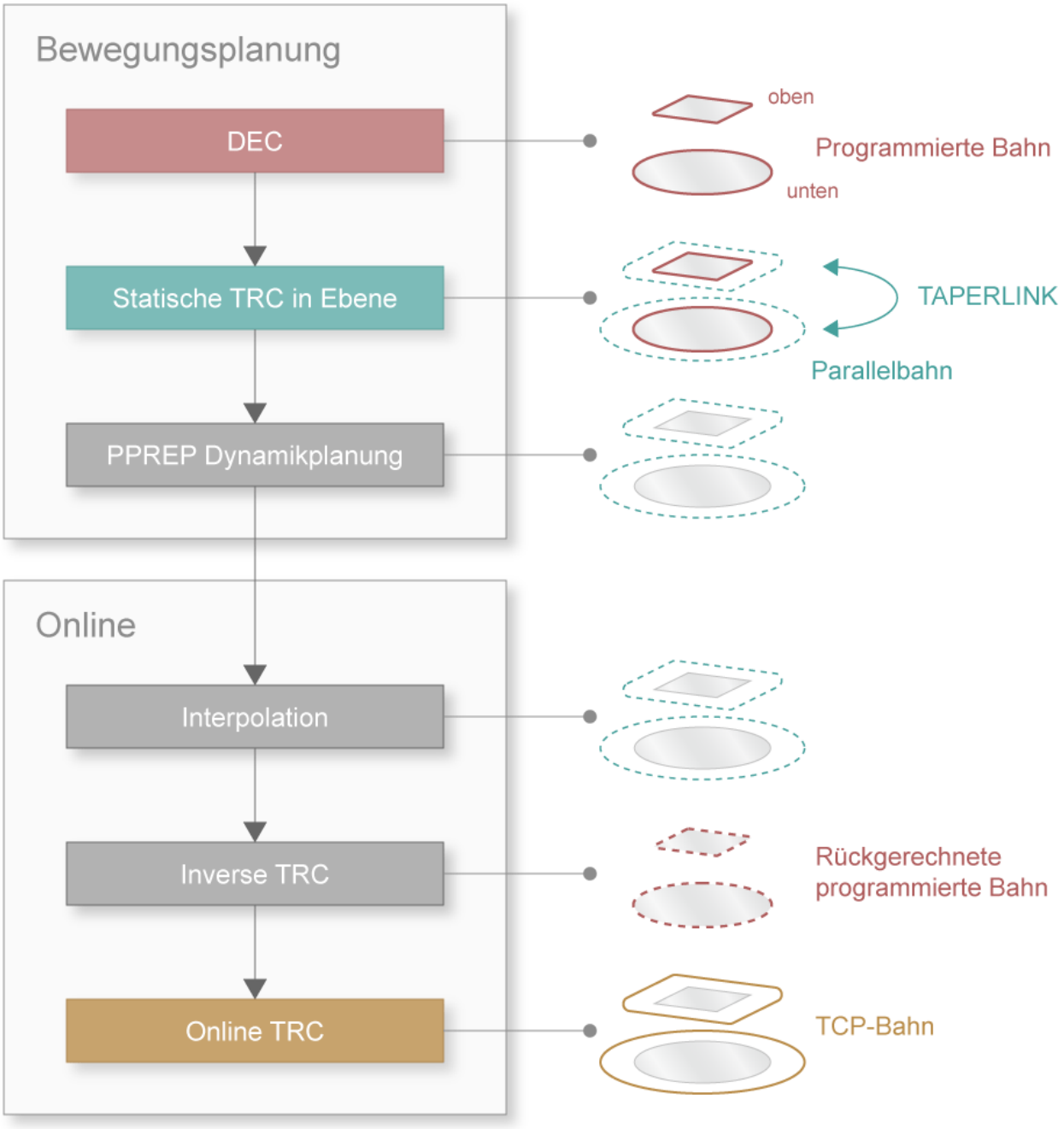


Abb. 2: Platzierung der Funktion im Kanal

Jede Geometrie (linear, kreisförmig) in einer Kontur kann zu einer Ausgleichsbewegung in der anderen (linearen) Bahn führen.

Die Funktionalität wird durch den NC-Befehl #TRC [TAPERLINK=1/2/3] bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur (G41/G42) aktiviert.

Die Reihenfolge der NC-Befehle ist nicht vorgegeben.

Prinzipdarstellung bei Taper-Link-Funktion (inaktiv/aktiv)

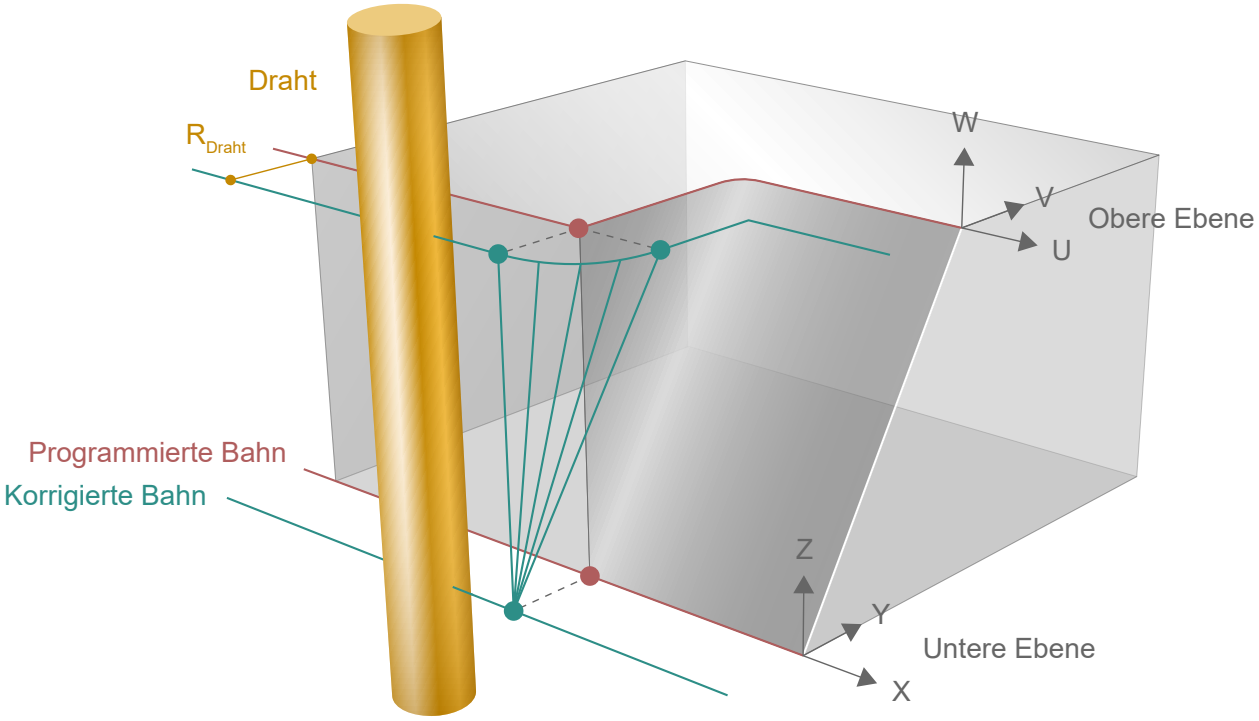


Abb. 3: Ohne Taper-Link-Funktion am Außeneck

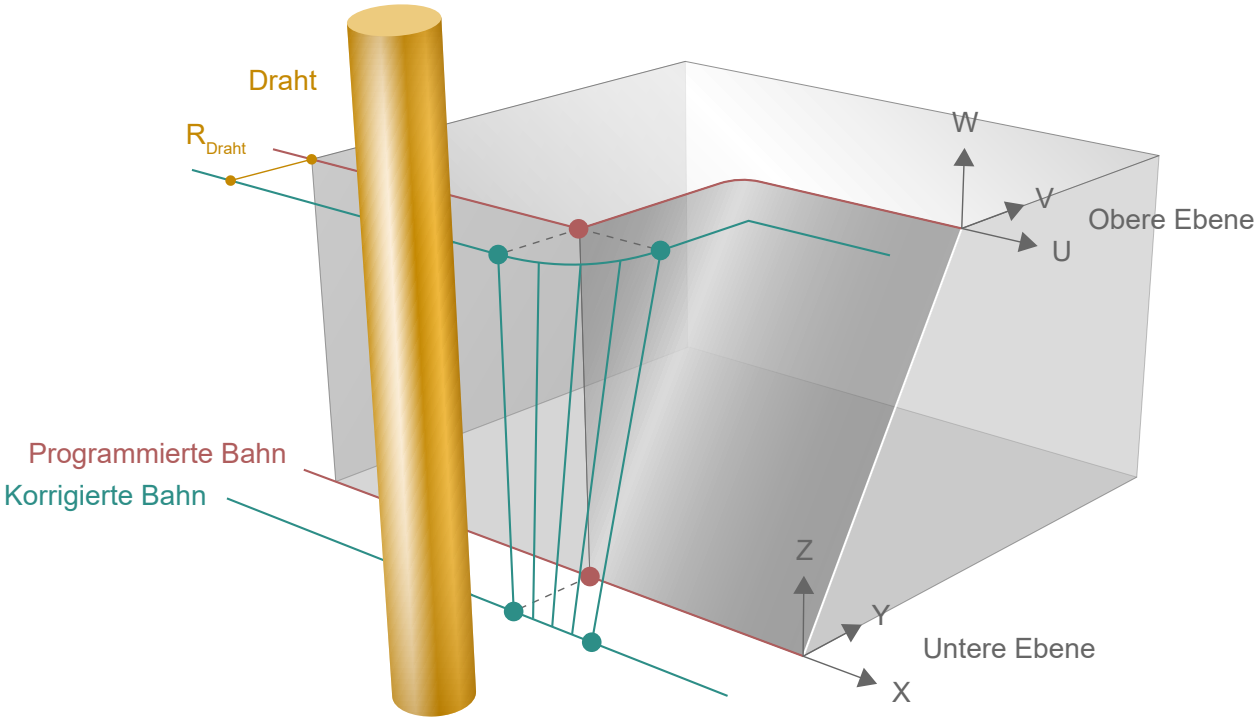


Abb. 4: Aktive Taper-Link-Funktion am Außeneck

Die Taper-Link Funktionalität anhand einer einfachen Geometrie veranschaulicht (inaktiv/aktiv):

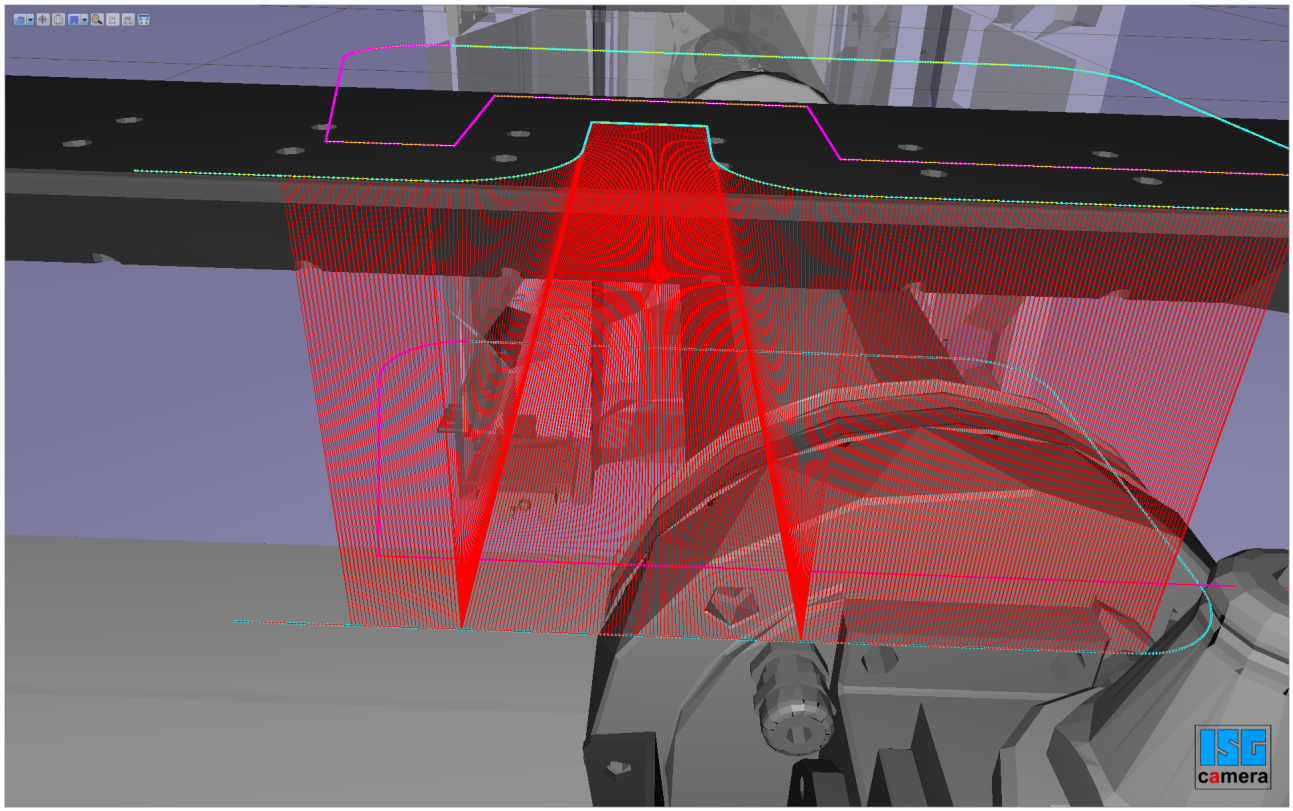


Abb. 5: Einfaches Beispiel ohne Taper-Link-Funktionalität

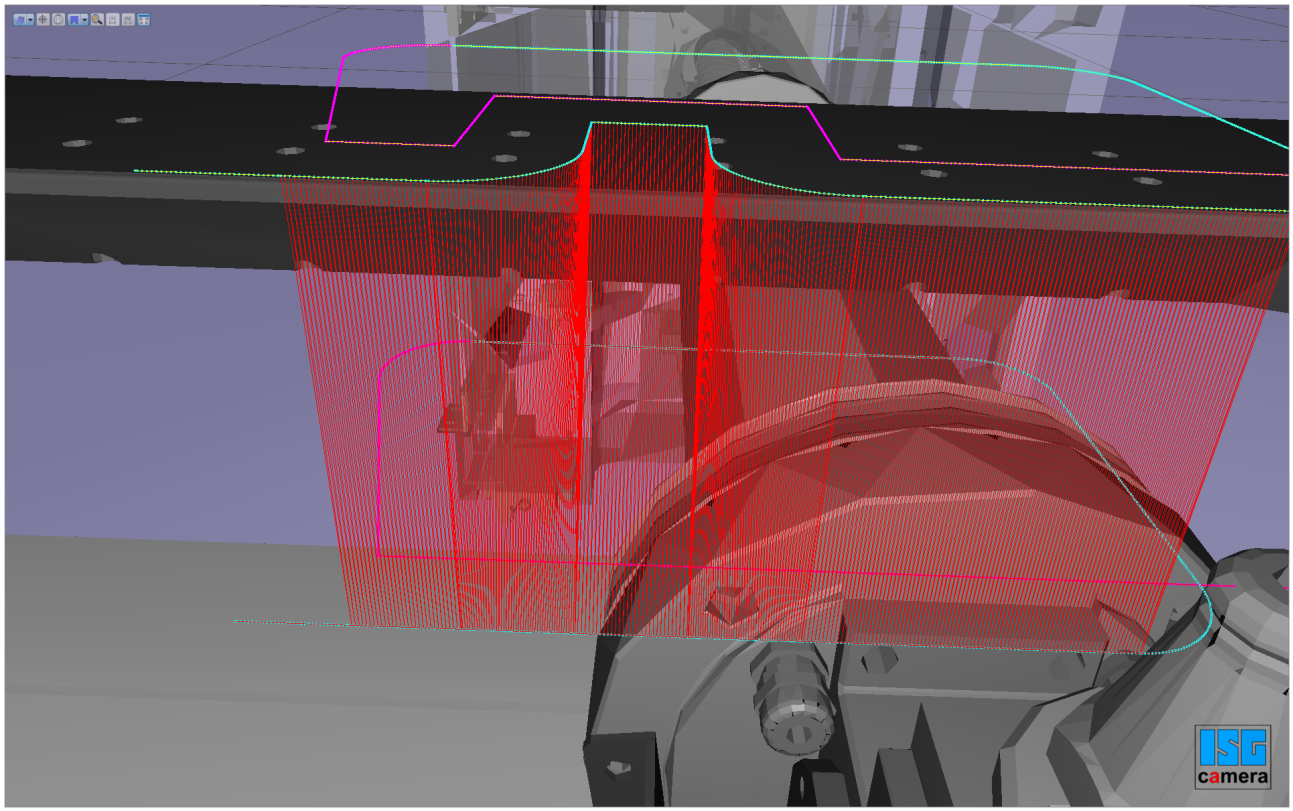


Abb. 6: Einfaches Beispiel mit aktiver Taper-Link-Funktionalität

2.1 Konfiguration

Die Konfiguration der CNC für die 2-Pfadprogrammierung erfolgt in der Kanalparameterliste.
Folgende Einstellungen sind erforderlich:

- Der Kanalparameter P-CHAN-00261 [▶ 23] (multi_path_configuration) ist auf 1 gesetzt.
- Mindestens 6 Achsen (2x3 Bahnachsen) sind ohne Lücke konfiguriert.
- Optional: Technologiebedingt kann eine Zusatzachse als 7. Achse erforderlich sein, um notwendige Ausgleichsbewegungen berechnen zu können. So z.B. beim Drahterodieren, bei dem die Durchstoßpunkte des Drahtes mit der unteren und oberen Ebene auf die Bewegungen der Drahtführungen abgebildet werden. Die 7. Achse wird direkt ohne Lücke nach den 6 Bahnachsen konfiguriert.

2-Pfadkonfiguration mit 7 Achsen als Auszug aus der Kanalparameterliste:

```
multi_path_configuration 1

gruppe[0].bezeichnung IPO_1

gruppe[0].achs_anzahl 7

gruppe[0].achse[0].log_achs_nr 1
gruppe[0].achse[0].bezeichnung X

gruppe[0].achse[1].log_achs_nr 2
gruppe[0].achse[1].bezeichnung Y

gruppe[0].achse[2].log_achs_nr 3
gruppe[0].achse[2].bezeichnung Z

gruppe[0].achse[3].log_achs_nr 4
gruppe[0].achse[3].bezeichnung U

gruppe[0].achse[4].log_achs_nr 5
gruppe[0].achse[4].bezeichnung V

gruppe[0].achse[5].log_achs_nr 6
gruppe[0].achse[5].bezeichnung W

gruppe[0].achse[6].log_achs_nr 7
gruppe[0].achse[6].bezeichnung Z1
```

Die Achsen X, Y, Z mit Index [0..2] werden für die untere Bahninterpolation und die Achsen U, V, W mit Index [3..5] für die obere Bahninterpolation verwendet. Die Achse Z1 mit Index [7] wird für die notwendige Berechnung der Bewegungen der Drahtführungen benötigt.

2.2 Einschränkungen

Die Taper-Link-Funktion einer beliebigen Kontur im oberen oder unteren Pfad führt zu einem Ausgleich auf der anderen linearen Kontur.

- Taper-Link-Kompensationen sind nur bei linearen Elementen möglich.
- Der Bereich für Kompensationen erstreckt sich nur auf den vorherigen bzw. nachfolgenden Satz, ausgehend vom aktuell betrachteten Satzübergang.
- Die Sekundär- und die Referenzebene dürfen nicht gedreht sein. Es sind nur lineare Versätze durch kartesische Transformationen zulässig.
- Die Nutzung der Funktionalität ist nur in der G17-Ebene zulässig.

3 Programmierung

Die Option TAPERLINK ermöglicht bei einer 2-Pfadkonfiguration die Synchronisation zwischen dem Referenzpfad und dem 2. Pfad um die programmierte Drahtneigung zu erhalten. Siehe [FCT-C49, Kapitel: Beschreibung [▶ 11]].

Voraussetzung für die Funktionalität ist eine 2-Pfadkonfiguration [▶ 15] und die Anwahl der Werkzeugradiuskorrektur mit G41 oder G42.

```
Syntax:
```

#TRC [[TAPERLINK=..] **]**

TAPERLINK =..	Modus für Funktionalität Taper-Link festlegen. 0: Taper-Link Funktionalität inaktiv (Standard). 1: Taper-Link aktiv: Kompensation ist auf beiden Pfaden aktiv, automatische Erkennung. 2: Taper-Link aktiv: Referenzpfad kompensiert den 2. Pfad. 3: Taper-Link aktiv: 2. Pfad kompensiert den Referenzpfad.

4 Anwendungsfälle

Fall 1: Stufenförmige lineare Elemente

In den nachfolgenden zwei Abbildungen werden stufenförmige lineare Bewegungen mit aktiver und inaktiver Taper-Link-Funktionalität veranschaulicht (am unteren Bereich der roten Linien).

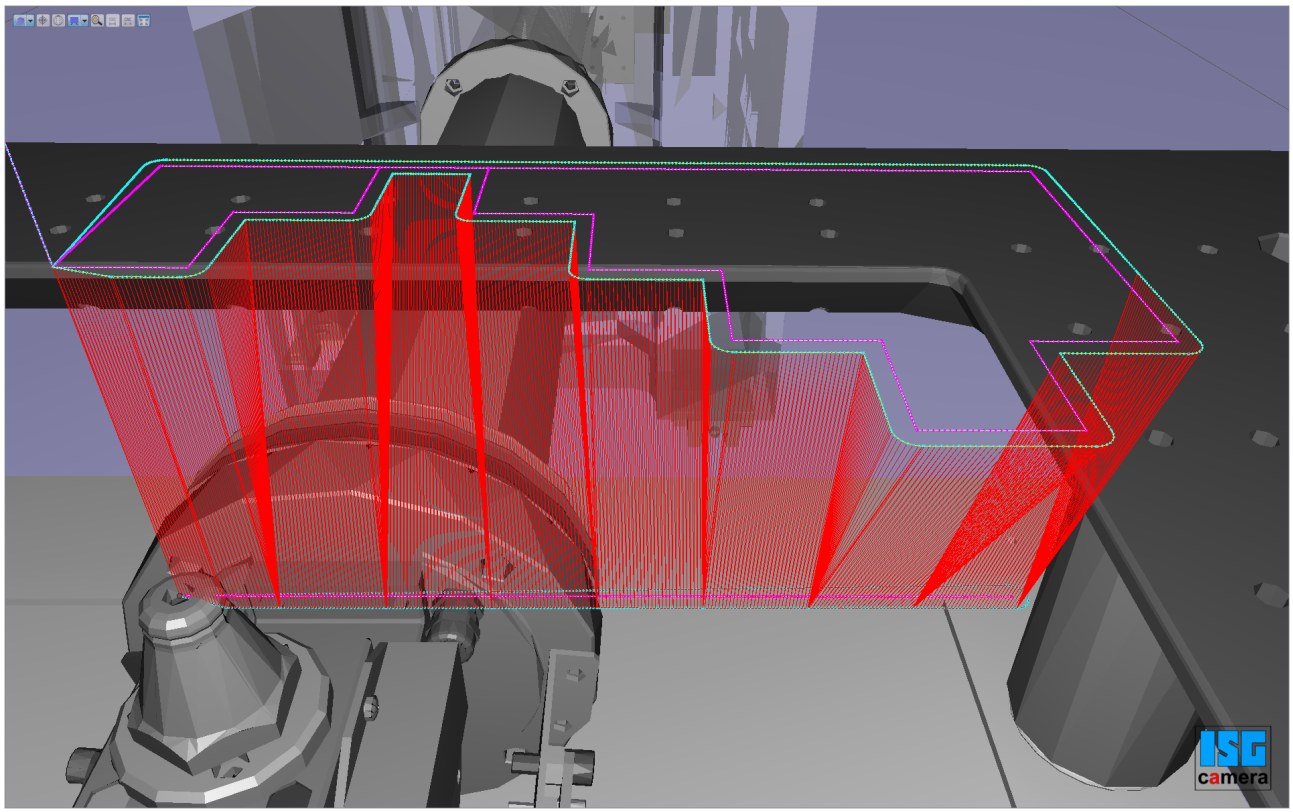


Abb. 7: Stufenförmige lineare Bewegungen ohne Taper-Link-Funktionalität

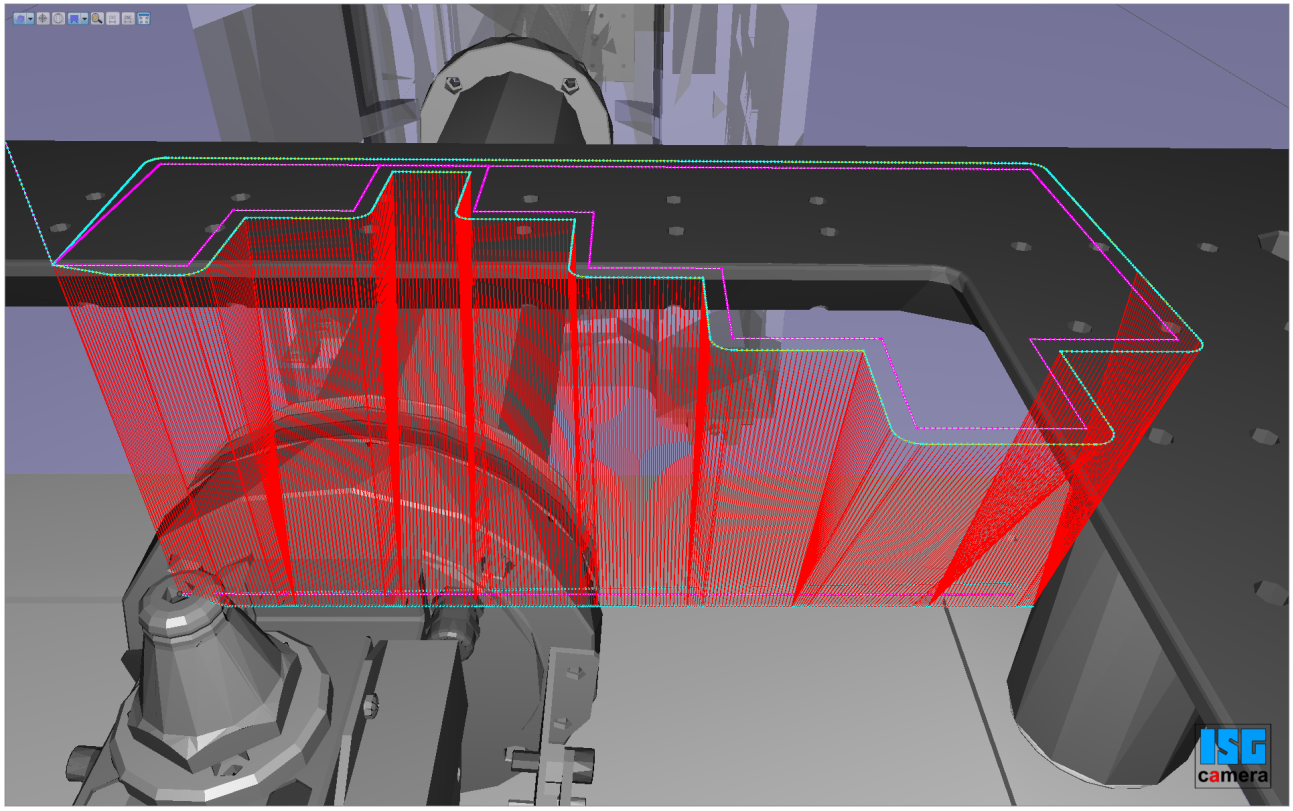


Abb. 8: Stufenförmige lineare Bewegungen mit aktiver Taper-Link-Funktionalität

Fall 2: Stufenförmige zirkulare Elemente

In den nachfolgenden zwei Abbildungen werden stufenförmige zirkulare Bewegungen mit aktiver und inaktiver Taper-Link-Funktionalität veranschaulicht (am unteren Bereich der roten Linien).

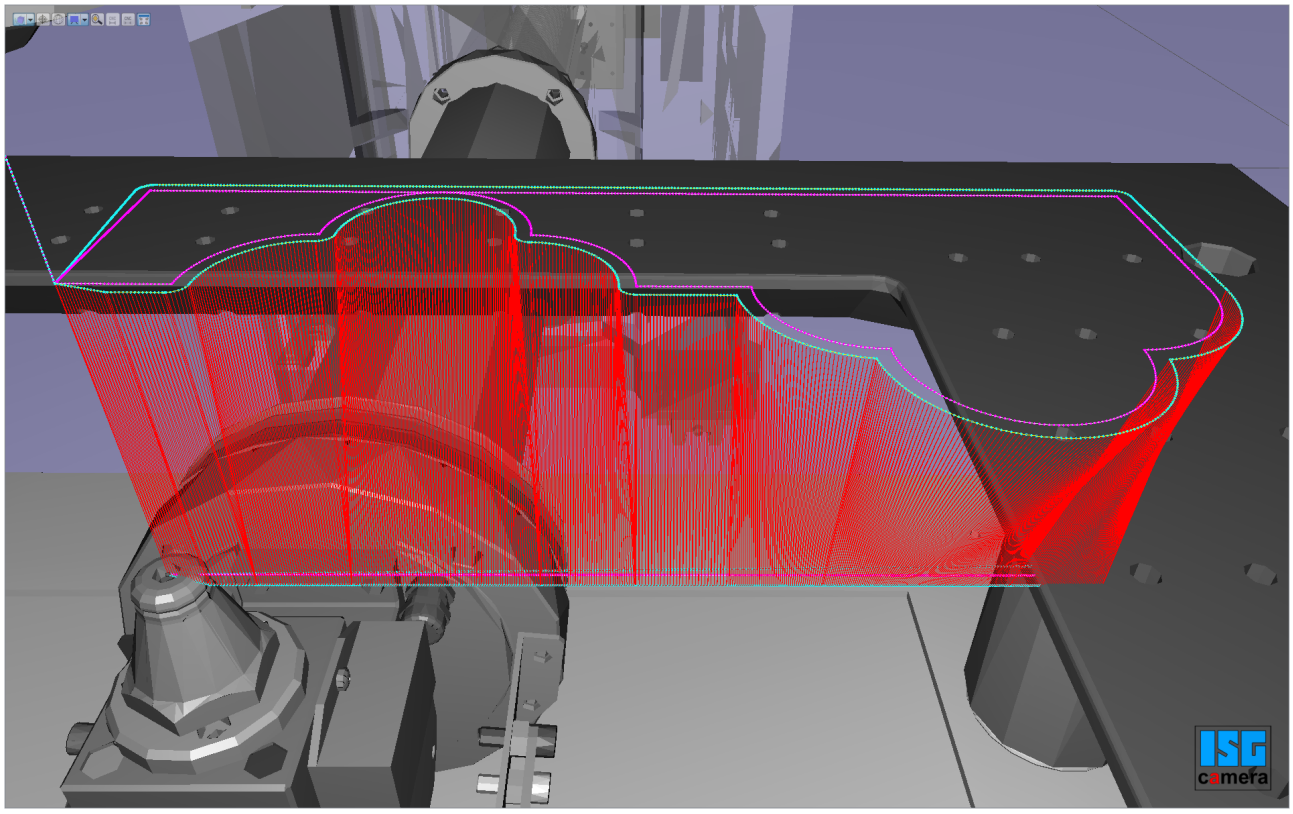


Abb. 9: Stufenförmige zirkulare Bewegungen ohne Taper-Link-Funktionalität

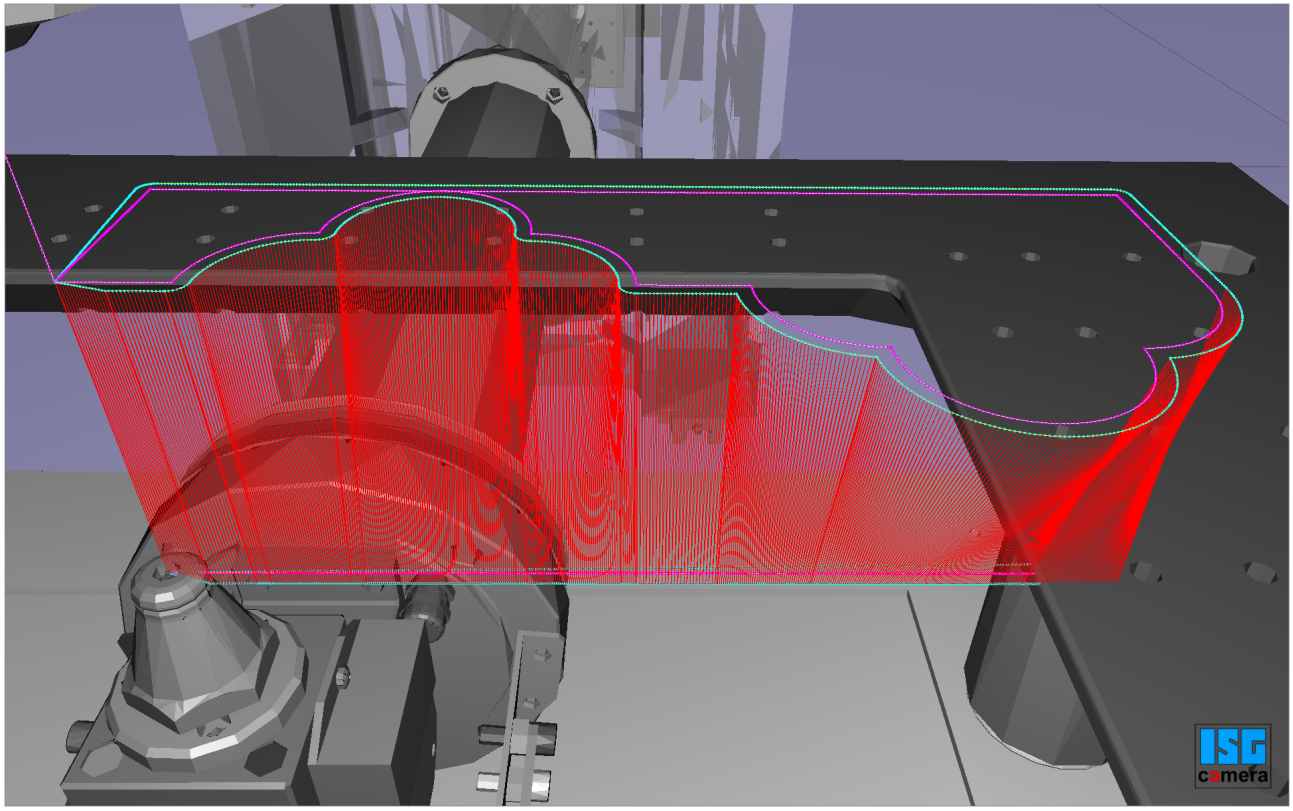


Abb. 10: Stufenförmige zirkulare Bewegungen mit aktiver Taper-Link-Funktionalität

Fall 3: Kegel mit Kreiselement

In den nachfolgenden zwei Abbildungen wird ein kegelförmiges Element, basierend auf einem Kreiselement, mit aktiver und inaktiver Taper-Link-Funktionalität veranschaulicht (am unteren Bereich der roten Linien).

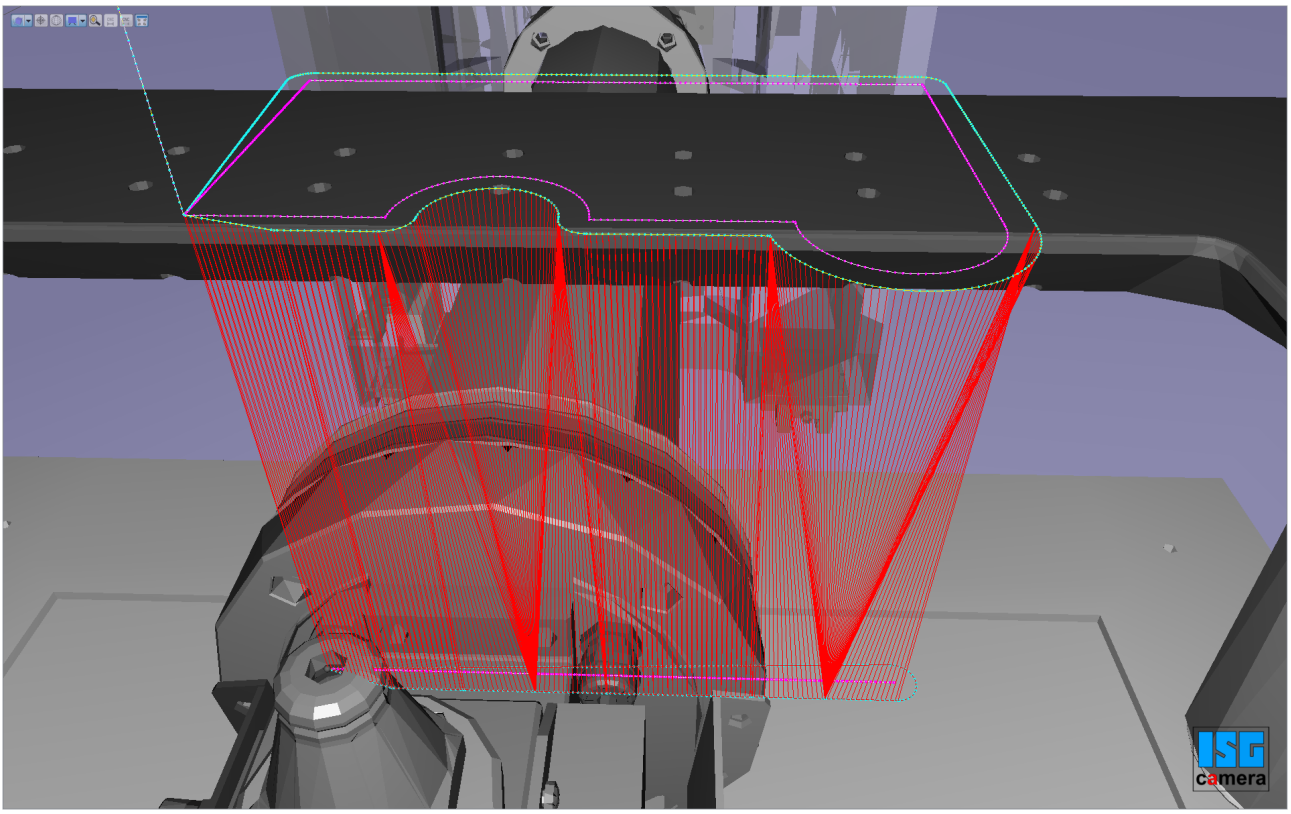


Abb. 11: Kegelförmiges Element ohne Taper-Link-Funktionalität

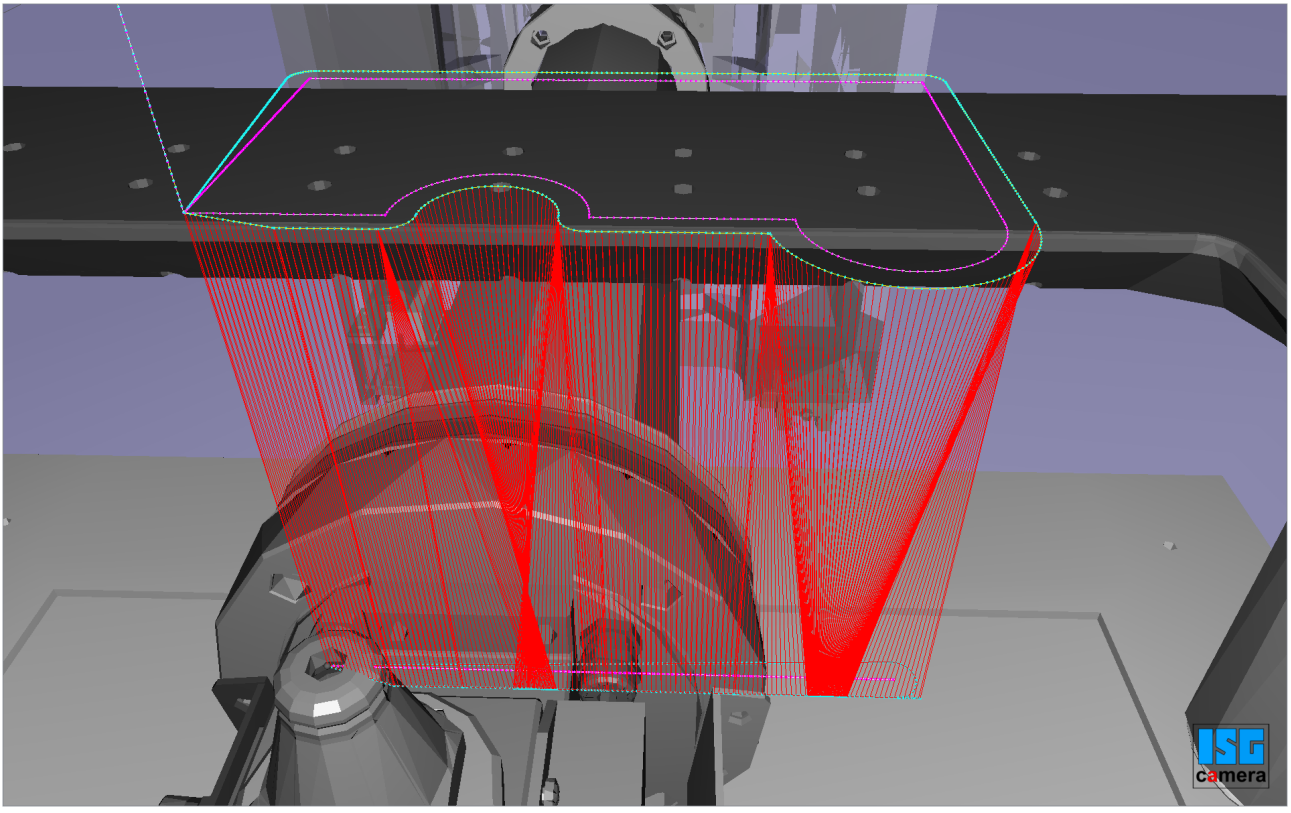


Abb. 12: Kegelförmiges Element mit aktiver Taper-Link-Funktionalität

Fall 4: Pyramidenförmiges Element

In den nachfolgenden zwei Abbildungen wird ein pyramidenförmiges Element mit aktiver und inaktiver Taper-Link-Funktionalität veranschaulicht (am unteren Bereich der roten Linien).

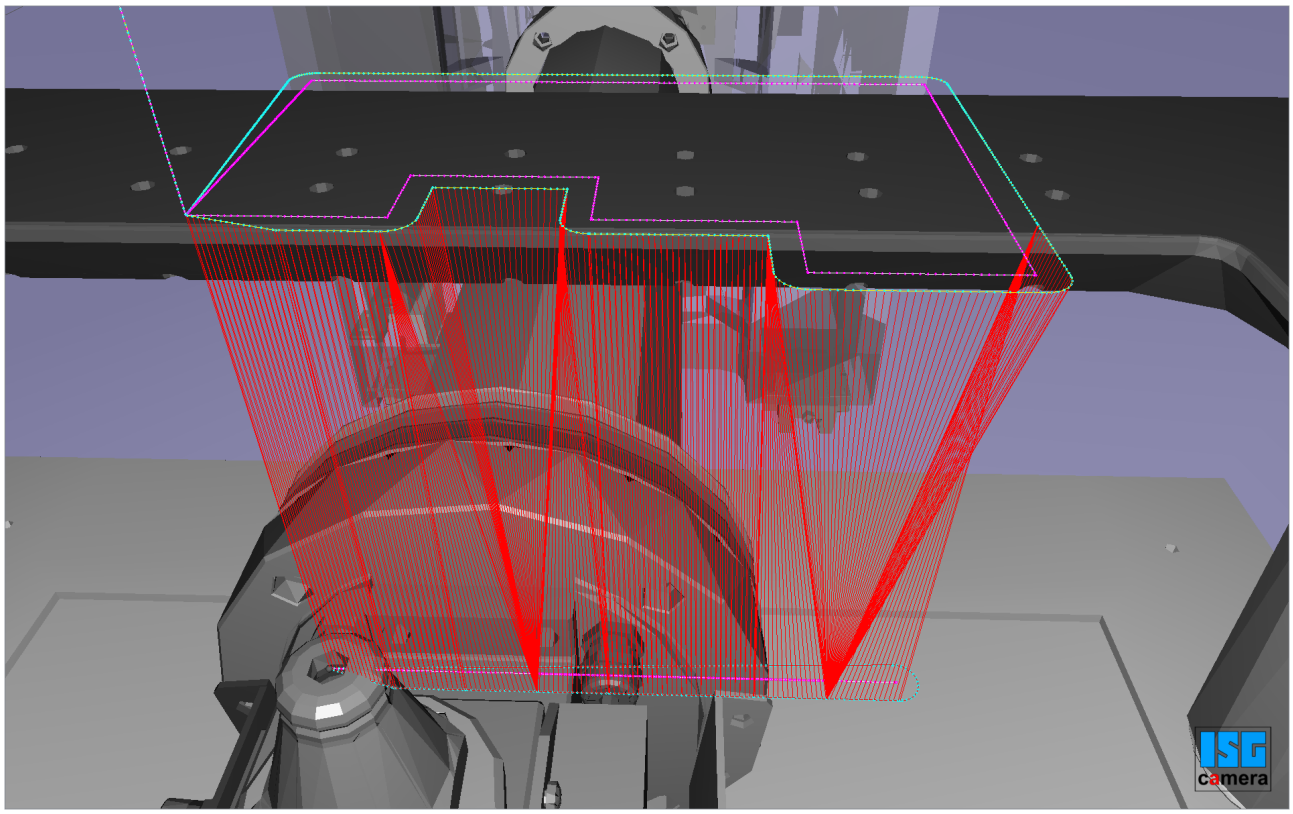


Abb. 13: Pyramidenförmiges Element ohne Taper-Link-Funktionalität

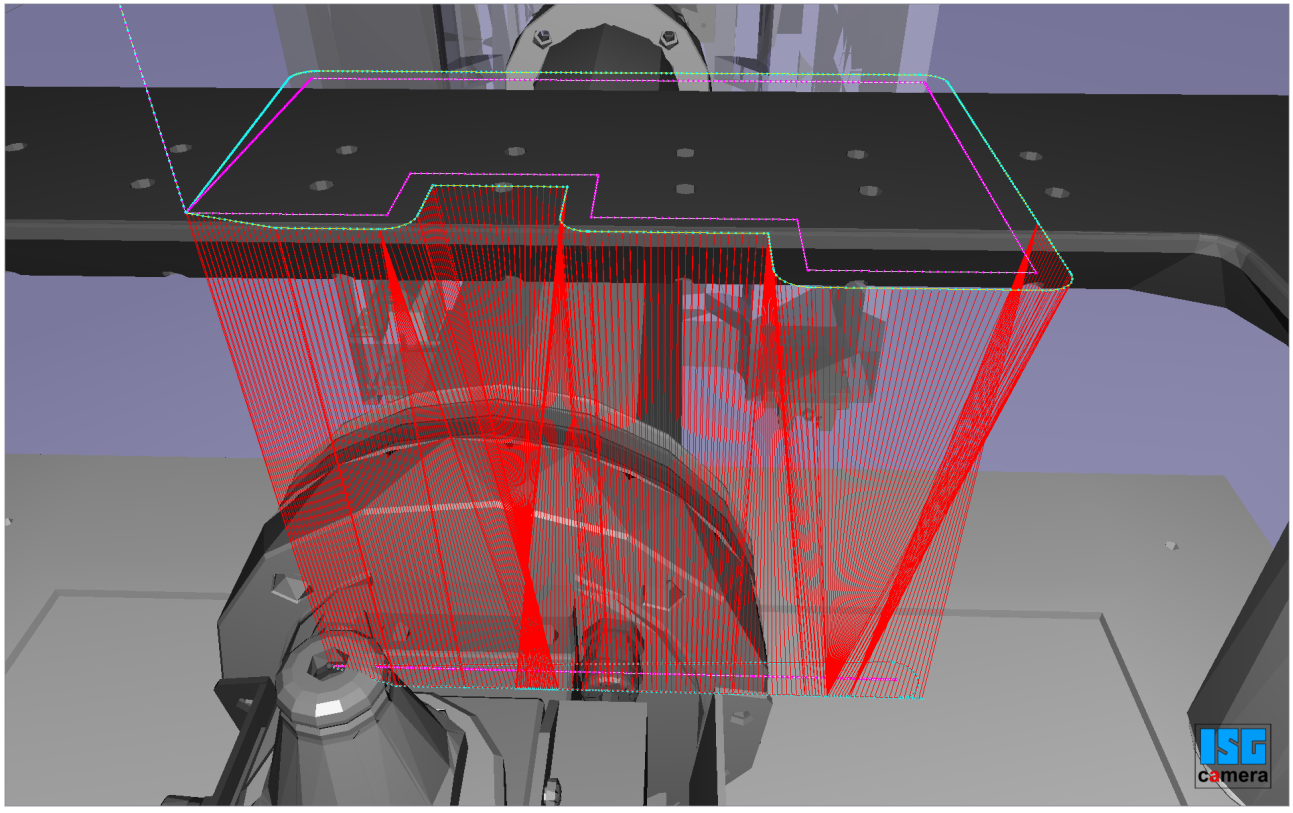


Abb. 14: Pyramidenförmiges Element mit aktiver Taper-Link-Funktionalität

5 Parameter

Für die Nutzung einer 2-Pfadkonfiguration und 2-Pfadprogrammierung sind folgende Parameter im Kanal erforderlich:

P-CHAN-00261	**Freischaltung der 2-Pfadprogrammierung**

Beschreibung	Mit diesem Parameter wird die NC-Syntax für die 2-Pfadprogrammierung freigeschaltet. Diese ermöglicht die Programmierung von zwei synchronen Bewegungen (Pfaden) von 2 Achsgruppen im gleichen NC-Satz. Die Abgrenzung dieser Bewegungen im NC-Satz wird durch den Doppelpunkt '**:**' festgelegt.
	`<global> <separator> <path1> <separator> <path2>`
	`Nxx G01 G90 F100 : X100 Y100 Z0 : U100 V100 W0`

Parameter	multi_path_configuration
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0/1
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	Bei aktiver 2-Pfadprogrammierung hat der Doppelpunkt ':' die syntaktische Bedeutung eines Separators. Sprungmarken auf Satznummern Nxx: (s.g. Expression-Label) sind dann nicht möglich, sondern es können nur Sprungmarken auf String-Label verwendet werden.

P-CHAN-00550	**Festlegung der Funktionalitäten für die Werkzeugradiuskorrektur**
Beschreibung	Der Parameter legt einzelne Funktionalitäten für die Werkzeugradiuskorrektur fest.
Parameter	configuration.tool_radius_comp.function
Datentyp	STRING
Datenbereich	MULTI_PATH: 2-Pfadkonfiguration und 2-Pfadprogrammierung aktiv -: Keine Funktionalitäten festgelegt.
Dimension	----
Standardwert	*
Anmerkungen	Parameter ist ab folgenden Versionen verfügbar V2.11.2040.04 ; V2.11.2810.02 ; V3.1.3079.17 ; V3.1.3107.10 * Hinweis: Der Standardwert der Variablen ist ein Leerstring. Über P-CHAN-00555 und P-CHAN-00556 besteht die Möglichkeit abhängig vom Bearbeitungsmodus Funktionen festzulegen.

6 Support und Service

Beckhoff und seine weltweiten Partnerfirmen bieten einen umfassenden Support und Service, der eine schnelle und kompetente Unterstützung bei allen Fragen zu Beckhoff Produkten und Systemlösungen zur Verfügung stellt.

Downloadfinder

Unser Downloadfinder beinhaltet alle Dateien, die wir Ihnen zum Herunterladen anbieten. Sie finden dort Applikationsberichte, technische Dokumentationen, technische Zeichnungen, Konfigurationsdateien und vieles mehr.

Die Downloads sind in verschiedenen Formaten erhältlich.

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

Wenden Sie sich bitte an Ihre Beckhoff Niederlassung oder Ihre Vertretung für den lokalen Support und Service zu Beckhoff Produkten!

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unserer Internetseite: www.beckhoff.com

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Beckhoff Support

Der Support bietet Ihnen einen umfangreichen technischen Support, der Sie nicht nur bei dem Einsatz einzelner Beckhoff Produkte, sondern auch bei weiteren umfassenden Dienstleistungen unterstützt:

- Support
- Planung, Programmierung und Inbetriebnahme komplexer Automatisierungssysteme
- umfangreiches Schulungsprogramm für Beckhoff Systemkomponenten

Hotline:	+49 5246 963-157
E-Mail:	support@beckhoff.com

Beckhoff Service

Das Beckhoff Service-Center unterstützt Sie rund um den After-Sales-Service:

- Vor-Ort-Service
- Reparaturservice
- Ersatzteilservice
- Hotline-Service

Hotline:	+49 5246 963-460
E-Mail:	service@beckhoff.com

Beckhoff Unternehmenszentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon:	+49 5246 963-0
E-Mail:	info@beckhoff.com
Internet:	www.beckhoff.com

Stichwortverzeichnis

P

P-CHAN-00261 23
P-CHAN-00550 23

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/TF5263

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland
Telefon: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com