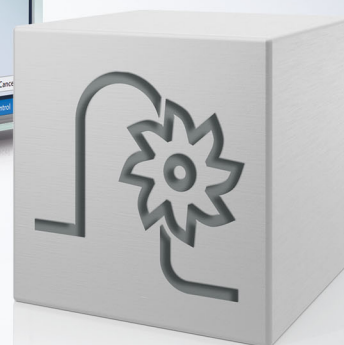
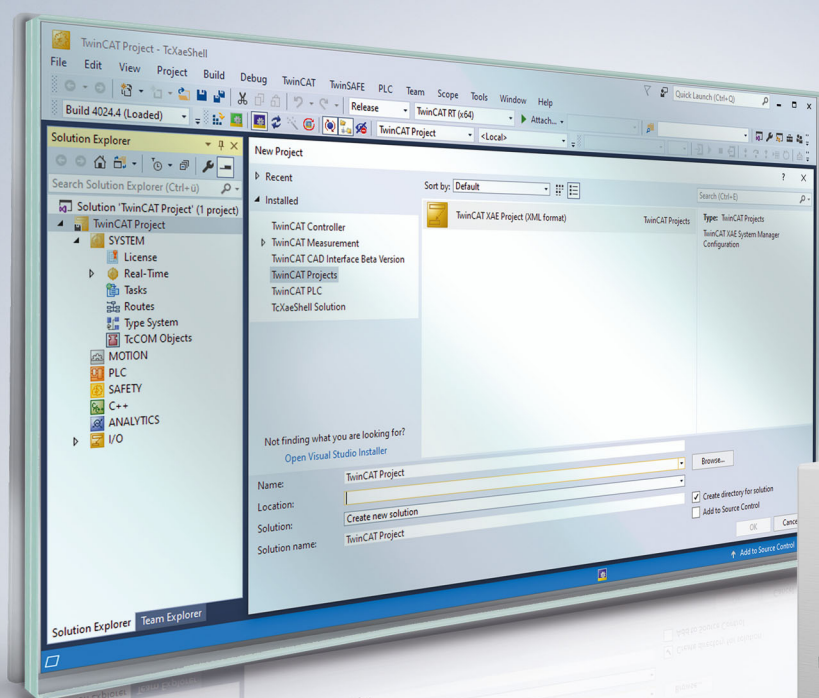


Handbuch | DE

TF5200 | TwinCAT 3 CNC

Transformations-Interface



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 veröffentlichte 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 

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.

Zu widerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

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

i 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

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

Inhaltsverzeichnis

Hinweise zur Dokumentation	3
Allgemeine- und Sicherheitshinweise.....	5
1 Kinematische Transformation (TRAFO).....	8
1.1 Einleitung	8
1.2 Koordinatensysteme	11
1.3 Positionsverschiebungen	13
1.4 Modulo-Einstellung der Achsen	15
2 Anbindung Transformation via TcCOM	16
2.1 TcCOM Trafo-Interface	17
2.1.1 Methoden der Transformation.....	17
2.1.2 Arbeitsdaten (Instanzdaten) der Transformation.....	18
2.1.3 Konfigurieren und Anmeldung der Transformation bei der CNC	24
3 Parametrierung.....	25
3.1 CNC-Parameter: Kanal und Werkzeug	25
3.1.1 Transformationsparameter des Werkzeugs.....	26
3.1.2 Kanalparameter.....	26
3.2 TcCOM-Parameter	28
4 Fehlerbehandlung und Diagnose	30
4.1 Fehlermeldung	30
4.2 Diagnosedaten	32
5 Arbeitsdaten der Transformation	33
6 Verkettung von Transformationen, Multistep Transformationen	34
7 Erstellen einer Transformation	36
7.1 Erstellungsablauf.....	36
7.1.1 Projekt anlegen	36
7.1.2 Transformation erstellen	40
7.1.3 Transformation einbinden	42
7.1.4 Transformation Debugging.....	44
7.1.5 Quellcodeerweiterung / Codierung.....	46
7.2 Unterschiede erweiterte Transformation / Standardtransformation	47
8 Parameter.....	48
9 Zusätzliche Optionen der erweiterten Transformation.....	49
9.1 Versionskennung Transformationsinterface.....	49
9.2 Drehreihenfolge.....	49
9.3 Modulobehandlung der Achspositionen	50
9.4 Anwendung erweiterter Parameter	51
9.5 Verwendung erweiterter Optionen	53
10 Anzeige der Position der additiven Transformation	56
11 Support und Service	57
Stichwortverzeichnis	58

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Beispiel einer kinematischen Transformation	9
Abb. 2	Funktion der kinematischen Transformation	10
Abb. 3	Koordinatensysteme im Detail	11
Abb. 4	Koordinatensysteme im Detail	13
Abb. 5	Zugriff auf kinematische Parameter	14
Abb. 6	Modulobehandlung einer Achse.....	15
Abb. 7	Anbindung der kinematischen Transformation über TcCOM unter TwinCAT3	16
Abb. 8	Dimensionierung Eingangs- und Ausgangskordinaten	17
Abb. 9	Kinematische Transformation mit aktiver Schnittpunktberechnung	21
Abb. 10	Kinematische Transformation mit inaktiver Schnittpunktberechnung	22
Abb. 11	Identifikation der Aufrufstellen der Transformation	23
Abb. 12	Transformationsparameter des Werkzeugs	26
Abb. 13	Transformationsparameter des Kanals	27
Abb. 14	Transformationsparameter über TcCOM	28
Abb. 15	TMC-Editor	29
Abb. 16	Verkettung von kinematischen Transformationen	34
Abb. 17	Erstellen neues Projekt	37
Abb. 18	Konfigurieren neues Projekt.....	37
Abb. 19	Anlegen CNC-Konfiguration	38
Abb. 20	Kanal anlegen	38
Abb. 21	Anlegen Achsen	39
Abb. 22	TwinCAT Treiber-Projekt anlegen	40
Abb. 23	Transformations-Klasse anlegen	40
Abb. 24	Benennung Transformations-Klasse	41
Abb. 25	Treiber erstellen	42
Abb. 26	Einbinden TcCOM-Objekt	42
Abb. 27	Eigenschaften TcCOM-Objekts.....	43
Abb. 28	Parametrieren der Transformation in Kanalparameterliste	44
Abb. 29	Umstellen auf Debug-Konfiguration	44
Abb. 30	Aktivieren Echtzeit-Debugging	44
Abb. 31	Breakpoint in Transformation	45
Abb. 32	Einstellung des Konstruktor nach Generieren mit TwinCAT3-Template	46
Abb. 33	Angepasster Konstruktor wegen höherer Achszahl	46
Abb. 34	Anpassung der Ein-/Ausgangszahlen	53
Abb. 35	Schnittstellen Anpassung an unterschiedlichen Aufrufstellen	55
Abb. 36	Anzeige der additiven Transformationsposition	56

1 Kinematische Transformation (TRAFO)

1.1 Einleitung



Diese Funktionalität ist ab TwinCAT 3 verfügbar.

Definition McCOM

Motion **C**ontrol **C**omponent **O**bject **M**odel ist ein binärer Schnittstellenstandard in der Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen.

Angelehnt an den Microsoft COM Standard legt dieser fest, wie unterschiedliche Softwarekomponenten, welche unabhängig entwickelt und erstellt wurden, in Echtzeit zusammenarbeiten.

Die Bezeichnung TcCOM steht für das **T**win**C**AT **C**omponent **O**bject **M**odel Konzept.

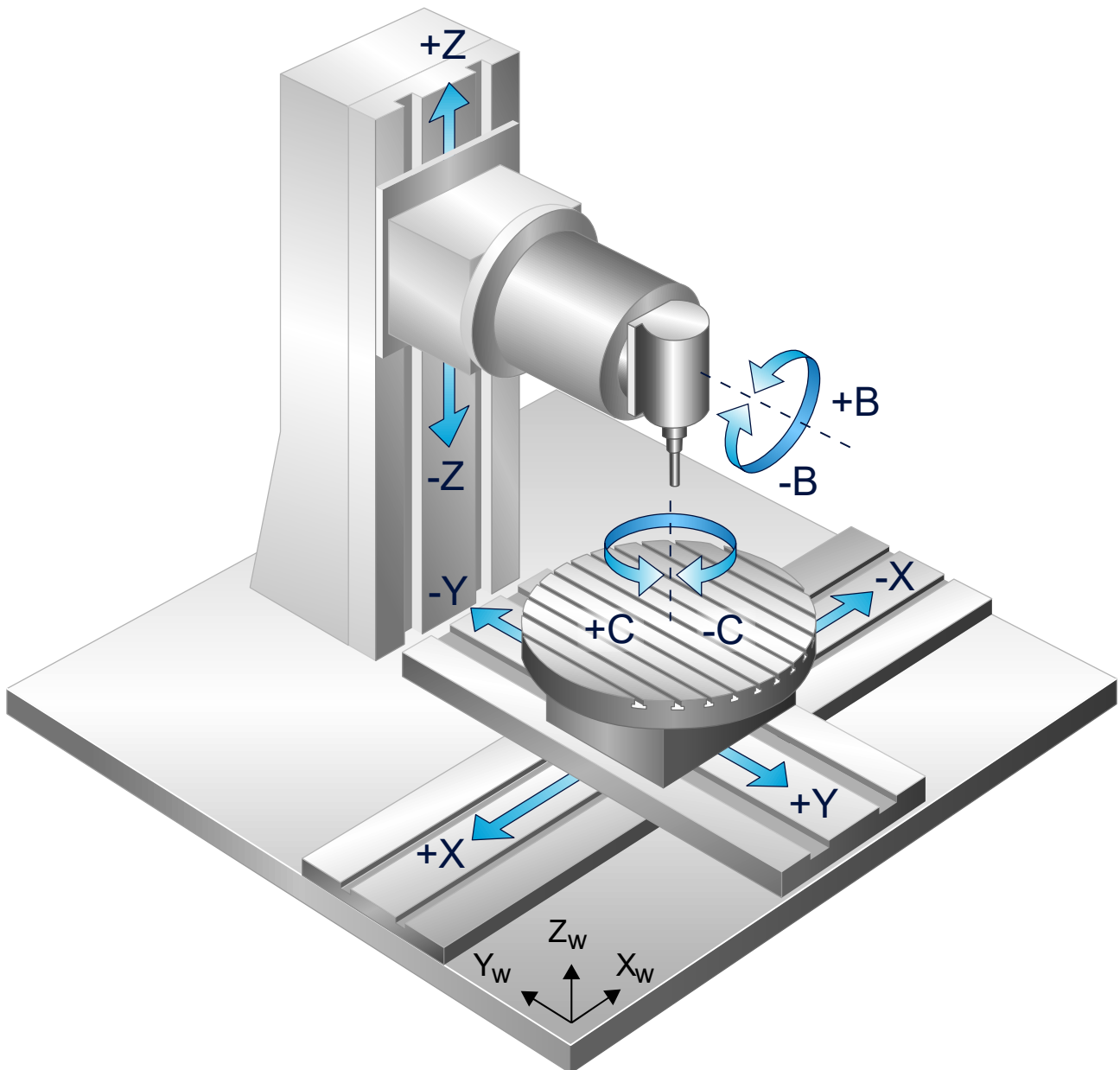


Abb. 1: Beispiel einer kinematischen Transformation

Kinematische Struktur

Um die Programmierung des Werkstücks zu vereinfachen, kapselt die kinematische Transformation die kinematische Struktur der Maschine und abstrahiert die Bewegungen in ein einfaches kartesisches Koordinatensystem.

Hinweis zur Lizenzierung

Bitte beachten Sie, dass die Nutzung der Transformationschnittstelle eine lizenzpflichtige Zusatzfunktion ist.

Vorwärts-/Rückwärts-Transformation Vorwärts-/Rückwärts-Transformation

Je nach Kinematik der Maschinen benötigt die CNC für die Berechnung der Bewegungen die Transformation zwischen Achskoordinaten und Programmierkoordinaten. Mit Hilfe dieser kinematischen Transformation werden aus den physikalischen Positionen der Achsen die Koordinaten des NC-Programms (Vorwärtstransformation, ACS -> MCS) berechnet. Umgekehrt berechnet die Rückwärtstransformation die Achspositionen aus den programmierten NC-Positionen (MCS -> ACS).

An-/Abwahl

Die Anwahl der Transformation findet z.B. über einen NC-Befehl im NC-Programm statt.

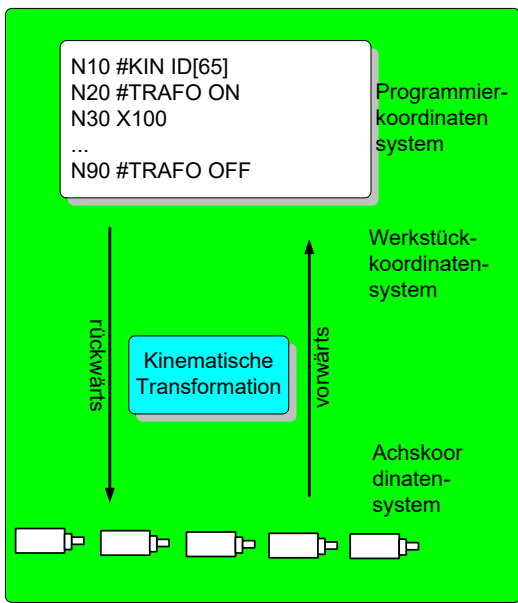


Abb. 2: Funktion der kinematischen Transformation

Erweiterbarkeit

Der Anwender hat die Möglichkeit eine eigene Transformation zu erstellen und diese der CNC unter einer ausgewählten Nummer (ID) zur Verfügung zu stellen. Hierzu stehen als Transformationsnummern der Bereich [500; 999] zur Verfügung. Der Bereich [65; 69] ist aus Kompatibilitätsgründen weiterhin verfügbar.

1.2 Koordinatensysteme

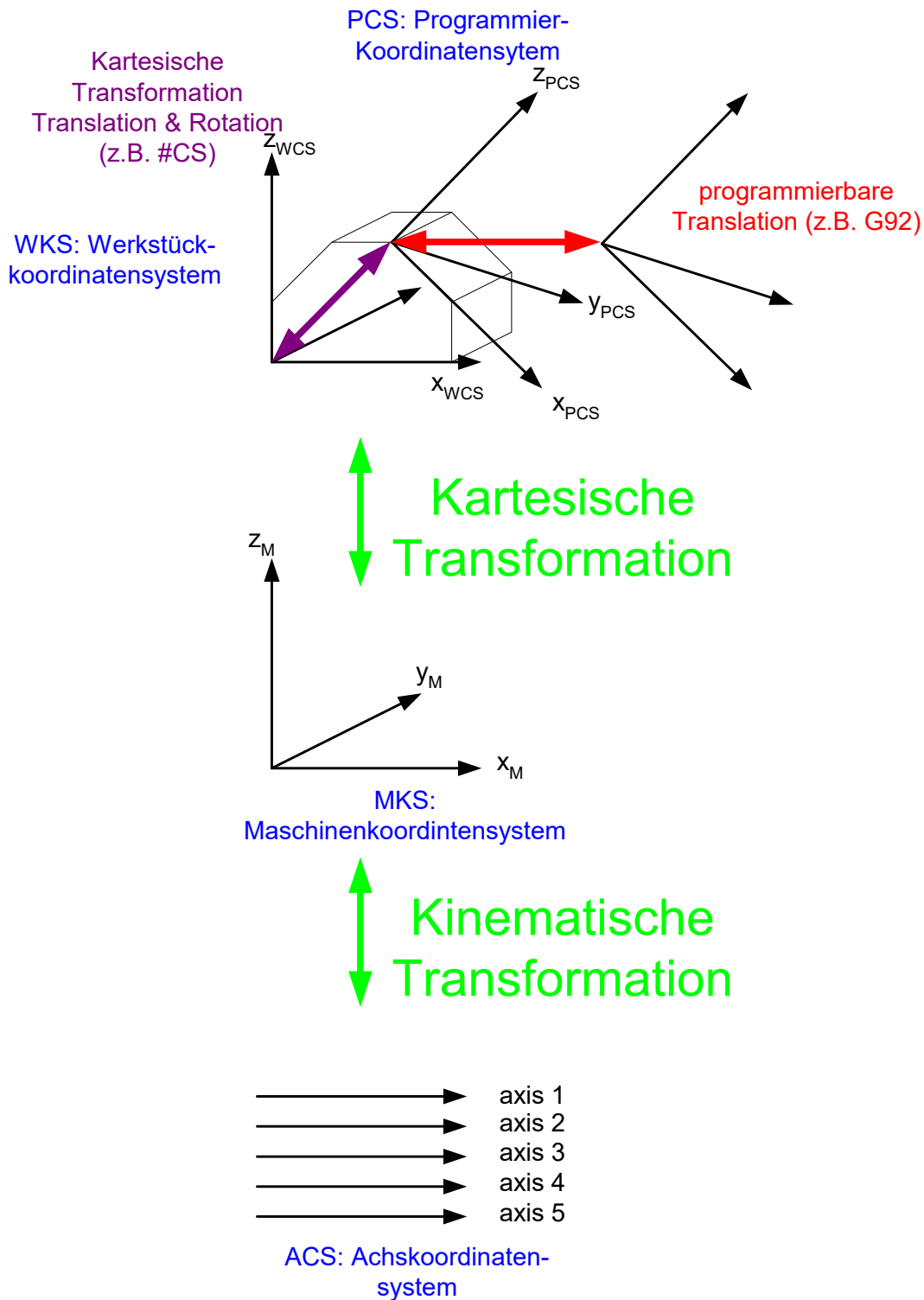


Abb. 3: Koordinatensysteme im Detail

Teilprogramm-Koordinatensystem PCS

Dieses Koordinatensystem wird in der Geometriebeschreibung nach DIN 66025 Programmiersyntax verwendet. Die Daten in einem Teilprogramm stellen Programmkoordinaten dar.

Werkstück-Koordinatensystem WCS

Dieses Koordinatensystem setzt an einem festen Punkt des Werkstücks an. Die Koordinatenbeschreibung des Werkstücks bezieht sich auf dieses System.

Das Werkstückkoordinatensystem ohne Verschiebungen wird als Basiskoordinatensystem verwendet (WCS_0).

Maschinenkoordinatensystem MCS

Das Maschinenkoordinatensystem repräsentiert ein abstraktes Koordinatensystem. Es wird vom Maschinenhersteller festgelegt. Alle anderen Koordinatensysteme beziehen sich auf dieses System.

Wenn die Maschine keinen kartesischen Achsaufbau hat (z.B. Roboter), ist das Maschinenkoordinatensystem nur virtuell.

Achsenkoordinatensystem ACS

Jede Achse besitzt ihr eigenes Koordinatensystem. Jede Achse ist entweder auf dem Maschinenbett selbst oder auf einer anderen Achse angebracht. Das bedeutet, dass das Maschinenbett oder die zugeordnete Achse die Grundlage bilden. Das Koordinatensystem einer Achse wird also entsprechend ihres Befestigungspunktes festgelegt.

1.3 Positionsverschiebungen

Verschiebungsverwaltung in den Transformationen PCS – WCS

Wenn eine Verschiebung zwischen den programmierten Koordinaten PCS und den wirklichen physikalischen Achsenpositionen ACS aktiviert werden muss, hat der Anwender verschiedene Möglichkeiten.

Die CNC-programmierbaren Verschiebungen (G54, G92, etc.) werden zwischen PCS und WCS berücksichtigt.

WCS – ACS

Falls die Kinematik einer Maschine Verschiebungen auf dem Achskoordinatensystem erfordert, wird dies innerhalb der Transformation berücksichtigt.

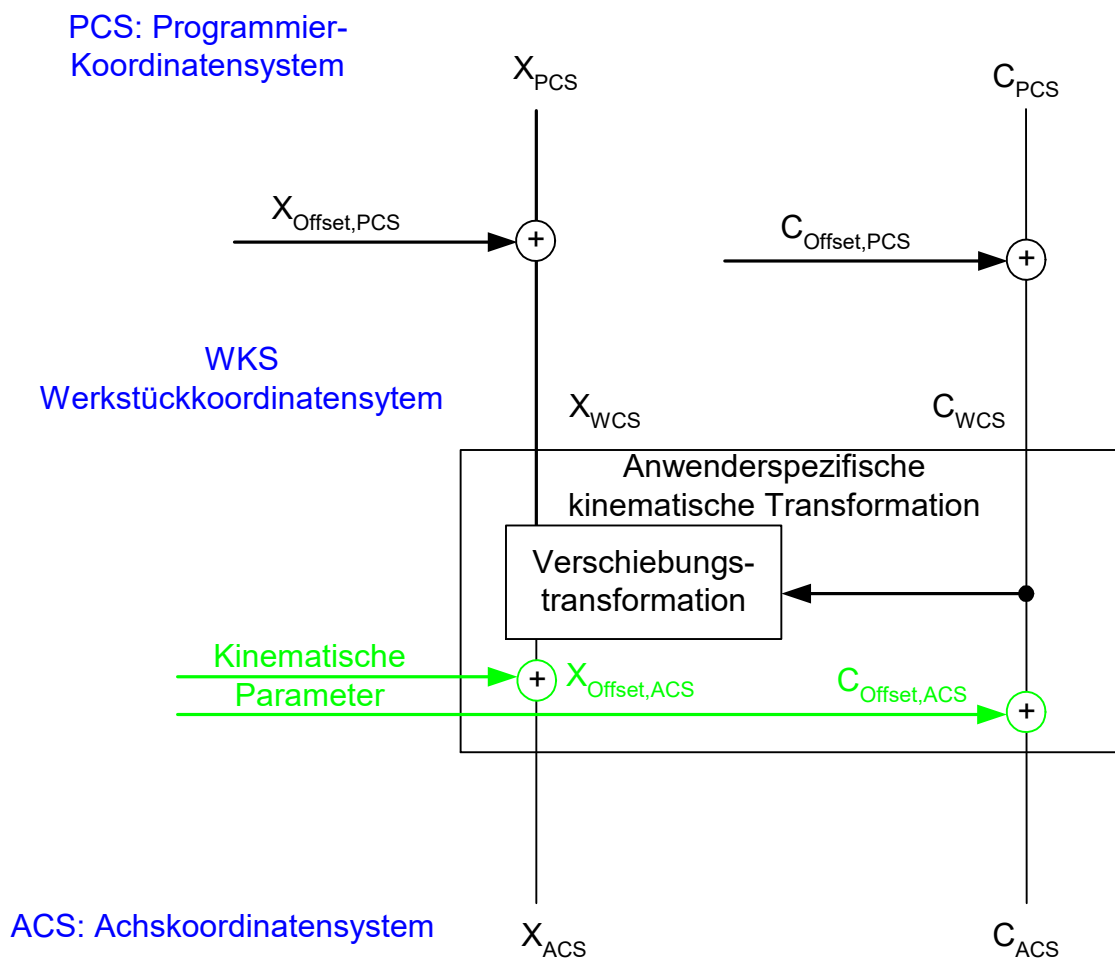


Abb. 4: Koordinatensysteme im Detail

Gebrauch achsenspezifischer Verschiebungen in kinematischer Transformation

```

N010 G54                ; activate zero point offsets on ACS=PCS-level
N020 G0 X0 Y0 Z0 B0 C0 ; move to zero on PCS level
; ...
N090 G53                ; deactivate PCS-offsets
; ...
N120 V.G.KIN[65].PARAM[40] = <x_offset in [0.1 µm]>
N130 V.G.KIN[65].PARAM[43] = <b_offset in [0.0001 degree]>
N140 V.G.KIN[65].PARAM[44] = <c_offset> in [0.0001 degree]

N200 #KIN ID[65]       ; select kinematic type
N210 #TRAFO ON         ; ACS-offsets are considered inside trafo
N220 G01 X100 C90
;...
N240 G92 X400 C180 ; activate additional offset on PCS-level
N250 G01 X12 C0
...
N340 G56 ; activate additional offset on PCS-level
N350 G01 X2 C50
;...
N999 M30

```

Zugriff auf kinematische Parameter

Werden im CNC-Programm kinematische Parameter initialisiert, so werden diese als Eingabeparameter der Transformation an die Vorwärts-/Rückwärts-Algorithmen weitergeleitet (der verwendete Parameterindex ist transformationsspezifisch).

Name	Wert	Typ
p->para[40]	111000	double
p->para[43]	222000	double
p->para[44]	333000	double

Abb. 5: Zugriff auf kinematische Parameter

1.4 Modulo-Einstellung der Achsen

MCS – ACS

In Abhängigkeit der Achseigenschaften muss die kinematische Transformation die Moduloeinstellung der Positionen festlegen. Die Moduloeinstellung innerhalb der Transformation muss das gleiche Modulointervall verwenden wie die aufrufende CNC Funktion.

Die angegebene MCS-Moduloeinstellung wird automatisch von der aufrufenden CNC-Funktionalität übernommen:

MCS linear / mod[-180;180]

Die angegebene ACS-Moduloeinstellung wird für eine Plausibilitätsprüfung verwendet. Die CNC prüft, ob die Einstellung mit der konfigurierten Eigenschaft der Achse übereinstimmt.

ACS linear / mod[-180;180] / mod[0;360]

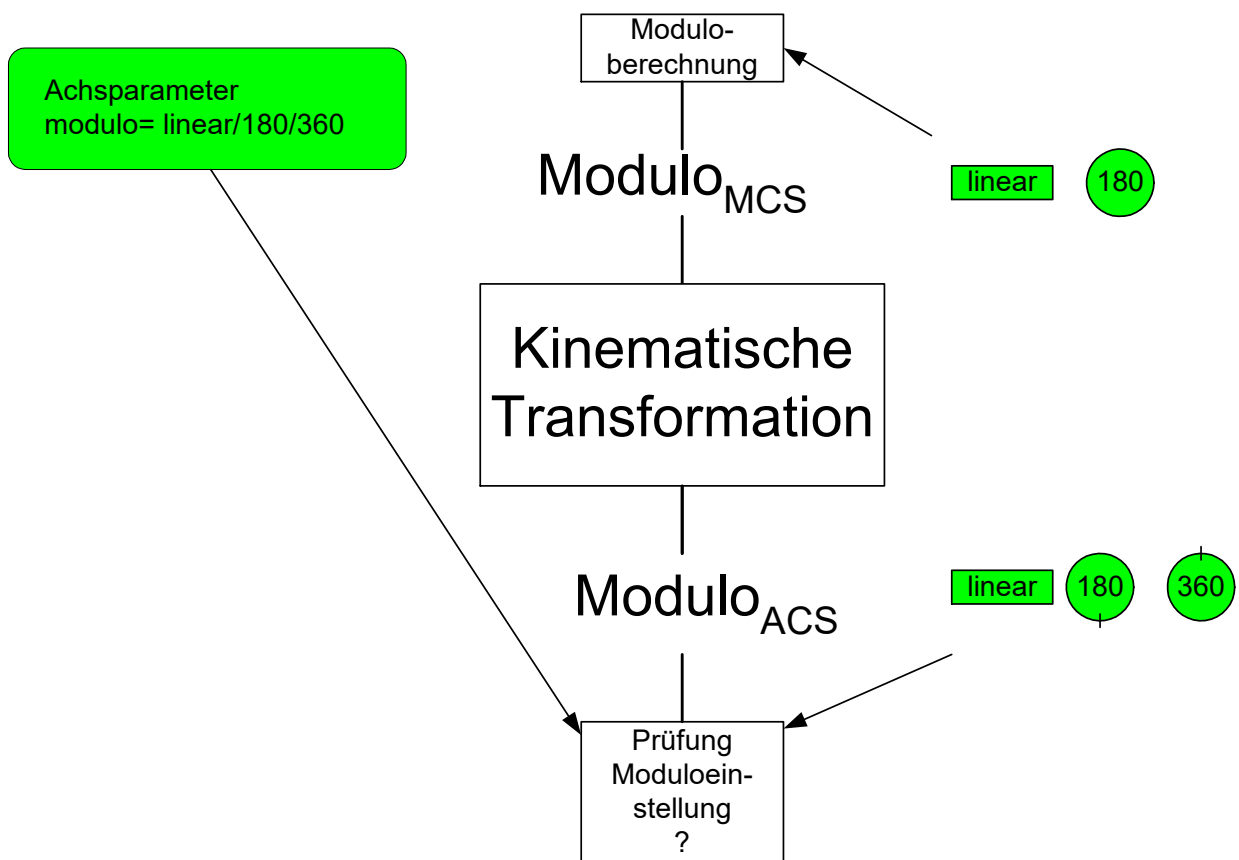


Abb. 6: Moduloeinstellung einer Achse

2 Anbindung Transformation via TcCOM

Die Anbindung der Transformation an die CNC kann in TwinCAT 3 über die TcCOM Infrastruktur stattfinden.

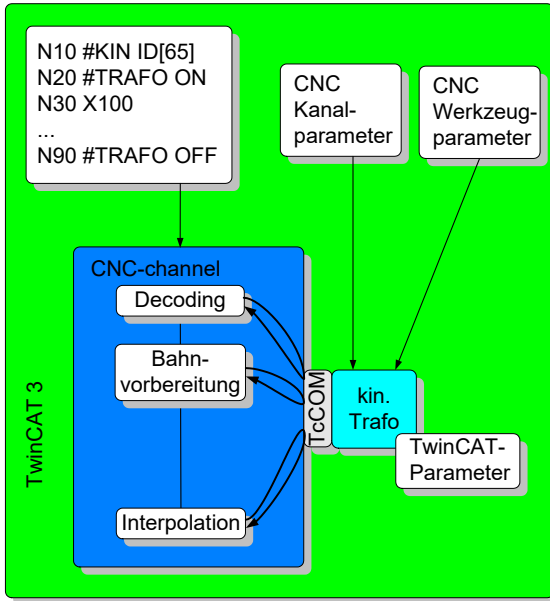


Abb. 7: Anbindung der kinematischen Transformation über TcCOM unter TwinCAT3

HINWEIS

Die Transformation wird in verschiedenen „zeitlichen“ Phasen der NC-Programmbearbeitung innerhalb eines NC-Kanals sowie in unterschiedlichen Kanälen evtl. zeitgleich eingesetzt. Deshalb muss die kinematische Transformation reentrant-fähig erstellt sein und darf keine globalen Daten verwenden.

HINWEIS

Die Verkettung der Vorwärts- und Rückwärtstransformation muss wieder die identische Ausgangsposition ergeben.
Die übergebenen Positionen werden in [0.1 um] geliefert. In diesem Auflösungsbereich müssen die Transformationsergebnisse liegen.

2.1 TcCOM Trafo-Interface

TcCOM – TwinCAT Component Object Model

Weitere Informationen zum TcCOM-Konzept sind in der Hilfe zu TwinCAT3.

2.1.1 Methoden der Transformation

Folgende Methoden sind bei Erstellung einer Transformation zu implementieren (TcNcKinematicsInterfaces.h).

- virtual HRESULT TCOMAPI **Forward** (PTcCncTrafoParameter p)=0;
- virtual HRESULT TCOMAPI **Backward** (PTcCncTrafoParameter p)=0;
- virtual HRESULT TCOMAPI **TrafoSupported** (PTcCncTrafoParameter p, bool fwd)=0;
- virtual HRESULT TCOMAPI **GetDimensions** (PULONG pForwardInput, PULONG pForwardOutput)=0;

Forward	Transformation der Achspositionen in das Programmierkoordinatensystem.
PTcCncTrafoParameter *p	Aktuelle Parameter der Transformation

Backward	Transformation der Programmierkoordinaten in das Achskoordinatensystem.
PTcCncTrafoParameter *p	Aktuelle Parameter der Transformation

GetDimension	Bei Anwahl der Transformation wird die Abfrage der Konfiguration (notwendigen Achszahlen) einmalig durchgeführt.
ULONG * pForwardInput	Anzahl der Eingangskoordinaten der Vorwärtstransformation (= Anzahl der Ausgangskoordinaten der Rückwärtstransformation)
ULONG * pForwardOutput	Anzahl der Ausgangskoordinaten der Vorwärtstransformation (= Anzahl der Eingangskoordinaten der Rückwärtstransformation)

TrafoSupported	Initialisierung der Transformation und Abfrage von Optionen
PTcCncTrafoParameter *p	Aktuelle Parameter der Transformation
bool fwd	

i Im Konstruktor der Klasse „ITcCncTrafo“ müssen zur Dimensionierung der Eingangs- und Ausgangskoordinaten die entsprechenden Member-Variablen initialisiert werden.

```

////////////////////////////////////
// Constructor
CMyKinTrafo::CMyKinTrafo(): m_forwardNbrIn(5), m_forwardNbrOut(5)
{

```

Abb. 8: Dimensionierung Eingangs- und Ausgangskoordinaten

2.1.2 Arbeitsdaten (Instanzdaten) der Transformation

2.1.2.1 Basis Arbeitsdaten: TcNcTrafoParameter

Parameter der Methoden

Type = EcNcTrafoParameter_Base

Die Parameter für die einzelnen Methoden werden über folgende Struktur **TcNcTrafoParameter** (TcNcKinematicsInterfaces.h) gekapselt übergeben.

```
EcNcTrafoParameter type;
ULONG dim_i; // dim of input vectors (i, d_i, dd_i)
ULONG dim_o; // dim of output vectors (o, d_o, dd_o, torque)
ULONG dim_para; // dim of additional parameter (para)

const double* i; // input values parameter (dim_i)
const double* d_i;
const double* dd_i;

double* o; // output values parameter (dim_i)
double* d_o;
double* dd_o;

double* torque;
const double* para; // additional parameter (dim_p)

double payload; // weight in kg
double tool_len; // actual tool length in [mm]
```

Bemerkung:

Die kursiven Variablen werden von der CNC nicht verwendet.

2.1.2.2 Erweiterte Arbeitsdaten: TcNcTrafoParameterExtCnc

Parameter der Methoden

Type = EcNcTrafoParameter_ExtCnc

Die Parameter für die einzelnen Methoden werden über folgende erweiterte Struktur **TcCnCtrafoParameter** übergeben. Die von der CNC bereitgestellte Datenstruktur wird anhand des Parametertyps kenntlich gemacht.

Type = EcNcTrafoParameter_ExtCnc

```
struct TcCnCtrafoParameter : public TcNcTrafoParameter, TcCncParam
{
    unsigned short kin_id; // in: used kinematic ID
    unsigned long control; // in: control trafo calculation, e.g. EcCncTrafoCtrl_cartesianTrafoInactive
    EcCncTrafoOption ret_option; // out: select option of transformation during TrafoSupported()
    TcCncVersion CncInterfaceVersion; // Interface version TcCncVersionMajor.TcCncVersionMinor

    // orientation
    EcCnc_TrafoOriModeActual actual_orientation_mode; // Treatment of orientation, actual rotation
    sequence
    EcCnc_TrafoModeSupported supported_modes; // modes supported by the TcCOM transforamtion
};
```

Hinweis:

Das Strukturelement EcCnc_TrafoModeSupported supported_modes ersetzt das bisherige Element EcCnc_TrafoOriModeSupported supported_orientation_modes. Aus Gründen der Abwärtskompatibilität wird dieses Datum weiterhin unterstützt.

```
// modulo configuration
ULONG dim_modulo; // dim of modulo vector
EcCnc_McsModulo * mcs_modulo;
EcCnc_AcsModulo * acs_modulo;
```

Identifikation des Aufrufers

Die aktive kinematische Transformation wird aktuell an mehreren Stellen in der CNC verwendet. Die unterschiedliche Aufrufstelle wird in den übergebenen Arbeitsdaten der Transformation vermerkt.

- 0 : EcCncTrafoCallerID_Undefined
- 1 : EcCncTrafoCallerID_DeCode
- 2 : EcCncTrafoCallerID_ToolRadiusCorrection
- 3 : EcCncTrafoCallerID_PathPreparation
- 4 : EcCncTrafoCallerID_Interpolation
- 5 : EcCncTrafoCallerID_Display
- 6 : EcCncTrafoCallerID_BlockSearch

Mit der Kennung des Aufrufers (caller_id) kann die Transformation an unterschiedlichen Stellen mit Varianten durchgerechnet werden, z.B.:

- während der Interpolation können dynamische Größen addiert werden
- für Anzeige kann eine vereinfachte Rückwärtstransformation gerechnet werden.

Optionen der Transformation

Während der Initialisierung (method TrafoSupported) der Transformation können individuelle Optionen der CNC angewählt werden. Diese Optionen ändern die CNC Verwaltung der Schnittstelle und stellen evtl. zusätzliche Parameter bereit. Die einzelnen Optionen sind durch die CNC vordefiniert und müssen zur entsprechenden Transformation passen. Folgende Optionen sind verfügbar:

```
0 : EcCncTrafoOption_None
1 : EcCncTrafoOption_Interpolation_AddInput
```

Kontroll-Input

Folgende Informationen werden zyklisch an die kinematische Transformation übergeben

```
0x0000 0001 EcCncTrafoCtrl_cartesianTrafoInactive
```

Versionsnummer CNC-Interface

Im Datum TcCncVersion überträgt die CNC die Versionsnummer des von ihr verwendeten Transformationsinterfaces:

```
struct TcCncVersion
{
    Long    major;
    Long    minor;
};
```

Rotationsreihenfolge

Im Datum actual_rotation_mode überträgt die CNC die aktive Drehreihenfolge der Orientierungsachsen:

```
EcCncTrafoOri_None = 0
EcCncTrafoOri_YPR  = 1
EcCncTrafoOri_CBC1 = 2
EcCncTrafoOri_CBA  = 3
EcCncTrafoOri_CAB  = 4
EcCncTrafoOri_AB   = 5
EcCncTrafoOri_BA   = 6
```

Die in der Transformation unterstützten Drehreihenfolgen werden der CNC im Datum supported_rotation_modes mitgeteilt:

```
typedef struct _EcCnc_TrafoModeSupported
{
    unsigned long    f_YPR      : 1;
    unsigned long    f_CBC1    : 1;
    unsigned long    f_CBA     : 1;
    unsigned long    f_CAB     : 1;
    unsigned long    f_UniqueTrafo : 1;
    unsigned long    f_AB      : 1;
    unsigned long    f_BA      : 1;
} EcCnc_TrafoModeSupported;
```

Eindeutige TcCOM-Transformation

Das Flag f_UniqueTrafo im Datum supported_modes ermöglicht dem Anwender die TcCOM- Transformation als eindeutig in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung zu markieren. Das Flag kann in der Methode TrafoSupported vom Anwender gesetzt werden. Die CNC behandelt TcCOM-Transformationen standardmäßig als nicht eindeutig. Beim Initialisieren der Transformation wird das Flag f_UniqueTrafo geprüft.

Das Setzen des Flags beschleunigt alle Vorgänge, bei denen die CNC Positionen der Antriebe lesen muss, um einige Takte. Solche Vorgänge sind zum Beispiel das An- und Abwählen der Transformation, das Ändern von Koordinatensystemen bei aktiver TcCOM- Transformation oder die Verwendung von V.A.ACS.ABS Variablen.

Beispielcode zum Setzen des Flags:

```
virtual HRESULT TCOMAPI TrafoSupported(PTcCncTrafoParameter p, bool fwd)
{
    p->supported_modes.f_UniqueTrafo = TRUE;
    return S_OK;
};
```

s

Modulo-Einstellungen

Die Dimension der achsspezifischen Objekte mcs_modulo und acs_modulo stellt die CNC im Objekt dim_modulo bereit. Die Modulo-Behandlung im MCS Koordinatensystem wird im achsspezifischen Datum mcs_modulo der CNC mitgeteilt:

```
EcCnc_McsModulo_None = 0,
EcCnc_McsModulo_180_180 = 1,
```

Die erwartete Moduloeinstellung einer Achse im ACS-Koordinatensystem kann der CNC im Datum `acs_modulo` mitgeteilt werden:

```
EcCnc_AcsModulo_None = 0,
EcCnc_AcsModulo_180_180 = 1,
EcCnc_AcsModulo_0_360 = 2,
```

Schnittpunktberechnung ausschalten bei inaktivem #CS

Soll z.B. die kinematische Transformation variieren je nachdem ob eine übergeordnete kartesische Transformation aktiv ist, so kann dies anhand des Eingangsbits selektiert werden. Dies wird durch die Steuerung angezeigt.

Kinematische Transformation mit aktiver Schnittpunktberechnung (EcCncTrafoCtrl_cartesianTrafoInactive gelöscht)

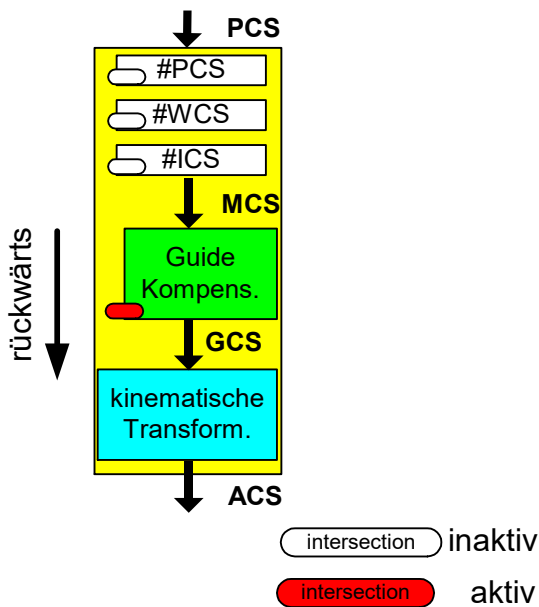


Abb. 9: Kinematische Transformation mit aktiver Schnittpunktberechnung

Kinematische Transformation mit inaktiver Schnittpunktberechnung

(EcCncTrafoCtrl_cartesianTrafoInactive gesetzt)

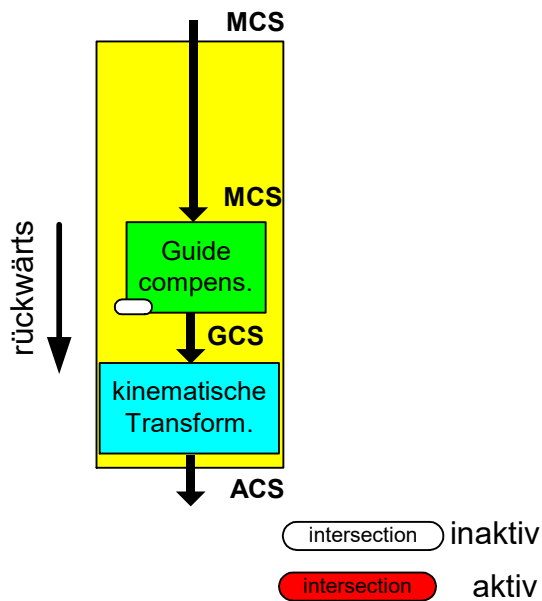


Abb. 10: Kinematische Transformation mit inaktiver Schnittpunktberechnung

HINWEIS

Die Vorwärtstransformation muss grundsätzlich invers zu Rückwärtstransformation sein.

$\text{position} = \text{forward}(\text{backward}(\text{position}))$

Wird die Transformation in Abhängigkeit des Aufrufers (`caller_id`) variiert, so muss diese Variation bei der Initialisierung der Steuerung im Stillstand ausgeschaltet sein.

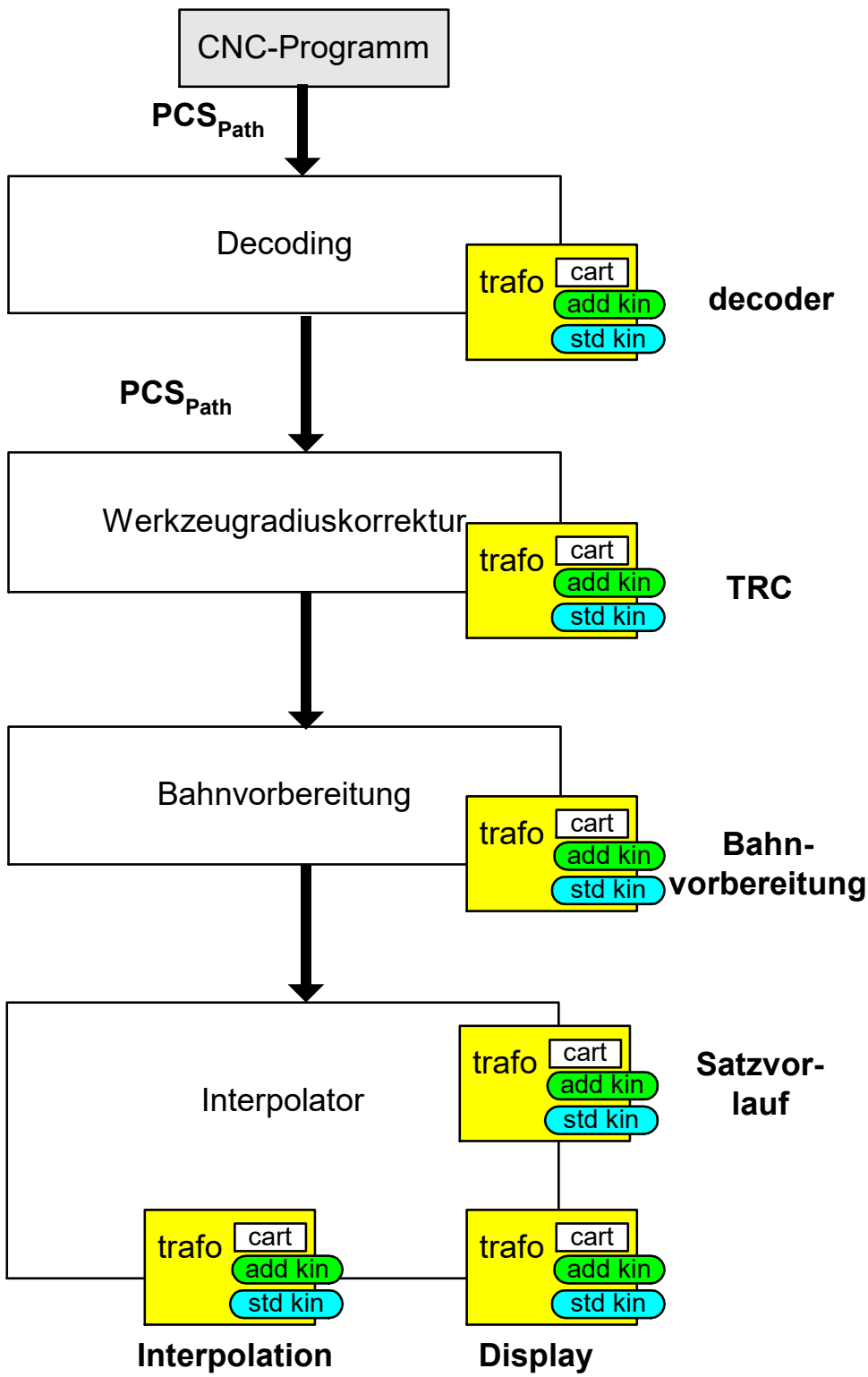


Abb. 11: Identifikation der Aufrufstellen der Transformation

2.1.3 Konfigurieren und Anmeldung der Transformation bei der CNC

Registrieren der Transformation

Zur Anmeldung eines TcCOM werden folgende Daten verwendet (TcCncServices.h)

- Type 1 (s. TCCNC_REGISTEROBJECT_TYPE_TRAFO) fest vorgegeben
- Group Kanalnummer der Transformation [1;12] wählbar bei Konfiguration
- Index Nummer der Kinematik [500; 99] wählbar bei Konfiguration, aus Kompatibilitätsgründen auch [65;69] zulässig

Die Anmeldung der Transformation erfolgt über nachfolgendes TcCOM-Interface, welches in der Datei TcCncInterfaces.h definiert ist.

- virtual HRESULT TCOMAPI **RegisterObject**
(TcCncRegisterObject& id, ITcUnknown* ipUnk)=0;
- virtual HRESULT TCOMAPI **UnregisterObject**
(TcCncRegisterObject& id)=0;

Manuelle Bereitstellung der Transformation

Nach Erzeugen der Transformation müssen zwei Dateien für die Verwendungen bereitgestellt werden.

Die Beschreibung der Transformation erfolgt in der TMC-Datei TcCncTrafo1.tmc und wird aus dem Quellcodeverzeichnis unter folgendem Zielverzeichnis abgelegt.

```
<TwinCAT>\3.1\CustomConfig\Modules
```

Der erzeugte Gerätetreiber (z. Bsp. TcCncTrafo1.sys) wird von

```
<TwinCAT>\3.1\SDK\_products\TwinCAT RT (x86)\Release
```

unter

```
<TwinCAT>\3.1\Driver\AutoInstall
```

abgelegt.

Für das Debugging werden der erzeugte Gerätetreiber (z. Bsp. TcCncTrafo1.sys) und die Symbol-Datei (z. Bsp. TcCncTrafo1.pdb) von

```
<TwinCAT>\3.1\SDK\_products\TwinCAT RT (x86)\Debug
```

unter

```
<TwinCAT>\3.1\Driver\AutoInstall
```

abgelegt.

Konfiguration der Transformation

Beim Konfigurieren der Transformation wird das TcCOM-Objekt im Systemmanager angewählt und der Kanal (group) und die Transformations-ID (index) initialisiert.

Die Vorgehensweise ist in [Transformation einbinden](#) [► 42] veranschaulicht.

3 Parametrierung




Transformationsparameter

Die Transformation kann durch den Anwender über kanal- und/oder werkzeugspezifische Werte parametrierbar werden. Die Bedeutung der Parameter hängt dabei rein von der Implementierung der Transformation ab. Die Parameter können in folgenden Bereiche initialisiert werden und haben unterschiedliche Gültigkeitsdauern:

- **CNC Kanal**
Die Kanalparameter können in der Konfiguration der CNC pro Kanal eingestellt werden und gelten bis zum Aktualisieren dieser Kanaldaten (Download im Systemmanager).
- **Werkzeug**
Parameter des Werkzeugs werden bei der Werkzeuanforderung mitgeliefert (D-Programmierung im NC-Programm) und gelten solange dieses Werkzeug im NC-Programm angewählt ist. Die Parameter können individuell pro Werkzeug initialisiert werden.
- **TcCOM**
Bei der Konfiguration der Kinematik können globale Parameter angegeben werden. Diese gelten solange die Transformation geladen ist, d.h. solange TwinCAT aktiv ist.

3.1 CNC-Parameter: Kanal und Werkzeug

Die Transformationsparameter für den CNC-Kanal und die Werkzeuge werden der Transformation per Übergabeparameter (Zeiger p auf Struktur TcNcTrafoParameter) bereitgestellt.

Name	Wert
 p->para[0]	1088000
 p->para[1]	1987000
 p->para[2]	342000

Falls ein Werkzeug angewählt ist (D-Wort s. [PROG//Werkzeuggeometriekorrektur] werden die Summe der Kinematik-Parameter aus der Kanalparameterliste und des Werkzeugs übergeben.

Beispiel:

```
Kanalparameterliste: kinematik[65].param[2]      300000
Angewähltes Werkzeug: wz[5].kinematic.param[2]  500000
```

Übergebener Transformationsparameter: p->para[2] = 800000

HINWEIS

Der Transformationsparameter mit Index 0 (kinematik[..].param[0]) wirkt immer in Richtung der 3. Hauptachse (normalerweise Z-Achse) und wird zusätzlich in die Werkzeuglänge eingerechnet. Falls für die Transformation die unveränderte Länge des Werkzeugs benötigt wird, sollte dieser Parameter daher nicht verwendet werden.

3.1.1 Transformationsparameter des Werkzeugs

Die Werkzeugparameter können in der CNC oder in einer externen Werkzeugverwaltung (z.B. in der SPS) verwaltet werden. Falls die Werkzeugparameter in der CNC verwaltet werden d.h. der Kanalparameter `ext_wzv_vorhanden = 0` (s. P-CHAN-00016) gesetzt ist, ist im TwinCAT3-Projekt der Reiter „Tool Para“ mit der Werkzeugparameterliste verfügbar.

Parametrierbeispiel- Werkzeug

Parametrierung in der Werkzeugliste, siehe P-TOOL-00009

```
wz[5].kinematic.param[0] 1538000 # Kopfversatz 1: 153,8 mm
wz[5].kinematic.param[1] 25000 # Kopfversatz 2: 2,5 mm
wz[5].kinematic.param[2] 0 # Kopfversatz 3: 0 mm
wz[5].kinematic.param[5] 900000 # Kopfversatz 6; 90 mm
```



Die Kinematikparameter des Werkzeugs können nur für die Standardstufe = 0 angegeben werden.

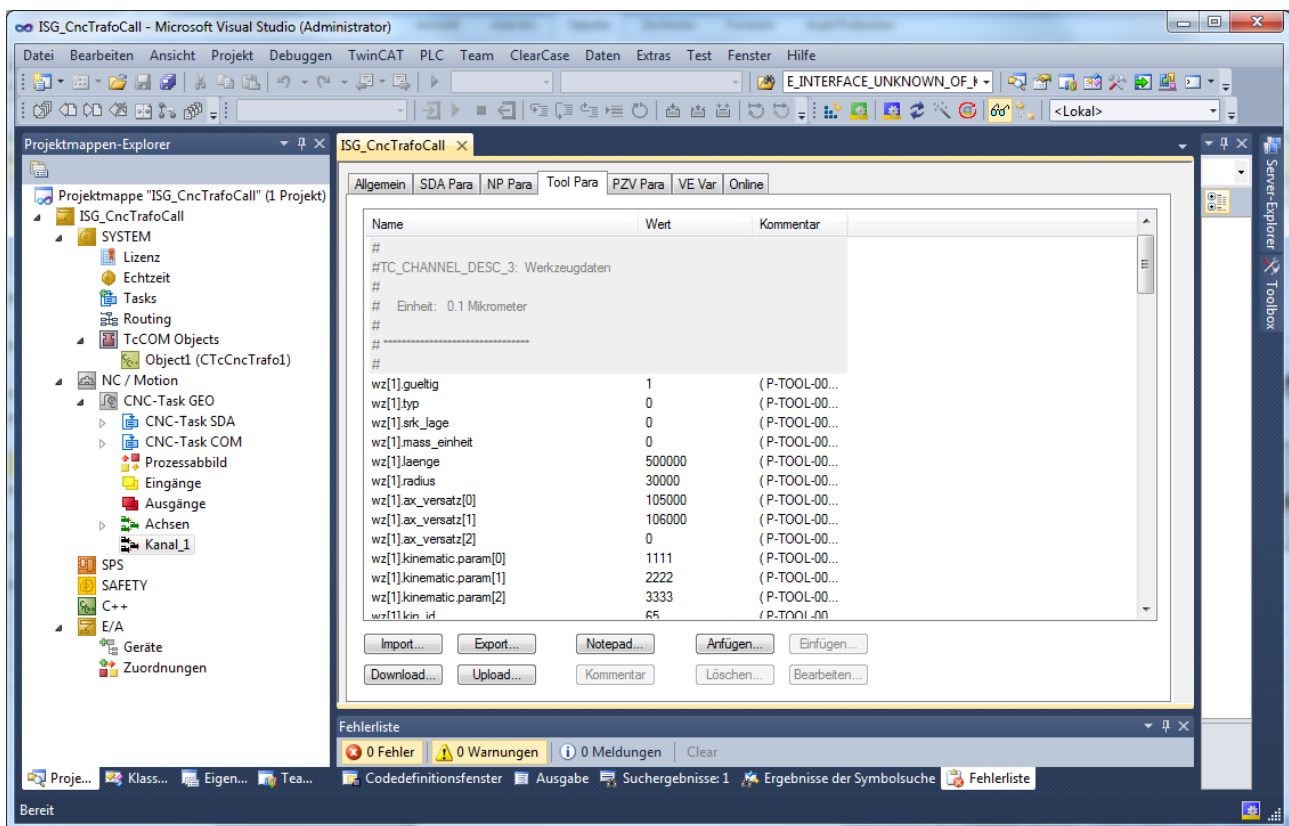


Abb. 12: Transformationsparameter des Werkzeugs

3.1.2 Kanalparameter

Parametrierbeispiel- Kanal

Parametrierung in der Kanalparameterliste, siehe P-CHAN-00094

```
# -- TcCOM Transformation
#
trafo[0].id 500
trafo[0].param[0] 1088000
trafo[0].param[1] 342000
trafo[0].param[2] 150
trafo[0].param[3] 0
trafo[0].param[4] 0
```

```
trafo[0].param[5]    0
trafo[0].param[6]    0
#
trafo[1].id          9
trafo[1].param[0]    120000
trafo[1].param[1]    100000
trafo[1].param[2]    120
trafo[1].param[3]    0
trafo[1].param[4]    0
```

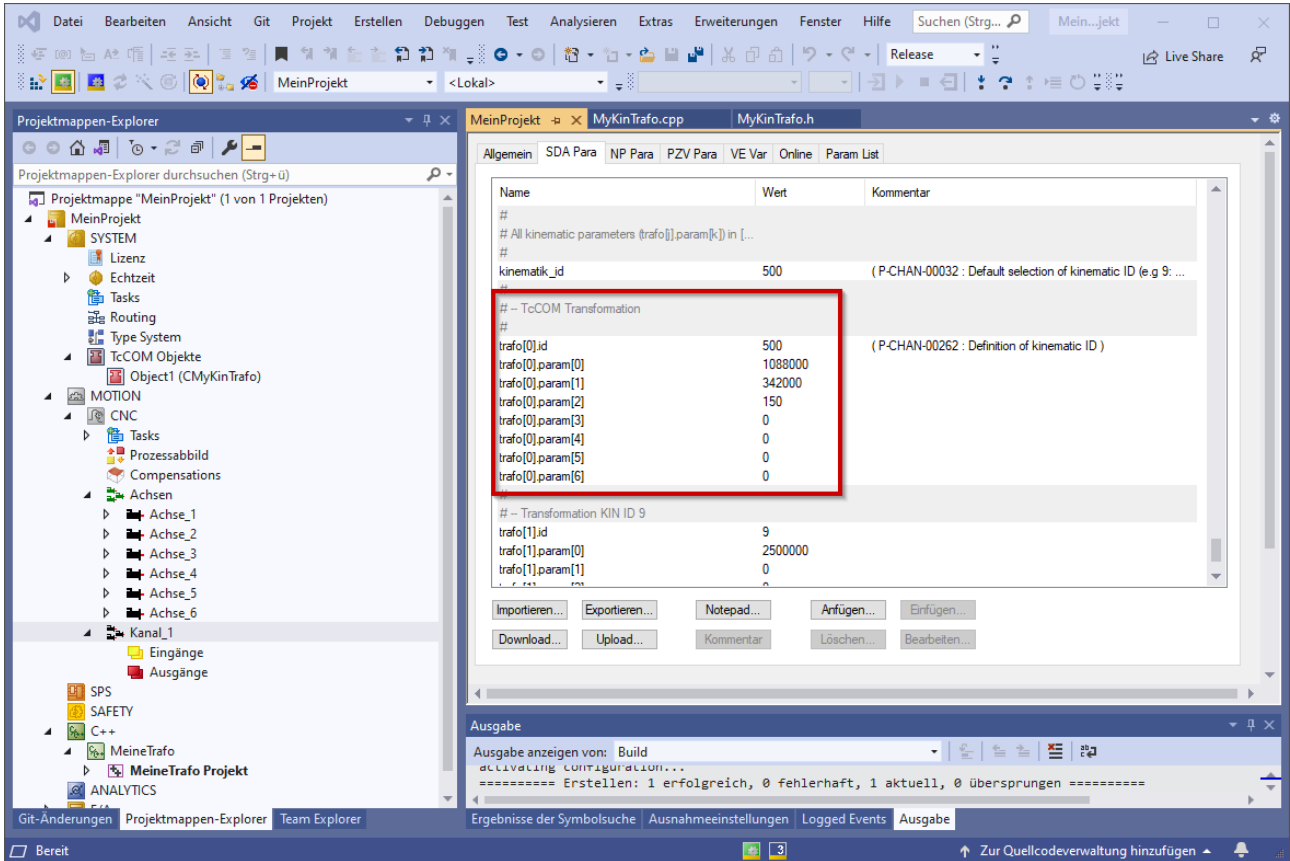


Abb. 13: Transformationsparameter des Kanals

3.2 TcCOM-Parameter

TcCOM Transformationsparameter

Neben den kanal- oder werkzeugspezifischen Parametern, welche über die CNC bereitgestellt werden, können der Transformation weitere individuelle Parameter übergeben werden. Diese werden bei der Konfiguration des TcCOM-Objekts initialisiert.

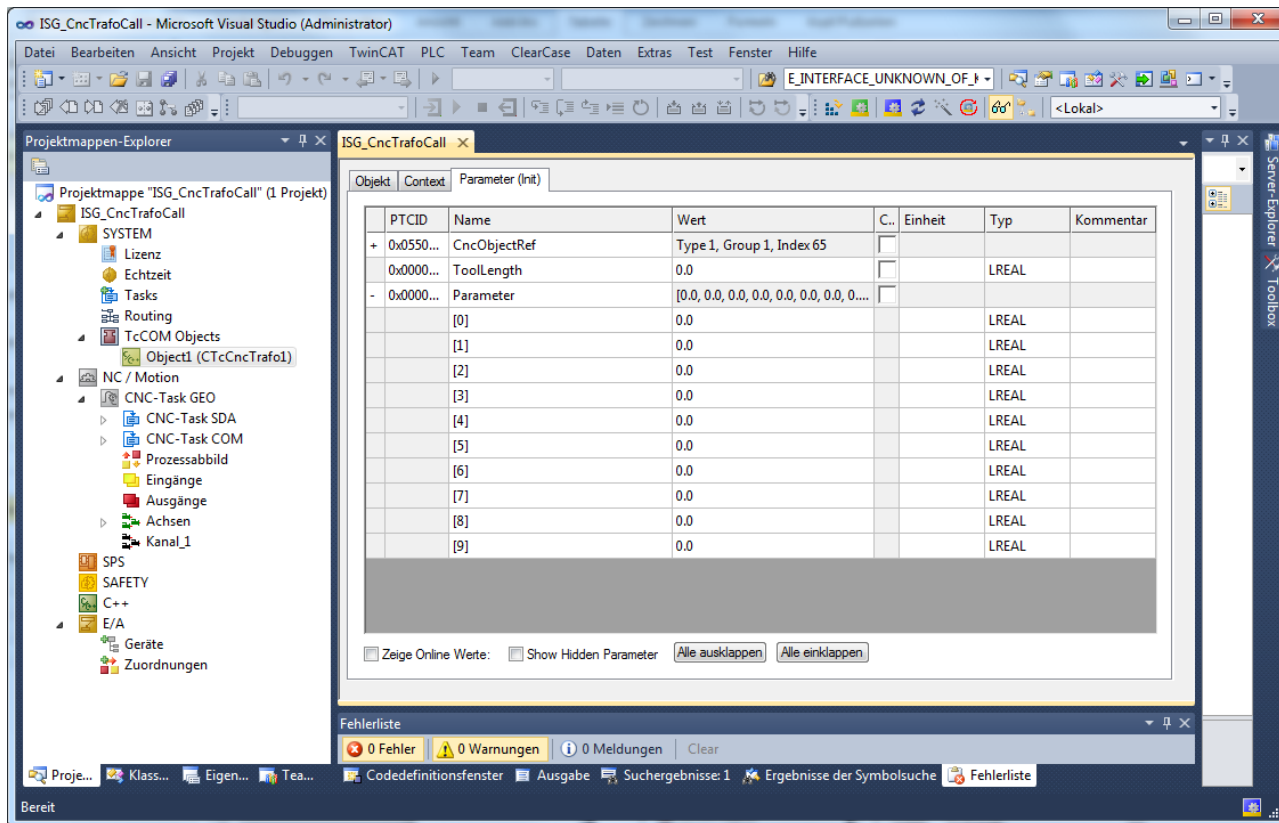


Abb. 14: Transformationsparameter über TcCOM

Die für die Transformation benötigten TcCOM-Parameter können im TMC-Editor festgelegt werden:

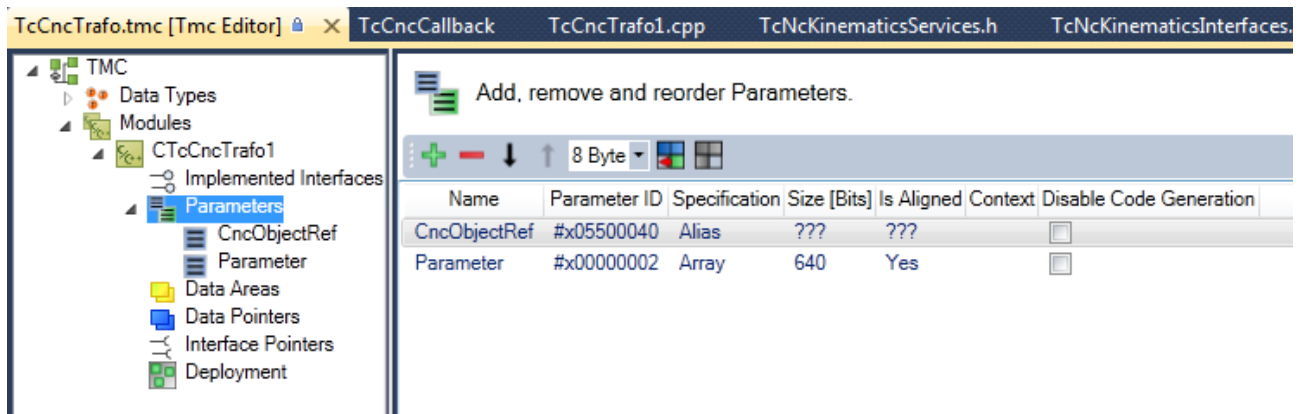


Abb. 15: TMC-Editor

Über den TwinCAT TMC Code Generator (Rechtsklick auf das TcCncTrafo-Projekt -> TwinCAT TMC Code Generator) werden die im TMC-File vorhandenen Parameter automatisch der Klasse für die Transformation CtcCncTrafo1 als Member-Variablen z.B. m_Parameter hinzugefügt und können so in der Vorwärts- bzw. Rückwärtstransformation verwendet werden.

```

///

```

4 Fehlerbehandlung und Diagnose

4.1 Fehlermeldung

Verwaltungsfehler	Im Falle eines Fehlers setzt die CNC eine Fehlermeldung ab und die aktuelle Bearbeitung des CNC-Kanals wird abgebrochen.
292019	programmierte Transformation ist nicht geladen, d.h. evtl. in TwinCAT nicht konfiguriert
292020	Speicher für Transformation zu gering (Systemfehler)
292021	intern wurde eine unbekannte Kanalnummer übergeben (Systemfehler)
292022	Programmierte Transformation ist intern nicht bekannt (geladen), d.h. evtl. in TwinCAT nicht richtig konfiguriert
292023	Die Rückwärtstranformation ist nicht invers zur Vorwärtstransformation.
292030	Fehler bei Abfrage der Konfigurationsdaten der kinematischen Transformation (s. GetDimension())
292031	Fehler bei Initialisierung der kinematischen Transformation (s. TrafoSupported()).
292032	Fehler bei kinematischer Vorwärtstransformation (s. Forward()).
292033	Fehler bei kinematischer Rückwärtstransformation (s. Backward()).
292034	Aktuelle MKS-Eingangsposition der kinematischen Vorwärtstransformation.
292035	Aktuelle WKS-Ausgangsposition der kinematischen Vorwärtstransformation.
292036	Aktuelle WKS-Eingangsposition der kinematischen Rückwärtstransformation.
292037	Aktuelle MKS-Ausgangsposition der kinematischen Vorwärtstransformation.
292044	Das Transformationsinterface der CNC ist zu alt und passt nicht zum TcCOM-Objekt.
292045	Die gewählte Orientierungsart wird von der Transformation nicht unterstützt.

Standardfehler Beispiel: Logging in Diagnosedaten

```
(Date/Time): 07.09.2012 / 11:37:38
Version: V3.00.3012.04   Modul: DECU_TRF.C   Cycle: 3108
-----
ERRTXT:  Backwardtransformation after forwardtransformation results in different position.
-----
Fehler-ID   : 292023      BF-Typ : 9           Kanal-ID   : 1
Mehrfach-ID : 1         Line   : 2213        Kommu-ID   : 42
Behebungs-klasse: 2     Reaktionsklasse: 2   Rumpftyp:  1
NC-File     : log. Pfadnr. 65535 -> D:\TwinCAT3\test.nc
NC-Programm: trafo65test
NC-Proginfo:
Satznummer : 20         Fileoffset: 55      Satzoffset: 14
----- NC_Satz -----
Ausgabe nicht moeglich! log_pfad_nr nicht in Zuordnungstabelle.
Wert_1: Aktueller Wert ist 65 [-]
Wert_2: Fehlerhafter Wert ist 1005 [-]
```

----- Ende der Fehlermeldung -----

Anwenderspezifische Transformationsfehler

Neben den standardmäßigen Transformationsfehler kann der Anwender bei einigen Methoden (s. kursive, fette Fehler-IDs) individuelle Fehler über den Rückgabewert der Funktion absetzen (0 = OK).

HRESULT CTrafo::Forward(PTcNcTrafoParameter p)

```
{
  if (...)
```

```

return 123; // raise error

...

return S_OK;
}

```

Fehlertexte in TcCncUsersEvents.xml

Im Fehlerfall (fett, kursive IDs) wird der individuelle Rückgabewert der Methode an die Fehlermeldungsauswertung über die SPS (ChannelError()-Manager) weitergereicht. Die Fehlertexte werden entsprechend in den XML-Fehlertextdatei pro Sprache ergänzt (C:\TwinCAT\3.1\Target\Resource):

```

<Event>
  <Id>123</Id>
  <Message LcId="1033">Kinematic transformation reports error 123</Message>
  <Message LcId="1031">Kinematische Transformation meldet Fehler 123</Message>
</Event>

```

Die Ausgabe des Fehlers erfolgt über den Eventlogger.

Erweiterte Fehlerrückgabewerte

Falls die erweiterten Transformationsparameter **TcNcTrafoParameterExtCnc**. benutzt wird, so können Fehlerfall zusätzliche Fehlerwerte zurückgegeben werden. Diese Werte werden in der Fehlermeldung angezeigt.

```

double    ret_value1; // out: error value
double    ret_value2; // out: error value
char      ret_text[24]; // out: additional error info

```

Anwenderspezifischer Fehler

```

<<-----
20.06.2013 16:31:06:019 (11862)                               Version: V3.00.3017.00
-----
Error   : 292033 - Fehler bei kinematischer Rueckwaertstransformation
-----
Program : trafo65test
Path    : D:\TwinCAT3\ (No: 65535)
File    : _trafo65-error-test.nc
Block no: N60          Fileoffset: 151
Line    : N060 Y42          ; util_error_Id = -12
-----
Channel : (No.: 1)
Value   : 65
Class   : ERROR (5)          Reaction : PROGRAM_ABORT (2)
=====
Value 1 : Actual value      : 65
Value 2 : Actual value      : 0
Value 3 : Actual value      :
-----
Utility : Error 123 - ...
Modul   :                   Line : 0
-----
Config  : EIN_KANAL_KONFIGURIERUNG
Modul   : BAVO_5AX.C          Line : 6438
BF-Type : BAVO (5)           Commu: BAVO_1 (44)      Multiple-ID: 0
Content : NC_PROGRAM (1)
-----
<<-----20.06.2013 16:31:06:019
(11862)                               Version: V3.00.3017.00
-----
Error   : 292036 - Aktuelle WKS-Ausgangsposition der kinematischen Vorwaertstransformation.

```

```

-----
Program : trafo65test
Path   : D:\TwinCAT3\ (No: 65535)
File   : _trafo65-error-test.nc
Block no: N60      Fileoffset: 151
Line   : N060 Y42      ; util_error_Id = -12
-----

Channel : (No.: 1)
Value   : 000 [mm]
Class   : WARNING (0)      Reaction : PROGRAM_ABORT (2)
=====
Value 1 : Actual value      : 0 / 1.05E+005 / 0 [0.1*10^-3 mm resp. ]
Value 2 : Actual value      : 0 / 0 / 0 [0.1*10^-3 mm resp. ]
Value 3 : Actual value      : 0 / 0 / 0 [0.1*10^-3 mm resp. ]
Value 4 : Actual value      : 0 / 0 / 0 [0.1*10^-3 mm resp. ]
Value 5 : Actual value      : 0 / 0 / 0 [0.1*10^-3 mm resp. ]
-----

Config  : EIN_KANAL_KONFIGURIERUNG
Modul   : BAVO_5AX.C      Line : 6438
BF-Type : BAVO (5)      Commu: BAVO_1 (44)      Multiple-ID: 2
Content : NC_PROGRAM (1)

```

4.2 Diagnosedaten

Protokoll der Achspositionen

Die <n> zuletzt verwendeten Ein-/Ausgangspositionen der kinematischen Transformation werden aufgezeichnet. Beim Anfordern der Diagnosedaten (s. dump.bat) werden diese Werte in den Diagnosedaten diag_data.txt protokolliert. Folgende Transformationen werden in den Diagnosedaten erfasst:

- Positionen der Vorwärtstransformation des Decoders
- Positionen der Rückwärtstransformation während Interpolation

Logging in Diagnosedaten

```

DECODER : KIN TRAFIO IO DIAGNOSE DATEN KANAL-NR.: 1      ZYKL_COUNTER : 274703

```

```

=====
TIME ID0 ID1      IN[00]      IN[01]      IN[02]      IN[03]
250907 87 0      0.000      0.000      0.000      0.000
250908 87 0      0.000      0.000      0.000      0.000
250909 87 0      0.000      0.000      0.000      0.000
250939 87 0      822000.000  0.000      0.000      -814000.000
250946 86 0      822000.000  0.000      0.000      -814000.000
250947 86 0      822000.000  0.000      0.000      -814000.000
250956 86 0      800000.000  0.000      0.000      -300000.000

```

```

BAHN : KIN TRAFIO IO DIAGNOSE DATEN KANAL-NR.: 1      ZYKL_COUNTER : 263179

```

```

=====
TIME ID0 ID1      IN[00]      IN[01]      IN[02]      IN[03]...
263153 87 0      753617.664  -376316.335  0.000      -197893.497
263154 87 0      754593.192  -374570.386  0.000      -196254.241
263155 87 0      755561.728  -372820.548  0.000      -194608.676
263156 87 0      756523.257  -371066.850  0.000      -192956.796
263157 87 0      757477.763  -369309.320  0.000      -191298.596
263158 87 0      758425.232  -367547.986  0.000      -189634.068
263159 87 0      759365.648  -365782.876  0.000      -187963.208
263160 87 0      760298.996  -364014.018  0.000      -186286.009
263161 87 0      761225.261  -362241.442  0.000      -184602.466
263162 87 0      762144.428  -360465.174  0.000      -182912.574
263163 87 0      763056.483  -358685.244  0.000      -181216.327
263164 87 0      763961.411  -356901.681  0.000      -179513.720
263165 87 0      764859.197  -355114.511  0.000      -177804.748
263166 87 0      765749.828  -353323.765  0.000      -176089.406
263167 87 0      766633.289  -351529.471  0.000      -174367.689
263168 87 0      767509.565  -349731.657  0.000      -172639.592
263169 87 0      768378.643  -347930.352  0.000      -170905.111
263170 87 0      769240.509  -346125.586  0.000      -169164.241
263171 87 0      770095.149  -344317.386  0.000      -167416.979
263172 87 0      770942.549  -342505.783  0.000      -165663.319

```


5 **Arbeitsdaten der Transformation**

Definition der Arbeitsdaten

Die Implementierung der Transformation kann beliebige Parameter als Arbeitsdaten bereitstellen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Transformation in mehreren zeitlichen Phasen der CNC verwendet wird. Aus diesem Grunde muss die CNC reentrant geschrieben sein. Die Arbeitsdaten dürfen also keinen Zustand der Transformation beinhalten, welcher für die nachfolgende Berechnung weiterverwendet wird.

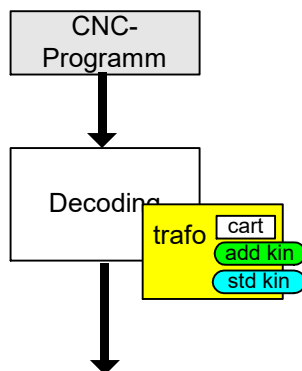
6 Verkettung von Transformationen, Multistep Transformationen

Mehrstufigkeit - Additive kinematische Transformation

Normalerweise wird nur eine kinematische Transformation genutzt, aber die CNC bietet die Möglichkeit, mehrere kinematische Teiltransformationen zu kaskadieren. Momentan kann eine zusätzliche Transformation zur normalen Transformation verkettet werden.

Durch diese Möglichkeit kann der Anwender seine Transformationen unabhängig strukturieren:

- Standard kinematische Trafo (Stufe=0): bildet die kinematische Basiskette der Maschine ab (Konfigurationstyp = TCCNC_REGISTEROBJECT_TYPE_TRAFO)
- Additive kinematische Trafo (Stufe=1): kompensiert z.B. dynamische Effekte der Maschine (Konfigurationstyp = TCCNC_REGISTEROBJECT_TYPE_TRAFO_ADD)



- std kin Standard Kinematische Transformation
- add kin Additive Kinematische Transformation

Abb. 16: Verkettung von kinematischen Transformationen

Initialisierung der Kinematikparameter

Die kinematischen Parameter für jede Stufe der kinematischen Transformation können in folgender Form in der Kanalliste initialisiert werden.

```
kin_step[0].id[83].param[0]      10000
kin_step[1].id[51].param[0]     55000
kin_step[1].id[51].param[1]     80000
```

Initialisierung der Standardtransformation

Die Standardtransformation jeder Stufe kann in der Kanalliste in folgender Form definiert werden.

```
default_id_of_kin_step[0]      83
default_id_of_kin_step[1]     51
```

Parameter Zugriff im NC Programm

Die kinematischen Parameter jeder Stufe können im NC-Programm folgendermaßen adressiert werden.

```
N10 V.G.KIN_STEP[1].ID[1].PARAM[0] = 55000
N20 V.G.KIN_STEP[1].ID[1].PARAM[1] = 80000
```

Aktivierung einer Transformation für jede Stufe

Die einzelnen Kinematikstufen können über folgende NC-Befehle angewählt werden:

```
#TRAFO [<kin-id-step0>, <kin-id-step1>]
#TRAFO [KIN_ID_DEF, KIN_ID_DEF]
; KIN_ID_DEF = Standardparameter default_id_of_kin_step
```

```
#TRAFO [ OFF, <kin-id-step1>]  
#TRAFO [<kin-id-step0>, OFF]  
  
#TRAFO [ OFF, OFF]  
#TRAFO OFF
```

7 Erstellen einer Transformation

Bei der Erstellung eines TcCOM-Objekts mit dem TwinCAT3-Template wird standardmäßig eine sogenannte erweiterte Transformation angelegt.

7.1 Erstellungsablauf

Mindestanforderung für die Nutzung der McCOM-Assistenten

- TwinCAT3 Version 2024
- Microsoft Visual Studio 2019 Professional/ Enterprise, bei der Installation muss die Option "Desktop development with C++" zusätzlich selektiert sein.

Die Transformation wird mit Hilfe eines TwinCAT3-Templates erstellt

Folgende Schritte sind vom Anwender durchzuführen:

- Anlegen oder Öffnen eines TwinCAT3 XAE-Projekts mit integrierter CNC-Konfiguration
- Erstellen des Rahmens für Transformation über Template wie exemplarisch gezeigt wird.
- Eigenen C++ Code für Transformation erstellen (dieser Schritt kann auch später erfolgen, es muss allerdings dann auch der Treiber erneut erstellt werden)
- Treiber (MyTrafo.sys) erzeugen
- Einbinden der Transformation als TcCOM-Objekt im XAE-Projekt Konfiguration
- Aktivieren der Konfiguration



Der Treiber MyTrafo.sys wird beim Aktivieren der Konfiguration automatisch in das Verzeichnis <TwinCAT>\3.1\Driver\Autoinstall kopiert.
In diesem Verzeichnis werden alle additiven Treiber platziert.

7.1.1 Projekt anlegen

Der nachfolgende exemplarische Ablauf zur Erstellung einer eigenen kinematischen Transformation wurde mit Visual Studio 2019 durchgeführt.

TwinCAT3 XAE Projekt mit CNC-Konfiguration

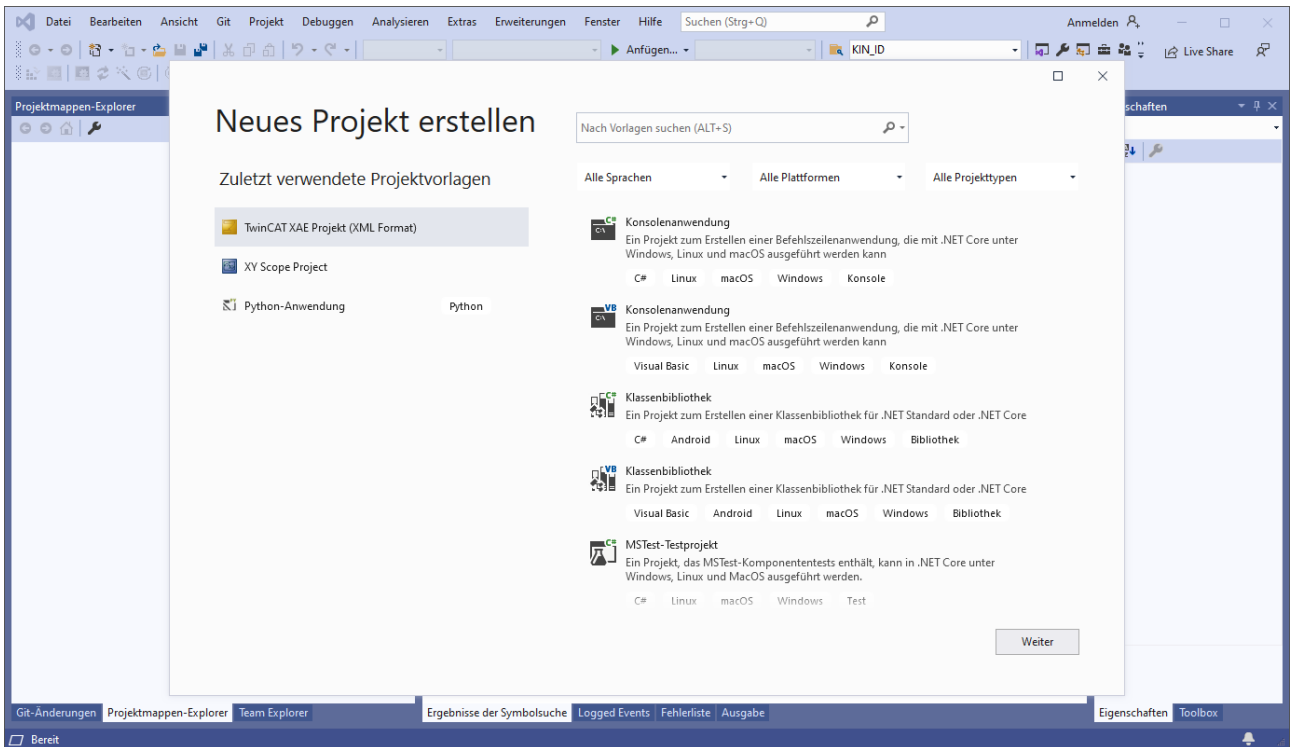


Abb. 17: Erstellen neues Projekt

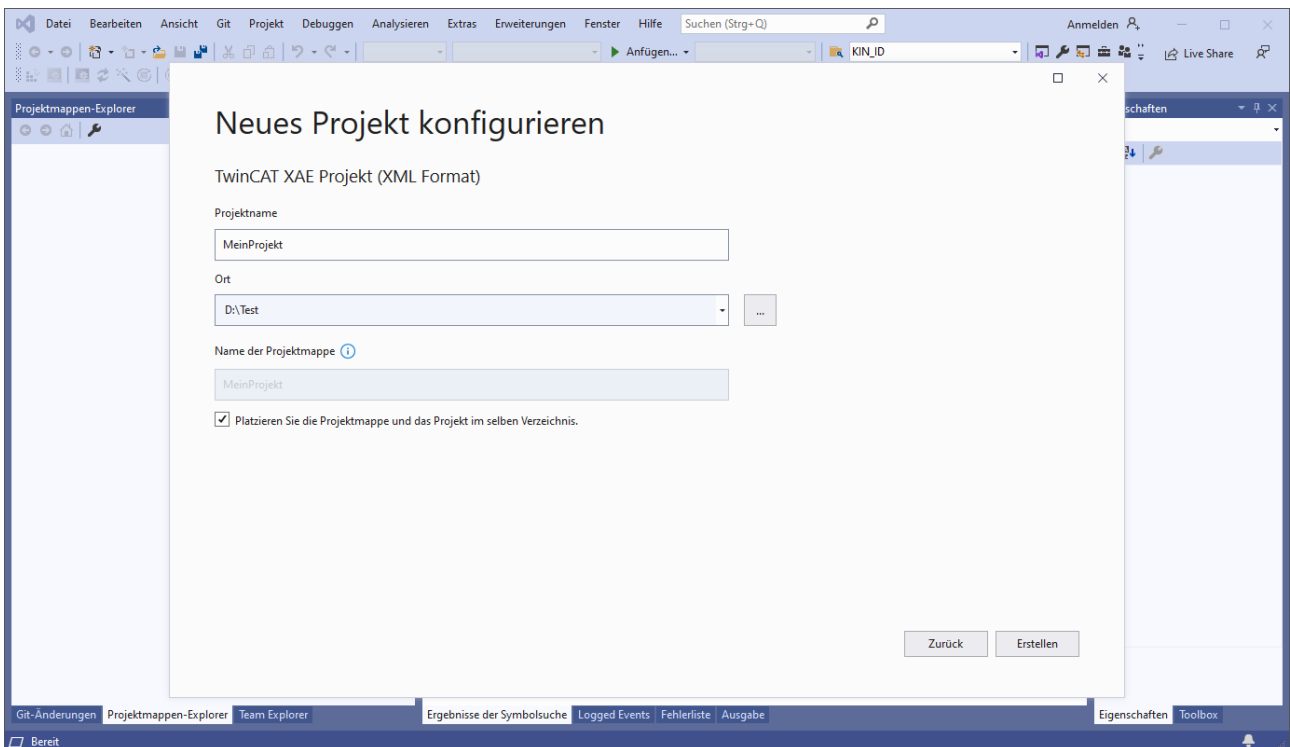


Abb. 18: Konfigurieren neues Projekt

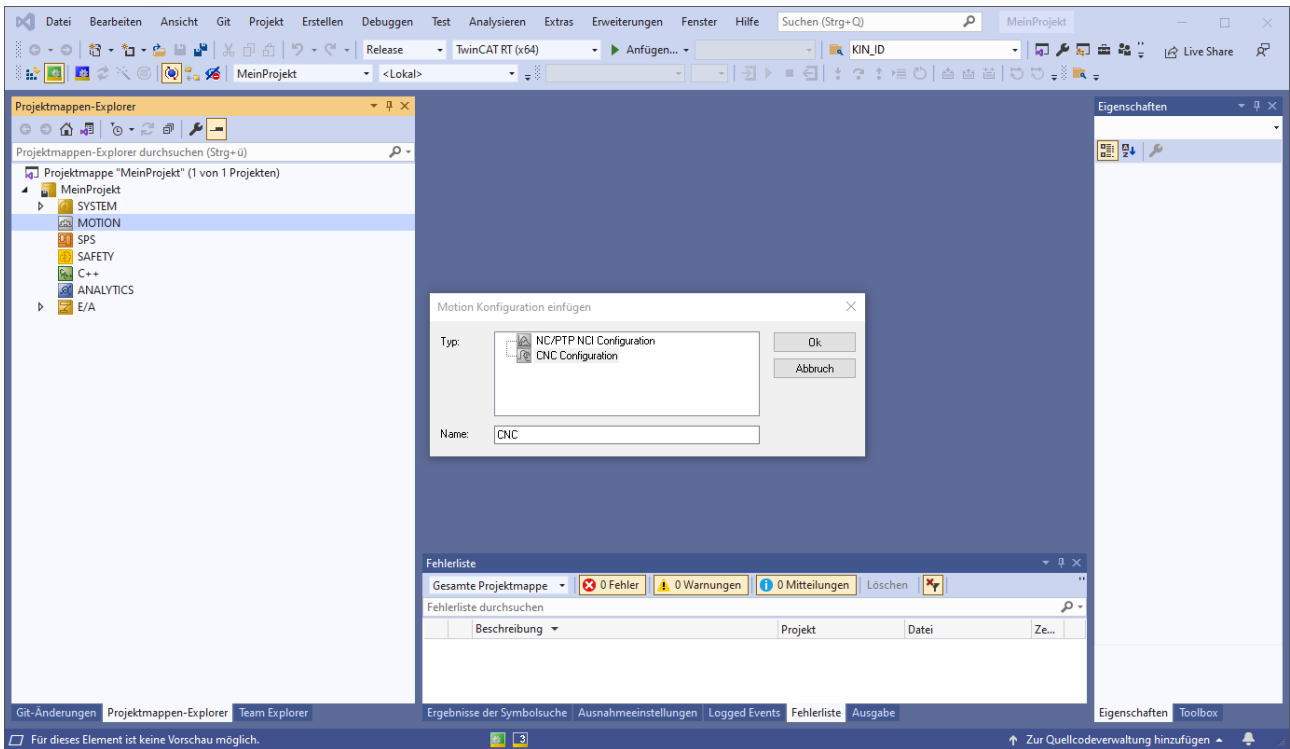


Abb. 19: Anlegen CNC-Konfiguration

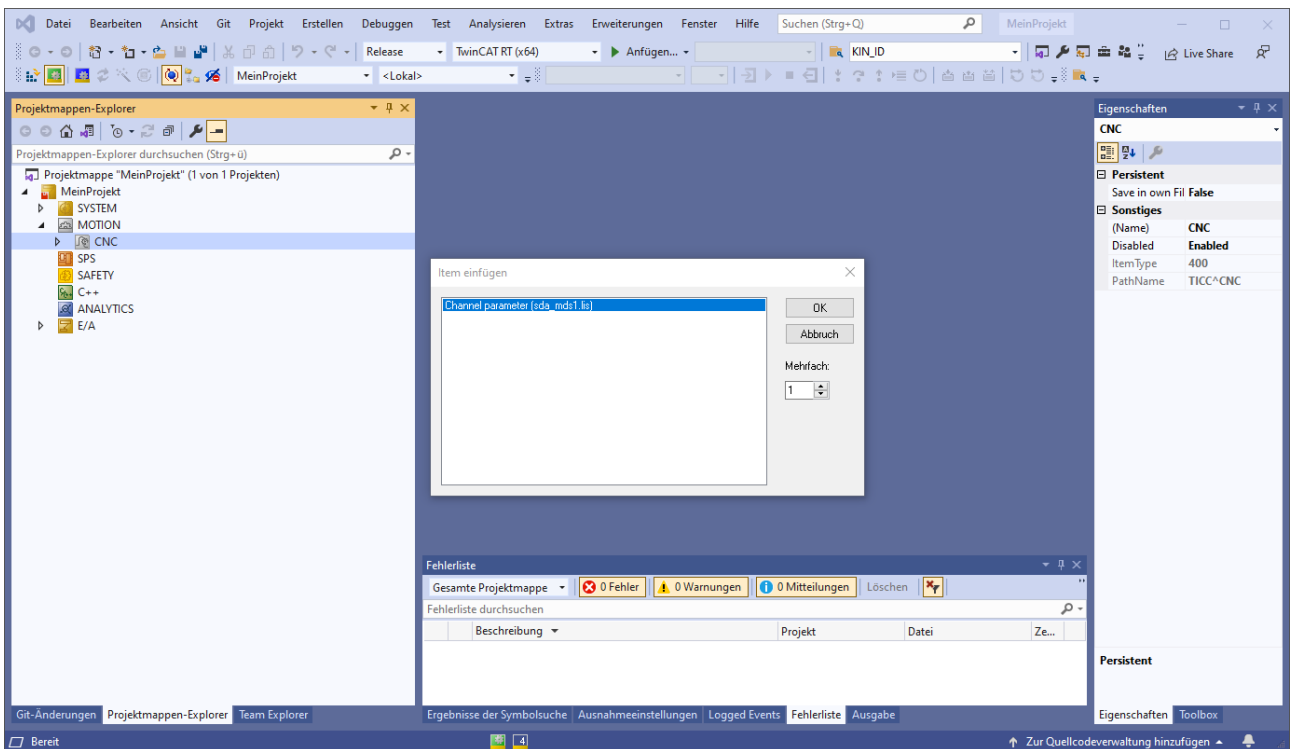


Abb. 20: Kanal anlegen

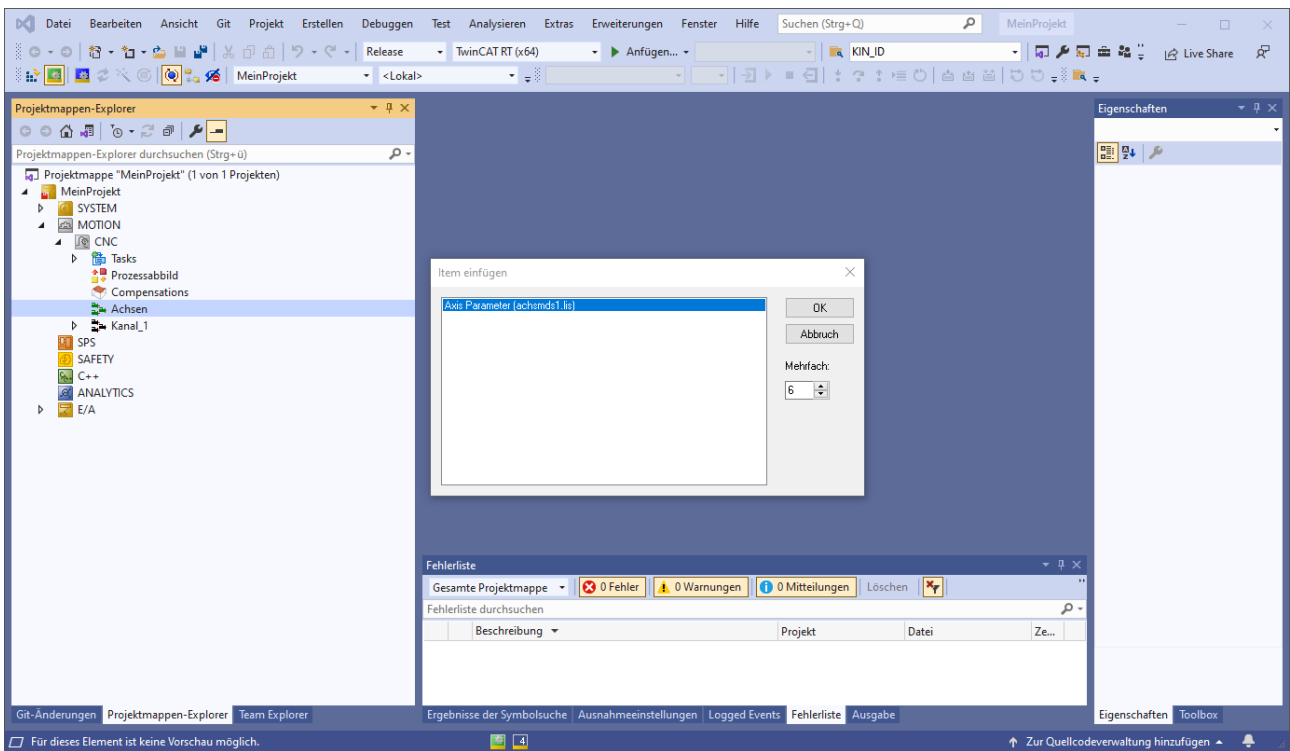


Abb. 21: Anlegen Achsen

7.1.2 Transformation erstellen

Über TwinCAT3-Templates für eigene Transformation anlegen.

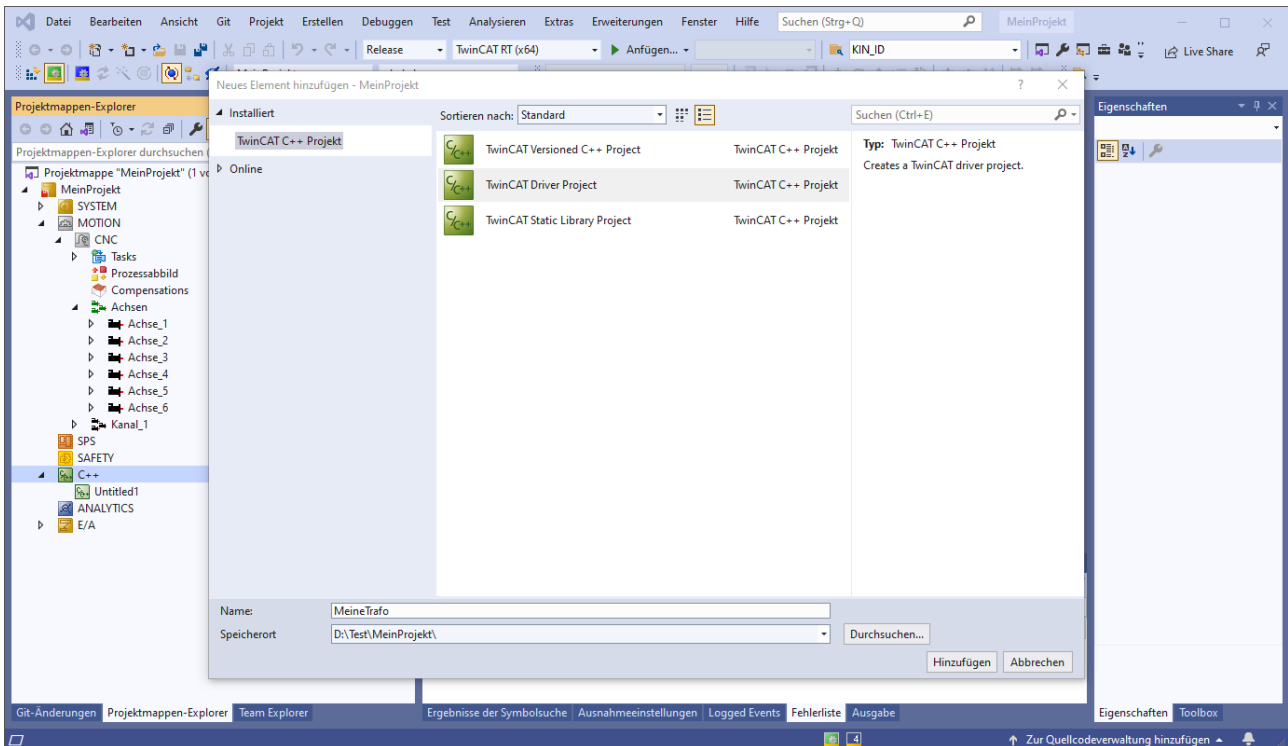


Abb. 22: TwinCAT Treiber-Projekt anlegen

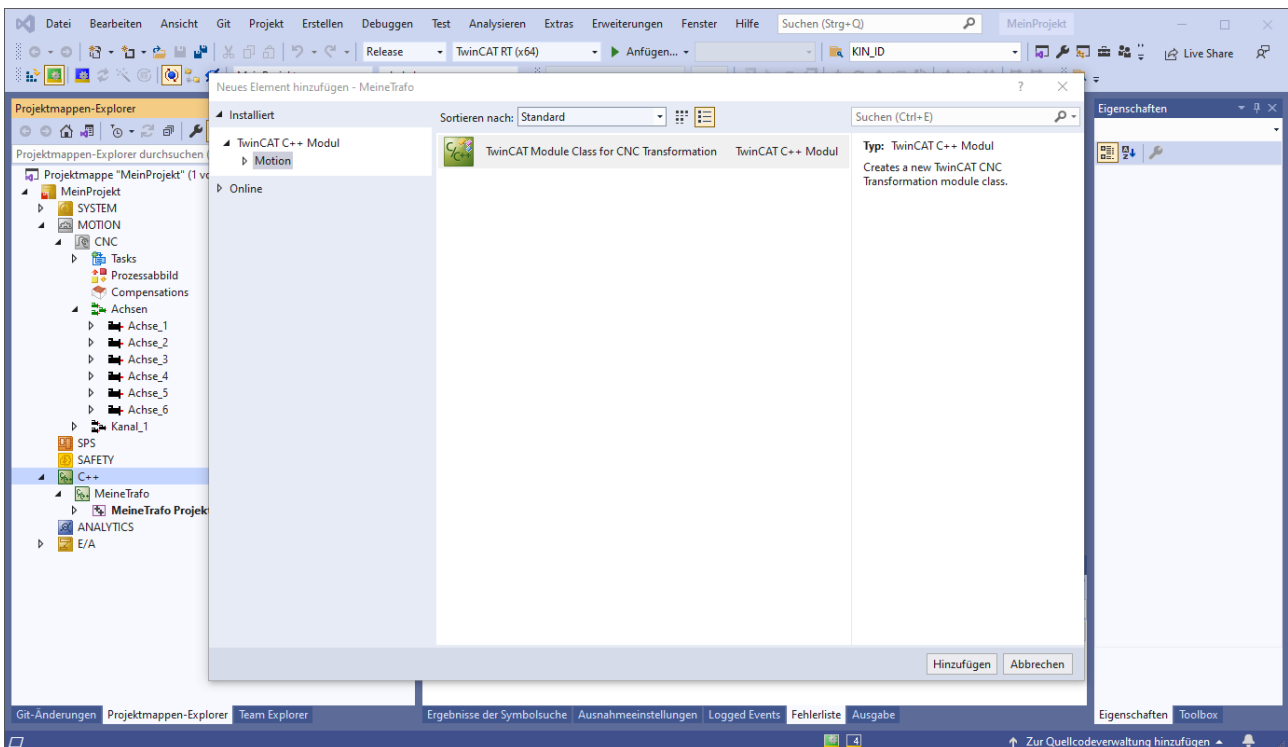


Abb. 23: Transformations-Klasse anlegen

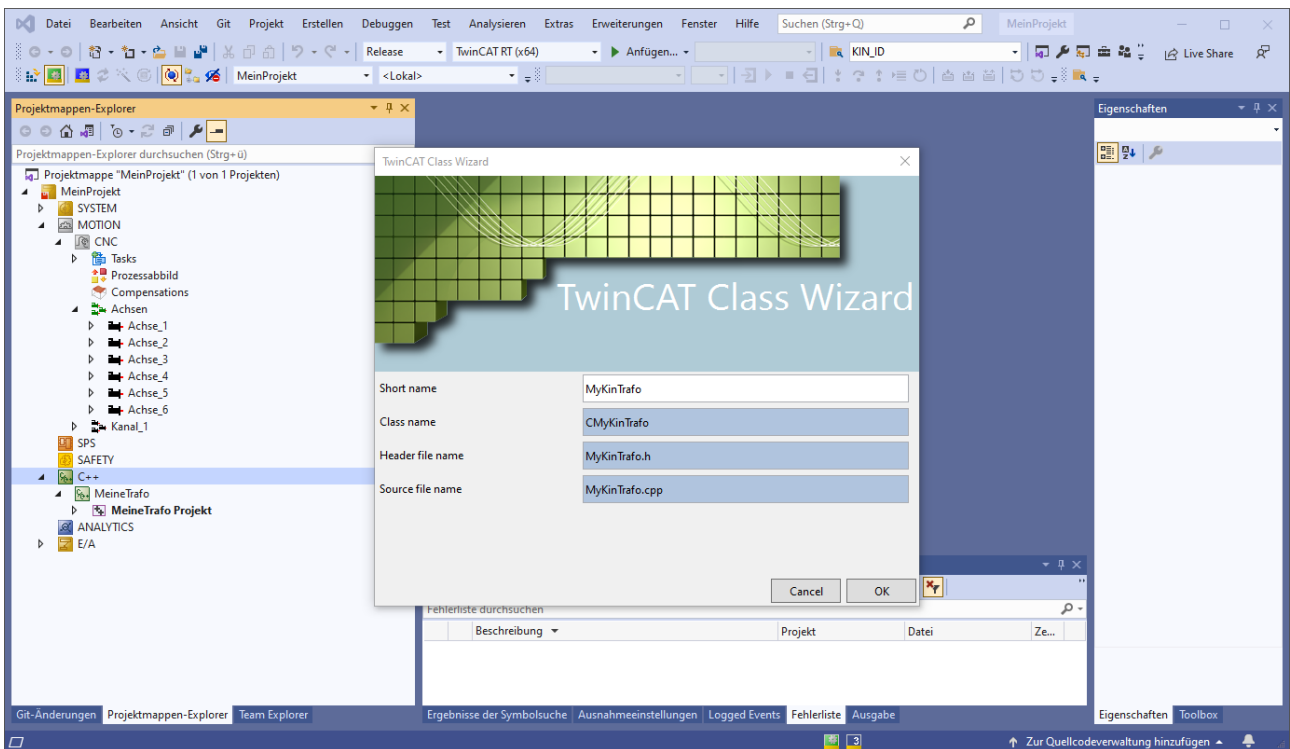


Abb. 24: Benennung Transformations-Klasse

Damit ist der Rahmen für das TcCOM-Objekt im Visual Studio festgelegt.

Erstellen des Treibers

Über einen Rechtsklick auf das Projekt kann mit „Erstellen“ der Treiber erstellt werden.

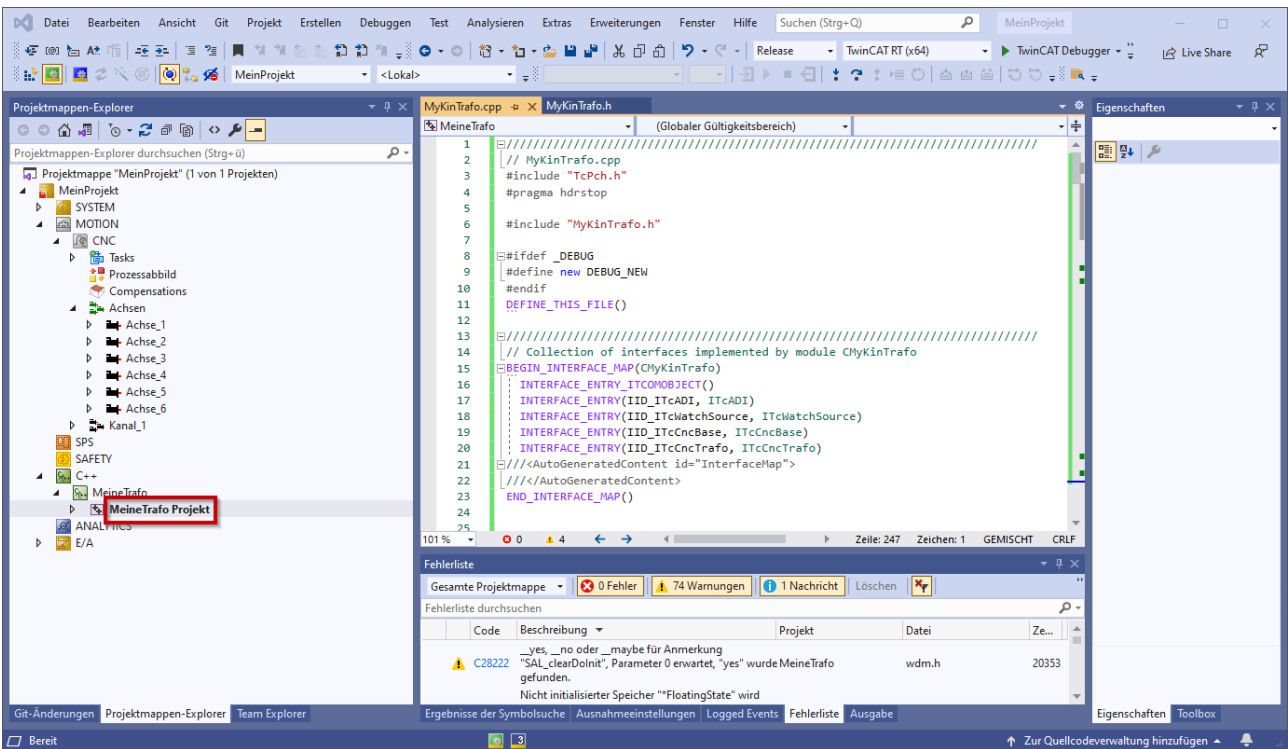


Abb. 25: Treiber erstellen

7.1.3 Transformation einbinden

Die Transformation wird in die vorhandene CNC-Konfiguration wie folgt integriert:

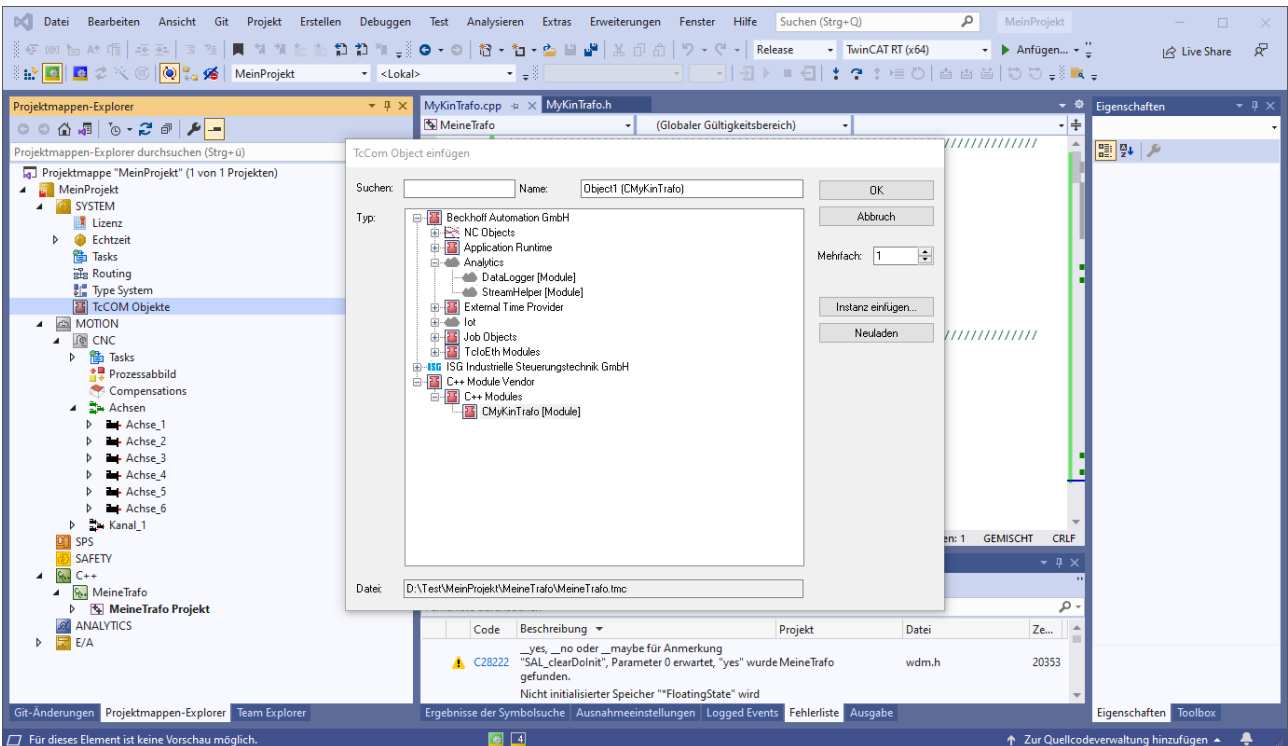


Abb. 26: Einbinden TcCOM-Objekt

Mit Bestätigen des „OK“-Buttons ist die Integration abgeschlossen.

Durch Doppelklicken auf das TcCOM-Objekt werden die Eigenschaften angezeigt:

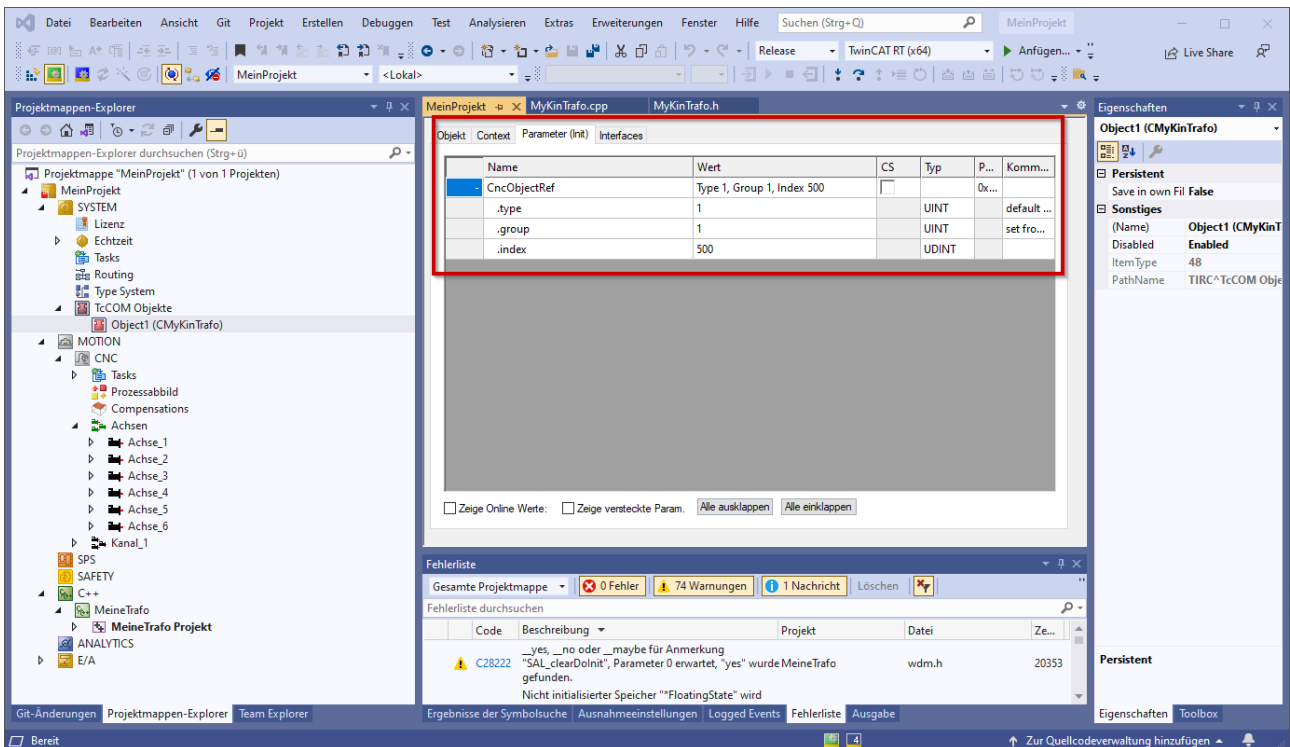


Abb. 27: Eigenschaften TcCOM-Objekts

Parameter	Zulässige Werte	Beschreibung
Type	1	Type = 1 gibt an, dass es sich bei dem TcCOM-Objekt um eine kinematische Transformation handelt.
Group	0 <= group <= Kanalanzahl	Im Parameter group wird angegeben, welcher CNC-Kanal auf die Transformation zugreifen darf. Bei group = 0 ist die Transformation für alle CNC-Kanäle verfügbar.
Index	65 <= index <= 69 oder 500 <= index <= 999	Über den Parameterindex erhält die Transformation eine im CNC-Kanal eindeutige ID, über die sie in der CNC angesprochen werden kann wie z.B. im NC-Programm mit dem Befehl #KIN ID [65].

Parametrieren der Transformation in der CNC

Die angelegte Kinematik muss in der CNC noch parametrieren werden. Dies kann in der Default-Kanalparameterliste oder in der jeweiligen Kanalparameterliste erfolgen.

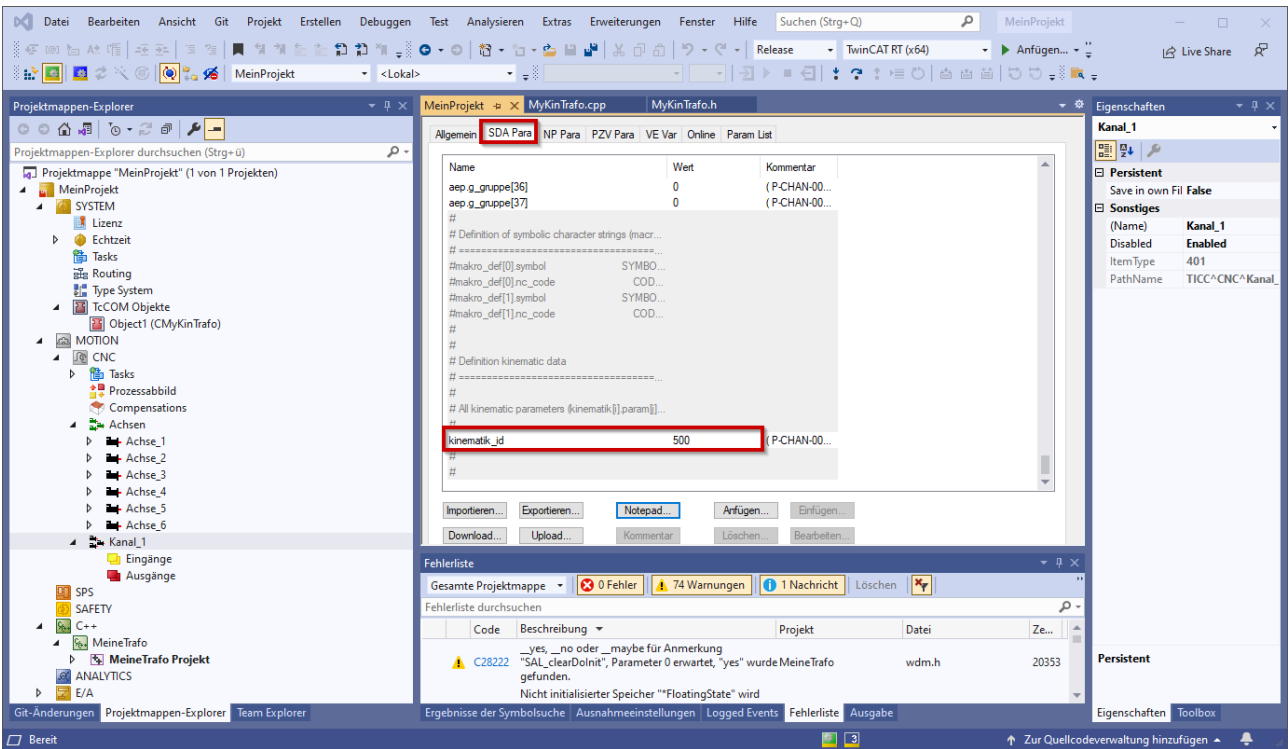


Abb. 28: Parametrieren der Transformation in Kanalparameterliste

Die einzutragende Transformations-ID ist der Index des TcCOM-Objekts.

7.1.4 Transformation Debugging

Zum Debuggen der Transformation im TwinCAT3 Projekt auf Debug umgestellt werden und der Echtzeit-Debugger muss aktiviert werden.

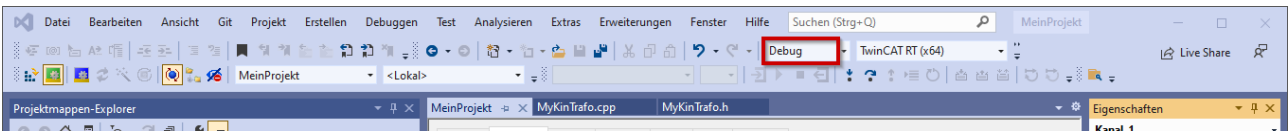


Abb. 29: Umstellen auf Debug-Konfiguration

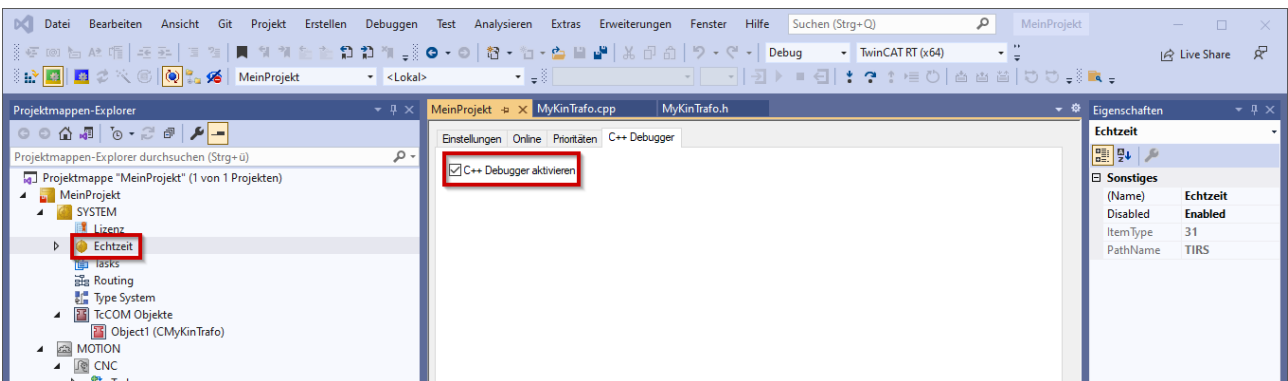


Abb. 30: Aktivieren Echtzeit-Debugging



Der Debug-Treiber MyTrafo.sys und die entsprechende pdb-Datei werden automatisch mit der Aktivierung der Konfiguration in das Autoinstall-Verzeichnis kopiert.

Nach dem Start von TwinCAT in den Zustand „RUN“ kann das Debuggen des Trafo-Projekts gestartet werden und die entsprechenden Breakpoints gesetzt werden.

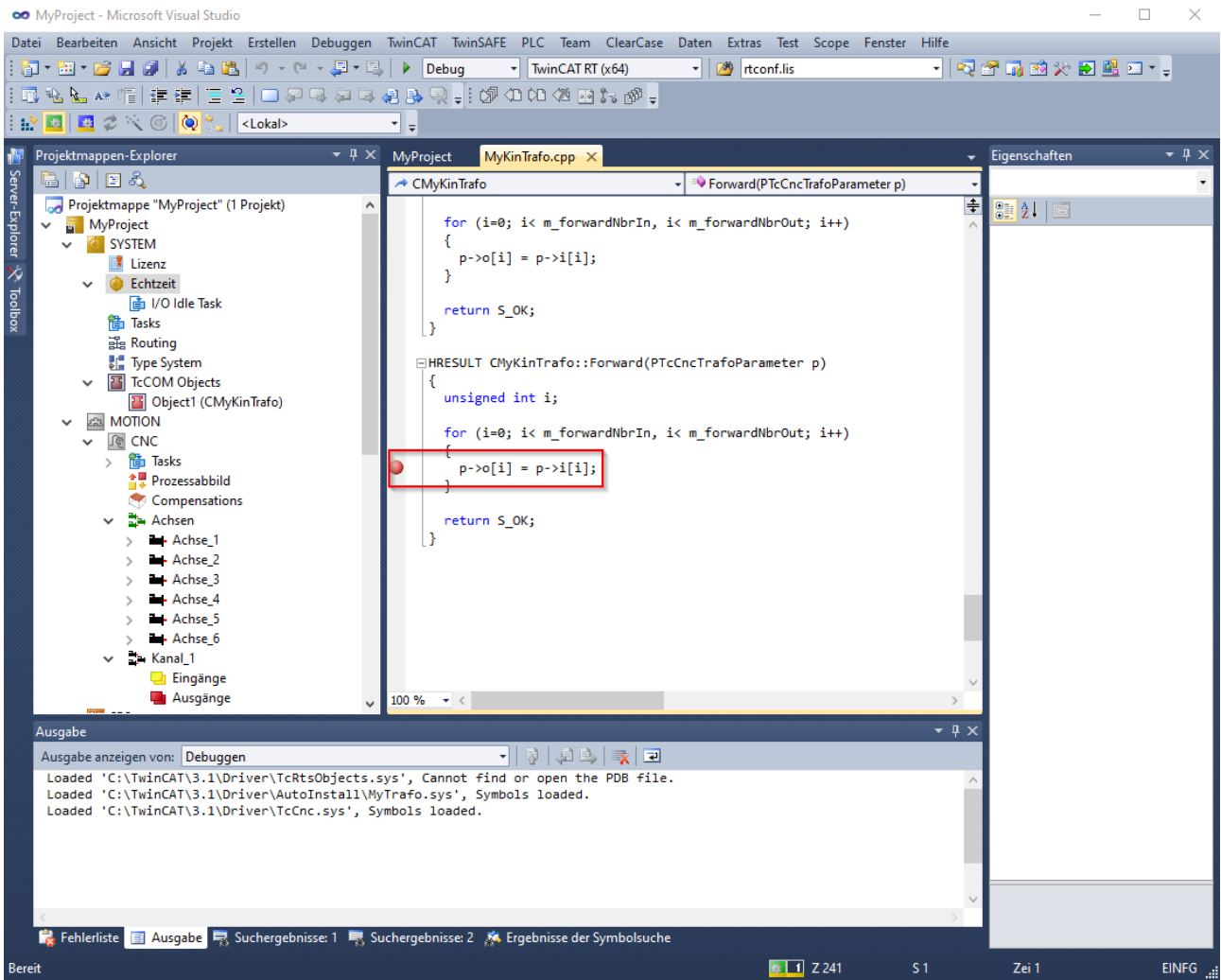


Abb. 31: Breakpoint in Transformation

7.1.5 Quellcodeerweiterung / Codierung

Für die Erstellung müssen die eigenen Transformationsgleichungen in den Funktionen

- Forward
- Backward
- TrafoSupported
- GetDimensions

integriert werden. Diese sind exemplarisch in der Datei MyKinTrafo.cpp bereits über das TwinCAT3-Template erstellt worden.

Anwendertipp

Wenn die Transformation mehr als 5 Achsen benötigt muss der Konstruktor wie folgt angepasst werden. Bei weniger als 5 Achsen müssen die Werte entsprechend reduziert werden.

```

////////////////////////////////////
// Constructor
CMyKinTrafo::CMyKinTrafo(): m_forwardNbrIn(5), m_forwardNbrOut(5)
{

```

Abb. 32: Einstellung des Konstruktor nach Generieren mit TwinCAT3-Template

```

////////////////////////////////////
// Constructor
CMyKinTrafo::CMyKinTrafo(): m_forwardNbrIn(7), m_forwardNbrOut(7)
{
  ///<AutoGeneratedContent id="MemberInitialization">

```

Abb. 33: Angepasster Konstruktor wegen höherer Achszahl

Wird der Wert im Konstruktor höher eingegeben als Achsen im Kanal sind dann wird die Fehlermeldung 20658 ausgegeben. Diese Fehlermeldung wird ebenfalls ausgegeben wenn die Konfiguration der Achsen im Kanal lückend ist.

Lösungsmöglichkeiten:

- Prüfen und korrigieren der Lücke in der Konfiguration
- Anpassen des Konstruktors an Achszahl im verwendeten Kanal

Nach Implementierung der Funktionen muss der Treiber neu erstellt werden und die Konfiguration erneut aktiviert werden.

7.2 Unterschiede erweiterte Transformation / Standardtransformation

Bei Verwendung des TwinCAT3-Templates wird standardmäßig die erweiterte Transformation angelegt. Sie ist ausschließlich für die Nutzung mit der CNC ausgelegt.

Die Standard Transformation wird dann verwendet wenn sowohl die CNC als auch die NCI zum Einsatz kommen.

(NCI –Steuerungslösung von Beckhoff)

Erweiterte Transformation	Standard Transformation
Erweitertes Interface: ITcCncTrafo	Standardinterface: ITcNcTrafo
GUID erweitertes Interface: IID_ITcCncTrafo	GUID Standardinterface: IID_ITcNcTrafo
Erweiterte Transformationsparameter: PTcCncTrafoParameter	Standardparameter: PTcNcTrafoParameter

8 Parameter

Beschreibung transformationspezifischer Parameter

Die Parametrierung kinematischer Transformationen wird in der Dokumentation der Kanalparameter [CHAN] beschrieben.

Die Werkzeugparameter für kinematische Transformationen werden in der Dokumentation der Werkzeugdaten [TOOL] beschrieben.

9 Zusätzliche Optionen der erweiterten Transformation

9.1 Versionskennung Transformationsinterface

Das Transformationsinterface kann zukünftig durch neue Funktionen erweitert werden und besitzt daher eine eindeutige Versionskennung (<Major>.<Minor>). Die Versionsnummer der CNC wird der TcCOM-Transformation im Datum p->CncInterfaceVersion bereitgestellt. Die eigene Versionsnummer kann das TcCOM-Objekt über die GetInterfaceVersion() Methode erfragen. Das Transformationsinterface der CNC ist abwärtskompatibel d.h. TcCOM-Objekte mit einer älteren Interface-Version können mit neueren CNC-Versionen weiterhin eingesetzt werden. Umgekehrt gilt dies jedoch nicht: Die Interface-Version der CNC muss mindestens so aktuell wie das Transformationsinterface des TcCOM Objekts sein, ansonsten generiert die CNC die Fehlermeldung P-ERR-292044.

HRESULT <UserTrafo>::TrafoSupported(PTcCncTrafoParameter p, bool fwd)

```

{
    ...
    TcCncVersion TcCOMInterfaceVersion;
    this->GetInterfaceVersion(&TcCOMInterfaceVersion);

    if ( (TcCOMInterfaceVersion.major <= p->CncInterfaceVersion.major)
        && (TcCOMInterfaceVersion.minor <= p->CncInterfaceVersion.minor))
    {
        return S_OK;
    };
}

```

9.2 Drehreihenfolge

Bei vollständigen Transformationen kann die Reihenfolge der ausgeführten Rotationen um die 3 Drehachsen beliebig festgelegt werden (s. P-CHAN-00112). Falls dies gewünscht ist, muss dies auch die TcCOM-Transformation berücksichtigen. Die aktuelle Einstellung wird der Transformation daher im Parameter p->actual_orientation_mode übergeben. Die in der Transformation unterstützten Drehsequenzen können der CNC im Datum p->supported_orientation_modes bei Aufruf der Funktion TrafoSupported() mitgeteilt werden. Bei angewählter Transformation prüft die CNC die Einstellung in P-CHAN-00112 auf Plausibilität und generiert die Fehlermeldung P-ERR-292045 falls die gewählte Rotationsreihenfolge von der Transformation nicht unterstützt wird.

CNC --> TcCOM-Transformation:

p->actual_orientation_mode	Bedeutung
EcCncTrafoOri_None	Keine Rotation
EcCncTrafoOri_YPR	Yaw-Pitch-Roll Rotationsreihenfolge: 1. Drehung um Z, 2. Drehung negativ um Y, 3. Drehung um X
EcCncTrafoOri_CBC1	Euler Rotationsreihenfolge: 1. Drehung um Z, 2. Drehung um Y, 3. Drehung um Z'
EcCncTrafoOri_CBA	1. Drehung im Z, 2. Drehung um Y, 3. Drehung um X
EcCncTrafoOri_CAB	1. Drehung um Z, 2. Drehung um X, 3. Drehung um Y
EcCncTrafoOri_AB	1. Drehung um X, 2. Drehung um Y
EcCncTrafoOri_BA	1. Drehung um Y, 2. Drehung um X

TcCOM-Transformation --> CNC:

p->supported_orientation_modes	Bedeutung
--------------------------------	-----------

.f_YPR	= TRUE, Trafo unterstützt Drehreihenfolge YPR
.f_CBC1	= TRUE, Trafo unterstützt Drehreihenfolge CBC'
.f_CBA	= TRUE, Trafo unterstützt Drehreihenfolge CBA
.f_CAB	= TRUE, Trafo unterstützt Drehreihenfolge CAB
.f_AB	= TRUE, Trafo unterstützt Drehreihenfolge AB
.f_BA	= TRUE, Trafo unterstützt Drehreihenfolge BA

Standardmäßig verwendet die CNC die Einstellung EcCncTrafoOri_YPR (Yaw->Pitch->Roll), entsprechend ist das Datum p->supported_orientation_mode.f_YPR standardmäßig auf den Wert TRUE gesetzt.

```
HRESULT <UserTrafo>::TrafoSupported(PTcCncTrafoParameter p, bool fwd)
{
    ...
    /* Transformation unterstuetzt YPR und Euler Drehreihenfolge. */
    p->supported_orientation_modes.f_YPR = TRUE;
    p->supported_orientaiton_modes.f_CBC1 = TRUE;
    ...
    return S_OK;
}

HRESULT <UserTrafo>::Backward(PTcCncTrafoParameter p)
{
    ...
    if (EcCncTrafoOri_CBC1 == p->actual_orientation_mode)
    {
        /* Drehreihenfolge nach Euler aktiv */
    }
    else
    {
        ...
    }
    return S_OK;
}
```

9.3 Modulobehandlung der Achspositionen

Normalerweise werden die Positionen im MCS Koordinatensystem von der CNC linear behandelt d.h. es findet keine Modulkorrektur statt. Falls die Transformation die MCS Positionen im Modulintervall $[-180^\circ - +180^\circ]$ erwartet (z.B. für Shortest-Way Programmierung), kann dies in der Funktion TrafoSupported() über das Datum mcs_modulo eine Modulkorrektur für eine Achse im MCS-Koordinatensystem aktiviert werden.

p->mcs_modulo[i]	Bedeutung
EcCnc_McsModulo_None	Lineare MCS-Positionen, keine Modulorechnung für diese Achse
EcCnc_McsModulo_180_180	Modulorechnung der MCS-Positionen für diese Achse im Intervall $[-180^\circ, +180^\circ]$.

Die berechneten ACS-Koordinaten müssen mit den Eigenschaften der Achsen übereinstimmen. Falls die Achse Modulopositionen verwendet müssen auch die ACS-Koordinaten in der Transformation eine Modulkorrektur durchgeführt werden. Im achsspezifischen Datum acs_modulo kann daher die in der Transformation verwendete Moduloeinstellung der CNC mitgeteilt werden. Die CNC prüft dann ob die Transformation zu den Achseigenschaften passt und generiert gegebenenfalls die Fehlermeldung P-ERR-50534.

p->acs_modulo[i]	Bedeutung
EcCnc_AcsModulo_None	Lineare ACS-Positionen, für diese Achse ist keine Modulbehandlung notwendig.
EcCnc_AcsModulo_180_180	Für diese Achse ist eine Modulorechnung der ACS-Positionen im Intervall $[-180^\circ, +180^\circ]$ notwendig.
EcCnc_AcsModulo_0_360	Für diese Achse ist eine Modulorechnung der ACS-Positionen im Intervall $[0^\circ, 360^\circ]$ notwendig.

Modulobehandlung der Achspositionen

```
HRESULT <UserTrafo>::TrafoSupported(PTcCncTrafoParameter p, bool fwd)
{
  ...
  /* 3 Achsen lineare MCS-Positionen,
     Modulobehandlung fuer die 4. Achse */
  p->mcs_modulo[0] = EcCnc_McsModulo_None
  p->mcs_modulo[1] = EcCnc_McsModulo_None
  p->mcs_modulo[2] = EcCnc_McsModulo_None
  p->mcs_modulo[3] = EcCnc_McsModulo_180_180

  /* 2 Achsen lineare ACS Positionen,
     Modulobehandlung fuer 2 Achsen */
  p->acs_modulo[0] = EcCnc_AcsModulo_None
  p->acs_modulo[1] = EcCnc_AcsModulo_180_180
  p->acs_modulo[2] = EcCnc_AcsModulo_0_360
  p->acs_modulo[3] = EcCnc_AcsModulo_None
}
```

9.4 Anwendung erweiterter Parameter

Nachfolgendes Beispiel demonstriert die Anwendung der erweiterten Transformationsparameter.

```

HRESULT <UserTrafo>::TrafoSupported(PTcNcTrafoParameterExtCnc p, bool fwd)
{
    if ( p == NULL )
    {
        return E_POINTER;
    }
    if ( p->type != EcNcTrafoParameter_ExtCnc )
    {
        p->ret_value1 = (double)p->type;
        strcpy(p->ret_text, "EcNcTrafoParameter");
        return S_FALSE;
    }
    if ( p->i == NULL || p->o == NULL )
    {
        return E_INVALIDARG;
    }
    if ( p->dim_i != m_forwardNbrIn )
    {
        p->ret_value1 = p->dim_i;
        p->ret_value2 = m_forwardNbrIn;
        strcpy(p->ret_text, "m_forwardNbrIn");
        return S_FALSE;
    }
    if ( p->dim_o != m_forwardNbrOut )
    {
        p->ret_value1 = p->dim_o;
        p->ret_value2 = m_forwardNbrOut;
        strcpy(p->ret_text, "m_forwardNbrOut");
        return S_FALSE;
    }

    /*
    +-----+
    | request addition input parameters ... if backward interpolation trafo |
    +-----+
    */
    if ((FALSE == fwd) && (p->caller_id == EcNcTrafoCallerID_Interpolation))
    {
        ...
    }

    return S_OK;
}

```

9.5 Verwendung erweiterter Optionen

Ein-/Ausgangszahl

Normalerweise ist die Anzahl der Eingänge und der Ausgänge symmetrisch in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung. Diese grundsätzliche Zahl wird über die Methode **GetDimension** definiert.

Für spezielle Anforderungen kann die Transformation zusätzliche Eingänge auswerten. Über die Methode **TrafoSupported** kann die Ein-Ausgangszahl entsprechend den Anforderungen angepasst werden.

- CNC-Option (ret_option)
- Anzahl der zusätzlichen Eingangswerte (dim_i)

In diesem Fall muss die CNC die zusätzlichen Werte an der Schnittstelle zur Verfügung stellen. Wird dies nicht durch die CNC unterstützt, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

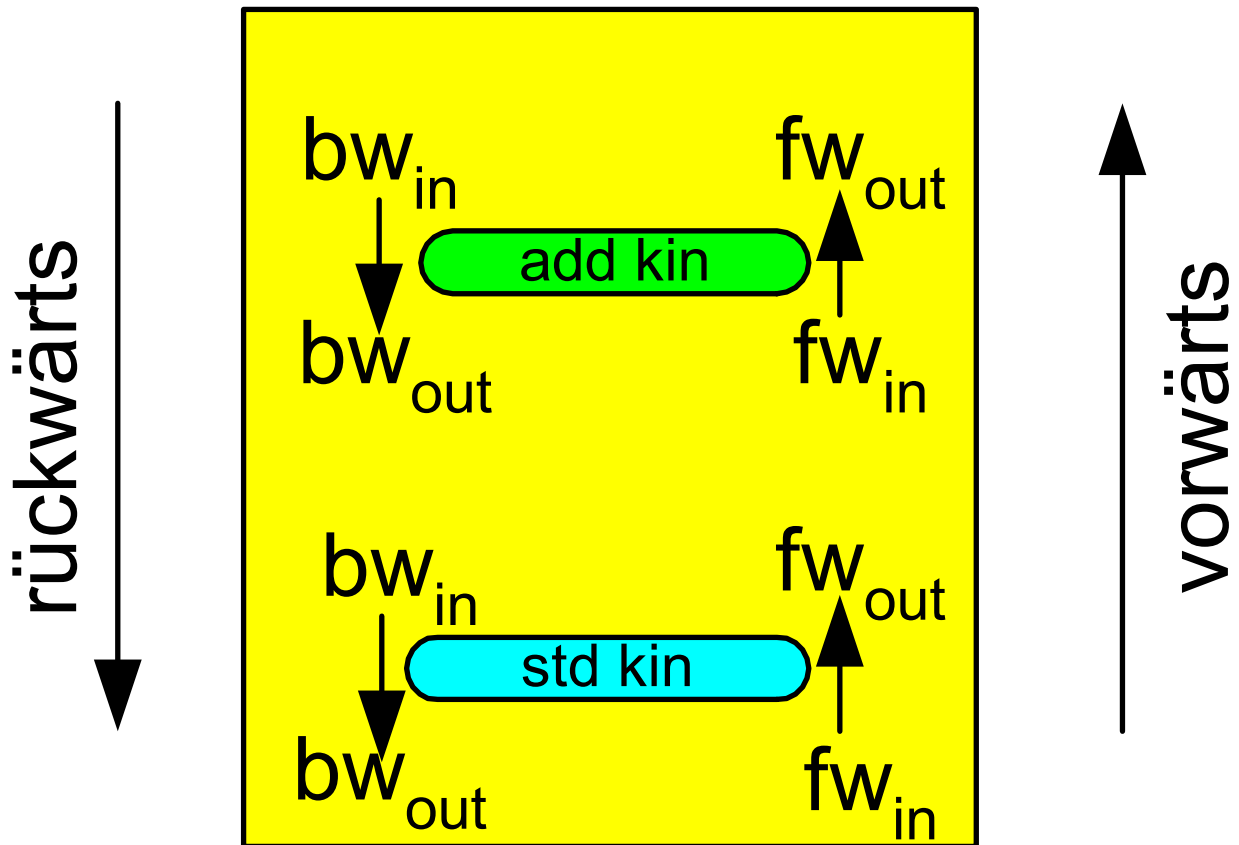


Abb. 34: Anpassung der Ein-/Ausgangszahlen

Die Transformationsoptionen können während der Konfigurationsabfrage (Methode TrafoSupported) gesetzt werden.

```
HRESULT <UserTrafo>::TrafoSupported(PTcNcTrafoParameterExtCnc p, bool fwd)
{
    /*
    +-----+
    | request addition input parameters ... if backward interpolation trafo |
    +-----+
    */
    if ((FALSE == fwd) && (p->caller_id == EcCncTrafoCallerID Interpolation))
    {
        p->ret_option = EcCncTrafoOption Interpolation AddInput;
        p->dim_i += 8;
    }

    return S_OK;
}
```

Forward/ backward Anpassung

Diese Anpassung kann individuell pro Vorwärts-/Rückwärtstransformation gemacht werden. Zusätzlich kann dies auch abhängig von den Aufrufstellen innerhalb der CNC durchgeführt werden (Decodierung, Werkzeugradiuskorrektur, usw.).

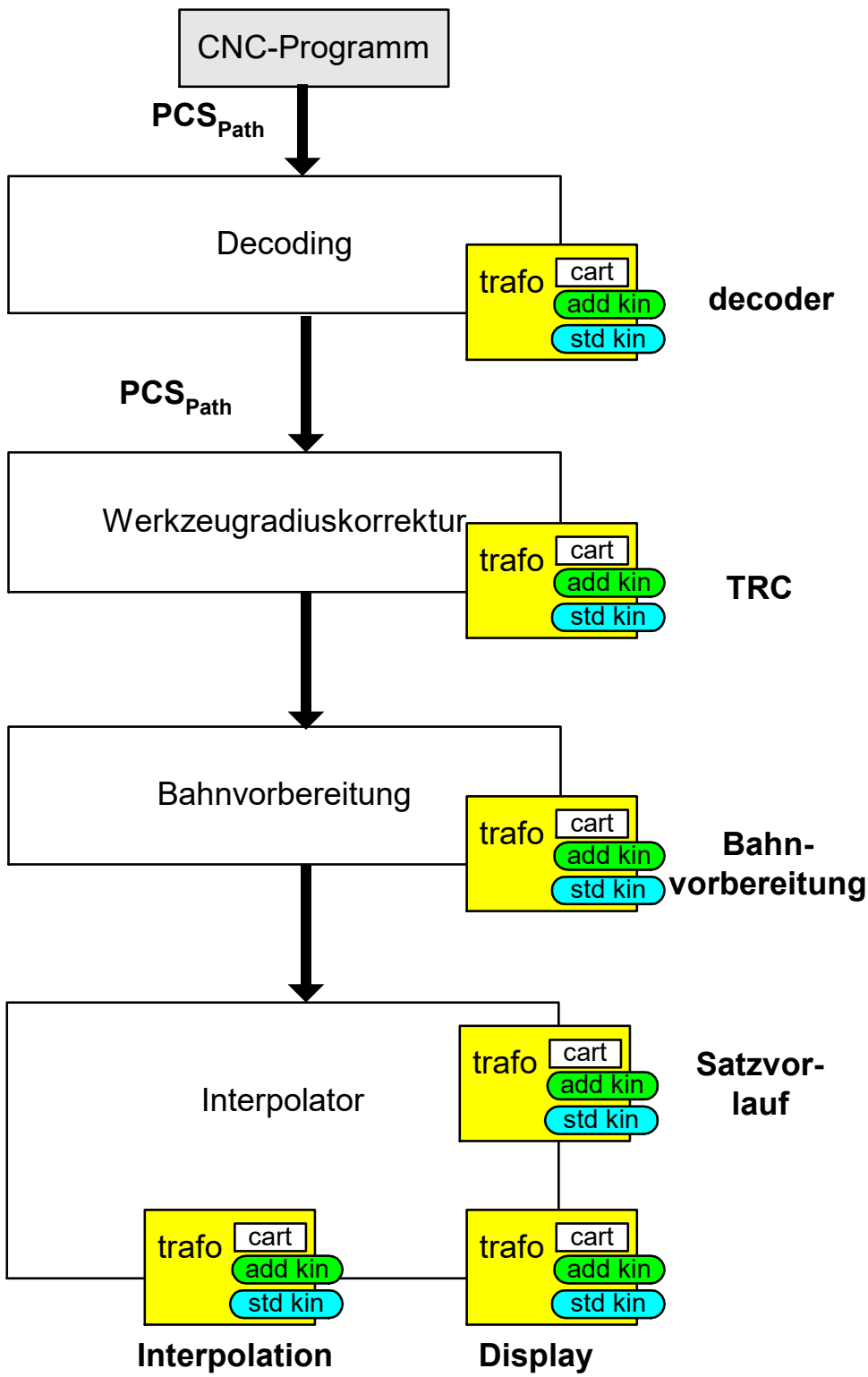


Abb. 35: Schnittstellen Anpassung an unterschiedlichen Aufrufstellen.

10 Anzeige der Position der additiven Transformation

Während der Interpolation wird die additive Transformation für Anzeigezwecke aufgerufen (caller-ID = 5 = EcCncTrafoCallerID_Display). Diese Positionswerte können über ADS pro Achse abgegriffen werden.

```
mc_ax_<i><i>_add_kin_pos_r
```

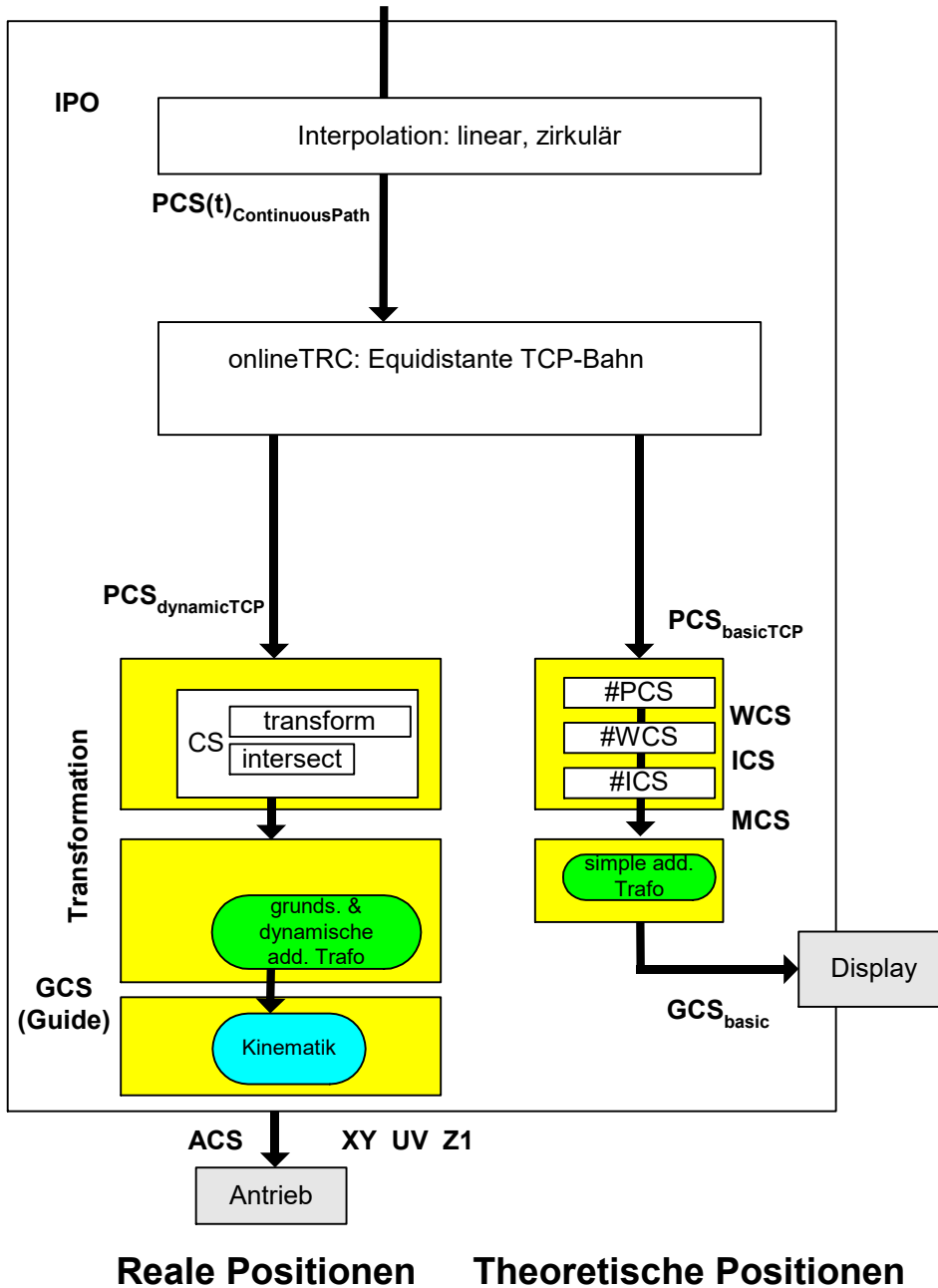


Abb. 36: Anzeige der additiven Transformationsposition

Die additiven Transformationspositionen können auch über die Task COM mittels ISG Objektbrowser verifiziert werden.

11 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

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/TF5200

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

