

IndraMotion MTX 15VRS

NC-Simulation

Anwendungsbeschreibung
R911393272

Ausgabe 01



Titel	IndraMotion MTX 15VRS NC-Simulation
Art der Dokumentation	Anwendungsbeschreibung
Dokumentations-Type	DOK-MTX***-NC*SIM**V15-AP01-DE-P
Interner Ablagevermerk	RS-c0451d84a49cd816c0a802867a8c1037-1-de-DE-8
Änderungsverlauf	Ausgabe 01, 2019-03 Siehe Tab. 1-1 "Änderungsverlauf" auf Seite 3
Schutzvermerk	© Bosch Rexroth AG 2019 Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.
Verbindlichkeit	Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung und sind nicht als zugesicherte Eigenschaften im Rechtssinne zu verstehen. Änderungen im Inhalt der Dokumentation und Liefermöglichkeiten der Produkte sind vorbehalten.
Redaktion	Entwicklung Automationssysteme - Lösungsintegration HMI, NC-Steuerungen und Support, BeZe (MS)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Zu dieser Dokumentation.....	3
1.1 Gültigkeit der Dokumentation.....	3
1.2 Schreibweisen, Schriftarten, Symbole.....	4
1.3 Voraussetzungen.....	4
1.4 Erforderliche und ergänzende Dokumentationen MTX.....	4
1.4.1 Auswählen/Zusammenstellen.....	4
1.4.2 Konfigurieren.....	5
1.4.3 In Betrieb nehmen.....	5
1.4.4 Bedienen.....	6
1.4.5 OEM-Entwicklung.....	7
1.4.6 AddOns.....	7
1.5 Darstellung von Informationen.....	8
1.5.1 Gebrauch der Sicherheitshinweise.....	8
1.5.2 Bezeichnungen und Abkürzungen.....	10
1.6 Kundenfeedback.....	10
2 Wichtige Gebrauchshinweise.....	11
2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	11
2.1.1 Einführung.....	11
2.1.2 Einsatz- und Anwendungsbereiche.....	12
2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	12
3 Übersicht über die Funktion.....	13
4 Starten und Beenden der Simulation.....	17
5 Layout.....	19
6 Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge.....	21
6.1 Allgemeines.....	21
6.2 Hauptebene der Simulation.....	21
6.3 Menü Ansichten.....	21
6.4 Menü Drehen.....	22
6.5 Menü Verschieben.....	22
6.6 Menü Details.....	23
6.7 Menü Darstellung.....	24
6.8 Menü Extras.....	26
7 Shortcuts.....	35
8 Aufzeichnungen aufnehmen und abspielen.....	37

Inhaltsverzeichnis

	Seite
9	Programmanweisungen zur Simulation..... 39
9.1	Allgemeines zu Programmanweisungen für die Simulation..... 39
9.2	STOCK/BLOCK Quaderförmiges Rohteil (Fräsen)..... 39
9.3	STOCK/CYLINDER Zylinderförmiges Rohteil (Fräsen)..... 41
9.4	STOCK/BAR Stangenabschnitt (Drehen)..... 44
9.5	STOCK/POLYGON Mehrkant (Drehen)..... 46
9.6	STOCK/SHEET Blech (Stanzen)..... 48
9.7	STOCKIMP Modell importieren..... 49
9.8	STOCK/REMOVE Werkstücke/Modelle entfernen..... 52
9.9	STOCK/RENEW Werkstück erneuern..... 54
9.10	STOCKSEL Werkstückaufnahme wählen..... 55
9.11	STOCKADD Werkstücke/Modelle ersetzen/hinzufügen..... 56
9.12	TOOL/DRILL Bohrer, Senker, Reibahle..... 57
9.13	TOOL/CDRILL Stufenbohrer, Zentrierbohrer..... 58
9.14	TOOL/BBAR Bohrstange, Rückwärtssenker..... 60
9.15	TOOL/MILL Zylindrische, Winkel- und Kugelfräser..... 62
9.16	TOOL/CHAMFER Gravierfräser, Fasenfräser, Planfräskopf..... 65
9.17	TOOL/CRMILL Viertelrund-Profilfräser..... 68
9.18	TOOL/GRIND Schleifscheibe..... 70
10	Konfiguration..... 81
10.1	Übersicht..... 81
10.2	Einführung in die Erzeugung der Werkzeuggrafik..... 84
10.3	Beschreibung der Konfigurationsdatei MTX.Simulation.Options.XML bzw. MTX.Simulation.Options.Temp.XML..... 97
10.3.1	Dateiaufbau..... 97
10.3.2	Konfiguration der NC-Simulation..... 98
10.3.3	Optionen zur Simulation..... 113
11	Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen..... 121
11.1	Vorbereitung..... 121
11.2	Verhalten des Simulations-Controls..... 121
11.3	Beispielprojekt..... 124
12	Service und Support..... 127
	Index..... 129

1 Zu dieser Dokumentation

Ausgaben dieser Dokumentation

Ausgabe	Stand	Bemerkung
01	2019-03	Erstausgabe

Tab. 1-1: Änderungsverlauf

1.1 Gültigkeit der Dokumentation

Zweck In dieser Dokumentation wird die Bedienung der Standard-Bedienoberfläche der NC-Steuerung Rexroth IndraMotion MTX beschrieben.

Die Dokumentation ist Teil der Gesamtdokumentation der Rexroth IndraMotion MTX.

Übersicht über Zielgruppen und Produktphasen

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

Beispiel: In der Produktphase "Engineering" kann die Zielgruppe "Programmierer" mit Hilfe dieser Dokumentation die Aktivität "Konfigurieren" ausführen.

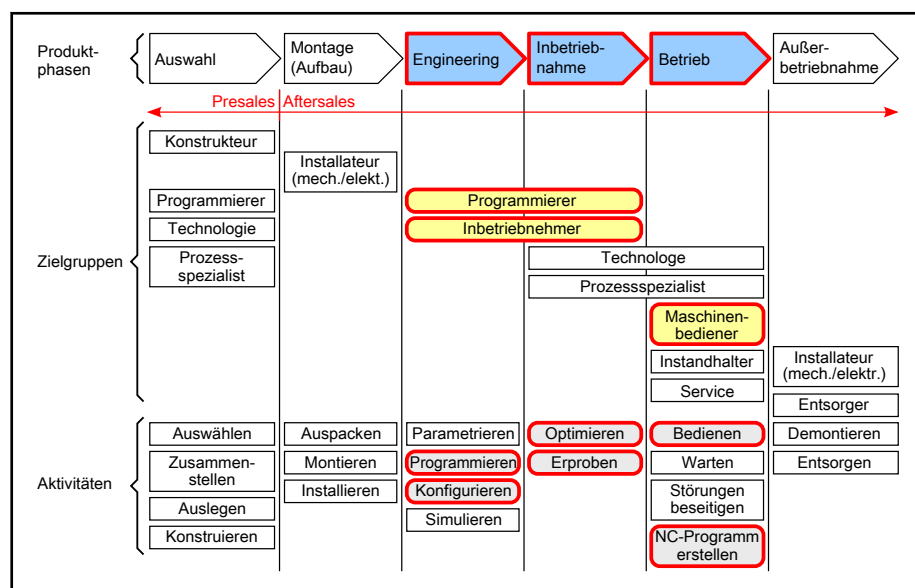


Abb. 1-1: Zuordnung der vorliegenden Dokumentation zu den Zielgruppen, Produktphasen und den Aktivitäten der Zielgruppe

Zielgruppe Diese Dokumentation richtet sich an Anwender, die eine Steuerung vom Typ IndraMotion MTX in Betrieb nehmen wollen. Neben einer Gesamtübersicht werden auch die Konfiguration der Achsen und Bedienoberfläche, sowie der SPS-Daten erläutert.

Diese Dokumentation unterstützt den Anwender in den Phasen

- Engineering und
- Inbetriebnahme

Aufbau Der Aufbau der Dokumentation ist handlungsorientiert. Die Beschreibung der einzelnen Funktionen entspricht ihrer Bedienung. Allgemeingültige Bedienanweisungen sind vorangestellt.

Zu dieser Dokumentation

1.2 Schreibweisen, Schriftarten, Symbole

In dieser Dokumentation werden für das Betätigen von Bedienelementen (Tasten, Schaltflächen) folgende Schreibweisen verwendet:	
Tasten auf der Tastatur und am Bediengerät	Tasten auf der Tastatur und am Bediengerät werden in spitzen Klammern <> dargestellt, z.B. das Drücken der Enter-Taste durch <Enter>. Tastenfolgen, die nacheinander gedrückt werden müssen, werden durch ein Komma getrennt, z. B. <1>, <2>, <Enter>. Tasten, die gleichzeitig gedrückt werden müssen, werden durch ein Pluszeichen verbunden, z.B. <Ctrl>+<Alt>+<Del> oder <Shift>+<Enter>.
Schaltflächen in der Bedienoberfläche	Schaltflächen in Dialogen der Bedienoberfläche werden durch Anführungszeichen hervorgehoben, z. B. "OK" oder "Abbrechen".
Menüfolgen	Für die Darstellung von Menüs werden die einzeln aufeinanderfolgenden Menüpunkte fett hervorgehoben und durch Dreiecke verbunden. Für den Aufruf des Menü-Unterpunktes "Speichern" im Menü "Datei" z. B. Datei ▶ Speichern .

1.3 Voraussetzungen

Um die Standard-Bedienoberfläche der IndraMotion MTX entsprechend dieser Dokumentation bedienen zu können, muss die Projektierung und Inbetriebnahme der Steuerung bereits durchgeführt worden sein.

Beschrieben werden die Standardeinstellungen der Dialoge im Auslieferungszustand. Für weitere Konfigurationen siehe Dokumentation "IndraMotion MTX 14VRS Inbetriebnahme", DOK-MTX***-STARTUP*V14-CORS-DE-P.

1.4 Erforderliche und ergänzende Dokumentationen MTX

1.4.1 Auswählen/Zusammenstellen

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

IndraMotion MTX 14VRS Systembeschreibung DOK-MTX***-SYS*DES*V14-PRRS-DE-P, R911342639 Diese Dokumentation beschreibt das Steuerungssystem Rexroth IndraMotion MTX. Beschrieben werden die Ausführungen, Technischen Daten, Schnittstellen und die Konfiguration der Steuerungsbaugruppen.
IndraMotion MTX 14VRS SafeLogic Systemübersicht DOK-MTX***-SL**SYS*V14-PRRS-DE-P, R911341697 Diese Dokumentation beschreibt den Einsatz der Sicherheitssteuerung SafeLogic im System IndraMotion MTX.
IndraControl XM42 Steuerungen DOK-CONTRL-XM4X*CTRL**-ITRS-DE-P, R911345565 Diese Dokumentation dient der Beschreibung der Steuerungen IndraControl XM42.

Tab. 1-2: MTX-Dokumentationsübersicht - Auswählen/Zusammenstellen

1.4.2 Konfigurieren

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

IndraMotion MTX 14VRS Maschinenparameter DOK-MTX***-MA*PAR**V14-RERS-DE-P, R911342629 Diese Dokumentation beschreibt den Aufbau und die Anpassung der verfügbaren Parameter der Rexroth IndraMotion MTX. Ebenfalls beschrieben werden Funktion und Bedienung des NC-Konfigurators.
IndraMotion MTX 14VRS SPS-Interface DOK-MTX***-PLC*INT*V14-PRRS-DE-P, R911342621 Diese Dokumentation beschreibt die Interface-Signale und die Programmbausteine für die integrierte SPS.
IndraMotion MTX 14VRS Funktionsbeschreibung - Grundlagen DOK-MTX***-NC*F*BA*V14-RERS-DE-P, R911342625 Diese Dokumentation beschreibt die Basisfunktionen der Rexroth IndraMotion MTX. Erläutert werden grundlegende Inbetriebnahmeschritte und die Funktionen der Steuerung als Beschreibung und Handlungsanweisung.
IndraMotion MTX 15VRS Funktionsbeschreibung - Erweiterung DOK-MTX***-NC*F*EX*V15-RERS-DE-P, R911393315 Diese Dokumentation beschreibt die erweiterten Funktionen der Rexroth IndraMotion MTX. Erläutert werden grundlegende Inbetriebnahmeschritte und die Funktionen der Steuerung als Beschreibung und Handlungsanweisung.
IndraMotion MTX 15VRS Funktionsbeschreibung - Sonderfunktionen DOK-MTX***-NC*F*SP*V15-RERS-DE-P, R911393308 Diese Dokumentation beschreibt die Sonderfunktionen der Rexroth IndraMotion MTX. Erläutert werden grundlegende Inbetriebnahmeschritte und die Funktionen der Steuerung als Beschreibung und Handlungsanweisung.
IndraMotion MTX Freiformflächenbearbeitung DOK-MTX***-FREEFORM***-APRS-DE-P, R911341434 Diese Dokumentation beschreibt die Vorgehensweise bei der Freiformflächenbearbeitung mit der MTX-Steuerung. CNC-Programme, die von einem CAD/CAM-System generiert werden, dienen als Grundlage für den gesamten Bearbeitungsprozess. Es wird ein Überblick über folgende Themen gegeben: Beschreibung der MTX- bzw. CNC-Funktionen zur Freiformflächenbearbeitung, Vorgehensweise bei der NC-Parametrierung, Rahmenbedingungen bei der Erzeugung von CNC-Programmen mit CAM-Software.
Rexroth IndraMotion MTX Konvertierung von MTX-Projekten DOK-MTX***-PROCONV****-PRRS-DE-P, R911342483 Diese Dokumentation unterstützt bei der Konvertierung von IndraMotion MTX 1.x Projekten nach MTX 2G. Es wird die Vorgehensweise beschrieben und auf mögliche Schwierigkeiten bei der Konvertierung hingewiesen.

Tab. 1-3: MTX-Dokumentationsübersicht - Konfigurieren

1.4.3 In Betrieb nehmen

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

IndraMotion MTX 15VRS Inbetriebnahme DOK-MTX***-STARTUP*V15-CORS-DE-P, R911393280 Diese Dokumentation beschreibt die Inbetriebnahme der Steuerung IndraMotion MTX. Neben einer Gesamtübersicht werden die Inbetriebnahme und Konfiguration der Achsen und Bedienoberfläche und der SPS-Daten erläutert.
IndraWorks 14VRS Basis-Bibliotheken IndraLogic 2G DOK-IL*2G*-BASLIB**V14-LIRS-DE-P, R911343918 Das vorliegende Handbuch beschreibt die systemübergreifenden SPS-Bibliotheken.

Zu dieser Dokumentation

IndraWorks 15VRS Feldbusse DOK-IWORKS-FB*****V15-APRS-DE-P, R911393282 Die Dokumentation dient der Beschreibung der von den Systemen IndraLogic XLC, IndraMotion MLC und IndraMotion MTX unterstützten Feldbus- und lokalen Peripherieanschlüssen. Der Schwerpunkt dieser Dokumentation liegt in der Konfiguration, Parametrierung, Inbetriebnahme und Diagnose der verschiedenen Peripherieanschlüssen. Sie ist die Grundlage für die Online-Hilfe.
IndraWorks 14VRS WinStudio 7.4 DOK-IWORKS-WINSTUD*V14-APRS-DE-P, R911341584 Dieses "Benutzerhandbuch und Technische Referenz" soll Sie dabei unterstützen, mit Ihrer Software "Rexroth WinStudio"™ optimale Ergebnisse zu erzielen. Das Dokument bietet technische Informationen und Schritt-für-Schritt-Anleitungen zum Anlegen von webfähigen HMI/SCADA-Programmen.
IndraWorks 15VRS Software-Installation DOK-IWORKS-SOFTINS*V15-CORS-DE-P, R911393449 Die Dokumentation beschreibt den Installationsprozess von IndraWorks.
IndraWorks 15VRS Engineering DOK-IWORKS-ENGINEE*V15-APRS-DE-P, R911393302 Diese Dokumentation beschreibt die Verwendung von IndraWorks, in das sich die Rexroth Engineering-Tools integrieren. Beschrieben werden das Arbeiten mit IndraWorks und die Bedienung der Oszilloskop-Funktion.
IndraWorks 15VRS SPS-Programmiersystem IndraLogic 2G DOK-IWORKS-IL2GPRO*V15-APRS-DE-P, R911396134 Diese Dokumentation beschreibt das SPS-Programmierungswerkzeug IndraLogic 2G und seine Verwendung. Beschrieben werden die Basisverwendung, Erste Schritte, die Visualisierung, Menüpunkte und die Editoren.
IndraWorks 14VRS HMI DOK-IWORKS-HMI*****V14-APRS-DE-P, R911343567 Diese Dokumentation beschreibt die Funktionen, die Konfiguration und die Bedienung der Bedienoberflächen IndraWorks HMI Engineering und IndraWorks HMI Operation.

Tab. 1-4: MTX-Dokumentationsübersicht - In Betrieb nehmen

1.4.4 Bedienen

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

Rexroth IndraMotion MTX 12VRS Satzvorlauf DOK-MTX***-BLK*RUN*V12-APRS-DE-P, R911334378 Die Dokumentation soll den Maschinenhersteller in die Lage versetzen, die Funktion "Satzvorlauf" an seiner Maschine für den Endanwender einzurichten.
IndraMotion MTX 15VRS Programmierhandbuch DOK-MTX***-NC**PRO*V15-RERS-DE-P, R911393317 Das vorliegende Handbuch beschreibt die Standard-Programmierung der Steuerung Rexroth IndraMotion MTX. Beschrieben werden neben den Grundlagen der NC-Programmierung sowohl die Anwendung der NC-Funktionen nach DIN 66025, als auch der NC-Funktionen mit Hochsprachensyntax und CPL-Funktionen.
IndraMotion MTX 15VRS Standard-NC-Bedienung DOK-MTX***-NC*OP***V15-APRS-DE-P, R911393312 Diese Dokumentation beschreibt die Bedienung der Standard-Bedienoberfläche der NC-Steuerung Rexroth IndraMotion MTX. Beschrieben werden die Bedienung der Oberfläche, die NC-Programmerstellung und die Werkzeugverwaltung.

Zu dieser Dokumentation

IndraMotion MTX 15VRS Multitouch DOK-MTX***-MULTI***V15-APRS-DE-P, R911393310 In dieser Dokumentation wird die Bedienung der Multitouch-Bedienoberfläche der NC-Steuerung Rexroth IndraMotion MTX beschrieben.
IndraMotion MTX 15VRS Standard-NC-Zyklen DOK-MTX***-NC*CYC**V15-PRRS-DE-P, R911394939 Diese Dokumentation beschreibt für die Steuerung Rexroth IndraMotion MTX die Anwendung der Standard-Zyklen der verschiedenen Technologien.
IndraMotion MTX 15VRS NC-Simulation DOK-MTX***-NC*SIM**V15-APRS-DE-P, R911393272 Diese Dokumentation beschreibt für die Steuerung Rexroth IndraMotion MTX die NC-Simulation.
IndraMotion MTX 15VRS Messfunktionen DOK-MTX***-MES*FUN*V15-APRS-DE-P, R91194937 ???

xx entsprechender Ausgabestand
Tab. 1-5: MTX-Dokumentationsübersicht - Bedienen

1.4.5 OEM-Entwicklung

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

Rexroth IndraMotion MTX 13VRS Automation Interface DOK-MTX***-AUT*INT*V13-APRS-DE-P, R911337273 Diese Dokumentation beschreibt den scriptbasierten Zugriff auf IndraWorks-Projektdaten über die Schnittstelle des Automation Interfaces. Beschrieben werden die verschiedenen Objekte, einschließlich Code-Beispielen. Eine Beschreibung des Automation Builders schließt sich an.
Rexroth IndraMotion MTX 14VRS OPC-Kommunikation DOK-MTX***-OPC*COM*V14-PRRS-DE-P, R911342635 Diese Dokumentation beschreibt die Syntax und den Aufbau der Items für die Kommunikation mit den Bosch Rexroth-Geräten.
IndraWorks OPC UA Kommunikation DOK-IWORKS-OPC*UA*****-APRS-DE-P, R911379308 Diese Dokumentation beschreibt die OPC UA Kommunikation der Steuerungssysteme IndraMotion MLC und IndraMotion MTX.

Tab. 1-6: MTX-Dokumentationsübersicht - OEM-Entwicklung

1.4.6 AddOns

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

Rexroth IndraMotion MTX 11VRS Aktionsrekorder DOK-MTX***-ACR*****V11-APxx-DE-P, R911329942 Diese Dokumentation beschreibt den MTX Aktionsrekorder. Beschrieben werden sowohl die Installation und die Inbetriebnahme, einschließlich Schnittstellensignale, als auch die Anwendung und die Bedienung.
Rexroth IndraMotion MTX 14VRS efficiency workbench MTX cta, MTX ega DOK-MTX***-EWB*****V14-APRS-DE-P, R911343915 Diese Dokumentation beschreibt die Funktionsweise und den Einsatzbereich der Analysetools IndraMotion MTX cta und IndraMotion MTX ega.

Zu dieser Dokumentation

Rexroth IndraMotion MTX Remote Condition Monitoring

DOK-MTX***-RCM*****V01-APRS-DE-P, R911334382

Diese Dokumentation beschreibt die Bedienung des Remote Condition Monitoring Systems.

Rexroth IndraMotion MTX visIREC Anwenderdokumentation

DOK-MTX***-VISIREC*V01-APRS-DE-P, R911344241

Diese Dokumentation beschreibt das Analysewerkzeug visIREC, das zur Optimierung des Freiformflächenbearbeitungsprozesses eingesetzt werden kann. 2D- bzw. 4D-Anzeige der bahnbezogenen Daten. 2D- bzw. 4D-Anzeige der koordinatenbezogenen Daten. Analyse von kritischen Bereichen (Bahn- und Orientierungsabweichung). Vergleich zwischen den programmierten und den interpolierten NC-Sätzen.

xx entsprechender Ausgabestand
Tab. 1-7: MTX-Dokumentationsübersicht - AddOns

1.5 Darstellung von Informationen

1.5.1 Gebrauch der Sicherheitshinweise

Aufbau der Sicherheitshinweise

Die Sicherheitshinweise sind wie folgt aufgebaut:

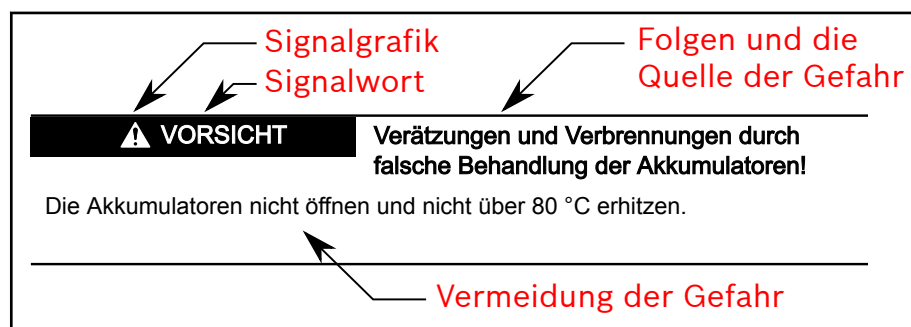


Abb. 1-2: Aufbau der Sicherheitshinweise

Erläuterung der Signalwörter und der Signalgrafik

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

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

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

⚠ GEFAHR

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

⚠ WARNUNG

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

Zu dieser Dokumentation

⚠ VORSICHT

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können mittelschwere oder leichte Körperverletzung eintreten.

HINWEIS

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können Sachschäden eintreten.

Zu dieser Dokumentation

Verwendete Symbole

Fingerzeige werden wie folgt dargestellt:



Dies ist ein Hinweis.

Tipps werden wie folgt dargestellt:



Dies ist ein Tipp.

Erläuterung der Signalgrafik auf dem Gerät



Wenn dieses Symbol am Gerät angebracht ist, beachten Sie unbedingt die Dokumentation zu dem Gerät. In der jeweiligen Dokumentation finden Sie die Art der Gefährdung sowie die notwendigen Schritte zur Vermeidung der Gefährdung.

1.5.2 Bezeichnungen und Abkürzungen

Begriff	Erklärung
Abnullen	Wert auf 0 setzen
CANOpen	Feldbus
CNC	Computerised Numerical Control
CPL	Customer Programming Language
DeviceNet	Feldbus
Ethernet	Kommunikationsschnittstelle
GNP	Grafische NC-Programmierung
IWE	IndraWorks Engineering
IWO	IndraWorks Operation
LWL	Lichtwellenleiter
NC	Numerical Control
OEM	Original Equipment Manufacturer
PROFIBUS-DP	Feldbus
Sercos	Feldbus

Tab. 1-8: Verwendete Bezeichnungen und Abkürzungen

1.6 Kundenfeedback

Anregungen, Wünsche oder Verbesserungen von unseren Kunden haben bei uns einen hohen Stellenwert. Senden Sie uns Ihre Anmerkungen zu den Dokumentationen per E-Mail an Feedback.Documentation@boschrexroth.de. Sie können direkt im elektronischen PDF-Dokument Kommentare einfügen und uns die PDF-Datei zusenden.

2 Wichtige Gebrauchshinweise

2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

2.1.1 Einführung

Die Produkte von Bosch Rexroth werden nach dem jeweiligen Stand der Technik entwickelt und gefertigt. Vor ihrer Auslieferung werden sie auf ihren betriebssicheren Zustand hin überprüft.

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



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

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

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



Die der Steuerung vorliegenden oder vom Benutzer eingegebenen bzw. eingelesenen Daten sind vor der Übernahme/Aktivierung auf ihre Richtigkeit zu prüfen, um ungewollte Bewegungen der Achsen auszuschließen. Im Einzelnen kann es sich um folgende ungültige oder veraltete Daten handeln:

- Teileprogramme
- NPV-Tabellen
- Korrekturtabellen
- Werkzeugtabellen
- Permanente CPL-Variablen
- Remanente SPS-Daten
- Permanente Systemdaten

Wichtige Gebrauchshinweise

2.1.2 Einsatz- und Anwendungsbereiche

Die Rexroth IndraMotion MTX-Steuerung dient zum

- Programmieren von Kontur und Bearbeitungstechnologie (Bahnvorschub, Spindeldrehzahl, Werkzeugwechsel) eines Werkstückes.
- Führen eines Bearbeitungswerkzeuges entlang einer programmierten Bahn.

Vorschubantriebe, Spindeln und Hilfsachsen einer Werkzeugmaschine werden per Sercos Schnittstelle angesteuert.



Zusätzlich werden E/A-Komponenten für die integrierte SPS benötigt, die – in Kombination mit der eigentlichen CNC – den Bearbeitungsprozess ganzheitlich steuert und auch in sicherheitstechnischer Hinsicht überwacht.

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

Die Rexroth IndraMotion MTX bietet die perfekte CNC-Systemlösung für Zerspanen und Umformen für die folgenden Technologien:

- Drehen
- Fräsen
- Bohren
- Schleifen
- Biegen
- Nibbeln
- Stanzen
- Formschneiden
- Handhaben

2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch

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

Die Rexroth IndraMotion MTX darf nicht eingesetzt werden, wenn sie ...

- Betriebsbedingungen ausgesetzt wird, die die vorgeschriebenen Umgebungsbedingungen nicht erfüllen. Untersagt sind z. B. der Betrieb unter Wasser, unter extremen Temperaturschwankungen oder extremen Maximaltemperaturen.
- Außerdem darf die Rexroth IndraMotion MTX nicht bei Anwendungen eingesetzt werden, die von Bosch Rexroth nicht ausdrücklich freigegeben sind. Beachten Sie hierzu bitte unbedingt die Aussagen in den allgemeinen Sicherheitshinweisen!
- Die Rexroth IndraMotion MTX darf nicht an Anlagen oder Maschinen eingesetzt werden, die über eine ungesicherte Netzwerkverbindung mit dem Internet verbunden ist. Andernfalls besteht die Gefahr von Störungen bzw. einem Steuerungsausfall aufgrund unautorisierter Zugriffe.

3 Übersicht über die Funktion

Zielstellung Die NC-Simulation ist eine grafische Simulation für CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen, die folgende Funktionen erfüllt:

- Simulation des Materialab- und -auftrags
- Darstellung der Spur des programmierten Punktes des Werkzeugs als Linienzug (Toolpath)
- Simulation der Bewegungen der Werkzeugmaschine einschließlich einer Kollisionserkennung

Die Simulation ist zunächst als **Online-Simulation** entwickelt worden und visualisiert den laufenden Prozess in jeder Betriebsart der NC. Es ist nicht möglich, hauptzeitparallel ein anderes als das laufende NC-Programm zu simulieren.

Softwareoptionen Die Simulation kann in zwei Ausbaustufen eingesetzt werden:

1. Basislizenz:

Die Basislizenz erlaubt die Werkstücksimulation in Form der Abtragssimulation und der Toolpath-Grafik. Die Definition der Rohteilgeometrie beschränkt sich auf Halbzeuge wie Quader, Bleche und Zylinder. Die Geometrie der Werkzeuge wird auf Basis ihrer Technologiedaten berechnet (generisch erzeugte Werkzeugmodelle). Eine exakte Darstellung der Werkzeuge auf Basis von CAD-Modellen sowie die Darstellung von Teilen oder der ganzen Werkzeugmaschine sind nicht möglich. Eine Kollisionserkennung erfolgt nur zwischen Werkstück und dem aktuell dargestellten Werkzeug (seinem nicht schneidenden Teil).

Die Basislizenz für die Simulation ist Bestandteil jeder Neuinstallation folgender Produkte ab Release MTX 14V12:

- Einfachlizenz - IndraMotion MTX Operation 2.0 14VRS+higher
SWL-IWORKS-MTX-NNVRS-D0-OPD2, R911374093
- Einfachlizenz - Operation 2.0 14VRS+higher (Multipack)
SWL-IWORKS-MTX-NNVRS-D0-OPD2*M25, R911374094
- Einfachlizenz - Workstation 2.0 14VRS+higher
SWL-IWORKS-MTX-NNVRS-D0-WORKSTATION2, R911374095
- Einfachlizenz - Workstation 2.0 14VRS+higher (Multipack)
SWL-IWORKS-MTX-NNVRS-D0-WORKSTATION2*25,
R911374096

Bei einem Upgrade älterer Versionen ist zur Nutzung der Simulation der Erwerb einer der genannten Lizenzen erforderlich.

2. Simulation Virtuelle Maschine:

Die Ausbaustufe "Simulation Virtuelle Maschine" erweitert die Funktionalität um die Verwendung von CAD-Modellen. Mit CAD-Modellen können beliebig geformte Werkstücke, Werkzeuge bzw. Werkzeughalter, Vorrichtungen bis hin zur ganzen Maschine (Maschinensimulation) detailgetreu dargestellt und damit Materialabtrag und Kollisionsbetrachtung realitätsnäher durchgeführt werden.

Die Einfachlizenz "Virtual Machine Simulation" kann unter SWS-MTX***-RUN-NNVRS-D0-VMS, R911374010 erworben werden. Sie ist ab Version MTX 14V14 erforderlich.

Übersicht über die Funktion

Bearbeitungsverfahren und Kinematik

Die NC-Simulation in Form der Toolpath-Grafik ist prinzipiell für jedes Fertigungsverfahren geeignet. Sie ist auf die folgenden Verfahren beschränkt und wird auf weitere Verfahren ausgedehnt:

- Abtragssimulation: Bohren, Fräsen, Stanzen, Strahlschneiden
- Liniengrafik: Rollen (Umformen) und Signieren
- Auftragssimulation: 3D-Druck, Schweißen u. a.
- Hilfsprozesse, z. B. Messen

Die Anzahl der gleichzeitig simulierbaren NC-Achsen ist nicht hart begrenzt, jedoch aus Performancegründen limitiert.

Die Art der Kinematiken ist auf kartesisch angeordnete NC-Achsen beschränkt. Sonderkinematiken wie Parallel- und Keilkinematiken können nicht simuliert werden.

Simulationsprinzip

Das Maschinenmodell setzt sich aus zwei Komponenten zusammen:

- **Maschinendefinition**
Hierbei handelt es sich um eine Beschreibung des Aufbaus der Maschine, wie sie sich aus beweglichen und feststehenden Elementen zusammensetzt, wo und in welcher Richtung die NC-Achsen wirken (Kinematikbaum) und wo die Bezugspunkte für Werkzeuge (Toolnodes) und Werkstücke (Stocknodes) liegen.
- **Einer Menge von CAD-Modellen (optional)**
Die Dateien, die ausschließlich im STL-Format (**ST**ereo **L**ithography) vorliegen müssen, definieren die körperliche Ausprägung von Maschinenteilen, Werkzeugen, Spannmitteln bis hin zu Werkstücken.

In der Regel korrespondiert jede Achse der Maschinendefinition mit einem Antrieb der Werkzeugmaschine. Die Simulation bekommt periodisch in einem Zeitintervall (Vielfaches des Interpolatortakts) die momentanen Sollpositionen jedes Antriebs über eine Kommunikationsschnittstelle (OPC UA) mitgeteilt und führt die Achsen des Modells entsprechend nach. Der Bezugspunkt des Werkstücks bzw. des Werkzeugs bewegt sich dann entlang einer kurzen Polygonkante. Die Genauigkeit der simulierten Bahn erhöht sich folglich mit abnehmender Vorschubgeschwindigkeit und mit der Anzahl der übermittelten Koordinaten je Zeitintervall.



Die in der Simulation dargestellten Bewegungen entsprechen denen in der Realität, sofern das hinterlegte Maschinenmodell die wahre Kinematik exakt abbildet. Die Annäherung der simulierten Bahn durch Polygonkanten führt an Eckübergängen zur Fasenbildung/Abschrägung. Diese sind prinzipbedingt und stellen keinen Mangel dar.

Zusätzlich können für die Bewegung noch herangezogen werden:

- die Werte von SD-Daten
- die Positionen virtueller Achsen
- das Stanzsignal für den Stanzhub

Übersicht über die Funktion



- Die Änderung von SD-Daten wird nicht synchron mit den Koordinaten aus dem Interpolator gemeldet. Systemdaten können daher nur für unkritische und sich selten ändernde Koordinaten (z. B. Position von Spannmitteln) herangezogen werden.
- Sonderkinematiken können u. U. mit virtuellen Achsen abgebildet werden.
- Die simulierte Position eines Stanzkopfs wird anhand der Blechdicke und des Stanzsignals berechnet und entspricht ausnahmsweise nicht der tatsächlichen Position.

Zustände der NC-Satzverarbeitung

Folgende Zustände des NC-Kerns wirken sich in der Betriebsart Automatik auf die Grafik aus:

- Das Starten eines NC-Programms führt zum Löschen des Toolpaths des betreffenden Kanals.
- Das Starten des NC-Programms löst optionsabhängig ein Erneuern der vom betreffenden Kanal bearbeiteten Werkstücke aus.
- Nach Erreichen des regulären Programmendes wird optionsabhängig eine Werkstückvorschau (siehe ["Darstellung des Fertigteils" auf Seite 20](#)) mit dem aktuellen Zustand des Werkstücks angelegt.
- Bei der Anwahl eines NC-Programms wird optionsabhängig eine Vorschau des Werkstücks eingeblendet, sofern die vorhandene Vorschau-datei jünger als das Hauptprogramm selbst ist.

Ausprägung

Die Online-Simulation wird in Form eines .NET-Controls ausgeliefert, das standardmäßig im NC-Bildschirm des Bedienbereichs Maschine angezeigt wird. Dieses Control kann auch in eine Drittanwendung im Rahmen des IndraWorks-Kontexts integriert sein, wobei die nachfolgende Beschreibung der Bedienung nur sinngemäß gilt (siehe [Kap. 11 "Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen" auf Seite 121](#)).

4 Starten und Beenden der Simulation

Starten Die NC-Simulation ist, sofern sie im IndraWorks Projekt projiziert wurde, sofort nach dem Starten von IndraWorks Operation über die gesamte Sitzungszeit hinweg und unabhängig von ihrer Sichtbarkeit in der Lage, jede Bewegung der Maschine zu erfassen.

Die Simulation kann durch Betätigen einer Taste aktiviert und deaktiviert werden. Siehe dazu [Kap. 5 "Layout" auf Seite 19](#).

Anzeigen Die NC-Simulation kann sowohl als erste Anzeige in einem Container des NC-Bildschirms als auch als eine weitere Anzeige projiziert worden sein. Um die Simulation sichtbar zu machen, setzen Sie den Fokus mit <F7> "Nächstes Fenster" auf den Container, unter dem Sie die Simulation erwarten und betätigen Sie <F3> "Nächste Anzeige" so oft, bis die Simulation erscheint.

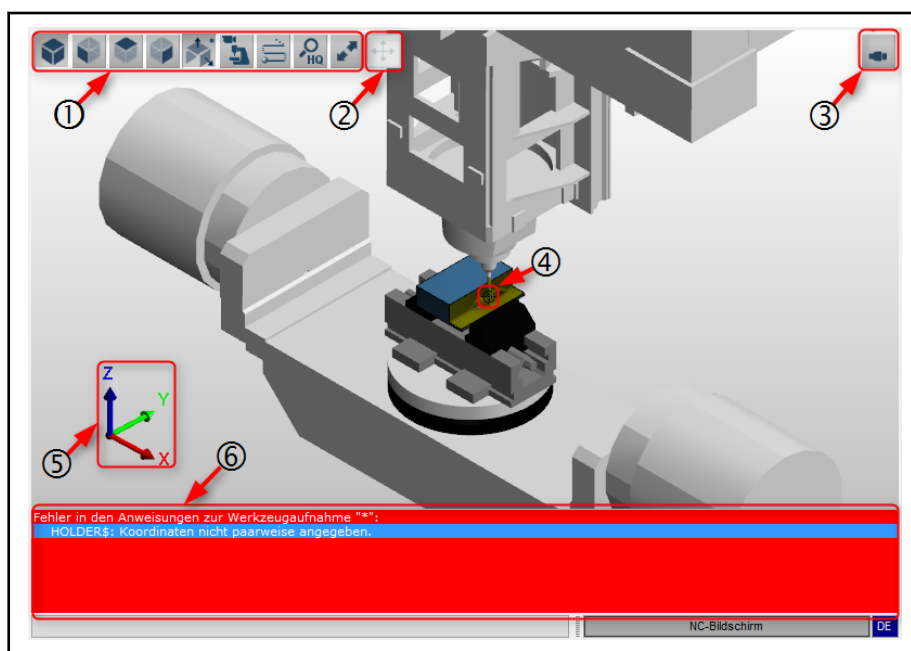


Abb. 4-1: NC-Simulation im NC-Bildschirm (Betriebsart Automatik)

Beenden Beim Beenden von IndraWorks Operation werden die aktuellen Einstellungen und, je nach eingestellten Optionen, der Bearbeitungszustand des Werkstücks abgespeichert, um sie für die nächste Sitzung bereitzustellen. Dazu gehören auch der letzte Bildausschnitt und die Kameraposition.

5 Layout

Screenshot



- 1 Schnellbedientasten
- 2 Statusanzeige Verschieben/Drehen aktiv
- 3 Bedientaste und Statusanzeige zur Verbindung mit der NC und zum Deaktivieren
- 4 Erzeugender Punkt der Toolpath-Grafik am Werkzeug
- 5 Koordinatensystem
- 6 Ausgabefenster für Fehler und Warnungen

Abb. 5-1: Layout der NC-Simulation

Schnellbedientasten

Die Schnellbedientasten erlauben es bei Verfügbarkeit einer Maus ohne Wechsel der F-Tastenebene häufig genutzte Einstellungen sofort vornehmen zu können. Der Zustand gedrückt ja/nein sowie das ggf. wechselnde Symbol zeigen den aktuellen Status an. Zusätzlich informieren Tooltips über den Status.

Status Verschieben/Drehen

Die Statusanzeige gibt an, ob mit den Cursortasten der Bildausschnitt verschoben werden kann () oder ob die Ansicht gedreht wird (). Die Anzeige wechselt mit der gedrückt gehaltenen <Shift>-Taste.

Verbindung zur NC und Deaktivieren der Simulation

Am dargestellten Symbol ( - OK,  - instabil,  - gestört) ist erkennbar, ob eine stabile Verbindung zur Übermittlung von Achskoordinaten und anderen Eingangsdaten der Simulation besteht. Ist eines der Symbole sichtbar, dann wird bei einmaligem Drücken versucht, die Verbindung neu aufzunehmen.

Um das System zu entlasten kann die Simulation dauerhaft deaktiviert werden. Dazu ist die Taste mehrfach (mindestens fünfmal) hintereinander zu drücken, woraufhin ein Dialog erscheint: "Die Simulation ist aktiv. Jetzt stoppen?" Nach Betätigen von <Ja> wird die Simulation deaktiviert, erkennbar

am Symbol .

Layout

Ausgabefenster für Fehler und Warnungen

Das erneute Aktivieren geschieht durch einmaliges Drücken und Bejahen einer Bestätigungsabfrage.

Das Ausgabefenster erscheint nur, wenn Fehler und Warnungen anzuzeigen sind. Der Hintergrund wird rot eingefärbt, sobald mindestens ein Fehler aufgelistet ist.

Darstellung des Fertigteils

Als Fertigteil wird in diesem Zusammenhang eine Sollgeometrie des Werkstücks zum Bearbeitungsende bezeichnet. Diese Geometrie kann auf zwei Wegen in die Simulation geladen werden:

- durch Importieren einer CAD-Datei
- durch Laden des Bearbeitungszustands des Werkstücks und des Toolpathes, der bei Erreichen des regulären NC-Programmendes während des letzten Programmlaufs vorlag

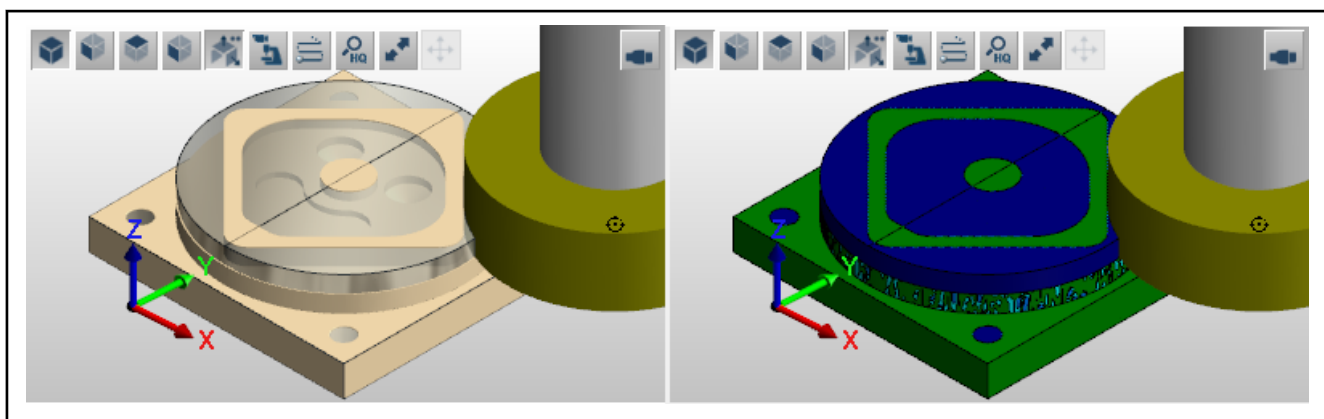
Diese Geometrie wird im Ordner des Hauptprogramms unter dem Programmnamen mit der Erweiterung ".p" abgespeichert und ist somit mit dem Hauptprogramm verbunden.

Die durch Materialabtrag von der Simulation erzeugte Fertigteilgeometrie und der zugehörige Toolpath wird als **Werkstückvorschau** bezeichnet.

Das Erzeugen/Anzeigen der Werkstückvorschau erfolgt automatisch und muss in den Optionen der Simulation aktiviert werden. Die Vorschau wird sofort bei der Programmanwahl angezeigt, sofern kein importiertes Fertigteil geladen und die Datei aktuell bzw. nicht lesegeschützt ist.

Das Fertigteil kann in zwei Varianten in die Werkstückdarstellung einfließen:

- als (in der Regel innenliegende) Darstellung im transparenten Werkstück
- als Soll-Ist-Vergleich mit dem Werkstück. Hierbei werden den Werkstückflächen unterschiedliche Farben zugeordnet, die in einem Schema bestimmten Intervallen der Maßabweichung zugeordnet sind. Dieser Darstellungsmodus wird auch als "Deviation Mode" bezeichnet



Blautöne
Grüntöne
Rottöne

Abb. 5-2:

Bearbeitungszugabe vorhanden
Fertigmaß erreicht
Fertigmaß unterschritten (nicht dargestellt)

Innenliegende Darstellung des Fertigteils (links) und Soll-Ist-Vergleich (rechts)

6 Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

6.1 Allgemeines

Im Folgenden wird der Aufbau der Funktionstastenebenen der Simulation wiedergegeben. Die Ebenen sind nur erreichbar, wenn der Fokus auf dem Simulationscontrol liegt (Fokusrahmen).

6.2 Hauptebene der Simulation

F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Ansichten	Nächste Anzeige	Drehen/Verschieben	Details	Zoom +/-	Nächstes Fenster	Extras	zurück

Tab. 6-1: F-Tasten der Hauptebene der Simulation

Ansichten	<F2> "Ansichten" führt in eine untergeordnete F-Tastenebene, dem Menü "Ansichten".
Nächste Anzeige	<F3> "Nächste Anzeige" aktiviert das nächste Control und ist nur verfügbar, wenn mehrere Anzeigen für diesen Container projiziert wurden. Das Betätigen führt folglich zum Ausblenden der Simulation. <F3> "Nächste Anzeige" ist nicht im gezoomten Zustand verfügbar.
Drehen/Verschieben	<F4> "Drehen/Verschieben" führt in zwei untergeordnete F-Tastenebenen, in denen das Verändern der Kameraposition durch Drehen und Verschieben über F-Tasten ermöglicht wird.
Details	<F5> "Details" führt in untergeordnete F-Tastenebenen, in denen gezoomt werden kann (Menü "Details") bzw. Darstellungsmodi gewechselt werden können (Menü "Darstellung").
Zoom +/-	<F6> "Zoom +" vergrößert die Simulation unter Ausblenden der übrigen ACI-Container, "Zoom -" verkleinert und stellt die übrigen ACI-Container wieder dar.
Nächstes Fenster	<F7> "Nächstes Fenster" setzt den Fokus auf den nächsten Container des NC-Bildschirms. <F7> "Nächstes Fenster" ist nicht im gezoomten Zustand verfügbar.
Extras	<F8> "Extras" aktiviert die untergeordnete F-Tasten-Ebene (Menü "Extras") zur Beeinflussung des Rohteils und zum Ändern der Optionen.
zurück	<F9> "zurück" zeigt die F-Tasten-Hauptebene des NC-Bildschirms an.

6.3 Menü Ansichten

Das Menü "Ansichten" wird aus dem Hauptmenü der Simulation mit <F2> "Ansichten" erreicht.

F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
							zurück
Ansicht vorn	Ansicht hinten	Ansicht rechts	Ansicht links	Ansicht oben	Ansicht unten	Ansicht 3D	

Tab. 6-2: F-Tasten des Menüs "Ansichten"

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

Die F-Tasten für die Ansichten stellen eine neue Kameraposition ein, je nach Optionen auch bildfüllend. Anschließend kann durch Benutzung von Cursor-tasten und Maus die Position beliebig weiter verändert werden.

Die Ansicht kann auch mit Schnellbedientasten gewechselt werden. Ihr Zu-stand "gedrückt ja/nein" informiert über die aktuelle Ansicht.

Ansicht vorn	<F2> "Ansicht vorn" zeigt die Vorderansicht.
Ansicht hinten	<F3> "Ansicht hinten" zeigt die rückwärtige Ansicht.
Ansicht rechts	<F4> "Ansicht rechts" zeigt die rechte Seitenansicht.
Ansicht links	<F5> "Ansicht links" zeigt die linke Seitenansicht.
Ansicht oben	<F6> "Ansicht oben" zeigt die Draufsicht.
Ansicht unten	<F7> "Ansicht unten" zeigt die Ansicht von unten.
Ansicht 3D	<F8> "Ansicht 3D" stellt eine schräge Kameraposition mit voreingestellten Winkeln ein.
zurück	<F9> "zurück" aktiviert die F-Tasten-Hauptebene der Simulation.

6.4 Menü Drehen

Das Menü "Drehen" wird aus dem Hauptmenü der Simulation mit <F4> "Drehen/Verschieben" bzw. aus dem Menü "Verschieben" mit <F2> erreicht.

F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Verschieben	 Drehen rechts	 Drehen links	 Drehen oben	 Drehen unten			zurück

Tab. 6-3: F-Tasten des Menüs "Drehen"

Die F-Tasten zum Drehen verändern den Betrachtungswinkel. Alternativ können auch Cursor-tasten und Maus verwendet werden.

Verschieben	<F2> "Verschieben" führt in das nächste Menü zum Verschieben des Bildausschnitts.
Drehen rechts	<F3> "Drehen rechts" dreht die Szene nach rechts bzw. den Kamerastandpunkt nach links.
Drehen links	<F4> "Drehen links" dreht die Szene nach links bzw. den Kamerastandpunkt nach rechts.
Drehen oben	<F5> "Drehen oben" dreht die Szene nach oben bzw. den Kamerastandpunkt nach unten.
Drehen unten	<F6> "Drehen unten" dreht die Szene nach unten bzw. den Kamerastandpunkt nach oben.
zurück	<F9> "zurück" aktiviert die F-Tasten-Hauptebene der Simulation.

6.5 Menü Verschieben

Das Menü "Drehen" wird aus dem Menü "Drehen" mit <F2> "Verschieben" erreicht.

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Drehen	 Verschieben rechts	 Verschieben links	 Verschieben oben	 Verschieben unten			zurück

Tab. 6-4: F-Tasten des Menüs "Verschieben"

Die F-Tasten zum Verschieben verändern den Betrachtungswinkel. Alternativ können auch Cursorstasten und Maus verwendet.

Drehen	<F2> "Drehen" führt zurück in das Menü zum Drehen der Kameraposition.
Verschieben rechts	<F3> "Verschieben rechts" verschiebt die Szene nach rechts bzw. den Bildausschnitt nach links.
Verschieben links	<F4> "Verschieben links" verschiebt die Szene nach links bzw. den Bildausschnitt nach rechts.
Verschieben oben	<F5> "Drehen oben" verschiebt die Szene nach oben bzw. den Bildausschnitt nach unten.
Verschieben unten	<F6> "Drehen unten" verschiebt die Szene nach unten bzw. den Bildausschnitt nach oben.
zurück	<F9> "zurück" aktiviert die F-Tasten-Hauptebene der Simulation.

6.6 Menü Details

Das Menü "Details" wird aus dem Hauptmenü der Simulation über <F5> "Details" erreicht.

F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	 Werkstück verbessern	Vergrößern	Verkleinern	 Vollbild	 Kamerastandpunkt	weitere Funktionen >>	zurück

Tab. 6-5: F-Tasten des Menüs "Verschieben"

Der Darstellungsmaßstab kann alternativ auch mit dem Mausrad und Shortcuts verändert werden.

Werkstück verbessern	<F3> "Werkstück verbessern" erlaubt die Verbesserung der Darstellungsqualität und das Zurückschalten zur Standardqualität.
-----------------------------	--

Es existieren zwei Verfahren der Werkstückverbesserung:

- **Dynamic Zoom**
Nach dem Vergrößern wird für das passend zum Bildausschnitt abgeschnittene Werkstück die vorausgegangene Bearbeitung mit höherer Auflösung intern wiederholt und dann dargestellt. Ist das Verbessern eingeschaltet, dann wird die Verbesserung nach jedem weiteren Zoomen durchgeführt. Nach Änderung des Bildausschnitts geht die Verbesserung verloren.
- **Auto Refine**

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

Die Verbesserung erfolgt kontinuierlich, wenn es die Auslastung der Simulation erlaubt. Die verbesserte Qualität bleibt erhalten und kann am gesamten Werkstück beobachtet werden.



Das Verbessern mit Dynamic Zoom benötigt Zeit. Währenddessen sollen keine Bedienung der Simulation und keine Achsbewegungen stattfinden. Andernfalls wird wieder die Standardqualität angezeigt. Über eine Count-Down-Anzeige wird auf die bevorstehende Verbesserung hingewiesen und in diesem Zeitraum kann der Bildausschnitt noch verändert werden.

- Die Funktion "Werkstück verbessern" bzw. das zu verwendende Verfahren muss in den Optionen der Simulation freigeschaltet sein.
- Vergrößern** <F4> "Vergrößern" erhöht den Abbildungsmaßstab zentral zur Bildmitte.
- Verkleinern** <F5> "Verkleinern" verringert den Abbildungsmaßstab.
- Kamerastandpunkt** <F6> "Kamerastandpunkt" bestimmt, zu welchem Objekt der Kamerastandpunkt relativ gelten soll.
- Es gibt je nach Maschinenmodell (Kinematikbaum und Vorhandensein von CAD-Modellen) bis zu drei Möglichkeiten des Bezugs:
- Maschine: Dieser ortsfeste Bezug entspricht dem des Beobachters/Bedieners. Symbol der Schnellbedientaste: 
 - Werkzeug: Die Kameraposition wandert mit dem Werkzeug, rotiert jedoch nicht mit den Rundachsen, die das Werkzeug schwenken. Diese Einstellung empfiehlt sich bei großen Werkstücken mit kleinen, verteilten Bearbeitungsschritten. Symbol der Schnellbedientaste: 
 - Werkstück: Die Kameraposition wandert und rotiert gemeinsam mit dem Werkstück. Diese Einstellung ist für bewegte Werkstücke zu empfehlen (Kreuzschiebetisch-Kinematik, Rundachsen am Maschinentisch). Symbol der Schnellbedientaste: 
- Weitere Funktionen** <F8> "weitere Funktionen" schaltet in die zweite Ebene des Menüs "Details", das mit "Menü Darstellung" bezeichnet wird.
- zurück** <F9> "zurück" aktiviert die F-Tasten-Hauptebene der Simulation.

6.7 Menü Darstellung

Das Darstellungsmenü wird aus dem Hauptmenü der Simulation durch Betätigen von <F5> "Details" und dann <F8> "weitere Funktionen" erreicht.

F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
 Ausblenden	 Tool-path	 Kanten	 Fertigteil	 Achsen/ Skalen		zurück <<	

Tab. 6-6: F-Tasten des Menüs "Darstellung"

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

Ausblenden Mit <F2> "Ausblenden" wird in mehreren Stufen zwischen Maschinen- und Werkstücksimulation gewechselt durch Aus-/Einblenden von Maschinenteilen und Werkzeughaltern.

Folgende Stufen sind je nach Maschinenmodell verfügbar:

- Ausblenden AUS, Verdeck geschlossen
- Verdeck offen
- Alles ausblenden bis auf die aktiven Elemente. In dieser Einstellung sind alle Teile unsichtbar, die nicht von NC-Achsen bewegt werden und die nicht zu Werkzeugen, Werkstücken oder Spannmittel gehören.
- Alles Ausblenden bis auf Werkstück, Werkzeug und Spannmittel. Zur besseren Beobachtbarkeit des Werkzeugeingriffes werden Werkzeughalter nicht dargestellt.

Toolpath <F3> "Toolpath" aktiviert/deaktiviert die Toolpathdarstellung in folgenden Stufen:

- Toolpath ausblenden,
- Toolpath immer darstellen (On Top)
- Toolpath darstellen, wenn er nicht vom Vordergrund verdeckt wird.

Die Funktion ist nur verfügbar, wenn in den Optionen die Toolpath-Darstellung freigeschaltet wurde.

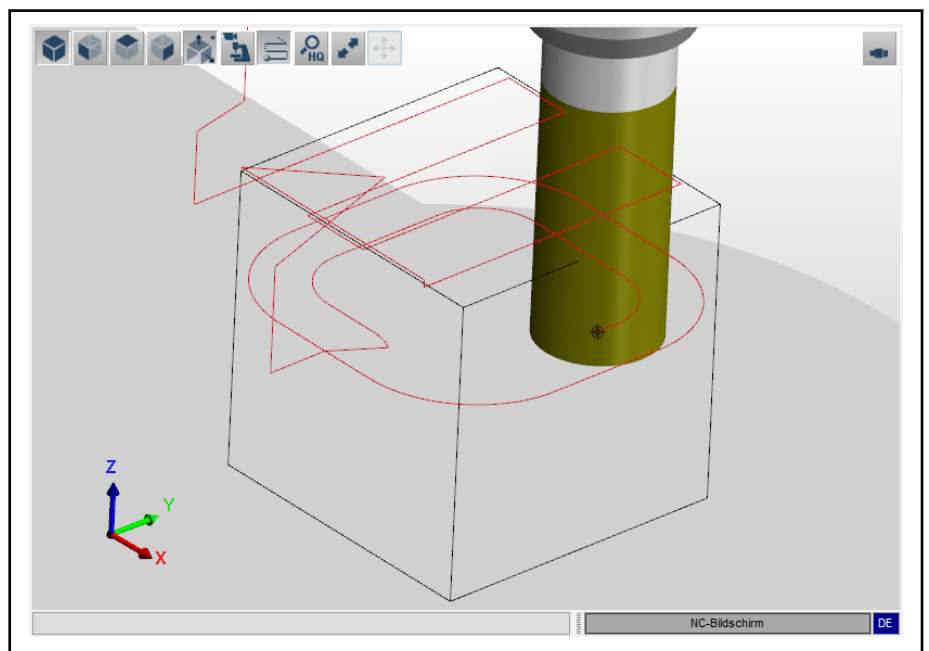


Abb. 6-1: Simulation mit Toolpath On Top

Kanten <F4> "Kanten" zeichnet die Körperkanten mit schwarzen Linien nach bzw. unterdrückt das Nachzeichnen. In den Optionen ist festgelegt, ob die Kanten an allen Objekten oder nur am Rohteil gezeichnet werden sollen. Die Kantendarstellung kann bei Zeichnungen bzw. bei Überschreitung einer Transparenzgrenze nicht unterdrückt werden.

Fertigteil Mit <F5> "Fertigteil" wird die Fertigteilgeometrie in unterschiedlichen Varianten in die Darstellung einbezogen. Sofern das Fertigteil als eine Werkstückvorschau erzeugt wurde, kann auch die Toolpath-Vorschau mit <F3> "Toolpath" sichtbar gemacht werden. Die Taste ist nur bei vorhandener Fertigteilgeometrie verfügbar.

Es gibt drei Stufen:

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

- Kein Fertigteil sichtbar
- Fertigteil sichtbar (im transparenten Werkstück)
- Soll-Ist-Vergleich des Werkstücks mit dem Fertigteil. Für verschiedene Intervalle der Maßabweichung werden unterschiedliche Farben verwendet, die den Rückschluss zu Ausschuss, Fertigmaß erreicht oder verbliebenes Bearbeitungsaufmaß erlauben (siehe auch [Kap. 5 "Layout" auf Seite 19](#))

Achsen/Skalen Die Taste <F6> "Achsen/Skalen" blendet nacheinander ein Koordinatendreibein oder Skalen mit Zahlenwerten ein in folgenden Stufen ein:

- Kein Koordinatensystem sichtbar
- Koordinatendreibein sichtbar
- Achsskalen sichtbar

zurück <F9> "zurück" aktiviert die F-Tasten-Hauptebene der Simulation.

6.8 Menü Extras

Das Menü "Extras" wird aus dem Hauptmenü der Simulation mit <F8> "Extras" erreicht.

F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
							zurück
Rohteil zurücksetzen...	Quader, Blech...	Zylinder...	Import...	Export...		Optionen...	

Tab. 6-7: F-Tasten des Menüs "Extras"

Rohteil zurücksetzen

<F2> "Rohteil zurücksetzen..." öffnet einen Dialog zum Erneuern des Werkstücks und zum Löschen von Grafiken.

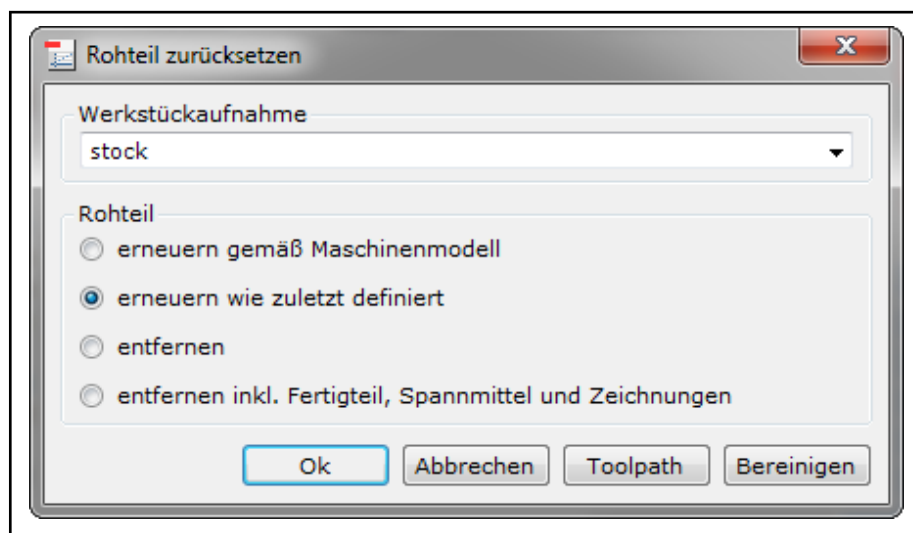


Abb. 6-2: Dialog "Rohteil zurücksetzen"

Der Dialog besitzt folgende Elemente:

- Auswahlliste "Werkstückaufnahme": Die Auswahl bestimmt, auf welcher Werkstückaufnahme (Stocknode) das Zurücksetzen erfolgen soll. Die

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

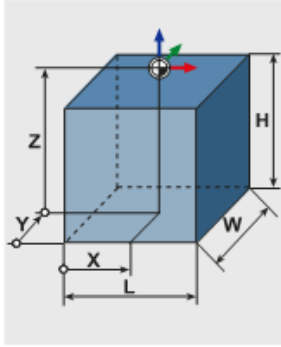
Box erscheint nur, wenn das Maschinenmodell mehr als eine Werkstückaufnahme besitzt.

- Auswahl "Rohteil" legt die durchzuführende Aktion fest:
 - Erneuern gemäß Maschinenmodell:
Wenn das Maschinenmodell für die selektierte Werkstückaufnahme ein CAD-Modell für das Werkstück enthält, dann wird dieses Werkstück einschließlich zugehörigem Spannmittel angezeigt.
 - Erneuern wie zuletzt definiert:
Haben Sie selbst ein Werkstück definiert, dann wird dieses im Rohzustand angezeigt.
 - Entfernen:
Beseitigt das Werkstück.
 - Entfernen inklusive Fertigteil, Spannmittel und Zeichnungen:
Leert die Werkstückaufnahme vollständig.
Unter dem Fertigteil wird eine dem Bearbeitungsende entsprechende Geometrie verstanden, die entweder innerhalb des (transparenten) Werkstücks dargestellt.
Zeichnungen sind Darstellungen von Körperkanten ohne Einbeziehung in die Kollisionserkennung.
- Mit <OK> wird die gewählte Aktion ausgeführt und der Dialog geschlossen.
- <Abbrechen> schließt den Dialog ohne Aktion.
 - Mit <Toolpath> wird der Toolpath gelöscht, der der selektierten Werkstückaufnahme zugeordnet ist.
 - <Bereinigen> löscht alle gespeicherten Rohteile und angefangenen Teile, sowie alle Spannmittel, Zeichnungen und Werkstückvorausschau. Betätigen Sie diese Funktion nur, wenn Probleme im Zusammenhang mit der Werkstückdarstellung immer wiederkehren und sich nicht auf anderem Weg lösen lassen. Die gelöschten Daten gehen unwiederbringlich verloren! Deshalb erscheint vor dem Löschen eine Sicherheitsabfrage.

Quader/Blech <F3> "Quader/Blech..." öffnet einen Dialog zur Definition eines prismatischen Werkstücks als Halbzeug, einen Quader beim Fräsen, einen Mehrkant beim Drehen und ein Blech beim Stanzen.

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

Quaderförmiges Rohteil (Fräsen)

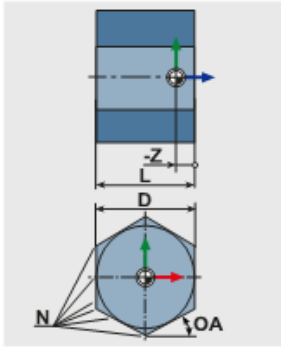


Parameter	Wert [mm]
Werkstückaufnahme	stock
Länge L	* 120
Breite W	* 80
Höhe H	* 21
Achskoordinaten (ACS)	
Nullpunkt X (\$1: Σ=-300)	60
Nullpunkt Y (\$1: Σ=-200)	40
Nullpunkt Z (\$1: Σ=-441)	20
transparenter Hüllkörper	

OK Abbrechen Anzeigen Hilfe

Abb. 6-3: Dialog "Quaderförmiges Rohteil (Fräsen)"

Mehrkant (Drehen)



Parameter	Wert [mm]
Werkstückaufnahme	stock
Länge L	* 101
Innendmr./Schlüsselweite D	* 40
Anzahl Kanten N	* 6
Orientierungswinkel OA [°]	0
Achskoordinaten (ACS)	
Nullpunkt Z (\$1: Σ=-441)	-1
transparenter Hüllkörper	

OK Abbrechen Anzeigen Hilfe

Abb. 6-4: Dialog "Mehrkant (Drehen)"

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

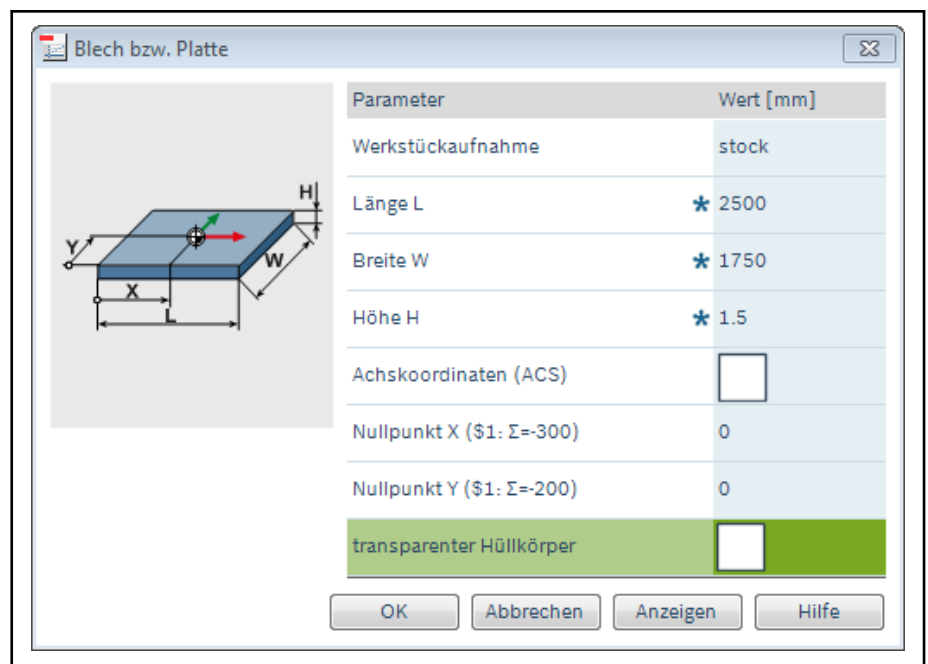


Abb. 6-5: Dialog "Blech bzw. Platte"

Mit dem ersten Parameter "Werkstückaufnahme" wird über den Namen des Werkstückknotens im Maschinenmodell festgelegt, wo das neue Rohteil angelegt werden soll.

Es folgen die jeweiligen Abmessungen.

Die Checkbox "Achskoordinaten (ACS)" bestimmt, ob zu den nachfolgenden Parametern, den Nullpunkten, die im Kanal wirkende Summe der Nullpunktverschiebungen intern hinzugefügt werden sollen. Die Summe in den Achsen wird in den Parameterbezeichnungen nach dem Summenzeichen zur Information angezeigt.

Wird "transparenter Hüllkörper" angehakt, dann erscheint das Rohteil als Kantenmodell ohne Kollisionsüberprüfung und ohne möglichen Materialabtrag. Es wird automatisch die Toolpath-Darstellung aktiviert. Verwenden Sie diese Einstellung für komplexere Werkstücke, für die Sie nicht über ein CAD-Modell verfügen.

Die Taste <Anzeigen> stellt das neue Rohteil zur Überprüfung der Eingaben blinkend dar. Dabei wird der Dialog in einen nichtmodalen gewandelt, um die Bedienung der Simulation zu ermöglichen.

Die Taste <Hilfe> öffnet das Helpkapitel zu allen Funktionen der Menüebene "Extras", wo Sie den Eingabedialog für das Rohteil finden.



Falls in den Optionen die Definition mehrerer Werkstücke je Aufnahme erlaubt ist, dann führt die Definition zum Ersetzen des bisherigen Werkstücks, andernfalls zum Hinzufügen zu den bestehenden Werkstücken. Entfernen Sie in letzterem Falle zuvor mit der Funktion "Rohteil zurücksetzen" das Werkstück, wenn das Ersetzen beabsichtigt ist.

Zylinder

<F4> "Zylinder..." dient der Definition eines zylindrischen Rohteils, optional mit Innenbohrung. Beim Hauptbearbeitungsverfahren Drehen erscheint ein Dialog zur Definition eines zylindrischen Stangenabschnitts.

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

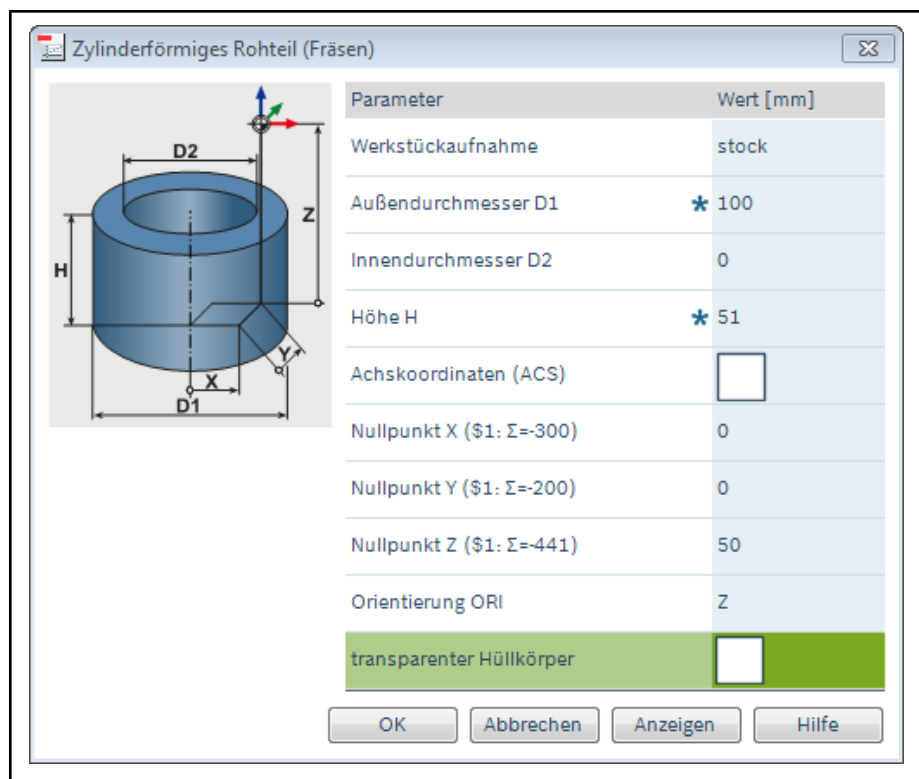


Abb. 6-6: Dialog "Zylindrisches Rohteil (Fräsen)"

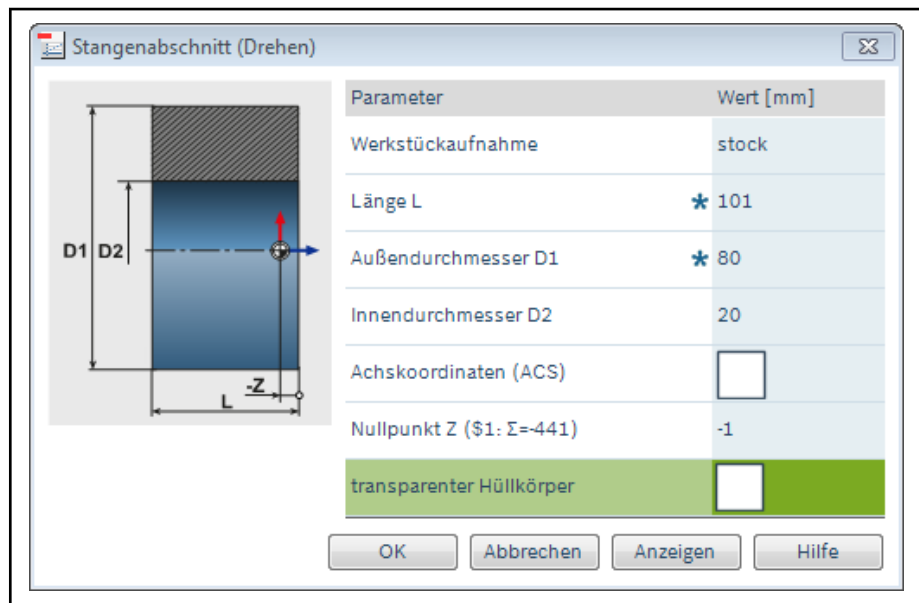


Abb. 6-7: Dialog "Stangenabschnitt (Drehen)"

Mit dem ersten Parameter "Werkstückaufnahme" wird über den Namen des Werkstückknotens im Maschinenmodell festgelegt, wo das neue Rohteil angelegt werden soll.

Es folgen die jeweiligen Abmessungen.

Die Checkbox "Achskoordinaten (ACS)" bestimmt, ob zu den nachfolgenden Parametern, den Nullpunkten, die im Kanal wirkende Summe der Nullpunktverschiebungen intern hinzugefügt werden sollen. Die Summe in den Achsen wird in den Parameterbezeichnungen nach dem Summenzeichen zur Information angezeigt.

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

Wird "transparenter Hüllkörper" angehakt, dann erscheint das Rohteil als Kantenmodell ohne Kollisionsüberprüfung und ohne möglichen Materialabtrag. Es wird automatisch die Toolpath-Darstellung aktiviert. Verwenden Sie diese Einstellung für komplexere Werkstücke, für die Sie nicht über ein CAD-Modell verfügen.

Die Taste <Anzeigen> stellt das neue Rohteil zur Überprüfung der Eingaben blinkend dar. Dabei wird der Dialog in einen nichtmodalen gewandelt, um die Bedienung der Simulation zu ermöglichen.

Die Taste <Hilfe> öffnet das Hilfefkapitel zu allen Funktionen der Menüebene "Extras", wo Sie den Eingabedialog für das Rohteil finden.



Falls in den Optionen die Definition mehrerer Werkstücke je Aufnahme erlaubt ist, dann führt die Definition zum Ersetzen des bisherigen Werkstücks, andernfalls zum Hinzufügen zu den bestehenden Werkstücken. Entfernen Sie in letzterem Falle zuvor mit der Funktion "Rohteil zurücksetzen" das Werkstück, wenn das Ersetzen beabsichtigt ist.

Import

Mit <F5> "Import..." kann ein CAD-Modell für verschiedene Ziele importiert werden.

Zunächst wird ein Dateiauswahldialog gezeigt, in dem die Quelldatei zu selektieren ist. Diese kann sowohl im MTX Dateisystem als auch im Dateisystem des lokalen PCs gespeichert sein.

So wechseln Sie in der Dateiauswahl zum Öffnen vom lokalen PC zum MTX Dateisystem:

1. In der Auswahlliste für den Dateityp (rechts unten) selektieren Sie den letzten Eintrag "Wechsel zum MTX Filesystem (*.*)".
2. Klicken Sie eine beliebige Datei an und drücken Sie <Öffnen>.

Der Dateiauswahldialog wird geschlossen und es erscheint der Dateiauswahldialog der MTX.

So wechseln Sie in der Dateiauswahl zum Öffnen vom MTX Dateisystem zum lokalen PC:

1. In der Auswahlliste "Dateityp" selektieren Sie den letzten Eintrag "Wechsel zum lokalen PC (*.*)".
2. Drücken Sie <Abbrechen> oder klicken Sie alternativ eine beliebige Datei an und drücken Sie <Öffnen>.

Der Dateiauswahldialog wird geschlossen und es erscheint der Dateiauswahldialog zum Dateisystem des lokalen PCs.

Nach <OK> wird das zu importierende Modell blinkend in einer Ausgangslage an der Werkstückaufnahme angezeigt. Zusätzlich wird ein Dialog eingeblendet in horizontaler oder vertikaler Anordnung, in dem Sie den Importvorgang steuern können:

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

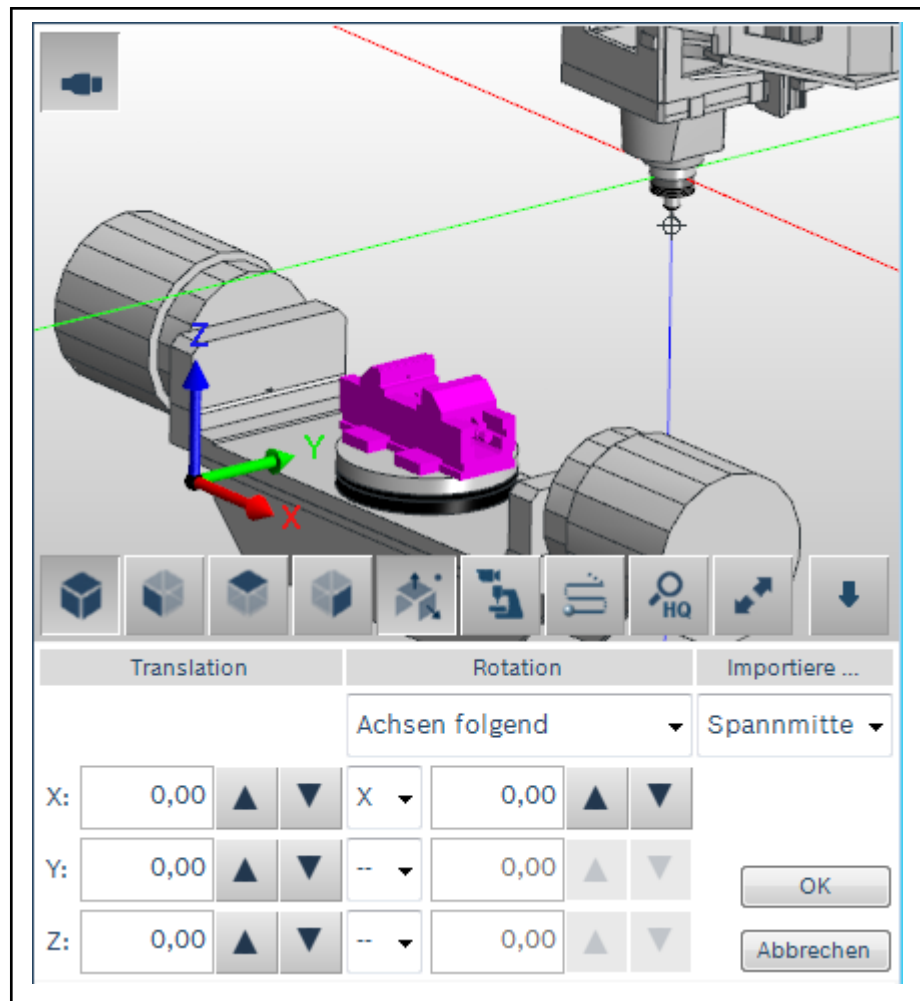


Abb. 6-8: Import (Dialog in horizontaler Anordnung)

- Unterhalb des Labels "Importiere..." wird das Importziel festgelegt. Es stehen zur Auswahl:
 - Rohteil
 - Fertigteil
 - Spannmittel
 - Zeichnung
 - Export

Spannmittel und Zeichnungen werden immer zu den evtl. schon bestehenden hinzugefügt, Rohteile in Abhängigkeit von den Optionen. Eine Fertigteilgeometrie wird gegen die evtl. vorhandene ersetzt.

Beim Export wird das importierte Modell als Datei herausgeschrieben, wofür im Anschluss ein Dateiauswahldialog folgt. Sie können diese Funktion verwenden, wenn ein gegebenes CAD-Modell durch Drehen oder Verschieben anzupassen ist.

Besitzt das Maschinenmodell mehr als eine Werkstückaufnahme, dann befindet sich unter der letztgenannten Auswahlliste eine weitere zur Auswahl der Werkstückaufnahme, wohin der Import erfolgen soll.

- "Translation": Verschieben Sie das importierte Modell in X, Y oder Z.

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge

- "Rotation": Drehen Sie das Modell um die kartesischen Achsen in bis zu drei Einzelschritten. Jede Folgedrehung kann dabei um raumfeste Achsen oder um die aus der Vorgängerdrehung resultierenden Achsen erfolgen ("Achsen folgend").

Mit den Auswahllisten vor den Drehwinkeln geben Sie die Rotationsachse an.

- <OK> führt den Import aus und schließt den Importdialog.
- <Abbrechen> verlässt den Import ohne Aktion.

Export <F6> "Export..." schreibt die aktuelle Werkstückgeometrie in eine Datei, Hüllkörper ausgenommen. Besteht das Spannmittel oder die Zeichnung aus mehreren Teilen, dann kann auch das Spannmittel/die Zeichnung in einer Datei exportiert werden.

Verfügt das Maschinenmodell über mehrere, nicht leere Werkstückaufnahmen, dann folgt zunächst ein Dialog zur Auswahl der Werkstückaufnahme, worauf sich der Export beziehen soll.

In einem Dateiauswahldialog wählen Sie die Zielformatdatei für den Export aus.

So wechseln Sie in der Dateiauswahl zum Speichern-unter vom lokalen PC zum MTX Dateisystem:

1. In der Auswahlliste für den Dateityp (rechts unten) selektieren Sie den letzten Eintrag "Wechsel zum MTX Filesystem (*.*)".
2. Klicken Sie eine beliebige Datei an und drücken Sie <Speichern>.
3. Die sich anschließende Abfrage, ob Sie die Datei ersetzen möchten, bestätigen Sie mit <Ja> (Die Entscheidung wird nicht ausgeführt).

Stattdessen wird der Dateiauswahldialog geschlossen und es erscheint der Dateiauswahldialog der MTX.

So wechseln sie in der Dateiauswahl zum Speichern-unter vom MTX Dateisystem zum lokalen PC:

1. In der Auswahlliste "Dateityp" selektieren Sie den letzten Eintrag "Wechsel zum lokalen PC (*.*)".
2. Drücken Sie <Abbrechen> oder klicken Sie alternativ eine beliebige Datei an und drücken Sie <Speichern>.
3. Falls im vorherigen Schritt <Speichern> betätigt wurde, dann schließt sich eine Abfrage an, ob Sie die Datei ersetzen möchten, und diese bestätigen Sie mit <Ja> (Die Entscheidung wird nicht ausgeführt).

Der Dateiauswahldialog wird geschlossen und es erscheint der Dateiauswahldialog zum Dateisystem des lokalen PCs.

Optionen <F8> "Optionen" erlaubt es, die aktuellen Optionen/Einstellungen der Simulation in einem Texteditor anzuzeigen und zu verändern.

Dazu erscheint eine Abfrage "Möchten Sie die Optionen im Editor öffnen und ggf. ändern? <Ja>/<Nein>". Bei Zustimmung startet ein Texteditor (Notepad+, falls installiert, oder Windows Wordpad).

Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge



Die im Editor geöffnete XML-Datei ist eine temporäre Datei. Wenn durch Editieren die XML-Syntax verletzt wird, dann können die Einstellungen der Simulation nicht zerstört werden. Gelöschte Einstellungen oder falsch formatierte Einstellungen werden auf Standardwerte zurückgesetzt. Formatfehler oder Wertebereichsüberschreitungen können zu Datenverlust führen. Nach einem solchen Fall führen Sie bitte den Download der Visualisierungsdaten erneut durch (IndraWorks Engineering, Kontextmenü des Knotens zum Visualisierungsgerät).

Weiterführende Informationen zum Dateiaufbau und zur Konfiguration der Simulation finden Sie unter [Kap. 10 "Konfiguration" auf Seite 81](#).

Nach Speichern der Änderungen und ggf. Schließen des Editors ist die Box "Optionen übernehmen? <Ja>/<Nein>" entsprechend zu beantworten. Bei <Ja> werden die Optionen übernommen.

Um die Änderungen auch in das Visualisierungsprojekt zu übernehmen, muss in IndraWorks Engineering auf dem Knoten des Visualisierungsgeräts die Funktion "Änderungen von der Bedienstation holen" ausgeführt werden.

zurück <F9> "zurück" zeigt die F-Tasten-Hauptebene des NC-Bildschirms an.

7 Shortcuts

Shortcuts der Simulation



Die Shortcuts der Simulation wirken nur, wenn der Fokus auf dem Simulationscontrol liegt.

Shortcuts	Funktion der Simulation
<C>	Verbindung mit der NC herstellen
<N>	Neues Rohteil als Halbzeug definieren: • Fräsen, generative Verfahren: quaderförmiges Roh- teil • Stanzen: Blech • Drehen: Stangenabschnitt
+	Vergrößern
-	Verkleinern
0	bildfüllend
<Entf>	Rohteil zurücksetzen
<Esc>	Abbrechen des Imports und anderer Dialoge, Leeren des Ausgabefensters
<Cursortaste>	Verschieben des Bildausschnitts, erkennbar am Symbol 
<Shift>+<Cursortaste>	Drehen der Kameraposition, erkennbar am Symbol 
<Ctrl>+<C>	Kopieren der Transformationsmatrix (4x4) in der Syntax der Maschinendefinition in die Zwischenablage. Anwendbar im Importdialog bei Fokus auf einem Eingabeelement.
<Shift>+<F10>	Anzeige des Kontextmenüs für die Aufzeichnung der Simu- lation. Nur im Debugmode verfügbar.
<linke Maustaste>	Drehen der Kameraposition bei Mausbewegung mit ge- drückter linker Taste
<rechte Maustaste>	Verschieben des Bildausschnitts bei Mausbewegung mit gedrückter rechter Taste. Im Debugmode erscheint nach kleiner Verzögerung die Menüauswahl zur Steuerung der Recorderaufzeichnung.
<Mausrad>	Nach oben vergrößert, nach unten verkleinert das Bild zentral zur Mausposition.

Tab. 7-1: Shortcuts - Funktionen der Simulation

8 Aufzeichnungen aufnehmen und abspielen

Zielstellung	Der in der Simulation enthaltene Recorder erlaubt es, Bewegungs- und Bedienabläufe aufzuzeichnen. Mit einem Player kann die Szene zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt und (ggf. außerhalb der IndraWorks-Installation) abgespielt werden. Der Recorder ist ein Werkzeug für Präsentationen sowie zum Testen und Reproduzieren von Fehlern. In jeder Aufzeichnung sind alle relevanten Dateien für die Simulation enthalten, was das Handling besonders einfach macht.
Aufzeichnung mit der Simulation herstellen	Um eine Aufzeichnung zu bekommen gehen Sie wie folgt vor: 1. Aktivieren Sie den Debug-Mode in den Optionen, Unterstruktur <i>Optimizing</i>. Siehe Kap. 6 "Bedienung mit Tasten und zugehörige Dialoge" auf Seite 21, Menü "Extras" - <F8> "Optionen". Hinweise zum XML-Tag finden Sie unter Kap. "Optimierung" auf Seite 113. 2. Aktivieren Sie das Kontextmenü der Darstellungsfläche der Simulation und betätigen Sie "Aufnahme starten". 3. Simulieren Sie den aufzuzeichnenden Ablauf und aktivieren dann erneut das Kontextmenü. Jetzt "Aufnahme abschließen" betätigen. 4. Es erscheint ein Dateiauswahldialog, indem die soeben angelegte Aufzeichnungsdatei (Extension ".rec") selektiert ist. Sie können die Datei jetzt umbenennen oder kopieren. Betätigen Sie <Öffnen>, dann wird die Aufnahme sofort zur Wiedergabe mit dem Player geöffnet. Wenn keine sofortige Wiedergabe erfolgen soll, dann drücken Sie <Abbrechen>.
Bereitstellen der Laufzeitumgebung des Players	Falls die Wiedergabe nicht innerhalb der IndraWorks-Installation geschehen soll, können Sie alle erforderlichen Dateien durch Ausführen von <IndraWorks-Installationsverzeichnis> \\MTX.Simulation.TestApp.CreateRuntimeArchive.bat mit Administratorrechten ein mehrteiliges Archiv mit dem Namen C:\\Users\\<Benutzername>\\AppData\\Local\\Temp\\Rexroth\\IndraWorks\\MTX.Simulation.TestAppRuntime.zip.001 bis <n> erzeugen und am Ausführungsordner des Players entpacken.
Starten des Players	Wurde der Player nicht direkt im Anschluss einer Aufnahme gestartet, dann starten Sie die Applikation "MTX.Simulation.TestApp.exe" über die Funktion "Simulation Player" im Windows-Startmenü (über "Alle Programme ▶ Rexroth ▶ IndraWorks_xx.yy.zzz.a ▶ MTX Tools ▶ Simulation Player").

Aufzeichnungen aufnehmen und abspielen

Layout des Players

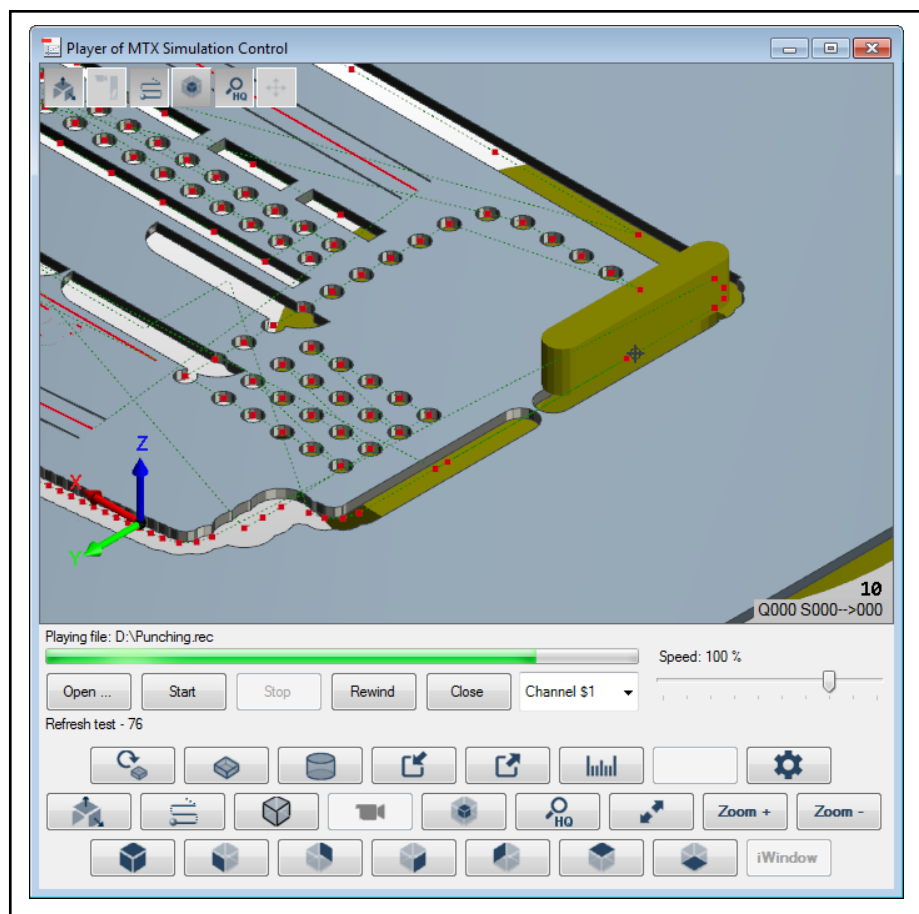


Abb. 8-1: Player der Simulation

Bedienen des Players

- <Open...> bringt einen Dateidialog zur Anzeige, in dem die Aufzeichnungsdatei ausgewählt und geöffnet wird
- <Start> startet die Animation
- <Stop> unterbricht die Animation
- <Rewind> setzt die Wiedergabe auf Anfang
- <Close> schließt den Player
- Die Auswahlliste mit "Channel \$..." entspricht der Wahl des aktiven Kanals in IndraWorks Operation
- Mit "Speed" können Sie die Animation beschleunigen bzw. verlangsamen
- Die übrigen Bedientasten entsprechen den bekannten Bedientasten aus der Simulation



Es ist nicht möglich, eine Aufzeichnung durch Nutzereingaben zu verändern.

Werden die Optionen im Player geändert, dann gilt die Änderung bis zum nächsten Öffnen einer Aufzeichnung.

Werden Rohteil, Toolpath usw. verändert, dann gilt die Änderung bis zum Zurücksetzen auf Anfang durch <Rewind>.

9 Programmanweisungen zur Simulation

9.1 Allgemeines zu Programmanweisungen für die Simulation

Funktionsumfang	Die Anweisungen für die Simulation sind Zyklenunterprogramme, die die Simulation mit Informationen über die Grafik versorgen. Sie können sowohl in NC-Programme eingefügt als auch über die Handeingabe (MDI) genutzt werden. Mit den Zyklen werden folgende Funktionen abgedeckt: • Definition/Import von Rohteilen und anderen Geometriearten • Handling von Geometrien wie z. B. Löschen oder Erneuern • Werkzeugbeschreibungen
Werkzeugbeschreibung	Die Nutzung von Werkzeugbeschreibungen bildet eine mögliche Alternative zur Werkzeuggrafik, die sich auf den Informationen aus der MTX Werkzeugverwaltung stützt. Werkzeugbeschreibungen können Sie verwenden, • wenn grundsätzlich kein Werkzeugmanagement genutzt wird. Die Werkzeugkompensation erfolgt über D-Korrekturen • wenn z. B. bei der Programmerstellung noch keine passende Werkzeugliste DBT1 vorliegt • wenn das Werkzeugmanagement noch nicht vollständig und funktionsfähig projektiert ist (Hilfsmittel für die Inbetriebnahme der Simulation) Werkzeugbeschreibungen sind für einfache Bohr- und Fräswerkzeuge realisiert. Dabei wird in der Regel nur der Schneidenteil maßlich definiert. Die Simulation ergänzt wenn möglich den Schaft, das Futterteil und den Halter.
Eingabemasken	Für die Anweisungen stehen Zyklenmasken im NC-Editor bereit, die unter der Bedienfolge <F5> "Eingabeunterstützung" --> <F5> "Anweisung für Simulation" zum Einfügen bereitstehen. Die Korrektur ist mit <F3> "Korrektur NC-Zyklus" möglich.

9.2 STOCK/BLOCK Quaderförmiges Rohteil (Fräsen)

Syntax	STOCK("BLOCK",<L>,<W>,<H>,<X>,<Y>,<Z>,<V>)
Kurzbeschreibung	Es wird eine neues quaderförmiges Rohteil an der selektierten Werkstückaufnahme erzeugt bzw. hinzugefügt. Es ist für die Bearbeitungssimulation prismatischer Teile vorgesehen.

Programmanweisungen zur Simulation

Übersichtsbild

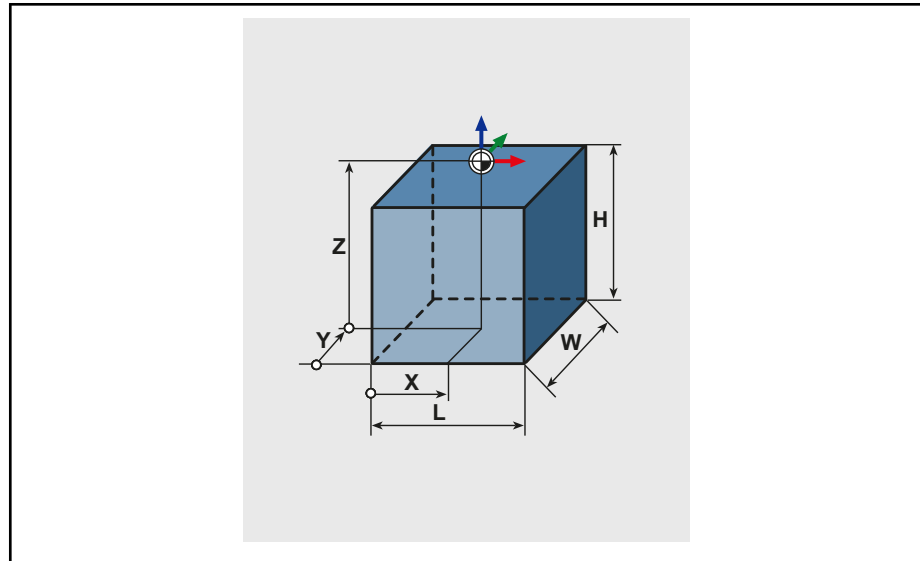


Abb. 9-1: Anweisung STOCK/BLOCK Quaderförmiges Rohteil

Parameter

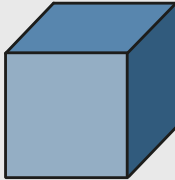
Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
L	Länge	Pflicht	>0	
W	Breite	Pflicht	>0	
H	Höhe	Pflicht	>0	
X	Nullpunkt in X	optional	inkremental	0
Y	Nullpunkt in Y	optional	inkremental	0
Z	Nullpunkt in Z	optional	inkremental	0
V	Modellierung	optional		0

Tab. 9-1: Aufruf Parameter

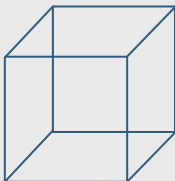
Programmanweisungen zur Simulation

V	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper

V=0



V=1



Tab. 9-2: Bedeutung des Parameters V - Modellierung

Beschreibung**L Länge**

Definiert die X-Ausdehnung des Quaders.

W Breite

Definiert die Y-Ausdehnung des Quaders.

H Höhe

Definiert die Z-Ausdehnung des Quaders.

X, Y, Z Nullpunkt

Legt die Entfernung des aktuellen Werkstücknullpunktes von der linken vorderen und unteren Ecke fest.

V Modellierung

Bestimmt, ob ein Volumenmodell zur Abtragsimulation oder ein Hüllkörper zu zeichnen ist. Letzter ist eine Alternative zum Import eines CAD-Modells bei einer komplexen Geometrie.

Besonderheiten Die Parameter sind adresslose Stellungsparameter.

Ablauf / Abarbeitung Das Werkstück wird passend zum zuvor aktivierten Werkstücknullpunkt dargestellt. Der Toolpath wird gelöscht.

Beispiel Quader in Volumendarstellung mit Länge 100, Breite 70 und Höhe 30. Der Werkstücknullpunkt (G54) soll in der Mitte der Oberseite liegen.

Programm:

```
N10 G54 STOCK("BLOCK",100,70,30,50,35,30)
```

9.3 STOCK/CYLINDER Zylinderförmiges Rohteil (Fräsen)

Syntax STOCK("CYLINDER",<D1>,<D2>,<H>,<X>,<Y>,<Z>,<V>)

Programmanweisungen zur Simulation

Kurzbeschreibung Es wird ein neues zylinderförmiges Rohteil, optional mit durchgängiger Innenbohrung, an der selektierten Werkstückaufnahme erzeugt bzw. hinzugefügt. Es ist für die Bearbeitungssimulation auf Fräsmaschinen vorgesehen.

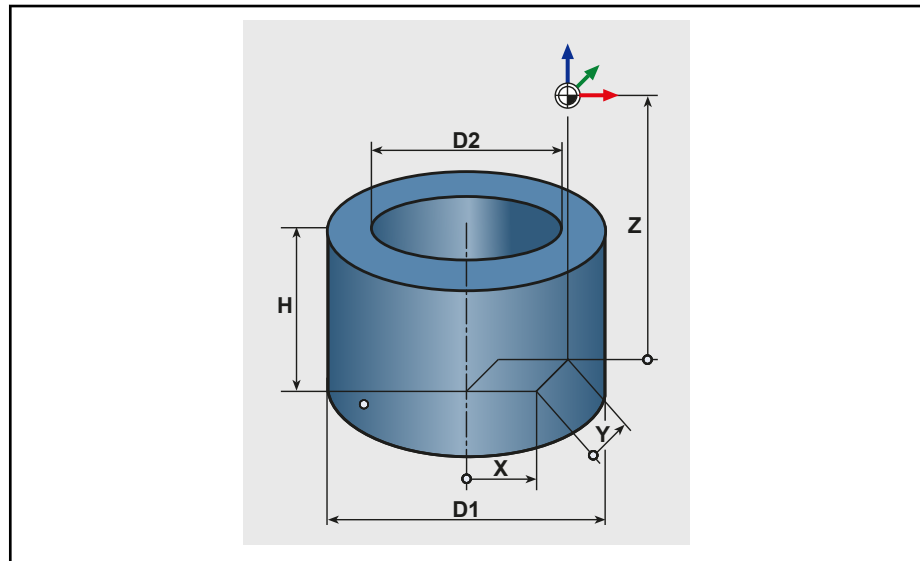
Übersichtsbild

Abb. 9-2: Anweisung STOCK/CYLINDER Zylinderförmiges Rohteil

Parameter

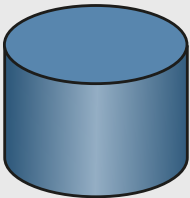
Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
D1	Außendurchmesser	Pflicht	>0	
D2	Innendurchmesser	optional	>=0	0
H	Höhe	Pflicht	>0	
X	Nullpunkt in X	optional	inkremental	0
Y	Nullpunkt in Y	optional	inkremental	0
Z	Nullpunkt in Z	optional	inkremental	0
V	Modellierung und Orientierung	optional		0

Tab. 9-3: Aufruf Parameter

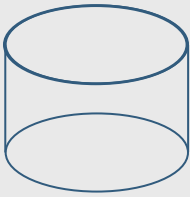
Programmanweisungen zur Simulation

V Einerstelle	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper

V=x0



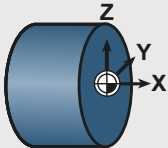
V=x1



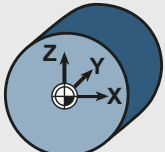
Tab. 9-4: Bedeutung der Einerstelle des Parameters V - Modellierung

V Zehnerstelle	Wirkung
0	Mittelachse Z-parallel
1	Mittelachse Y-parallel
2	Mittelachse X-parallel

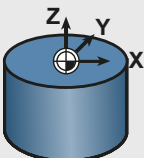
V=2x



V=1x



V=0x



Tab. 9-5: Bedeutung der Zehnerstelle des Parameters V - Orientierung

Beschreibung

D1 Außendurchmesser

Definiert den Außendurchmesser des Zylinders.

D2 Innendurchmesser

Definiert bei Werten größer 0 das Vorhandensein einer durchgängigen Innenbohrung.

Programmanweisungen zur Simulation

H Höhe

Definiert die Höhe des Quaders.

X, Y, Z Nullpunkt

Legt die Entfernung des aktuellen Werkstücknullpunktes vom Mittelpunkt der linken, vorderen bzw. unteren Grundfläche fest.

V Modellierung und Orientierung

Die Einerstelle bestimmt, ob ein Volumenmodell zur Abtragsimulation oder ein Hüllkörper zu zeichnen ist. Letzter ist eine Alternative zum Import eines CAD-Modells bei einer komplexen Geometrie.

Die Zehnerstelle beeinflusst die Orientierung der Mittelachse.

Besonderheiten

Die Parameter sind adresslose Stellungsparameter.

Ablauf / Abarbeitung

Das Werkstück wird passend zum zuvor aktivierten Werkstücknullpunkt dargestellt. Der Toolpath wird gelöscht.

Beispiel

Hohlzylinder in Volumendarstellung mit Durchmesser 100, Innendurchmesser 40 und Höhe 30. Die Mittellinie soll parallel Y liegen. Der Werkstücknullpunkt (G54.2) soll in der Mitte Y-positiven Oberseite liegen.

Programm:

```
N10 G54.2 STOCK("CYLINDER",100,40,30,,30)
```

9.4 STOCK/BAR Stangenabschnitt (Drehen)

Syntax STOCK("BAR",<L>,<D1>,<D2>,<Z>,<V>)

oder

STOCK(<L>,<D1>,<D2>,<Z>,<V>)

Kurzbeschreibung

Es wird eine neues zylinderförmiges Rohteil, wahlweise mit Innenbohrung, an der selektierten Werkstückaufnahme erzeugt bzw. hinzugefügt. Es ist für die Drehbearbeitung vorgesehen.

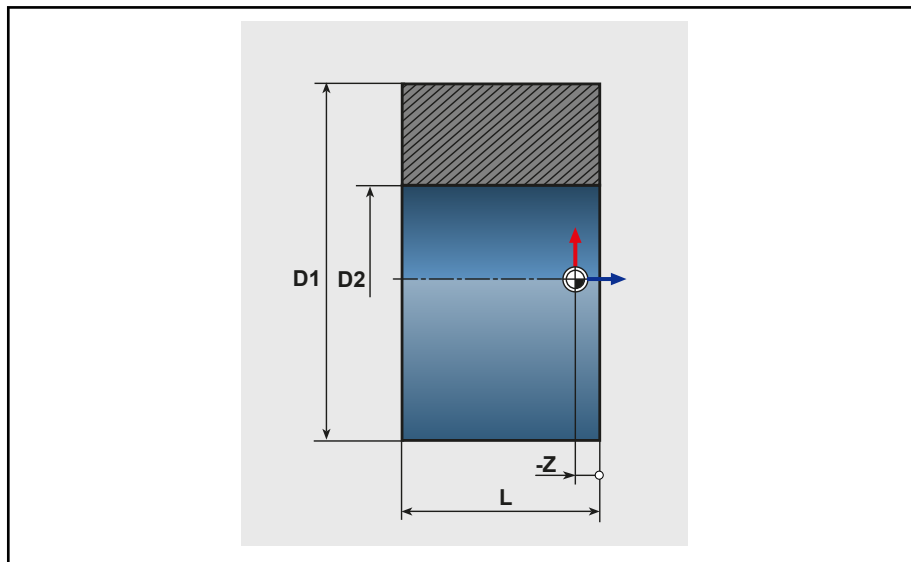
Übersichtsbild

Abb. 9-3: Anweisung STOCK/BAR Stangenabschnitt

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
L	Länge	Pflicht	>0	

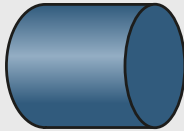
Programmanweisungen zur Simulation

D1	Außendurchmesser	Pflicht	>0	
D2	Innendurchmesser	optional	>=0	0
Z	Nullpunkt in Z	optional	inkremental	0
V	Modellierung	optional		0

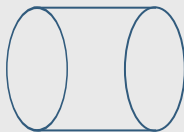
Tab. 9-6: Aufruf Parameter

V Modellierung	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper

V=0



V=1



Tab. 9-7: Bedeutung der Einerstelle des Parameters V - Modellierung

Beschreibung

L Länge

Definiert die Z-Ausdehnung.

D1 Außendurchmesser

Definiert den Außendurchmesser.

D2 Innendurchmesser

Definiert bei Werten größer 0 das Vorhandensein einer durchgängigen Innenbohrung.

Z Nullpunktverschiebung

Legt die Entfernung des aktuellen Werkstücknullpunktes von der rechten Begrenzungsfläche fest (in der Regel negativ).

V Modellierung

Bestimmt, ob ein Volumenmodell zur Abtragsimulation oder ein Hüllkörper zu zeichnen ist. Letzter ist eine Alternative zum Import eines CAD-Modells bei einer komplexen Geometrie.

Besonderheiten

Die Parameter sind adresslose Stellungsparameter.

Ablauf / Abarbeitung

Das Werkstück wird passend zum zuvor aktivierten Werkstücknullpunkt dargestellt. Der Toolpath wird gelöscht.

Programmanweisungen zur Simulation

Beispiel

Stangenabschnitt in Volumendarstellung mit Außendurchmesser 60 und Länge 102. Der Werkstücknullpunkt (G54.3) soll 2 mm links der rechten Stirnfläche liegen.

Programm:

N10 G54.3 STOCK("BAR",102,60,,,-2)

9.5

STOCK/POLYGON Mehrkant (Drehen)

Syntax

STOCK("POLYGON",<L>,<D>,<N>,<Z>,<OA>,<V>)

Kurzbeschreibung

Es wird eine neues Rohteil als Mehrkant an der selektierten Werkstückaufnahme erzeugt bzw. hinzugefügt. Es ist für die Drehbearbeitung vorgesehen.

Übersichtsbild

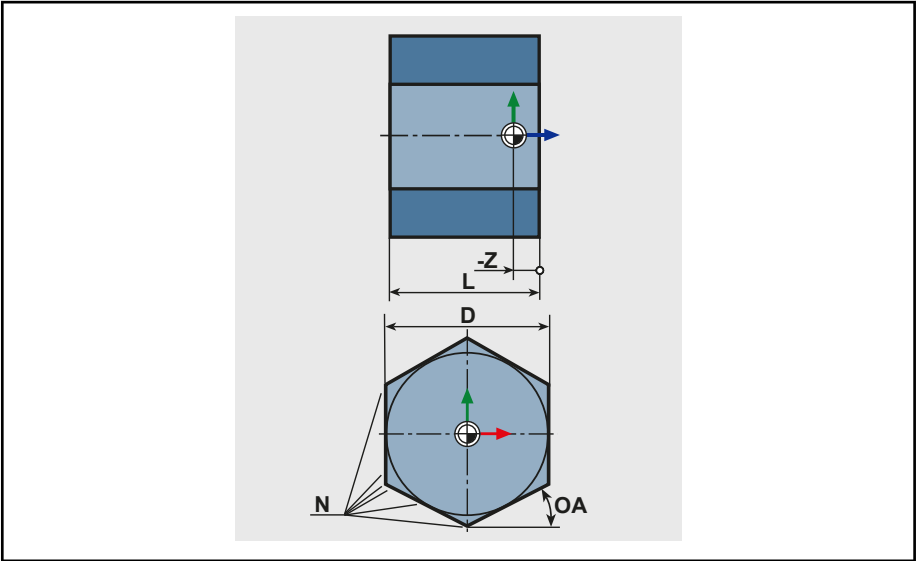


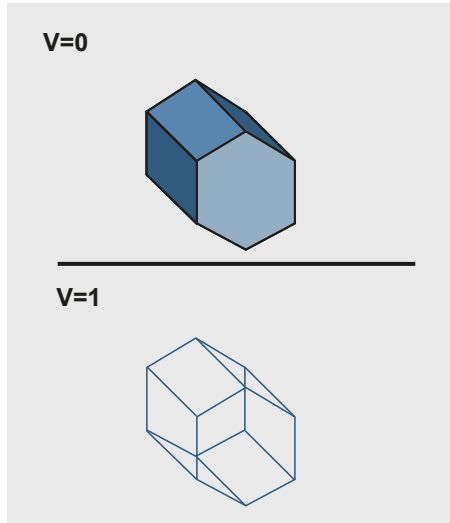
Abb. 9-4: Anweisung STOCK/POLYGON Mehrkant

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
L	Länge	Pflicht	>0	
D	Durchmesser (Schlüsselweite)	Pflicht	>0	
N	Anzahl Kanten	Pflicht	>2	
Z	Nullpunkt in Z	optional	inkremental	0
OA	Orientierungswinkel	optional	Grad	0
V	Modellierung	optional		0

Tab. 9-8: Aufruf Parameter

Programmanweisungen zur Simulation

V Modellierung	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper
 The diagram illustrates the effect of the parameter V on the visualization of a hexagonal prism. At the top, labeled 'V=0', a solid blue hexagonal prism is shown. Below it, a horizontal line separates the two states. At the bottom, labeled 'V=1', the same hexagonal prism is shown as a wireframe model, with all edges visible in blue.	

Tab. 9-9: Bedeutung des Parameters V - Modellierung

Beschreibung

L Länge

Definiert die Z-Ausdehnung.

D Durchmesser

Definiert den Durchmesser als Schlüsselweite.

N Anzahl Kanten

Definiert die Anzahl Kanten.

Z Nullpunkt

Legt die Entfernung des aktuellen Werkstücknullpunktes von der rechten Begrenzungsfläche fest (in der Regel negativ).

OA Orientierungswinkel

Legt den Winkelversatz einer Profilkante im Drehwinkel C fest.

V Modellierung

Bestimmt, ob ein Volumenmodell zur Abtragsimulation oder ein Hüllkörper zu zeichnen ist. Letzter ist eine Alternative zum Import eines CAD-Modells bei einer komplexen Geometrie.

Besonderheiten

Die Parameter sind adresslose Stellungparameter.

Ablauf / Abarbeitung

Das Werkstück wird passend zum zuvor aktivierten Werkstücknullpunkt dargestellt. Der Toolpath wird gelöscht.

Beispiel

Sechskant in Volumendarstellung mit Durchmesser 60 und Länge 82. Der Werkstücknullpunkt (G54.4) soll 2 mm links der rechten Begrenzung liegen. Am Winkel C90 soll eine Profilecke liegen.

Programm:

N10 G54.4 STOCK("POLYGON",82,60,6,-2,30)

9.6 STOCK/SHEET Blech (Stanzen)

Syntax

STOCK("SHEET",<L>,<W>,<H>,<X>,<Y>,,<V>)

Kurzbeschreibung

Es wird eine neues Rohteil als rechteckige Platte an der selektierten Werkstückaufnahme erzeugt bzw. hinzugefügt. Es ist für die Bearbeitungssimulation der Blechbearbeitung auf Werkzeugmaschinen ohne Z-Achse vorgesehen (z. B. Stanzen).

Übersichtsbild

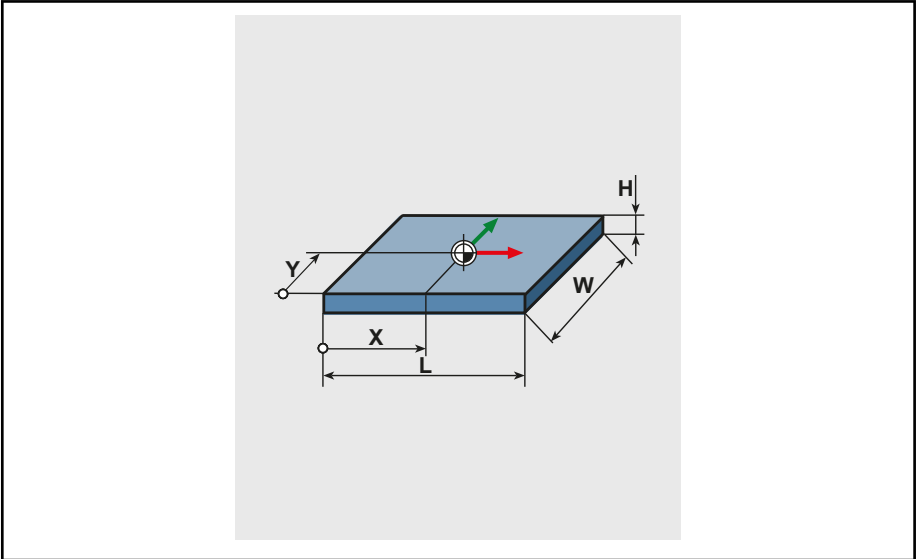


Abb. 9-5: Anweisung STOCK/SHEET Blech

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
L	Länge	Pflicht	>0	
W	Breite	Pflicht	>0	
H	Dicke	Pflicht	>0	
X	Nullpunkt in X	optional	inkremental	0
Y	Nullpunkt in Y	optional	inkremental	0
V	Modellierung	optional		0

Tab. 9-10: Aufruf Parameter

Programmanweisungen zur Simulation

V	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper

V=0



V=1



Tab. 9-11: Bedeutung des Parameters V - Modellierung

Beschreibung

L Länge

Definiert die X-Ausdehnung des Bleches.

W Breite

Definiert die Y-Ausdehnung des Bleches.

H Dicke

Definiert die Dicke des Bleches.

X, Y Nullpunkt

Legt die Entfernung des aktuellen Werkstücknullpunktes von der linken vorderen Ecke fest.

V Modellierung

Bestimmt, ob ein Volumenmodell zur Abtragsimulation oder ein Hüllkörper zu zeichnen ist. Letzter ist eine Alternative zum Import eines CAD-Modells bei einer komplexen Geometrie.

Besonderheiten

Die Parameter sind adresslose Stellungsparameter.

Ablauf / Abarbeitung

Das Werkstück wird passend zum zuvor aktivierten Werkstücknullpunkt dargestellt. Der Toolpath wird gelöscht.

Beispiel

Platte in Volumendarstellung mit Länge 1000, Breite 500 und Dicke 2.5. Der Werkstücknullpunkt (G54.5) soll in der Mitte liegen.

Programm:

```
N10 G54.5 STOCK("SHEET",1000,500,2.5,500,250)
```

9.7 STOCKIMP Modell importieren

Syntax

STOCKIMP(P, TGT,X,Y,Z,RS,A1,A2,A3)

Kurzbeschreibung

Importiert ein CAD-Modell, das an einer Werkstückaufnahme angezeigt wird.

Programmanweisungen zur Simulation

Übersichtsbild

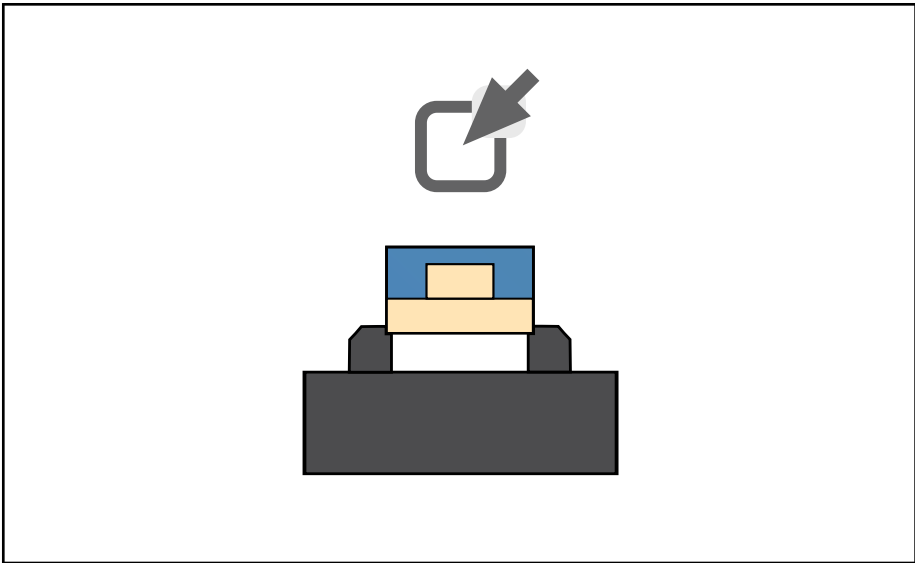


Abb. 9-6: Anweisung STOCKIMP Modell importieren

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
P	Name der Datei	Pflicht	maximal 255 Zeichen	
TGT	Importziel	optional		1
X	Translation X	optional	inkremental	0
Y	Translation Y	optional	inkremental	0
Z	Translation Z	optional	inkremental	0
RB	Lage der Rotationsachsen	optional		1
RS	Reihenfolge der Rotationsachsen	optional	maximal 3 Zeichen	ZYZ
A1	Drehwinkel erste Rotation	optional	Grad	0
A2	Drehwinkel zweite Rotation	optional	Grad	0
A3	Drehwinkel dritte Rotation	optional	Grad	0

Tab. 9-12: Aufruf Parameter

TGT	Wirkung
1	Importiert ein Rohteil.
2	Importiert ein Fertigteil.
3	Importiert ein Spannmittel.
4	Importiert eine Zeichnung.

Tab. 9-13: Bedeutung des Parameters TGT - Importziel

Programmanweisungen zur Simulation

RB	Wirkung
1	raumfest Die Rotationsachsen behalten ihre Ausgangslage bei.
2	folgend Die Rotationsachsen rotieren synchron mit dem Modell.

Tab. 9-14: Bedeutung des Parameters RB - Lage der Rotationsachsen

Beschreibung

P Name der Datei

Die Extension ".stl" kann weggelassen werden. Es können Pfadnamen des lokalen PCs als auch Pfadnamen des MTX Dateisystems eingesetzt werden.

Wird nur ein Dateiname ohne Pfad angegeben, dann wird die Datei nach der Suchstrategie für Unterprogramme gesucht, beginnend beim Ordner des Hauptprogramms.



Alternativ zu einer Datei können mit dem Parameter P auch Definitionen generisch zu erzeugender Geometrien übergeben werden. Die Syntax hierzu wird im Kapitel [Kap. 10.2 "Einführung in die Erzeugung der Werkzeuggrafik"](#) auf Seite 84 angezeigt.

TGT Importziel

Bestimmt die Art der Verwendung des Modells.

X, Y, Z Translation

Legt eine Verschiebung des Koordinatenursprungs des importierten Modells fest.

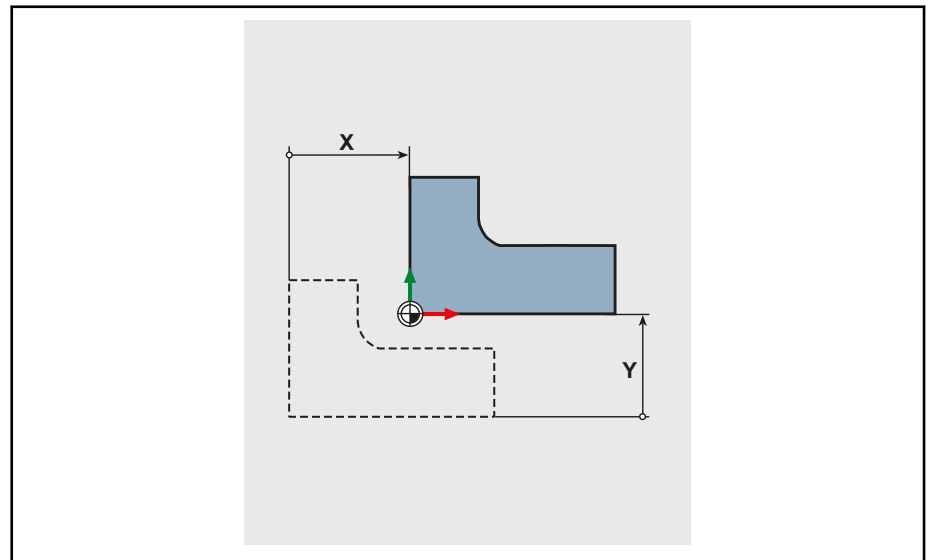


Abb. 9-7: Translation in X und Y. Die Ziellage ist farbig dargestellt.

RB Lage der Rotationsachsen

Bestimmt, ob sich Folgedrehungen auf die Ausgangslage der Rotationsachsen beziehen.

RS Reihenfolge der Rotationsachsen

Programmanweisungen zur Simulation

Legt die Rotationsachsen fest, die nacheinander, vom ersten Zeichen des Parameters RS beginnend, bei jeder Drehung verwendet werden sollen. Es sind nur die Zeichen X, Y und Z erlaubt.

A1, A2, A3 Drehwinkel

Drehwinkel für die erste, zweite und dritte Rotation, korrespondierend mit RS.

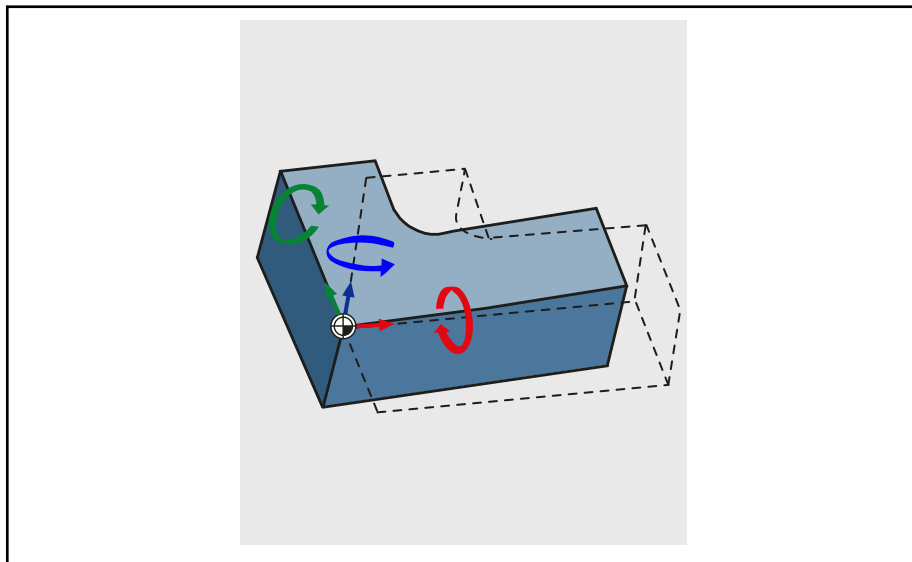


Abb. 9-8:

Besonderheiten	Die Parameter haben Adressen.
Ablauf / Abarbeitung	Das Modell wird passend zum zuvor aktivierten Werkstücknullpunkt dargestellt. Bei Import als Werkstück wird der Toolpath gelöscht.
Beispiel	Das Modell "finalwp.stl", das im Ordner des Hauptprogramms liegt, soll als Fertigmodell importiert werden. Dazu sind je eine Drehung um die raumfesten Achsen X mit 180° und Z mit 90° auszuführen. Um das Modell in die korrekte Position relativ zum Werkstücknullpunkt (G55) zu bringen, ist zusätzlich eine Verschiebung um Y-55 erforderlich.

Programm:

```
N10 G55 STOCKIMP(P finalwp, TGT2, Y-55, RS XZ, A1 180, A2 90)
```

9.8 STOCK/REMOVE Werkstücke/Modelle entfernen

Syntax	STOCK("REMOVE",<TGT> oder STOCK()
Kurzbeschreibung	Entfernt ein Werkstück oder eine andere Geometrie von der selektierten Werkstückaufnahme.

Programmanweisungen zur Simulation

Übersichtsbild

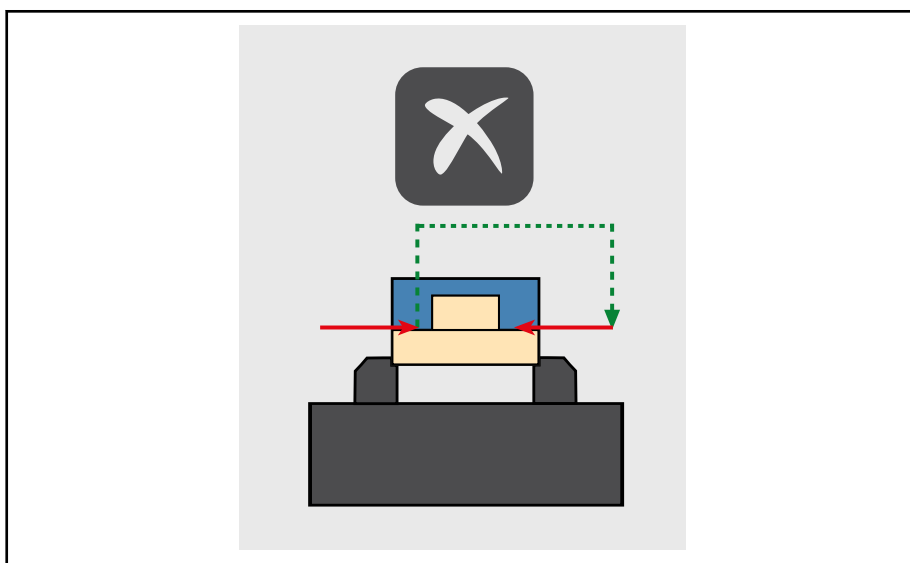


Abb. 9-9: Anweisung STOCK/REMOVE Werkstücke/Modelle entfernen

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
TGT	zu entfernende Geometrie	optional		0

Tab. 9-15: Aufruf Parameter

TGT	Wirkung
0	komplett Entfernt alle Geometrien von allen Werkstückaufnahmen.
1	Entfernt Werkstück/Rohteil und Toolpath von der selektierten Werkstückaufnahme.
2	Entfernt das Fertigteil von der selektierten Werkstückaufnahme.
3	Entfernt das Spannmittel von der selektierten Werkstückaufnahme.
4	Entfernt die Zeichnung von der selektierten Werkstückaufnahme.
5	Entfernt den Toolpath von der selektierten Werkstückaufnahme.

Tab. 9-16: Bedeutung des Parameters TGT - zu entfernende Geometrie

Beschreibung

TGT zu entfernende Geometrie

Beim Standardwert TGT=0 kann die gesamte Parameterliste entfallen.

Besonderheiten

Der Parameter ist adresslos.

Eine automatisch geladene Werkstückvorschau (TGT=0 bzw. 2) kann nicht gelöscht werden. Sie kann nur durch einen Import überschrieben oder über den Dialog "Rohteil zurücksetzen" (siehe "[Rohteil zurücksetzen](#)" auf Seite 26, Menüpunkt "entfernen inkl. Fertigteil, Spannmittel und Zeichnungen") entfernt werden.

Programmanweisungen zur Simulation

- Ablauf / Abarbeitung

Die ausgewählte Geometrie wird gelöscht.
- Beispiel

Es sind Werkstück, Toolpath und Fertigteil zu löschen.
- Programm:

```
N10 STOCK("REMOVE",1) ;removes workpiece and tool path
N20 STOCK("REMOVE",2) ;removes finished part
```

9.9 STOCK/RENEW Werkstück erneuern

- Syntax

STOCK("RENEW",<TN>)
- Kurzbeschreibung

Erneuert das Werkstück der betreffenden Werkstückaufnahme oder alle Werkstücke, indem es/sie durch die zuletzt definierte Rohteilgeometrie ersetzt wird/werden. Die Funktion löscht auch den Toolpath. Es ist dabei unerheblich, ob das Werkstück zuvor bearbeitet oder entfernt wurde.

Übersichtsbild

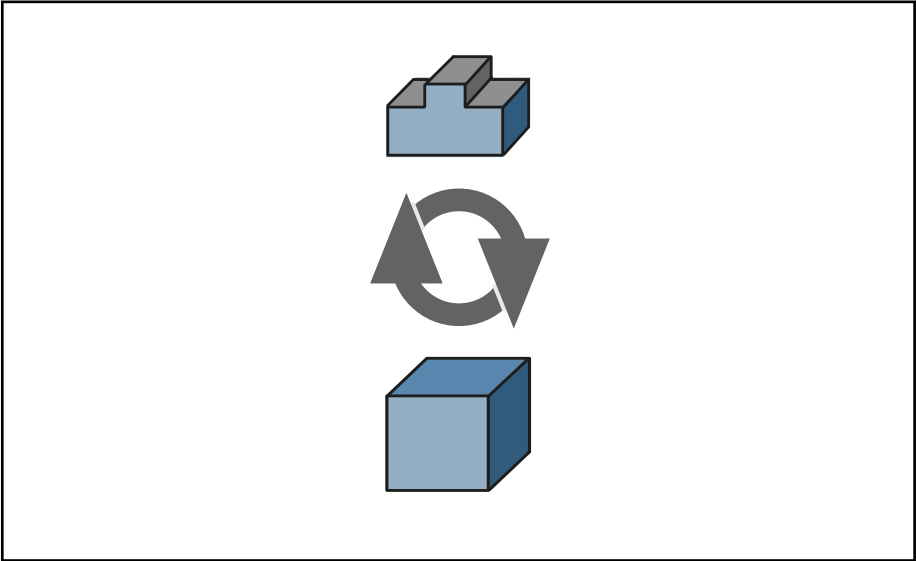


Abb. 9-10: Anweisung STOCK/RENEW Werkstück erneuern

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
TN	betreffende Werkstückaufnahme	optional		0

Tab. 9-17: Aufruf Parameter

TN	Wirkung
0	Erneuert alle Werkstücke.
1	Erneuert das Werkstück an der selektierten Werkstückaufnahme.

Tab. 9-18: Bedeutung des Parameters TN - betreffende Werkstückaufnahme

Beschreibung

TN betreffende Werkstückaufnahme

Legt fest, ob sich das Erneuern auf die selektierte Werkstückaufnahme oder alle beziehen soll.

Besonderheiten

Der Parameter ist adresslos.



Im Allgemeinen wird das selbe Ergebnis erzielt, wenn im Programm jedesmal ein neues Werkstück definiert wird, statt es zu erneuern. Bei komplexen, importierten Geometrien kann das Erneuern performanter sein.

Es gibt eine Einstellung in den Optionen der Simulation, die das Erneuern des Werkstückes/der Werkstücke, welche vom betreffenden Kanal bearbeitet wurden, automatisch beim Programmstart durchführt.

Ablauf / Abarbeitung

Die Werkstückgeometrie wird wie zuletzt definiert wiederhergestellt.

Beispiel

Es sind alle Werkstücke zu erneuern.

Programm:

```
N10 STOCK("RENEW")
```

9.10 STOCKSEL Werkstückaufnahme wählen

Syntax

STOCKSEL(<NAM>)

Kurzbeschreibung

Selektiert eine Werkstückaufnahme über ihren Namen. Alle darauf folgenden Aufrufe der Anweisungen STOCK und STOCKIMP im selben Kanal beziehen sich auf diese Werkstückaufnahme. Die Anweisung wird benötigt, wenn eine Werkzeugmaschine über mehrere Werkstückaufnahmen verfügt.

Übersichtsbild

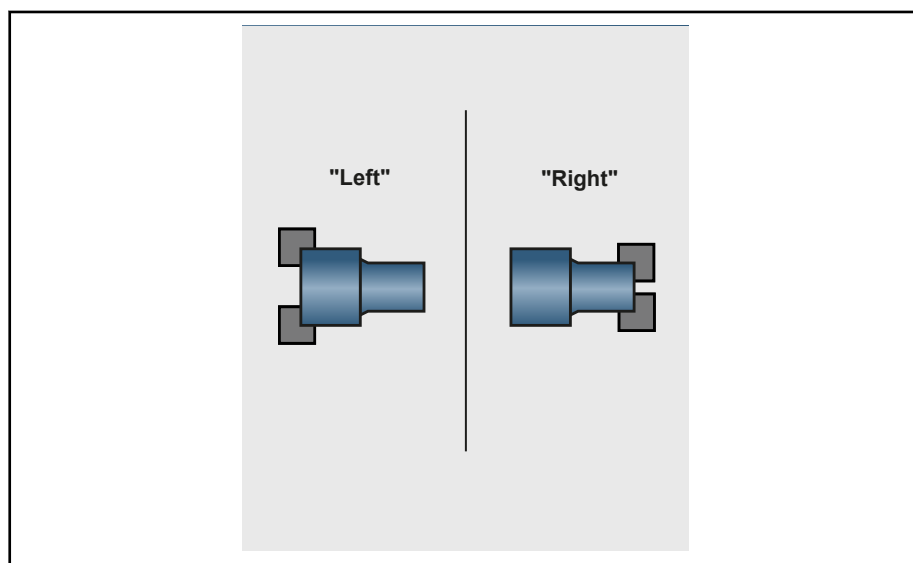


Abb. 9-11: Anweisung STOCKSEL Werkstückaufnahme wählen

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
NAM	Name Werkstückaufnahme	optional	max. 32 Zeichen	erste Werkstückaufnahme des Maschinenmodells

Tab. 9-19: Aufruf Parameter

Beschreibung

NAM Name der Werkstückaufnahme

Definiert die zu selektierende Werkstückaufnahme.

Besonderheiten

Der Parameter ist adresslos.

Ablauf / Abarbeitung

Die neue Auswahl gilt sofort im aktuellen Kanal bis auf Widerruf.

Programmanweisungen zur Simulation

Beispiel In einem Maschinenmodell sind zwei Werkstückaufnahmen vorhanden, wobei "Left" die erste im Maschinenmodell sein soll. Bei der Aufnahme "Left" ist das Werkstück zu löschen, bei "Right" ein Stangenabschnitt zu definieren.

Programm:

```
N10 STOCKSEL()           ; Select "Left"
N20 STOCK("REMOVE",1)    ; Remove workpiece
N30 STOCKSEL("Right")    ; Select "Right"
N40 STOCK("BAR",61,50,, -60); Define bar section
```

9.11 STOCKADD Werkstücke/Modelle ersetzen/hinzufügen

Syntax STOCKADD(<ADD>)

Kurzbeschreibung Nachfolgende Rohteildefinitionen und Importe von Modellen ersetzen die bestehende Geometrie oder werden zur bestehenden hinzugefügt.

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
ADD	Wirkung der Rohteildefinitionen/Importe	optional		0

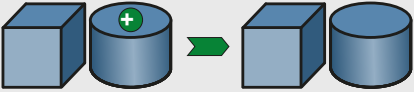
Tab. 9-20: Aufruf Parameter

ADD	Wirkung
0	Ersetzen
1	Hinzufügen

ADD=0



ADD=1



Tab. 9-21: Bedeutung des Parameters ADD

Beschreibung **ADD Wirkung der Rohteildefinitionen/Importe**
Definiert die zu selektierende Werkstückaufnahme.

Besonderheiten Der Parameter ist adresslos.



Das Hinzufügen ist in der vorliegenden Version nicht auf Werkstücke in Volumenmodellierung und nicht auf Fertigteile anwendbar.
Ist "Hinzufügen" aktiv, dann kann ein Ersetzen auch durch ein vorausgehendes Löschen der betreffenden Geometrie erreicht werden.

Ablauf / Abarbeitung

Die neue Auswahl gilt sofort im aktuellen Kanal bis auf Widerruf.

Beispiel

Es ist ein aus zwei Teilen bestehendes Spannmittel zu importieren.

Programm:

```
N10 STOCKADD()           ; subsequently results in replacement of
                           existing clamping device
N20 STOCKIMP("CLAMP1",3); loads CLAMP1.stl as clamping device
N30 STOCKADD(1)          ; switch to add
N40 STOCKIMP("CLAMP2",3); adds CLAMP2.stl to clamping devices
```

9.12 TOOL/DRILL Bohrer, Senker, Reibahle

Syntax TOOL("DRILL",<D>,<A>,<H>)

Kurzbeschreibung

Erzeugt unabhängig vom eingewechselten Werkzeug in der Simulation die Grafik für einen Spiralbohrer, Anbohrer, Reibahle, Plansenker oder Flachsenker (ohne Zapfen).

Übersichtsbild



Abb. 9-12: Werkzeugbeschreibung TOOL/DRILL Bohrer, Senker, Reibahle

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
D	Durchmesser	Pflicht	>0	
A	Spitzenwinkel	optional	0<A<=180 Grad	118
H	Länge	Pflicht	>0	

Tab. 9-22: Aufruf Parameter

Beschreibung

D Durchmesser

Bestimmt den Bohrdurchmesser.

A Spitzenwinkel

Definiert den Kegelwinkel an der Werkzeugspitze.

Programmanweisungen zur Simulation

	H Länge	Legt die Länge des Schneidenteils fest.
Besonderheiten		Die Parameter sind adresslos. Die Generierung der Werkzeuggrafik stützt sich auf modale Zustände der NC zum Zeitpunkt der Zyklusverarbeitung. Daher ist es unerlässlich, dass die Aktivierung der Werkzeugkorrekturen und der richtigen Interpolationsebene vor dem Zyklusaufwurf erfolgt. Die Spitze des Werkzeugs liegt am Werkzeugnullpunkt. Die Orientierung der Längsachse des Werkzeugs entspricht der Lage der Bohrachse der Interpolationsebene. Bei negativer Längenkorrekturrichtung in der Achse, die parallel zur Längsachse des Werkzeugs verläuft, (z. B. über L3 G47 (, , -Z)) dreht die Simulation die Werkzeugorientierung um.
Ablauf / Abarbeitung		Die Werkzeugbeschreibung überlagert die Simulation des standardmäßigen Werkzeugwechsels über das Werkzeugwechselunterprogramm und erzeugt unabhängig vom letzten Werkzeug eine neue Grafik am Werkzeugknoten, der dem aufrufenden Kanal zugeordnet ist. Der Werkzeuggrafik bleibt bis auf Widerruf mit dem Zyklusaufwurf ohne Parameter erhalten. (TOOL oder TOOL ()).
Beispiel		Für einen Spiralbohrer Durchmesser 10 mm ist eine Werkzeugbeschreibung einzusetzen. <i>Programm:</i> <pre> N10 G17 G47 D1 S800 F300 M13 ; Interpolation level and tool correction N20 TOOL("DRILL",10,,60) ; Description twist drill D10 N30 G81 (SL2, DT-50, RL100) ; Machining cycle N40 G0 X25 Y30 ; Approaching and drilling N50 G80 M5 ; Deselect modal cycle, spindle stop N60 TOOL ; Deactivate tool description </pre>

9.13 TOOL/CDRILL Stufenbohrer, Zentrierbohrer

Syntax	TOOL("CDRILL",<D1>,<A1>,<L>,<D2>,<A2>,<H>)
Kurzbeschreibung	Erzeugt unabhängig vom eingewechselten Werkzeug in der Simulation die Grafik für einen Mehrfasenstufenbohrer oder Zentrierbohrer.

Übersichtsbild

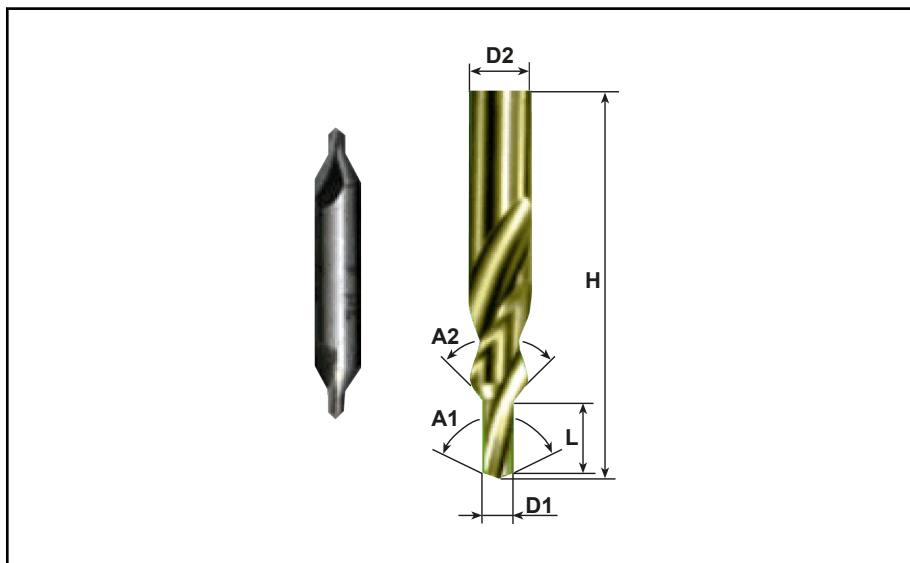


Abb. 9-13: Werkzeugbeschreibung TOOL/CDRILL Stufenbohrer, Zentrierbohrer

Programmanweisungen zur Simulation

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
D1	Kleiner Durchmesser	Pflicht	>0	
A1	Spitzenwinkel	optional	0<A<=180 Grad	118
L	Länge der Stufe	Pflicht	<>0	
D2	Großer Durchmesser	Pflicht	D2>D1	
A2	Senkwinkel	Pflicht	0<A<=180 Grad	
H	Gesamtlänge	Pflicht	>0	

Tab. 9-23: Aufruf Parameter

Beschreibung

D1 Kleiner Durchmesser

Bestimmt den Bohrdurchmesser.

A1 Spitzenwinkel

Definiert den Kegelwinkel an der Werkzeugspitze.

L Länge der Stufe

Länge des zylindrischen Teils mit dem kleinen Durchmesser.

D2 Großer Durchmesser

Bestimmt den Senkdurchmesser.

A2 Senkwinkel

Definiert den Kegelwinkel an der Werkzeugspitze.

H Gesamtlänge

Legt die Länge des Schneidenteils fest.

Besonderheiten

Die Parameter sind adresslos.

Die Generierung der Werkzeuggrafik stützt sich auf modale Zustände der NC zum Zeitpunkt der Zyklusverarbeitung. Daher ist es unerlässlich, dass die Aktivierung der Werkzeugkorrekturen und der richtigen Interpolationsebene vor dem Zyklusaufwurf erfolgt. Die Spitze des Werkzeugs liegt am Werkzeugnullpunkt, wenn der Parameter "L" positiv ist. Bei negativem Parameter "L" liegt der Werkzeugnullpunkt am vollen Senkdurchmesser.

Die Orientierung der Längsachse des Werkzeugs entspricht der Lage der Bohrachse der Interpolationsebene. Bei negativer Längenkorrekturrichtung in der Achse, die parallel zur Längsachse des Werkzeugs verläuft, (z. B. über L3 G47 (, , -Z)) dreht die Simulation die Werkzeugorientierung um.

Ablauf / Abarbeitung

Die Werkzeugbeschreibung überlagert die Simulation des standardmäßigen Werkzeugwechsels über das Werkzeugwechselunterprogramm und erzeugt unabhängig vom letzten Werkzeug eine neue Grafik am Werkzeugknoten, der dem aufrufenden Kanal zugeordnet ist.

Der Werkzeuggrafik bleibt bis auf Widerruf mit dem Zyklusaufwurf ohne Parameter erhalten. (TOOL oder TOOL ()).

Beispiel

Ein Zentrierbohrer Durchmesser 2,5 mm ist für eine 9 mm tiefe Zentrierung zu verwenden. Seine Nutzlänge mit 10 mm ist dafür ausreichend. Es handelt sich um eine zentrische Bohrung an einer Drehmaschine, wofür üblicherwei-

Programmanweisungen zur Simulation

se die Ebene G18 aktiviert wird. In der Konfiguration der Simulation ist daher programmiert, dass bei Bohrwerkzeugen und aktiver Ebene G18 die Orientierungsebene G17 gesetzt wird.

Programm:

```

N10 G18 DIA G47 D2 S2500 F150 M13 ; Interpolation level and tool correction
N20 TOOL("CDRILL",2.5,,4,8,60,10) ; Description centering drill D2.5
N30 G81 (IX Z, SL2, DT-9)          ; Machining cycle
N40 G0 X0 Z10                      ; Approaching and drilling
N50 G80 X200 Z100 M5
N60 TOOL                            ; Deactivate tool description

```

9.14 TOOL/BBAR Bohrstange, Rückwärtssenker

Syntax TOOL("BBAR",<D1>,<W>,<H>,<L>)

Kurzbeschreibung Erzeugt unabhängig vom eingewechselten Werkzeug in der Simulation die Grafik für eine Bohrstange (auch als Bohrdorn bezeichnet) oder einen Rückwärtssenker. Beide Typen sind einschneidige Ausdrehwerkzeuge, bei denen das Werkzeug rotiert.

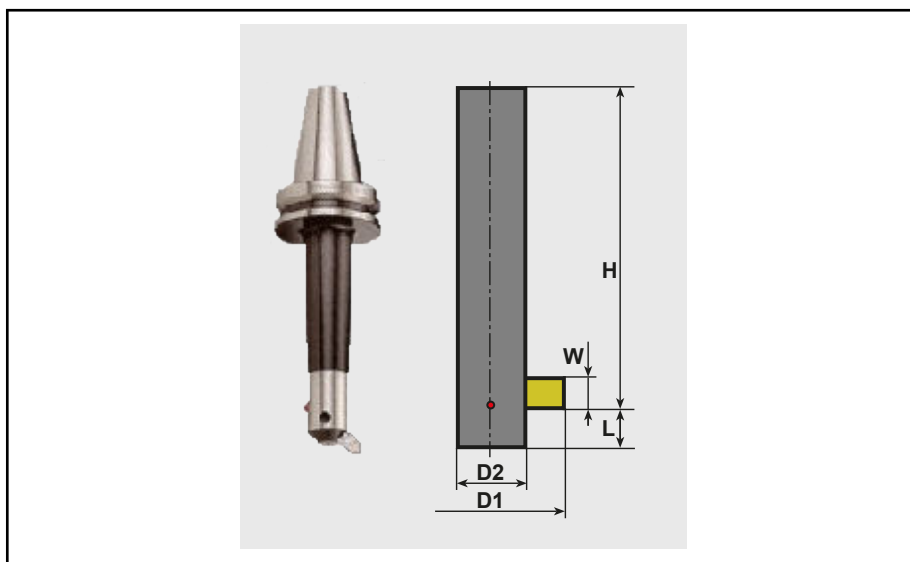
Übersichtsbild

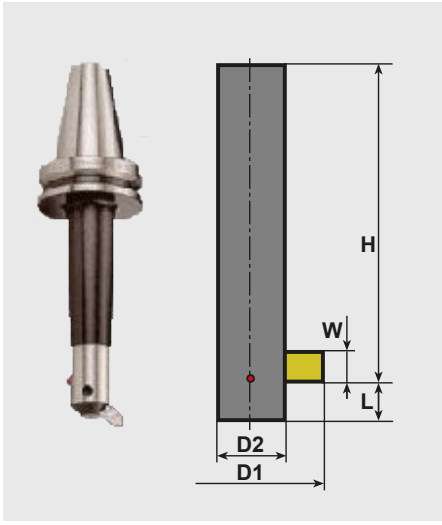
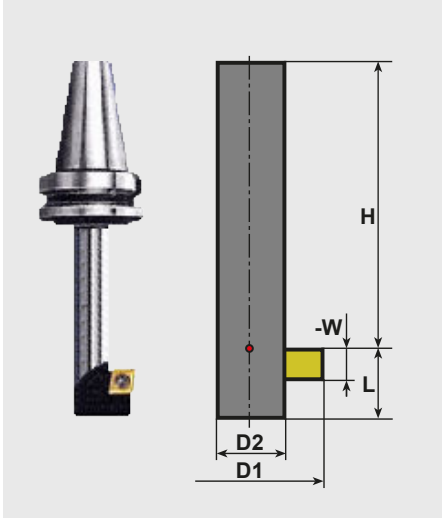
Abb. 9-14: Werkzeugbeschreibung TOOL/BBAR Bohrstange

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
D1	Durchmesser	Pflicht	>D2	
W	Schneidenbreite	Pflicht		
D2	Schaftdurchmesser	Pflicht	>0	
H	Schaftlänge	Pflicht	>0	
L	Verlustlänge	optional	>=0	0 falls W>0, -W falls W<0

Tab. 9-24: Aufruf Parameter

Programmanweisungen zur Simulation

W	Wirkung
>0	Bohrstange 
<0	Rückwärtssenker 

Roter Punkt Lage des Werkzeugnullpunktes

Tab. 9-25: Bedeutung des Parameters W

Beschreibung

D1 Durchmesser

Bestimmt den Bohrdurchmesser.

W Schneidenbreite

Definiert die Breite des Meißels und legt über das Vorzeichen fest, ob es sich um eine Bohrstange oder einen Rückwärtssenker handelt.

D2 Schaftdurchmesser

Bestimmt den Durchmesser des Schaftes.

H Schaftlänge

Legt die Nutzlänge des Werkzeugs fest.

L Verlustlänge

Definiert einen vorstehenden Zapfen.

Programmanweisungen zur Simulation

Besonderheiten		Bohrstangen und Rückwärtssenker sind in der Simulation nur eingeschränkt nutzbar, weil kein kollisionsfreies, außermittiges Ein- und Ausfahren bei gerichteter Spindel (Befehl Mx19) simuliert werden kann.
		Die Parameter sind adresslos. Die Generierung der Werkzeuggrafik stützt sich auf modale Zustände der NC zum Zeitpunkt der Zyklusverarbeitung. Daher ist es unerlässlich, dass die Aktivierung der Werkzeugkorrekturen und der richtigen Interpolationsebene vor dem Zyklusaufwurf erfolgt. Die Orientierung der Längsachse des Werkzeugs entspricht der Lage der Bohrachse der Interpolationsebene. Bei negativer Längenkorrekturrichtung in der Achse, die parallel zur Längsachse des Werkzeugs verläuft, (z. B. über L3 G47 (, , -Z)) dreht die Simulation die Werkzeugorientierung um. Ablauf / Abarbeitung Die Werkzeugbeschreibung überlagert die Simulation des standardmäßigen Werkzeugwechsels über das Werkzeugwechselunterprogramm und erzeugt unabhängig vom letzten Werkzeug eine neue Grafik am Werkzeugknoten, der dem aufrufenden Kanal zugeordnet ist. Der Werkzeuggrafik bleibt bis auf Widerruf mit dem Zyklusaufwurf ohne Parameter erhalten. (TOOL oder TOOL ()).
Beispiel		An einem Gehäuse ist eine vorgearbeitete Bohrung (30 mm tief) mit einer Bohrstange Durchmesser 40 (ohne Verlustlänge) aufzubohren. Anschließend ist eine rückwärtige Senkung Durchmesser 44 mm (26 mm tief) zu fertigen. Der Rückwärtssenker hat eine Verlustlänge von 25 mm und einen Schaftdurchmesser von 32 mm, was ein radiales Freifahren von 3 mm ermöglicht (1 mm radialer Sicherheitsabstand). <i>Programm:</i> <pre> N10 G17 G47 G54 D3 S1100 F300 M13 ; Interpolation level and tool correction N20 TOOL("BBAR",40,3,30,100) ; Description boring bar D40 N30 G86 (SL2, DT-32, SX X) ; Machining Cycle boring N40 G0 X57.5 Y0 Z2 ; Approaching and boring N50 G48 G53 G80 Y-250 Z500 M5 ; Leaving and spindle stop N60 M0 ; Stop for manual tool change N70 G17 G47 G54 D4 S750 F210 M13 ; Interpolation level and tool correction N80 TOOL("BBAR",44,-3,32,100,25) ; Description backward counterbore D44 N90 G87 (SL-32, DT-26, DW0.5, SX X, RD3) ; Machining cycle back boring N100 G0 X57.5 Y0 Z27 ; Approaching and countersinking N110 G48 G53 G80 Y-250 Z500 M5 ; Leaving and spindle stop N120 TOOL ; Deactivate tool description </pre>

9.15 TOOL/MILL Zylindrische, Winkel- und Kugelfräser

Syntax	TOOL("MILL",<D>,<R>,<H>,<A>)
Kurzbeschreibung	Erzeugt unabhängig vom eingewechselten Werkzeug in der Simulation die Grafik für ein Fräswerkzeug folgender Typen: • Schafffräser, Bohrnutfräser, • Walzen- und Walzenstirnfäser, • Schwalbenschwanzfräser, • Winkelfräser (mit definiertem kleinen Durchmesser), • Scheibenfräser und Kreissägeblätter, • T-Nutfräser, • Gesenkfräser, • Kugel- und Kugelkopffräser,

Programmanweisungen zur Simulation

- Kopier- und Eckfräskopf.

Übersichtsbild



Abb. 9-15: Werkzeugbeschreibung TOOL/MILL zylindrischer oder Kegelfräser mit optionalem Eckenradius

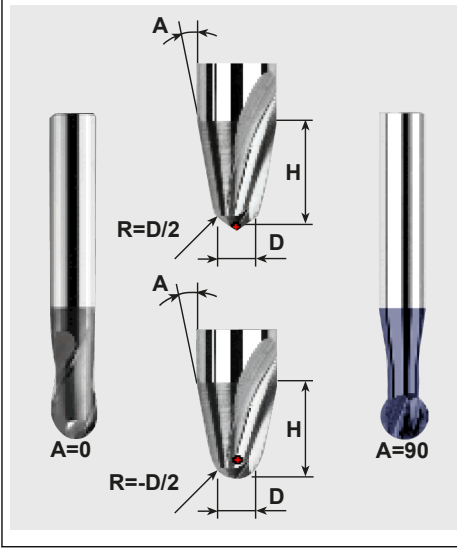
Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
D	Durchmesser	optional	>0	verdoppelte aktuelle Werkzeugradiuskorrektur
R	Ecken-/Kugelradius	optional		0
H	Länge	Pflicht	>0	
A	Kegelwinkel	optional	$-90 < A \leq 90$	0

Tab. 9-26: Aufruf Parameter

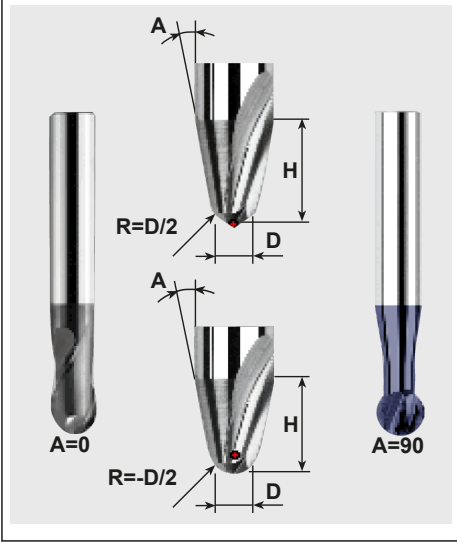
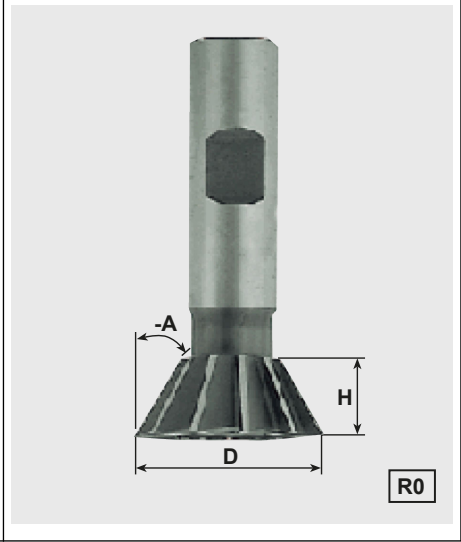
R	Wirkung
0	Kein Eckenradius. Bei $H \leq D$ Scheibenfräser, Sägeblatt oder T-Nutenfräser.
$0 < R < D/2$	Eckenradius
$D/2$	Kugelfräser an der Werkzeugspitze genullt

Programmanweisungen zur Simulation

R	Wirkung
-D/2	Kugelfräser an Kugelmittle genullt
	

Roter Punkt Lage des Werkzeugnullpunktes

Tab. 9-27: Bedeutung des Parameters R

A	Wirkung
0	Zylindrischer Fräser
0<A<90	Winkelfräser
90	Kugelpkopfräser
-90<A<0	Schwalbenschwanzfräser. Parameter R wird ignoriert.
 	

Tab. 9-28: Bedeutung des Parameters A

Beschreibung

D Durchmesser

Bestimmt den Durchmesser an der Stirn.

R Kugel-/Eckenradius

Programmanweisungen zur Simulation

Definiert den Eckenradius und legt über das Vorzeichen fest, ob ein Kugelfräser in der Kugelmitte genullt ist.

H Länge

Bestimmt die Länge der Schneide.

A Kegelwinkel

Definiert den Kegelwinkel bzw. legt fest, ob es sich um einen Kugelkopffräser oder Schwalbenschwanzfräser handelt.

Besonderheiten

Die Parameter sind adresslos.

Die Generierung der Werkzeuggrafik stützt sich auf modale Zustände der NC zum Zeitpunkt der Zyklusverarbeitung. Daher ist es unerlässlich, dass die Aktivierung der Werkzeugkorrekturen und der richtigen Interpolationsebene **vor** dem Zyklusaufwurf erfolgt. Der Werkzeugnullpunkt liegt je nach Vorzeichen des Parameters "R" an der Werkzeugschneide oder an der Kugelmitte.

Die Orientierung der Längsachse des Werkzeugs entspricht der Lage der Bohrachse der Interpolationsebene. Bei negativer Längskorrekturrichtung in der Achse, die parallel zur Längsachse des Werkzeugs verläuft, (z. B. über L3 G47 (, , -Z)) dreht die Simulation die Werkzeugorientierung um.

Ist bei einem zylindrischen Werkzeug H kleiner oder gleich D, dann wird der Schaft mit 25% des Durchmessers D dargestellt. Der schlankere Schaft entspricht dann eher dem eines Scheibenfräasers oder T-Nutenfräasers. An der Stirn vorstehende Zapfen oder Anzugsmuttern können mit dieser Beschreibungsform nicht dargestellt werden.

Ablauf / Abarbeitung

Die Werkzeugbeschreibung überlagert die Simulation des standardmäßigen Werkzeugwechsels über das Werkzeugwechselunterprogramm und erzeugt unabhängig vom letzten Werkzeug eine neue Grafik am Werkzeugknoten, der dem aufrufenden Kanal zugeordnet ist.

Der Werkzeuggrafik bleibt bis auf Widerruf mit dem Zyklusaufwurf ohne Parameter erhalten. (TOOL oder TOOL ()).

Beispiel

Mit einem Bohrnutenfräser Durchmesser 6 mm x 20 mm Nutlänge ist eine Rechtecktasche herzustellen. Die D-Korrektur enthält den aktuellen Fräserradius, weshalb der Durchmesser D in der Werkzeugbeschreibung entfallen kann.

Programm:

```
N10 G17 G47 D5 S1800 F420 M13 ; Interpolation level and tool correction
N20 TOOL("MILL",,,20) ; Description groove milling cutter D6
; Machining cycle rectangular pocket
N30 G271 (LE28, WI20, R4, UL0, DT-5, CD3, RSW0.1, RSL0.1, FF280)
N40 G0 X0 Y0 Z2 ; Approaching and milling
N50 G80 Z500 M5 ; Leaving and spindle stop
N60 TOOL ; Deactivate tool description
```

9.16 TOOL/CHAMFER Gravierfräser, Fasenfräser, Planfräskopf

Syntax TOOL("CHAMFER",<D>,<A>,<H>,<L>)

Kurzbeschreibung Erzeugt unabhängig vom eingewechselten Werkzeug in der Simulation die Grafik für ein Fräs Werkzeug mit Fase oder mit Spitze.

Programmanweisungen zur Simulation

Übersichtsbild

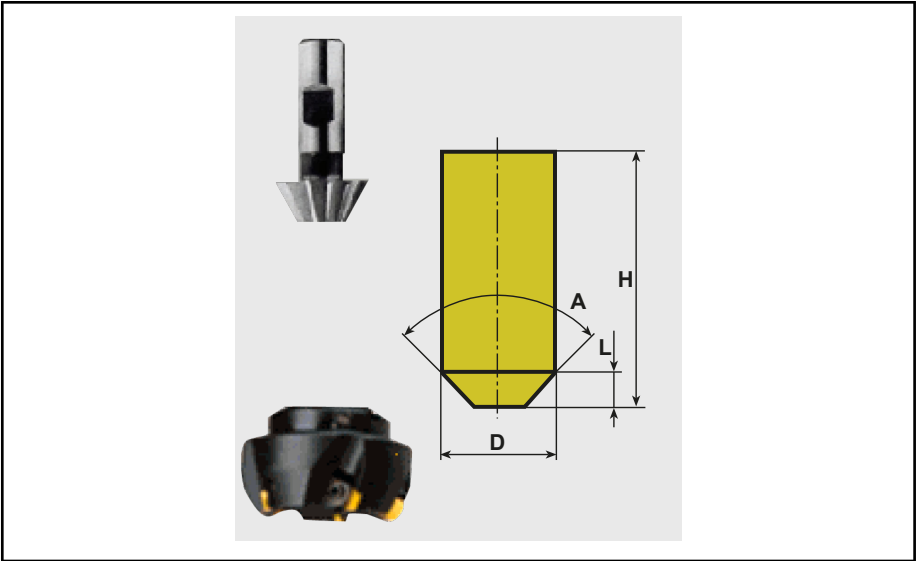


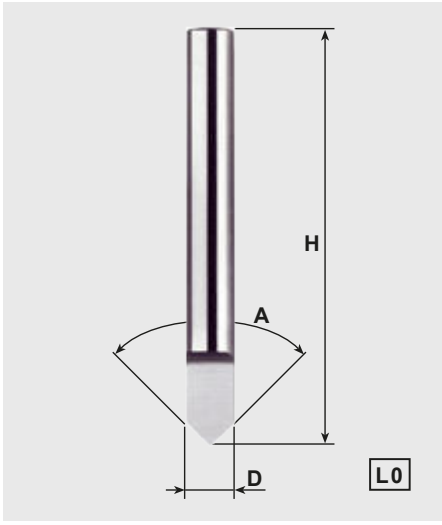
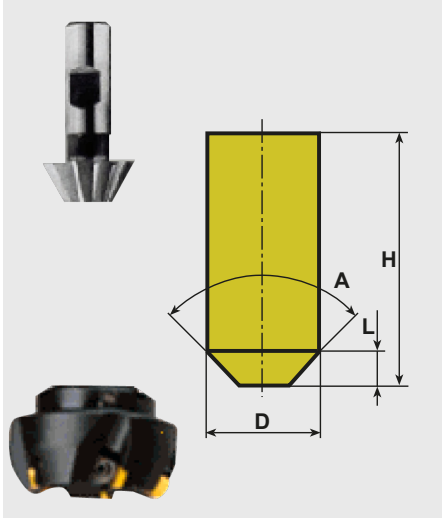
Abb. 9-16: Werkzeugbeschreibung TOOL/CHAMFER Fräser mit Fase

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
D	Durchmesser	Bei L=0 Pflicht, sonst optional	>0	Bei L>0 errechnet aus A, L und aktueller Werkzeugradiuskorrektur.
A	Kegelwinkel	optional	0<A<180	90
H	Länge	Pflicht	>0	
L	Fasenlänge	optional	>=0	0

Tab. 9-29: Aufruf Parameter

Programmanweisungen zur Simulation

L	Wirkung
0	Spitzes Werkzeug 
>0	Werkzeug mit Fase 

Tab. 9-30: Bedeutung des Parameters L

Beschreibung

D Durchmesser

Bestimmt den Außendurchmesser.

A Kegelwinkel

Definiert den Winkel der Spitze bzw. Fase.

H Länge

Bestimmt die Länge der Schneide.

L Fasenlänge

Definiert die Größe der Fase bzw. legt fest, ob es sich um ein spitzes Werkzeug handelt.

Besonderheiten

Die Parameter sind adresslos.

Programmanweisungen zur Simulation

Die Generierung der Werkzeuggrafik stützt sich auf modale Zustände der NC zum Zeitpunkt der Zyklusverarbeitung. Daher ist es unerlässlich, dass die Aktivierung der Werkzeugkorrekturen und der richtigen Interpolationsebene **vor** dem Zyklusaufwurf erfolgt.

Die Orientierung der Längsachse des Werkzeugs entspricht der Lage der Bohrachse der Interpolationsebene. Bei negativer Längskorrekturrichtung in der Achse, die parallel zur Längsachse des Werkzeugs verläuft, (z. B. über L3 G47 (, , -Z)) dreht die Simulation die Werkzeugorientierung um.

Ablauf / Abarbeitung

Die Werkzeugbeschreibung überlagert die Simulation des standardmäßigen Werkzeugwechsels über das Werkzeugwechselunterprogramm und erzeugt unabhängig vom letzten Werkzeug eine neue Grafik am Werkzeugknoten, der dem aufrufenden Kanal zugeordnet ist.

Der Werkzeuggrafik bleibt bis auf Widerruf mit dem Zyklusaufwurf ohne Parameter erhalten. (TOOL oder TOOL ()).

Beispiel

Eine rechteckige Fläche ist mit einem Planfräskopf Durchmesser 125 mm zu bearbeiten. Der Einstellwinkel der Schneide beträgt 45°, ihre Höhe 5,5 mm. Die D-Korrektur enthält den aktuellen Fräserradius an der Stirn, woraus der Zyklus selbständig den Außendurchmesser bestimmen kann.

Programm:

```
N10 G17 G47 D6 S740 F650 M13 ; Interpolation level and tool correction
N20 TOOL("CHAMFER",,,63,5.5) ; Description face milling head D125
N30 G266 (LE320, WI240, UL2, DT0) ; Machining cycle rectangular area
N40 G0 X100 Y0 ; Approaching and milling
N50 G80 Z200 M5 ; Leaving and spindle stop
N60 TOOL ; Deactivate tool description
```

9.17 TOOL/CRMILL Viertelrund-Profilfräser

Syntax TOOL("CRMILL",<D1>,<D2>,<R>,<H>,<L>)

Kurzbeschreibung Erzeugt unabhängig vom eingewechselten Werkzeug in der Simulation die Grafik für einen Profilfräser mit konkaver Rundung.

Übersichtsbild

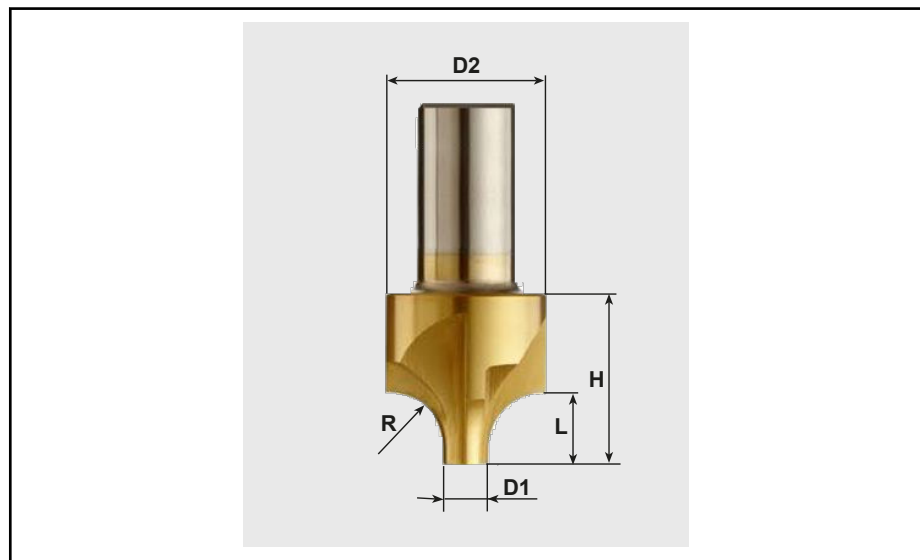


Abb. 9-17: Werkzeugbeschreibung TOOL/CRMILL Viertelrund-Profilfräser

Programmanweisungen zur Simulation

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
D1	Kleiner Durchmesser	Pflicht	>0	
D2	Großer Durchmesser	Pflicht	>D1	
R	Profilradius	optional	>=0	Minimum aus L und $(D2 - D1) / 2$
H	Gesamtlänge	Pflicht	>L	
L	Länge Profil	Pflicht	>0	

Tab. 9-31: Aufruf Parameter

Beschreibung

D1 Kleiner Durchmesser

Bestimmt den kleineren Durchmesser an der Stirn.

D2 Großer Durchmesser

Bestimmt den Außendurchmesser.

R Profilradius

Legt den Radius des Viertelrund-Profiles fest.

H Gesamtlänge

Bestimmt die Länge der Schneide.

L Länge Profil

Definiert die axiale Abmessung des Profils.

Besonderheiten

Die Parameter sind adresslos.

Die Generierung der Werkzeuggrafik stützt sich auf modale Zustände der NC zum Zeitpunkt der Zyklusverarbeitung. Daher ist es unerlässlich, dass die Aktivierung der Werkzeugkorrekturen und der richtigen Interpolationsebene **vor** dem Zyklusaufwurf erfolgt.

Die Orientierung der Längsachse des Werkzeugs entspricht der Lage der Bohrachse der Interpolationsebene. Bei negativer Längskorrekturrichtung in der Achse, die parallel zur Längsachse des Werkzeugs verläuft, (z. B. über L3 G47 (, , -Z)) dreht die Simulation die Werkzeugorientierung um.

Ablauf / Abarbeitung

Die Werkzeugbeschreibung überlagert die Simulation des standardmäßigen Werkzeugwechsels über das Werkzeugwechselunterprogramm und erzeugt unabhängig vom letzten Werkzeug eine neue Grafik am Werkzeugknoten, der dem aufrufenden Kanal zugeordnet ist.

Der Werkzeuggrafik bleibt bis auf Widerruf mit dem Zyklusaufwurf ohne Parameter erhalten. (TOOL oder TOOL ()).

Beispiel

Die Mündung einer Bohrung Durchmesser 40 mm (Niveau der Oberseite Z0) ist mit einem Viertelrundprofil Radius 6 mm zu versehen. Die weiteren Abmessungen des Werkzeugs sind D1=8, D2=20, H=12 und L=6. Die Fräserradiuskorrekturwert beträgt 4, weshalb bei aktiver Fräserradiuskorrektur ein Kreis mit Radius 20 gefahren werden kann.

Programm:

```
N10 G17 G47 D7 S2000 F400 M13 ; Interpolation level and tool correction
N20 TOOL("CRMILL",8,20,6,12,6); Description profile cutter
N30 G0 G41 X-4 Y0 ; Starting point run-in cycle
N40 Z-6 ; Infeed deeper by L=6
```

Programmanweisungen zur Simulation

```

N50 G3 X20 I12 J0           ; Run-in circle
N60 I-20 J0                 ; Milling profile at diameter 40
N70 X8 Y12 I-12            ; Run-out cycle
N80 G0 Z100 M5             ; Retract and spindle stop
N90 G40(NOM) TOOL          ; Tool description and deactivating FRK

```

9.18 TOOL/GRIND Schleifscheibe

Syntax TOOL("GRIND",<TY>,<P>,<D1>,<D2>,<W>,<A>,<H1>,<R1>,<CS1>,<CA1>,<AX1>,<AZ1>,<A1>,<H2>,<R2>,<CS2>,<CA2>,<AX2>,<AZ2>,<A2>)

Kurzbeschreibung Erzeugt unabhängig vom eingewechselten Werkzeug in der Simulation die Grafik für den Belag einer Schleifscheibe. Das Profil (ggf. linkes und rechtes) kann über Parameter bestimmt werden.

Übersichtsbild

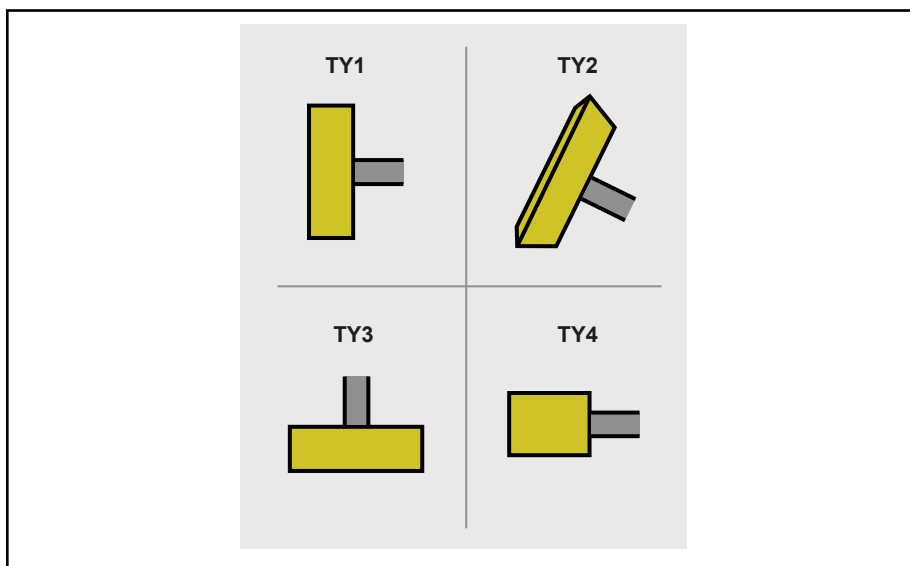


Abb. 9-18: Werkzeugbeschreibung TOOL/GRIND Schleifscheibe

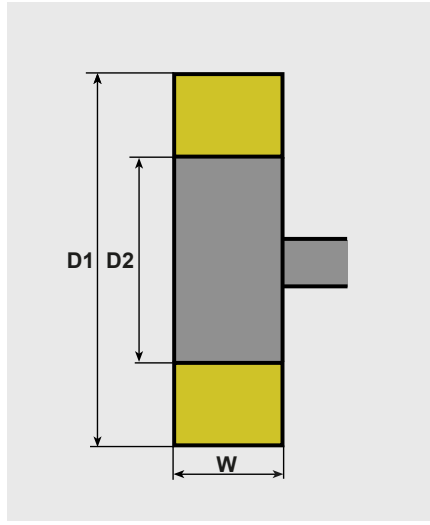
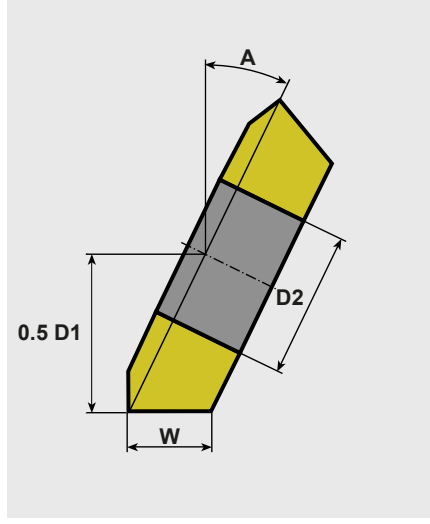
Geometrieparameter

Geometrieparameter

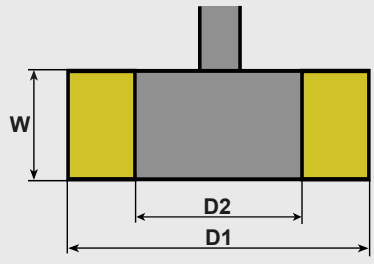
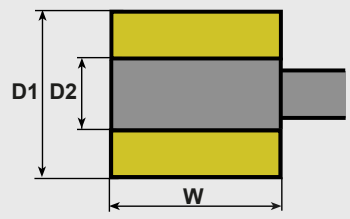
Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
TY	Scheibentyp	optional		1
P	Profilnummer	optional		bei TY1: 2, bei TY2: 201, bei TY3: 301, bei TY4: 401
D1	Außendurchmesser	optional	<>0	verdoppelter Längskorrekturwert in Z bzw. X
D2	Innendurchmesser Belag	optional	>0	voller Schleifkörper
W	Scheibenbreite	Pflicht	>0	
A	Schrägungswinkel	Pflicht bei TY2	0<A<90	

Tab. 9-32: Aufruf Parameter, welche die Geometrie festlegen

Programmanweisungen zur Simulation

TY	Wirkung
1	Gerade Scheibe  The diagram shows a vertical rectangular disc. The top and bottom sections are yellow, and the middle section is gray. A small gray rectangular protrusion is on the right side of the gray section. Dimension lines indicate: D1 is the total height, D2 is the height of the gray section, and W is the width.
2	Schräge Scheibe  The diagram shows a rectangular disc tilted at an angle. The top and bottom sections are yellow, and the middle section is gray. Dimension lines indicate: A is the angle of the top edge, D2 is the height of the gray section, 0.5 D1 is the height of the yellow sections, and W is the width.

Programmanweisungen zur Simulation

TY	Wirkung
3	Planscheibe 
4	Innenscheibe 

Tab. 9-33: Bedeutung des Parameters TY und Angabe der Parameter D1, D2, W und A

Beschreibung der Geometrieparameter

TY Scheibentyp

Der Scheibentyp bestimmt die Lage der Rotationsachse.

P Profil-Nummer

Bestimmt die Scheibenform und die möglichen Parameter zur Definition der Abmessungen des Profils bzw. des linken und rechten Profils.

D1 Außendurchmesser

Achsparell gemessener Durchmesser. Wird der gegenüberliegende Punkt im Vergleich zu den nachfolgenden Abbildungen zu den Scheibenformen als Werkzeugpunkt programmiert, dann ist dieser negativ anzugeben.

D2 Innendurchmesser Belag

Definiert den Innendurchmesser des Schleifbelages.

Programmanweisungen zur Simulation

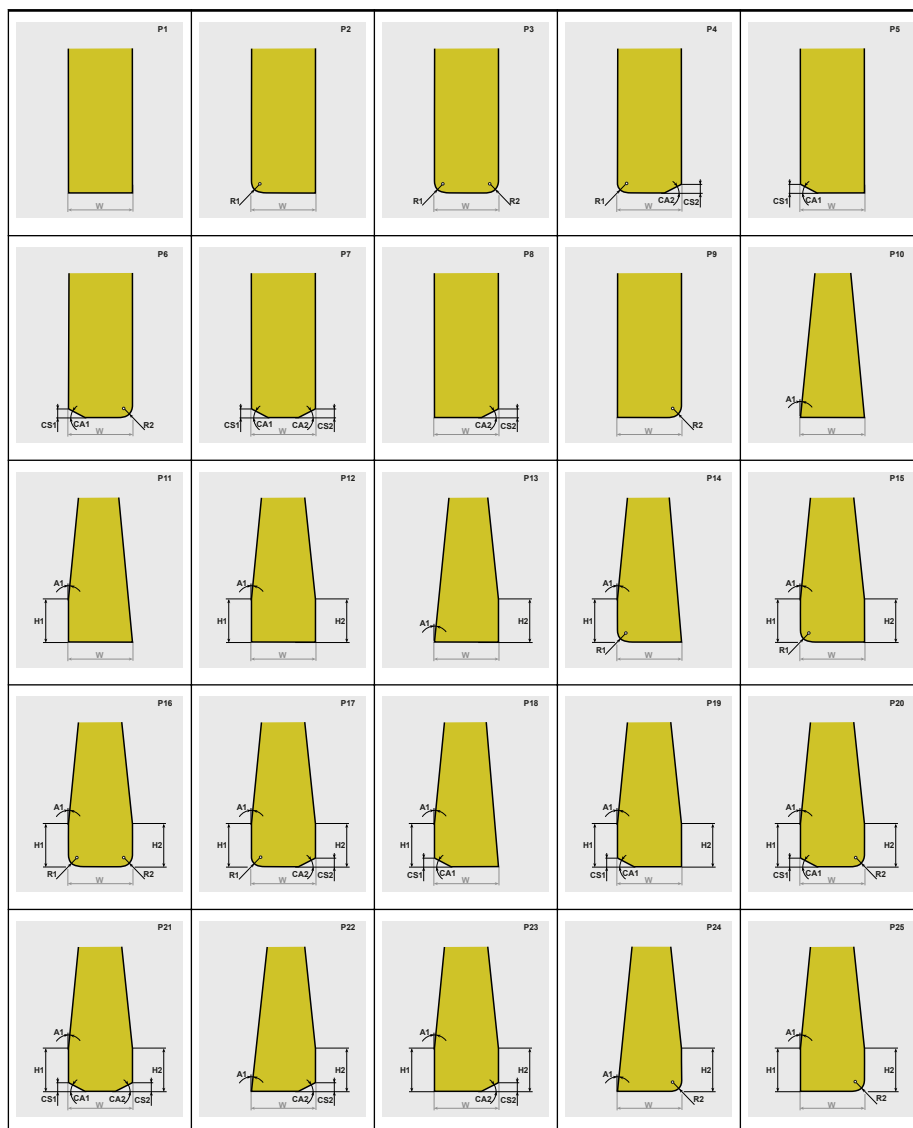
W Scheibenbreite

Definiert die Breite der Scheibe.

A Schrägungswinkel

Bestimmt die Schrägstellung einer schrägen Scheibe.

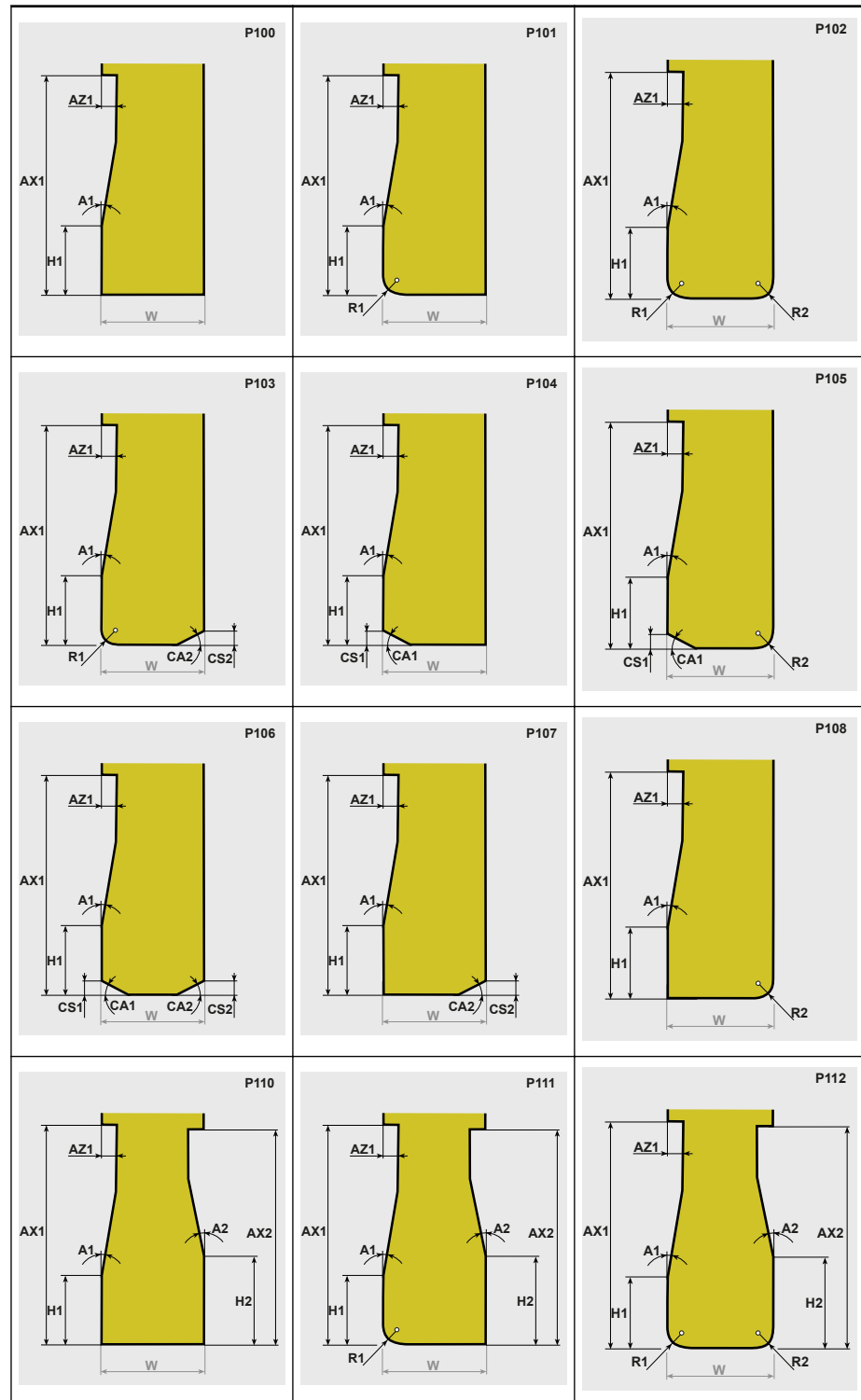
Scheibenformen für gerade Scheiben TY1 Teil 1



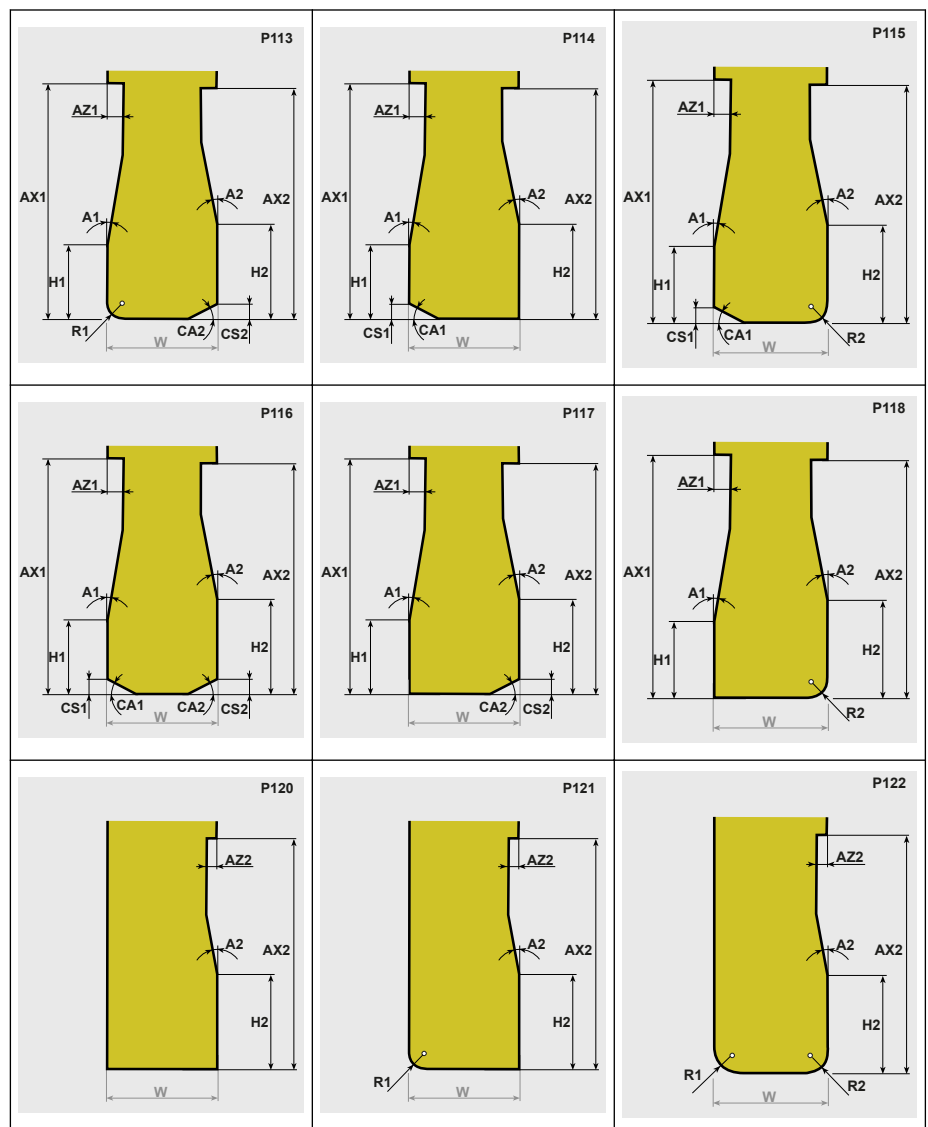
Tab. 9-34: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 1 bis 25

Programmanweisungen zur Simulation

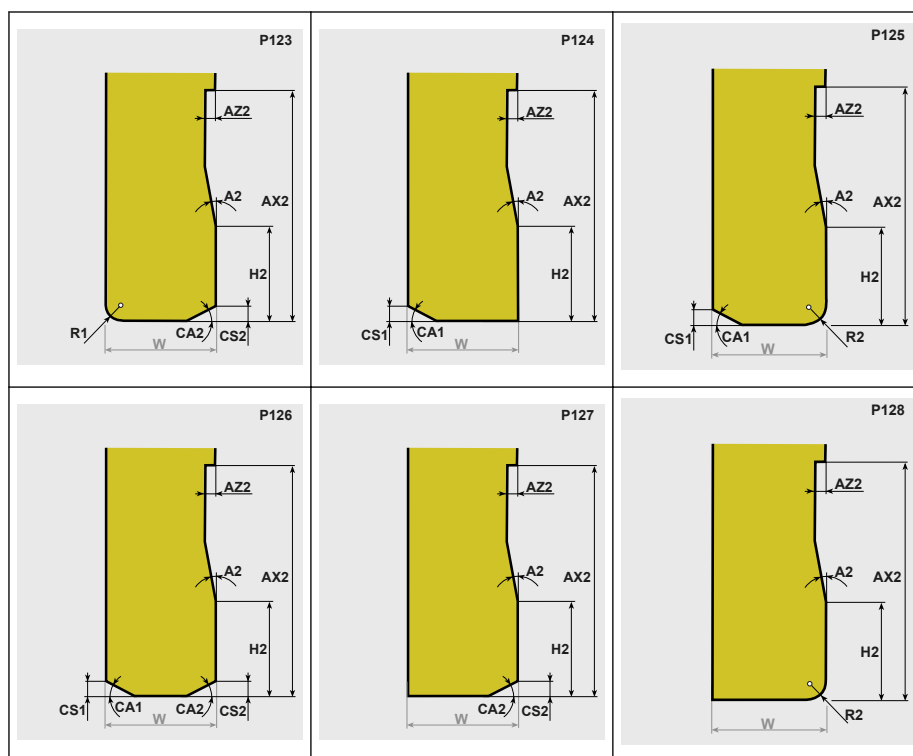
Scheibenformen für gerade Scheiben TY1 Teil 2



Programmanweisungen zur Simulation

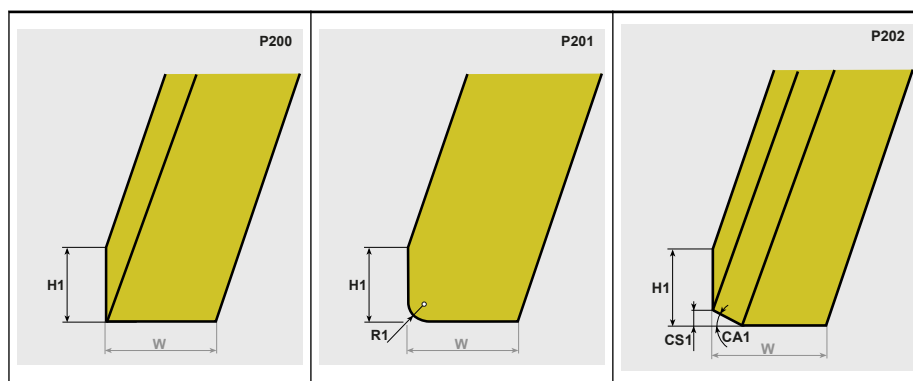


Programmanweisungen zur Simulation



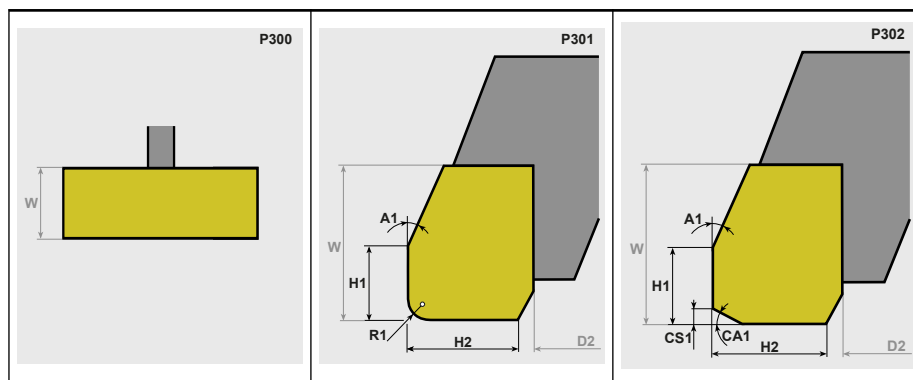
Tab. 9-35: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 100 bis 128

Scheibenformen für schräge Scheiben TY2



Tab. 9-36: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 200 bis 202

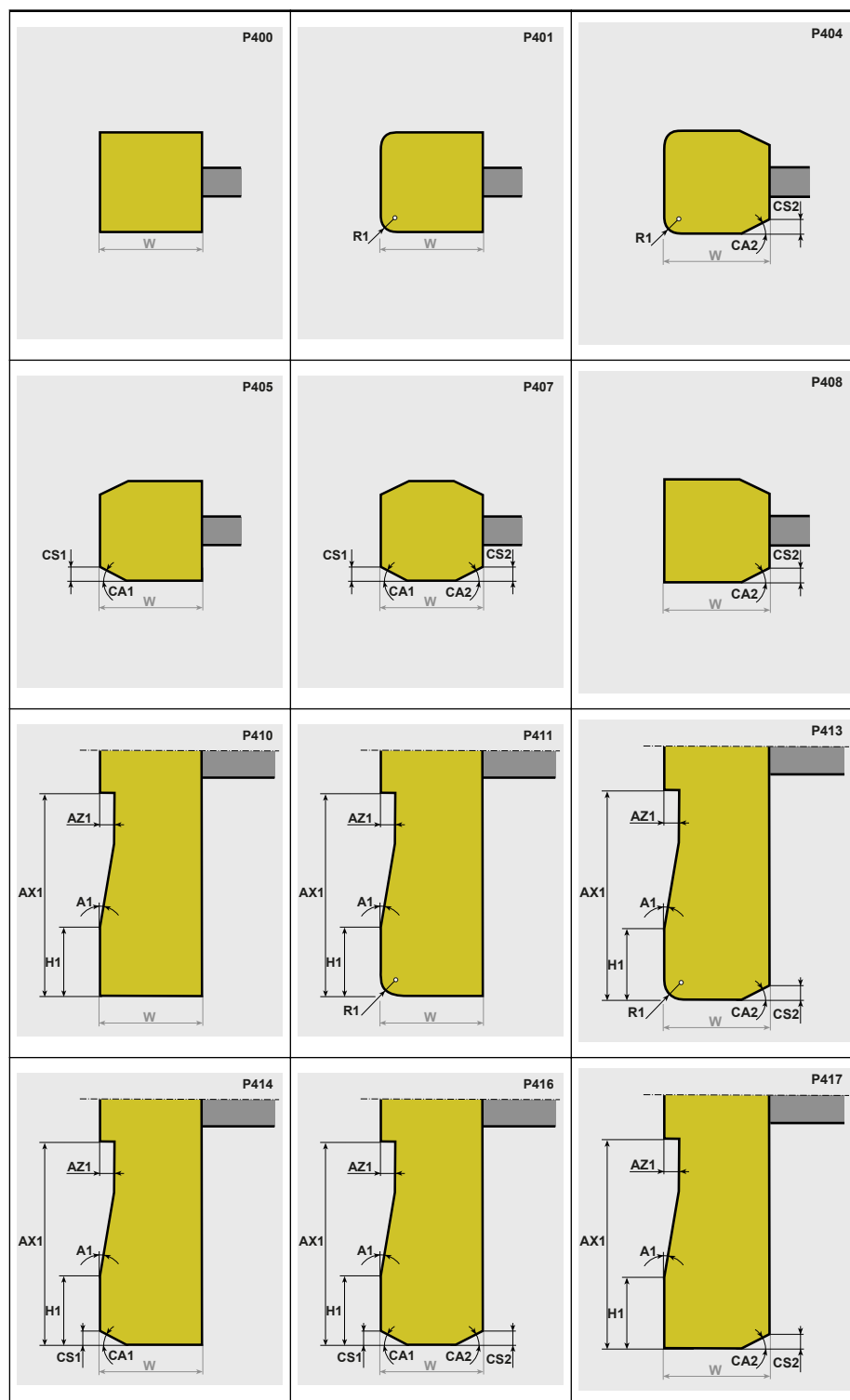
Scheibenformen für Planscheiben TY3



Tab. 9-37: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 300 bis 302

Programmanweisungen zur Simulation

Scheibenformen für Innenscheiben TY4



Tab. 9-38: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 400 bis 417

Programmanweisungen zur Simulation

Parameter für (linkes) Profil Parameter für das Profil bzw. das linke Profil

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
H1	Schulterhöhe in X	optional	≥ 0	0
R1	Radius	optional	≥ 0	aktuelle Schneidenradi- uskorrektur
CS1	Breite der Fase in X	optional	≥ 0	0
CA1	Winkel der Fase	optional	$0 \leq CA1 < 90$	0
AX1	Hinterzugbetrag in X	optional	≥ 0	0
AZ1	Hinterzugbetrag in Z	optional	≥ 0	0
A1	Hinterzugwinkel	optional	$0 \leq A1 < 90$	0
H2	Stirnbreite	optional	≥ 0	$(D1 -D2)/2$

Tab. 9-39: Aufruf Parameter, welche das (linke) Profil festlegen

Beschreibung der Parameter für
das (linke) Profil**H1 Schulterhöhe in X**

Bestimmt die Höhe der Schulter.

Die Untergrenze der Schulterhöhe wird von CS1 bzw. durch den Tangentialübergang vom Radius in den Hinterzug gebildet. Bei Unterschreitung der Schulterhöhe wird automatisch auf die minimale Schulterhöhe korrigiert.

R1 Radius

Bestimmt den Eckenradius des Profils.

CS1 Breite der Fase in X

Betrag der Fase in X im Radiusmaß.

CA1 Winkel der Fase

Bestimmt den Fasenwinkel.

AX1 Hinterzugbetrag in X

Definiert den kleinsten Durchmesser des Hinterzugs. Anzugeben im Radiusmaß.

AZ1 Hinterzugbetrag in Z

Tiefe des Hinterzugs in Z.

A1 Hinterzugwinkel

Definiert den Winkel des Hinterzugs relativ zur Flanke.

H2 Stirnbreite

Definiert die Profildbreite in Z an der Stirn einer Planscheibe.

Programmanweisungen zur Simulation

Parameter für das (linke) Profil

Parameter für das rechte Profil

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
H2	Schulterhöhe in X	optional	≥ 0	0
R2	Radius	optional	≥ 0	R1
CS2	Breite der Fase in X	optional	≥ 0	0
CA2	Winkel der Fase	optional	$0 \leq CA2 < 90$	0
AX2	Hinterzugbetrag in X	optional	≥ 0	0
AZ2	Hinterzugbetrag in Z	optional	≥ 0	0
A2	Hinterzugwinkel	optional	$0 \leq A2 < 90$	0

Tab. 9-40: Aufruf Parameter, welche das rechte Profil festlegen

Beschreibung der Parameter für
das rechte Profil**H2 Schulterhöhe in X**

Bestimmt die Höhe der Schulter.

Die Untergrenze der Schulterhöhe wird von CS2 bzw. durch den Tangentialübergang vom Radius in den Hinterzug gebildet. Bei Unterschreitung der Schulterhöhe wird automatisch auf die minimale Schulterhöhe korrigiert.

R2 Radius

Bestimmt den Eckenradius des Profils.

CS2 Breite der Fase in X

Betrag der Fase in X im Radiusmaß.

CA2 Winkel der Fase

Bestimmt den Fasenwinkel.

AX2 Hinterzugbetrag in X

Definiert den kleinsten Durchmesser des Hinterzugs. Anzugeben im Radiusmaß.

AZ2 Hinterzugbetrag in Z

Tiefe des Hinterzugs in Z.

A2 Hinterzugwinkel

Definiert den Winkel des Hinterzugs relativ zur Flanke.

Besonderheiten

Die Parameter sind adresslos.

Parameter, die laut Profilform keine Bedeutung haben, sind wirkungslos, unterliegen aber einer Wertebereichsprüfung.

Die Generierung der Werkzeuggrafik stützt sich auf modale Zustände der NC zum Zeitpunkt der Zyklusverarbeitung. Daher ist es unerlässlich, dass die Aktivierung der Werkzeugkorrekturen und der richtigen Interpolationsebene **vor** dem Zyklusaufwurf erfolgt.

Ablauf / Abarbeitung

Die Werkzeugbeschreibung überlagert die Simulation des standardmäßigen Werkzeugwechsels über das Werkzeugwechselunterprogramm und erzeugt

Programmanweisungen zur Simulation

unabhängig vom letzten Werkzeug eine neue Grafik am Werkzeugknoten, der dem aufrufenden Kanal zugeordnet ist.

Der Werkzeuggrafik bleibt bis auf Widerruf mit dem Zyklusaufwurf ohne Parameter erhalten. (TOOL oder TOOL()).

Beispiel Es ist die Werkzeugbeschreibung für eine konische Topfscheibe laut Zeichnung zu erstellen.

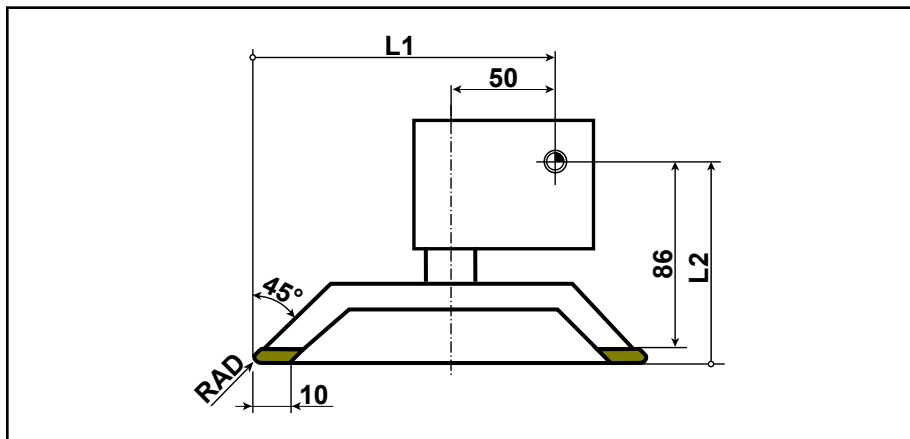


Abb. 9-19: Beispiel Werkzeugbeschreibung für eine Topfscheibe

Programm:

```

100 L1=TCV("L1")           : REM correction value in Z
110 L2=TCV("L2")           : REM correction value in X
120 D1=2*(L1-50)           : REM outer diameter from L1
130 W=L2-86                : REM wheel width from L2
N10 TOOL("GRIND",3,,D1,,W,,,,,45,10) ; Tool description

```

10 Konfiguration

10.1 Übersicht

Inhalt Die Konfiguration enthält wichtige, für das prinzipielle Funktionieren der Simulation erforderliche Informationen, die in der Regel bei der Applikation (Inbetriebnahme der Simulation) zu erstellen sind. Diese legen das zu verwendende Maschinenmodell und die Verknüpfung der Modellbestandteile und andere Details mit dem NC-Kern fest. Eine zweite Datengruppe sind Einstellungen/Optionen, die die Simulation an die Hardware und die Bedürfnisse des Anwenders anpasst.

Anlegen der Datei Die Datei "MTX.Simulation.Options.xml" wird bei einem neuen IndraWorks-Projekt spätestens beim erstmaligen Sichtbarwerden der Simulation angelegt und mit Standardwerten gefüllt. Die Simulation versucht die vorhandenen Antriebe mit den Achsen des referenzierten Maschinenmodells zu verbinden. Falls das Modell nicht vorhanden ist oder kein Modell referenziert ist, dann verwendet die Simulation ein minimiertes Modell entsprechend des Bearbeitungsverfahrens.



Sie sollten immer erst das Maschinenmodell bereitstellen, bevor die Simulation gestartet wird. Andernfalls droht Datenverlust, wenn die Simulation versucht, die Antriebe mit den Achsen des Standardmaschinenmodells zu verbinden. Falls dies unbeabsichtigt passiert ist, weil Sie über das Maschinenmodell und eine dazu passende Konfiguration im Projekt verfügen und Sie das Modell nur nicht korrekt bereitgestellt haben, dann übertragen und aktivieren Sie bitte nach Import des Modells die Visualisierungsdaten erneut (IndraWorks Engineering, Kontextmenü des Visualisierungsgeräts).

Editieren Die Datei "MTX.Simulation.Options.xml" wird mit einem Texteditor verändert. Dazu legt die Oberfläche eine temporäre Datei mit den aktuellen Einstellungen und Konfigurationen an, die direkt im XML-Format geändert werden können. Weiterführende Informationen zum Ändern der Optionen finden Sie in der Bedienungsanleitung zur Simulation, [Kap. 6.8 "Menü Extras" auf Seite 26](#).

Wenn Inhalte gelöscht werden, unzulässige Werte eingetragen sind oder die XML-Syntax verletzt wurde, dann werden Standardwerte aktiv.

Die Elementnamen geben in der Regel ihre Bedeutung wieder. Über vielen Elementen sind Kommentare in englischer Sprache zu finden, die deren Bedeutung und/oder den Wertebereich beschreiben.

Konfiguration



Innerhalb von Textblöcken (zwischen Tag-Anfang und -Ende) und Attributen sind einige Zeichen nicht erlaubt, die wie folgt zu ersetzen sind:

- Zeichen "kleiner als" < in Textblöcken durch XML-Notation <;
- Zeichen "größer als" > in Textblöcken durch XML-Notation >;
- Zeichen & in Textblöcken durch XML-Notation &;
- Anführungszeichen " in Attributen durch XML-Notation ";

Beispiel: Textblock `IF A$<>" THEN` in XML-Notation `IF A $<>" THEN`.

CPL-ähnliche Anweisungen

Innerhalb einzelner Textblöcke der Sektion "Maschine" können Programmteile in einer an CPL (**C**ustom **P**rogramming **L**anguage, siehe Dokumentation "IndraMotion MTX Programmierhandbuch", Kap. "Grundlagen der NC-Programmierung") angelehnten Sprache hinterlegt werden, die dann interpretativ abgearbeitet werden, wenn z. B. das Werkzeug gewechselt wird oder eine Achse einen neuen Positionswert bekommt. Auf diese Weise kann die Simulation applikativ an vielfältige Bedingungen angepasst werden.

Dazu werden von der Simulation kontextabhängig Ein- und Ausgangsvariablen initialisiert, die im Anweisungsteil, ggf. unter Nutzung von Hilfsvariablen, verändert werden können. Im Anschluss verwendet die Simulation die zuletzt zugewiesenen Werte der Ein- und Ausgangsvariablen.

Alle Zuweisungen gelten nur für den aktuellen Aufruf und wirken sich nicht auf zeitlich nachfolgende Aufrufe aus.

Die Programmzeilen werden nicht durch eine Nummer (CPL-Satznummer) eingeleitet. Mehrere Anweisungen in einer Zeile sind durch Doppelpunkt zu trennen.

Fehler in der Programmierung (Syntax, Wertebereichsverletzung, unbekannte Variable oder Anweisung usw.) werden unterhalb der Simulation in einem Ausgabefenster angezeigt.

Anweisung zur Programmstrukturierung

Programmverzweigungen sind mit `IF <Bedingung> THEN <Block> {ELSE <alternativer Block>} ENDIF` zu programmieren.

Einfache Variablen

Einfache Variablen werden entweder durch die Initialisierung der Ein- und Ausgangsvariablen angelegt oder bei deren erstmaliger Zuweisung (Hilfsvariablen). Die Namen bestehen aus Großbuchstaben, Ziffern und Unterstrich, gefolgt von einem typabhängigen Postfix.



Es können keine Felder (Arrays) von einfachen Variablen angelegt werden. Abweichend zu CPL gibt es keine DIM-Anweisung.

- Ganze Zahlen (Integer) mit Postfix %. Beispiel: `COUNT%`
- Boolesche Variablen mit Postfix ?, Werte `TRUE` und `FALSE`. Beispiel: `EMPTY?`
- Reelle Zahlen (Real), ohne Postfix. Beispiel: `POSITION`
- Zeichenketten (String) mit Postfix \$. Beispiel: `NAME$`.

Strukturierte Variablen

Konfiguration

Strukturierte Variablen werden kontextabhängig als Ein- und Ausgangsvariable ausschließlich vom System angelegt, auf die lesend und teilweise schreibend zugegriffen werden kann.

In allen Kontexten können SD-Variablen verwendet werden, allerdings ausschließlich lesend, wobei Indizes nur als Konstante geschrieben werden dürfen.



Die Änderung von Systemdaten wird nicht synchron mit dem Interpolatortakt an die Simulation übertragen.

Eine weitere wichtige Struktur ist der Werkzeugdatensatz DBT1, der nur im Kontext "Erzeugung der Werkzeuggrafik" bereitgestellt wird. Das Anführen der Unterstruktur `Rec` ist hier optional.

Beispiele:

```
PX=SD.SysARA[1].Pos1 : REM lesender Zugriff auf ein Systemdatum
```

```
TNAME$=DBT1.Rec.Hd.SKQ : REM lesender Zugriff auf den Ident im Werkzeugdatensatz
```

Operatoren

Operatoren	Anweisung
Zuweisung	=
Addition (arithmetisch und Verbinden von Zeichenketten)	+
Subtraktion	-
Multiplikation	*
Division	/
Potenz	^
Fakultät	!
UND (boolescher Ausdruck und bitweise Integer-Operation)	AND
ODER (boolescher Ausdruck und bitweise Integer-Operation)	OR
Exklusives ODER (boolescher Ausdruck und bitweise Integer-Operation)	XOR
Negation (boolescher Ausdruck und bitweise Integer-Operation)	NOT
	gleich =
	größer gleich >=
Vergleiche von Zahlen, Zeichenketten und booleschen Variablen bzw. Ausdrücken	größer >
	ungleich <>
	kleiner gleich <=
	kleiner <

Tab. 10-1: Liste der Operatoren



Ausdrücke unter der Verwendung von `NUL` (nichtdefinierte Variable in CPL) sind hier nicht erlaubt.

Funktionen

Konfiguration

Die Argumente werden von einer runden Klammer eingeschlossen. Mehrere Argumente werden durch Komma voneinander getrennt.

Funktionen	Anweisungscode	
Trigonometrische Funktionen	Sinus	SIN (<Zahl>)
	Cosinus	COS (<Zahl>)
	Tangens	TAN (<Zahl>)
	Arcus-Sinus	ASIN (<Zahl>)
	Arcus-Cosinus	ACOS (<Zahl>)
	Arcus-Tangens	ATAN (<Zahl>)
Addition (arithmetisch und Verbinden von Zeichenketten)	+	
Absolutwert	ABS (<Zahl>)	
Wandel einer Gleitkommazahl in eine Ganzzahl durch Abschneiden	INT (<Zahl>)	
Wandel einer Gleitkommazahl in eine Ganzzahl durch Auf- oder Abrunden	ROUND (<Zahl>)	
Quadratwurzel	SQRT (<Zahl>)	
ASCII-Code eines Zeichens als Integer liefern	ASC (<Zeichen>)	
Wandel einer Gleitkommazahl in eine Ganzzahl durch Abschneiden	CHR\$ (<Zahl>)	
Zahl in eine Zeichenkette wandeln	STR\$ ({<Format-string>,}<Wert>)	
Wandel einer Zeichenkette in eine Zahl	VAL (<Stringausdruck>)	
Entfernen von führenden oder nachfolgenden Leerzeichen	TRIM\$ (<Stringausdruck>{, "L" "R"})	
Zeichen aus einer Zeichenkette lesen	MID\$ (<Stringausdruck>, <Anfangsindex>{, <Zeichenzahl>})	
MID\$ darf nicht auf der linken Seite einer Zuweisung stehen.		
Wandel einer Zeichenkette in Groß- oder Kleinbuchstaben	MCASE\$ (<Stringausdruck>, "U" "L")	

Tab. 10-2: Liste der Funktionen

Kommentar

Kommentarform	Anweisungscode
Ganze Zeile auskommentieren	; {<Kommentar>}
Bis zum nächsten Doppelpunkt bzw. Zeilenende auskommentieren	REM {<Kommentar>}

Tab. 10-3: Liste der Kommentaranweisungen

10.2 Einführung in die Erzeugung der Werkzeuggrafik

Werkzeuge in der Konfiguration der Simulation

Die Erzeugung der Werkzeuge erfolgt weitgehend automatisiert nach implementierten Regeln. Falls von den Regeln abgewichen werden soll oder spezielle Features zu realisieren sind, dann ist die Kenntnis von der Erzeugung

und eine Einflussnahme auf die Erzeugung erforderlich. Der folgende Abschnitt vermittelt auch Informationen, die für den Import von STL-Modellen für Werkzeuge benötigt werden.

Die applikative Einflussnahme auf die Berechnung der Werkzeuggrafiken erfolgt durch einen Programmteil, dessen Verwendung im [Kap. "Maschine" auf Seite 98](#) näher beschrieben wird, während im folgenden auf die inhaltlichen und geometrischen Aspekte eingegangen wird.

Wie kommt ein Werkzeug in die Simulation?

Im Normalfall wird das programmierte Werkzeug beim Durchlaufen eines Werkzeugwechsels ausgetauscht. Bei einer Werkzeugmaschine mit Revolver ändern sich dabei in den SD-Daten der Platz und/oder der Sektor des programmierten Werkzeugs, deren Kombination stets auf den Datensatz des neuen Werkzeugs verweist (Datensatzschlüssel). Beim Werkzeugwechsel an einer Maschine mit Werkzeugmagazin und beim Editieren eines angezeigten Werkzeugs im Werkzeugeditor ändert sich der Werkzeugdatensatz unter einem bestimmten Platz/Sektor selbst. Die Simulation registriert die Veränderung des Datensatzschlüssels bzw. des Datensatzes, initialisiert die Ein- und Ausgabeparameter, startet den erwähnten Programmteil und berechnet aus den Rückgabeparametern die Werkzeuggrafik. Auf diese Weise löst der physische Werkzeugwechsel auch einen Wechsel in der Simulationsgrafik aus.

Das programmierte Werkzeug kann eine Toolpath-Grafik erzeugen. Gibt es mehrere eingewechselte Werkzeuge in einem Kanal, dann erzeugt nur eines den Toolpath.

Ausschließlich für die Simulation gibt es noch zwei weitere Möglichkeiten eine Werkzeuggrafik anzuzeigen:

- Für Revolver kann der Zugriff auf Werkzeugdatensätze für die übrigen (nicht eingewechselten) Werkzeuge über Datenbankqueries definiert werden, womit die Werkzeuginformationen für die gesamte Revolverbestückung bereitgestellt werden.
- Das programmierte Werkzeug, dessen Grafik aus dem zugehörigen Datensatz des Werkzeugmanagements errechnet wird, kann mit Hilfe einer Werkzeugbeschreibung über den Zyklus `TOOL` temporär überlagert werden.

Wie wird die Werkzeuggrafik erzeugt?

Die Werkzeuggrafik (hier sog. Meshes) kann wie folgt erzeugt werden:

- durch Auswertung der relevanten Geometrie- und Technologiewerte des Werkzeugdatensatzes
- durch **Importieren einer STL-Datei**
- durch **Generieren von Meshes** mit einer der Methoden:
 - **Rotieren** einer Kontur (revolved contour).
Ein Rotationskörper wird durch Rotieren einer zweidimensionalen Mantelkontur um eine Rotationsachse beschrieben
 - **Extrudieren** einer Kontur (extruded contour).
Ein Körper wird durch lineares Verschieben einer geschlossenen und sich nicht überschneidenden, zweidimensionalen Grundrisskontur entlang der Senkrechten (Höhe) beschrieben

Die Kontur kann auf folgenden Wegen erzeugt werden:

- durch direkte Vorgabe von Strecken und Kreisbögen
- durch Parameter, die die Simulation in die Berechnung der Kontur einfließen lässt. Für die Parameter gelten kontextabhängige Standardwerte bzw. Abhängigkeiten im Verhältnis zu anderen Größen, so dass ihre Vorgabe in der Konfiguration prinzipiell nicht erforderlich ist

Konfiguration



Beim Generieren von Meshes aus Parametern werden vielfach Annahmen bzw. Vereinfachungen getroffen. Folglich ist die Geometrie vom Anwender nicht genau vorhersehbar und für eine exakte Kollisionsbetrachtung ungeeignet.



Zu importierende STL-Modelle für Werkzeuge sind im Installationsverzeichnis "IndraWorks\MW Models\Tools" bereitzustellen.

Bestandteile eines Werkzeugs aus Simulationssicht

Die Grafik eines Werkzeugs kann aus maximal vier Teilen bestehen. Jeder Teil kann durch höchstens einen Körper repräsentiert werden und wird in der Regel getrennt von den anderen Teilen beschrieben.

Im Programmteil gibt es je Bestandteil eine String-Variable als Ein- und Ausgangsparameter, mit deren Hilfe auf eine STL-Datei über einen Dateinamen verwiesen werden kann. Alternativ können dort die zu rotierende/extrudierende Kontur und/oder Parameter definiert werden.

- **Schneide** (Cutting Part, Variable `CUTT$`):

Dieser Teil ist in der Lage, am Werkstückmodell Material ab- bzw. aufzutragen oder das Werkstück umzuformen, sofern das Werkzeug aktiv ist.

Der Schneidenteil wird z. B. bei Bohr- und Fräswerkzeugen vom Hüllkörper der rotierenden Schneiden gebildet, bei Schleifwerkzeugen vom Schleifbelag. Beim Strahlschneiden entspricht die Schneide dem Schneidstrahl. Bei einem Werkzeug zur generativen Fertigung dient die Schneidengeometrie zur Festlegung des Torusquerschnitts des aufgetragenen Materials und ist selbst unsichtbar.

- **Schaft** (Noncutting Part, Variable `SHAFT$`):

Der nichtschneidende Teil bildet meist eine nicht lösbare Einheit mit dem schneidenden Teil.

Bei Bohr- und Fräswerkzeugen mit Wendeschneidplatten ist das der Teil des Grundkörpers, der nicht mit Schneidplatten bestückt ist.

Bei Bohr- und Fräswerkzeugen mit einem Zapfen (z. B. Zapfensenker) oder vorstehender Anzugsmutter wird dieser Teil als Schaft betrachtet. Der übrige Teil des (physischen) Schafts oberhalb der Schneide wird dann dem Futter zugeordnet.

- **Futter** (Arbor, Variable `ARBOR$`):

Dem Futterteil werden alle Werkzeugspanner und Aufnahmen zugeordnet wie z. B. Bohrfutter, Spannzangen, Fräseraufsteckdorne. Das Futter kann auch eine physische Einheit mit dem Halter bilden und trotzdem als separates Mesh definiert werden.

- **Halter** (Holder, Variable `HOLDER$`):

Der Halter stellt die Verbindung der Werkzeug-Spanner-Kombination mit der Aufnahme an der Spindel oder dem Revolver her.

Bei Bohr- und Fräsmaschinen ist dies meist eine Steilkegelaufnahme. Es genügt, nur den aus der Spindel herausragenden Teil zu modellieren.

Beim Stanzen kann der Halter die Werkzeugführung sein, auf die der Stößel einwirkt.

Alle Werkzeugteile mit Ausnahme der Schneide sind funktional gleichwertig. Sie unterscheiden sich in der Farbe und beim Zusammenfügen zur Werkzeug-Spanner-Kombination. Welche der genannten Teile bei einem bestimm-

Konfiguration

**Besonderheiten beim Zusammen-
fügen der Bestandteile**

ten Werkzeug tatsächlich berücksichtigt werden, ist abhängig vom Werkzeugtyp.

Rotationssymmetrische Werkzeuge (außer Schleifwerkzeuge):

Bei rotationssymmetrischen Werkzeugen werden die Meshes von **Schneide** und **Schaft** turmartig übereinander gestapelt. Eine Durchdringung beider Meshes oder eine ineinandergesetzte Montage ist nicht möglich. In der Regel liegen also die obere Begrenzung der Schneide und die untere Begrenzung des Schafts auf gleicher Höhe. Wenn Sie Meshes importieren, müssen Sie deshalb ggf. innenliegende Teile weglassen bzw. die Geometrien mit einem CAD-System entsprechend anpassen. Falls Sie nur über ein einziges Modell verfügen, das Schneide und Schaft umfasst, dann importieren Sie es als Schneide und definieren den Schneidenteil davon über den Technologieparameter `lu` (Nutzlänge) im Werkzeugeditor.

Bei rotationssymmetrischen Werkzeugen werden die Meshes von **Futter** und **Halter** ebenfalls turmartig übereinander gestapelt.

Die Kombination aus Halter und Futter und die Kombination aus Schaft und Schneide können einander durchdringen.

Schleifwerkzeuge:

Die Werkzeugbestandteile werden so angeordnet, dass die Nullpunkte der Meshes in Richtung der Rotationsachse am Werkzeugnullpunkt liegen. Durchdringung ist also möglich.

Stanzwerkzeuge:

Bei Stanz- und Umformwerkzeugen können nur Schneide und Halter vorgegeben werden, die je nach Funktion (Ober-/Untergesenk) turmartig übereinander gestapelt werden.

**Werkzeugbestandteile nach Werk-
zeugtypen**

Bezeichnung Typ/ Gruppe	Typnummer (1)/ Typ in Werk- zeugbeschrei- bung (2)	Schneide CUTT\$	Schaft SHAFT\$	Futter ARBOR\$	Halter HOLDER\$
Standardwerkzeug	0				
Bohrwerkzeuge	1000..1016	Import, rotierte Kontur oder gene- risch aus Techno- logie- und Schnei- dendaten. Wird immer ange- legt	Import, rotierte Kontur oder gene- risch. Wird nur bei aus- reichender Länge und bei einer gene- risch aus Techno- logiedaten erzeug- ter Schneide ange- legt	Import, rotierte Kontur oder gene- risch aus Parame- tern in ARBOR\$. Wird nur bei aus- reichender Länge angelegt	Import oder gene- risch. Wird nicht automa- tisch generiert und nur bei ausreichen- der Länge angelegt
Fräswerkzeuge	2000..2017				
Drehwerkzeuge	3000..3027	Nicht implementiert	--	--	--
Messtaster	5001..5003	Nicht vorhanden	Kugeln (rubin) und Stiel. Nur generisch aus den Schneidenda- ten	Import, rotierte Kontur oder aus Parametern in AR- BOR\$. Wird nur bei aus- reichender Länge angelegt	Import oder gene- risch. Wird nicht automa- tisch generiert und nur bei ausreichen- der Länge angelegt
Sonderwerkzeug Greifer	6000	Nicht implementiert	--	--	--

Konfiguration

Bezeichnung Typ/ Gruppe	Typnummer (1)/ Typ in Werk- zeugbeschrei- bung (2)	Schneide CUTT\$	Shaft SHAFT\$	Futter ARBOR\$	Halter HOLDER\$
Strahlschneidwerk- zeug	6001	Nur generisch aus Technologie- und Schneidendaten	Ergibt eine trans- parente "Flamme" in Schneidenfarbe. Im Standard nicht vorhanden. Nur Import oder ro- tierte Kontur mög- lich	Import oder rotierte Kontur. Wird nicht automatisch generiert	
AM-Werkzeug	6002	Torusquerschnitt des aufzutragen- den Materials. Import, rotierte Kontur oder aus Technologiedaten. Wird immer ange- legt	Import, rotierte Kontur oder gene- risch aus Techno- logiedaten. Wird nur bei aus- reichender Länge angelegt	Import, rotierte Kontur oder aus Parametern in AR- BOR\$. Wird nur bei aus- reichender Länge angelegt	Import oder gene- risch. Wird nicht automa- tisch generiert und nur bei ausreichen- der Länge angelegt
Stanzwerkzeuge	7000..7013	Import, extrudierte Kontur (beim Un- terteil ohne Loch) oder aus Technolo- giedaten. Wird immer ange- legt	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Import oder gene- risch
Bohrwerkzeuge	"DRILL", "CDRILL", "BBAR"	Nur generisch aus den Parametern der Werkzeugbe- schreibung und der Werkzeugkorrektur	Nur generisch pas- send zur Schneide.	Import, rotierte Kontur oder aus Parametern in AR- BOR\$.	Import oder gene- risch.
Fräswerkzeuge	"MILL", "CHAMFER", "CRMILL"			Wird nur bei aus- reichender Länge angelegt	Wird nicht automa- tisch generiert und nur bei ausreichen- der Länge angelegt
Schleifwerkzeuge	"GRIND"			Nur Import oder rotierte Kontur möglich. Wird nicht automatisch generiert	

(1) Die Typnummer steht im Werkzeugdatensatz im Element DBT1.Rec.Hd.IKQ2

(2) Der Typ in der Werkzeugbeschreibung ist ein String, der dem ersten Parameter des Zyklus' TOOL entspricht und auf den in der Ein-/Ausgabestruktur für Werkzeugbeschreibungen mit dem Element DESCR.TYPE zugegriffen wird

Tab. 10-4: Werkzeugbestandteile im Abhängigkeit vom Werkzeugtyp

Syntax von CUTT\$, SHAFT\$, ARBOR\$ und HOLDER\$

Bei der Belegung der Variablen für Schneide, Schaft, Futter und Halter sind die nachfolgend aufgeführten syntaktischen Regeln einzuhalten:

- **Import** eines STL-Modells:
Geben Sie den Dateinamen mit Extension ".stl" und ohne Pfad an.
Beispiel: HOLDER\$="Holder-2000-03.stl"
- **Rotierte Kontur**:

Konfiguration

Nach **REV**, gefolgt von einem Komma oder Doppelpunkt, geben Sie abwechselnd eine Durchmesserkoordinate und dann eine Längenkoordinate pro Eckpunkt an (adresslos). Als Separator zwischen den Zahlen wird das Komma verwendet, wobei dem Komma beliebig viele Leerzeichen voran- oder nachgestellt sein können. Gleichbleibende Koordinaten müssen nicht geschrieben werden.

Die Kontur muss immer im positiven Durchmesserbereich verlaufen, beginnt in der Regel bei Länge 0 und wird in positiver Längenrichtung fortgeschrieben. Der Startpunkt ist standardmäßig [0,0]. Diese Nullen können weggelassen werden.

Wird der Endpunkt eines Konturelements über einen Kreisbogen erreicht, dann ist vor den Koordinaten des Endpunkts, mit Separator abgetrennt, der Radius wie folgt anzugeben:

- Kreisbogen im Uhrzeigersinn: **CW**<Radius>
- Kreisbogen im Gegenuhrzeigersinn: **CCW**<Radius>
- Falls der Öffnungswinkel des Kreisbogens mehr als 180° beträgt, geben Sie den Radius mit negativem Vorzeichen vor

Falls das erste oder das letzte Element eine Planfläche ist, dann müssen diese nicht im Konturzug aufgeführt werden.

Die Orientierung der Rotationsachse ist standardmäßig parallel zu Z ausgerichtet. Die Orientierung kann mit dem selbsthaltenden Parameter **ORI** verändert werden, der an beliebiger Stelle, durch Komma getrennt, innerhalb oder am Ende der Kontur aufzuführen ist.

- **ORI0**: Rotationsachse längs Z (Standard)
- **ORI1**: Rotationsachse längs Y
- **ORI2**: Rotationsachse längs X

Die Rotationsachse verläuft standardmäßig durch den Punkt [0,0,0]. Ihre Lage kann mit Hilfe der selbsthaltenden Parameter **X**, **Y** und **Z** verändert werden, die an beliebiger Stelle, durch Komma getrennt, innerhalb oder am Ende der Kontur einzufügen sind.

Beispiel:

Der Elektronikteil eines Messtasters hat folgende Abmessungen und soll als Futter dargestellt werden:

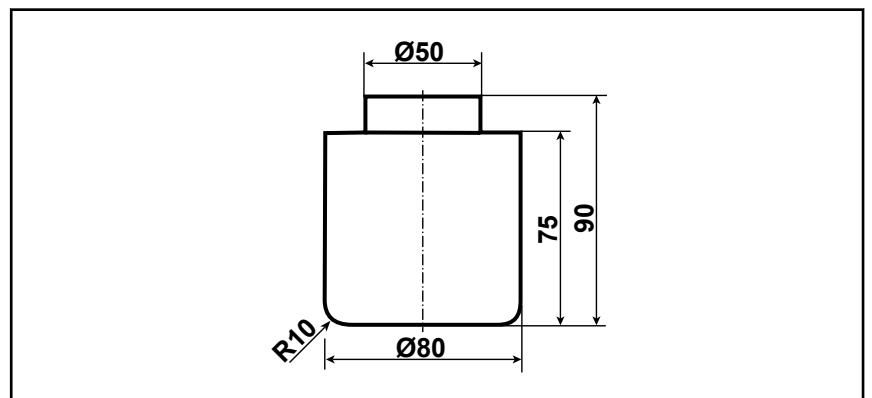


Abb. 10-1: *Beispiel: Gehäuse eines Messtasters*

ARBOR\$="REV:60,0,CCW10,80,10,80,75,50,75,50,90" : REM
Alle Koordinaten geschrieben

ARBOR\$="REV,60,,CCW10,80,10,,75,50,,,90" : REM Wiederholende Koordinaten und Start 0 weggelassen.

Konfiguration

- **Extrudierte Kontur:**

Nach **EXT** geben Sie den Konturverlauf mit Abszisse und Ordinate im Wechsel analog zur rotierten Kontur an, jedoch beide Koordinaten im Radiusmaß. Abweichend zur rotierten Kontur gibt es keine Einschränkungen hinsichtlich des Wertebereichs der Koordinaten.

Eine nicht geschlossene Kontur wird automatisch durch Anfügen einer Strecke geschlossen.

Die Dicke geben Sie mit einem adressierten Parameter innerhalb der Punktliste an: **TH**<Dicke>.

Ohne weitere Angaben wird die Kontur bei Z0 angelegt und längs Z um die Dicke **TH** verschoben. Möchten Sie eine andere Höhenrichtung wählen, dann ergänzen Sie den Parameter **ORI**:

- **ORI0**: Verschiebung längs Z (Standard)
- **ORI1**: Verschiebung längs Y
- **ORI2**: Verschiebung längs X

Die Lage der Grundfläche kann mit Hilfe der selbsthaltenden Parametern **X**, **Y** und **Z** verändert werden, die an beliebiger Stelle, durch Komma getrennt, innerhalb oder am Ende der Kontur aufzuführen sind.

Beispiel:

Die Schneide eines Stanzwerkzeugs (Oberteil) hat die Abmessungen laut Zeichnung. Seine Dicke, die sich in Z-Richtung erstreckt, soll der Variablen **CUTTHEIGHT** entnommen werden.

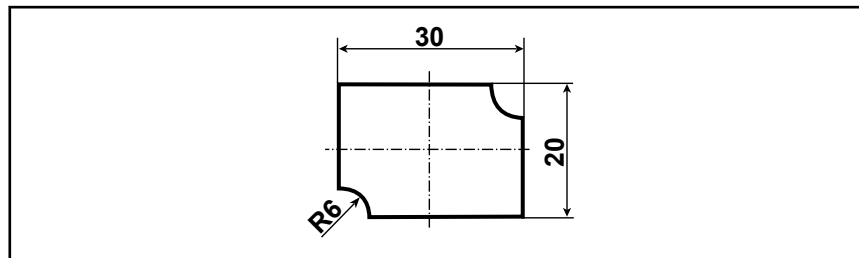


Abb. 10-2: Beispiel: Stanzwerkzeug

CUTT

```
$="EXT:-9,-10,15,,,4,CCW6,9,10,-15,-4,CCW6,-9,-10,TH  
"+STR$(CUTTHEIGHT)
```



Da es nicht möglich ist, einen durchbrochenen Körper durch Extrudieren zu erzeugen, weichen Sie bitte beim Untergesenk eines Stanzwerkzeugs auf eine Kreisscheibe aus.

- **Quader:**

Ein achsparalleler Quader kann mit **CUB**, gefolgt durch zwei seiner Eckpunkte beschrieben werden (minimale und maximale Koordinatenwerte). Syntax "**CUB**:<X1>,<Y1>,<Z1>,<X2>,<Y2>,<Z2>"

Beispiel:

```
HOLDER$="CUB,-50,-40,-30,50,40,0"
```

- **Zylinder:**

Ein Zylinder mit optionaler Innenbohrung kann mit **CYL** beschrieben werden. Syntax "**CYL**:<D1>,{<D2>},<H>,{<X>},{<Y>},{<Z>}{,ORI<ori>}" mit:

Konfiguration

- D1 Aussendurchmesser
- D2 Innendurchmesser (Standard 0)
- H Höhe
- X, Y, Z Position der Mitte der unteren Grundfläche (Standard 0)
- ORI Orientierung der Rotationsachse (ORI0 längs Z (Standard), ORI1 längs Y, ORI2 längs X)

Beispiel:

CUTT\$="CYL:20,,30,,, "

- **Kegel:**

Kegel und Kegelstümpfe werden mit CON definiert. Syntax "CON: {<D1>}, {<D2>}, <H>, {<X>}, {<Y>}, {<Z>} {,ORI<ori>}" mit:

- D1 Durchmesser untere Grundfläche (Standard 0)
- D2 Durchmesser obere Grundfläche (Standard 0)
- H Höhe
- X, Y, Z Position der Mitte der unteren Grundfläche (Standard 0)
- ORI Orientierung der Rotationsachse (ORI0 längs Z (Standard), ORI1 längs Y, ORI2 längs X)

Beispiel:

CUTT\$="CON:,20,30,,, -30"

- **Mehrkant:**

Mehrkant-Teile werden mit POL beschrieben. Syntax "POL:<D>, {<A>}, <H>, {<X>}, {<Y>}, {<Z>} {,ORI<ori>} {,N<n>}" mit:

- D Durchmesser/Schlüsselweite
- A Orientierungswinkel (Standard 0)
- H Höhe
- X, Y, Z Position der Mitte der unteren Grundfläche (Standard 0)
- ORI Orientierung der Längsachse (ORI0 längs Z (Standard), ORI1 längs Y, ORI2 längs X)
- N Anzahl der Kanten (Standard 6)

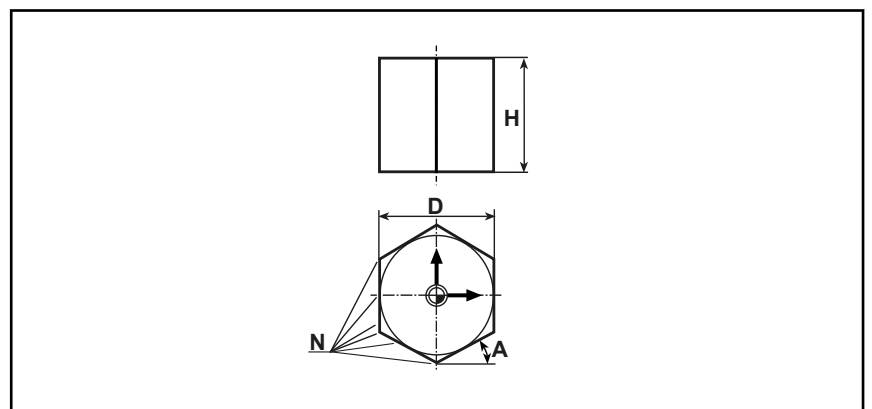


Abb. 10-3: Parameter eines generisch zu erzeugenden Mehrkants

Beispiel:

CUTT\$="POL:16,30,12,,,,,ORI1,N8"

Konfiguration

- **Kugel:**

Eine Kugel wird mit `BAL` definiert. Syntax "`BAL:<D>,{<X>},{<Y>},{<Z>},{,ORI<ori>}`" mit:

- `D` Durchmesser
- `X`, `Y`, `Z` Position der Kugelmitte (Standard 0)
- `ORI` Orientierung der Rotationsachse (`ORI0` längs `Z` (Standard), `ORI1` längs `Y`, `ORI2` längs `X`)

Beispiel:

`CUTT$="BAL:6,, ,3"`

- **Parameter für einen zylindrischen Futterteil:**

Kommt für einen Werkzeugtyp eine rotationssymmetrische Arbor-Geometrie in Betracht, dann wird, wenn weder eine geeignete Kontur definiert noch ein geeignetes STL-Modell importiert wurde und der Variablen `ARBOR$` kein Leerstring zugewiesen ist, automatisch ein Zylinder mit einer Fase an der vorderen Stirn generiert.

Dafür sind folgende Parameter vorgesehen:

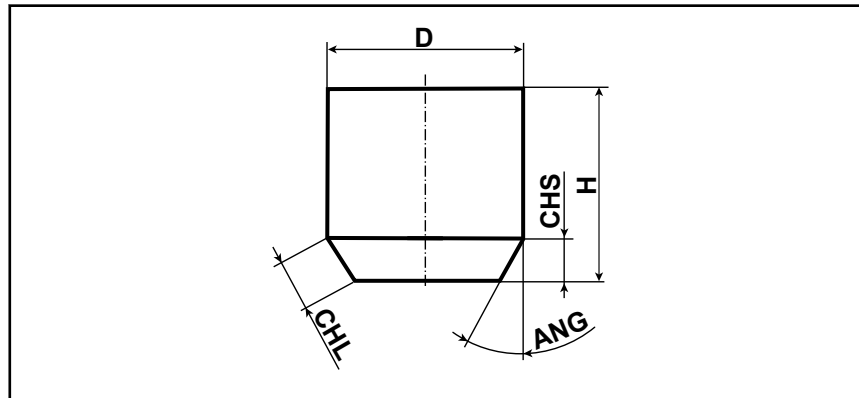


Abb. 10-4: Parameter für ein zylindrisches Futter

- Gesamtlänge `H`: Der Standwert richtet sich nach den Längen der übrigen Werkzeugbestandteile
- Durchmesser `D`: Der Standwert ist in der Regel größer als der Schulterdurchmesser (Schaft) und etwas kleiner als der Durchmesser des Halters
- Faserwinkel `ANG`: Standardwert 45°
- Faserlänge `CHL` oder alternativ Faserabschnitt `CHS`: Die Fasergröße wird ohne diese Angabe der Länge des Zylinders und den Durchmessern an Schulter und Halter angepasst

Die Parameter können Sie einzeln oder mehrere kombiniert der Variablen `ARBOR$` zuweisen (separiert durch Komma). Es ist auch möglich, diese Parameter innerhalb einer Kontur zu definieren. Falls der Körper aus der Kontur nicht den vorhandenen Platzverhältnissen genügt, dann wird ein zylindrisches Futterteil nach Standard eingefügt, und dieses können Sie mit den Parametern beeinflussen.

Beispiel 1:

Ein zylindrisches Futter soll mit einer 30° -Fase angezeigt werden

`ARBOR$="ANG30"`

Beispiel 2:

Die Bildung einer Fase soll unterbunden werden

```
ARBOR$="CHLO"
```

Beispiel 3:

Es soll keine Futtergeometrie erzeugt werden

```
ARBOR$=""
```

Werkzeuglängenkorrektur und Orientierung, Lage der Nullpunkte der Meshes

Bisher wurde dargelegt, wie die Form des Werkzeugs entsteht. Ein weiteres wichtiges Kriterium für eine korrekte Grafik ist deren Orientierung im Raum.

Unter der **Orientierung** ist die Ausrichtung eines Werkzeugs in den Raumkoordinaten X, Y und Z zu verstehen. Bei einem rotationssymmetrischen Werkzeug (außer Schleifen) ist dessen Rotationsachse zu betrachten, die parallel zu einer Raumachse des Koordinatensystems am Werkzeugknoten des Maschinenmodells verlaufen muss (z. B. radiales oder axiales Bohrwerkzeug an einer einspindligen Drehmaschine, Orientierung in Raumrichtung X bzw. Z). Werkzeuge können auch in die entgegengesetzte Achsrichtung orientiert sein, wie z. B. an einer Drehmaschine mit Gegenspindel auf der zweiten Seite. Bei Drehwerkzeugen entspricht die Orientierung der Werkzeuge der Interpolationsebene (in der Regel G18). Das gilt auch für das Schleifen, wobei hier der Torusquerschnitt des Schleifbelags in der Interpolationsebene maßgebend ist.

Bei der Programmierung bzw. dem Import von Werkzeugmodellen für rotationssymmetrische Werkzeuge gilt, dass **Schneide, Schaft und Futter** in einem Koordinatensystem zu definieren sind, bei dem Z parallel zur Rotationsachse verläuft und die positive Z-Richtung von der Spitze zum Schaft zeigt. Die Definition der genannten Geometrien ist also unabhängig von der Orientierung und auch von den **Längenkorrekturen** (z. B. bei einem Winkelpopf). Lediglich **der Nullpunkt der Schneide in Längsrichtung muss mit der Lage des Werkzeugnullpunkts übereinstimmen**. Die Simulation transformiert dann die Geometrie entsprechend der Orientierung und den Längenkorrekturen.

Bezüglich der Wahl des **Nullpunkts der Schaftgeometrie** gilt:

- Liegt die untere Begrenzung des Meshs in Längsrichtung gesehen im negativen Bereich, dann wird die Geometrie unterhalb der Schneide angeordnet (Zapfen oder Verlustlänge). Die Futtergeometrie muss dann gegebenenfalls den eigentlichen Schaft mit enthalten
- In allen anderen Fällen wird der Schaft auf die Schneide "aufgesetzt" (Regelfall)

Bei der Orientierung des **Halters** gelten die vorgenannten Regeln für Schneide, Schaft und Futter.

Bezüglich seines Nullpunkts in Längsrichtung gilt:

- Liegt der Nullpunkt an der unteren Begrenzung der Haltergeometrie, dann wird der Nullpunkt an der Werkzeugaufnahme mit der oberen Begrenzung des Halters in Übereinstimmung gebracht (Regelfall)
- In allen anderen Fällen wird der Nullpunkt der Haltergeometrie selbst auf der Höhe des Nullpunkts an der Werkzeugaufnahme liegen

Der Nullpunkt des Halters in der zur Rotationsachse senkrechten Ebene entspricht immer dem Nullpunkt an der Werkzeugaufnahme.

Vollständige Beispiele mit rotierten und extrudierten Konturen

Die folgenden Beispiele sollen veranschaulichen, wie die Generierung von Werkzeuggrafiken angepasst und erweitert werden kann.

Konfiguration

Programm:

```
TNAME$=DBT1.Hd.SKQ           : Get REM ident from tool dataset
IF TNAME$<>" " THEN           : REM tool is no empty tool
                                ; Holder contour HSK 63 for all tools
    HOLDER$="REV,63,,,4,55,6,,10,63,12,,26"
    TY%=DBT1.Hd.IKQ2          : Get REM tool type number
    IF (TY%=2010)AND(MID$(TNAME$,1,6)="DblAng")AND(EDREF%<0) THEN
                                ; User implementation for double angle
                                ; cutter
        D=DBT1.UD.Tl.Tech.Tech1 : Get REM outer cutter diameter
        LU=DBT1.UD.Tl.Tech.Tech5 : Get REM cutting edge height
        TAL=DBT1.UD.Tl.Tech.Tech6 : Get REM angle
        L_3=DBT1.UD.Ed[EDREF%].Geo.L3 : Get REM length correction L3
        IF (TAL<=0)OR(TAL>170) THEN
            TAL=90              : REM Use standard angle if required
        ENDIF
        IF LU<=0 THEN LU=10 ENDIF : REM Set standard cutting edge height if
                                ; required
        D1=D-LU/TAN(0.5*TAL)     : REM Calculate face diameter of cutting
                                ; edge
                                ; Validate remain. length and face diam.
        IF (D1>0)AND(L_3-26-0.5*LU>0) THEN
            LL=12                : REM spigot length 12 mm
            DS=D1*0.8            : REM Determine/limit milling arbor diam.
            IF DS>50 THEN DS=50 ENDIF
                                ; Def. contours for shaft, cutting edge, arbor
            SHAFT$="REV,"+STR$(DS)+", "+STR$(-LL)+",,0"
            CUTT$="REV,"+STR$(D1)+", "+STR$(-0.5*LU)+", "
            CUTT$=CUTT$+STR$(D)+",0,"+STR$(D1)+", "+STR$(0.5*LU)
            ARBOR$="REV,"+STR$(DS)+",,, "+STR$(L_3-26-0.5*LU)
        ENDIF
    ENDIF
ENDIF
```

*Beispiel:***Radial eingestellter Form-Senker an einer Drehmaschine (Winkelkopf)**

Es ist die generische Grafik für einen radialen Winkelkopf einschließlich Spannzange zu definieren.

Weiterhin soll die Werkzeuggrafik für einen Formsenker laut Zeichnung implementiert werden. Die Implementation ist als Erweiterung des Werkzeug-typs "allgemeines Werkzeug" zu realisieren und davon abhängig sein, ob der Ident der Zeichenkette "FormCounterSink 12x6" entspricht.

Konfiguration

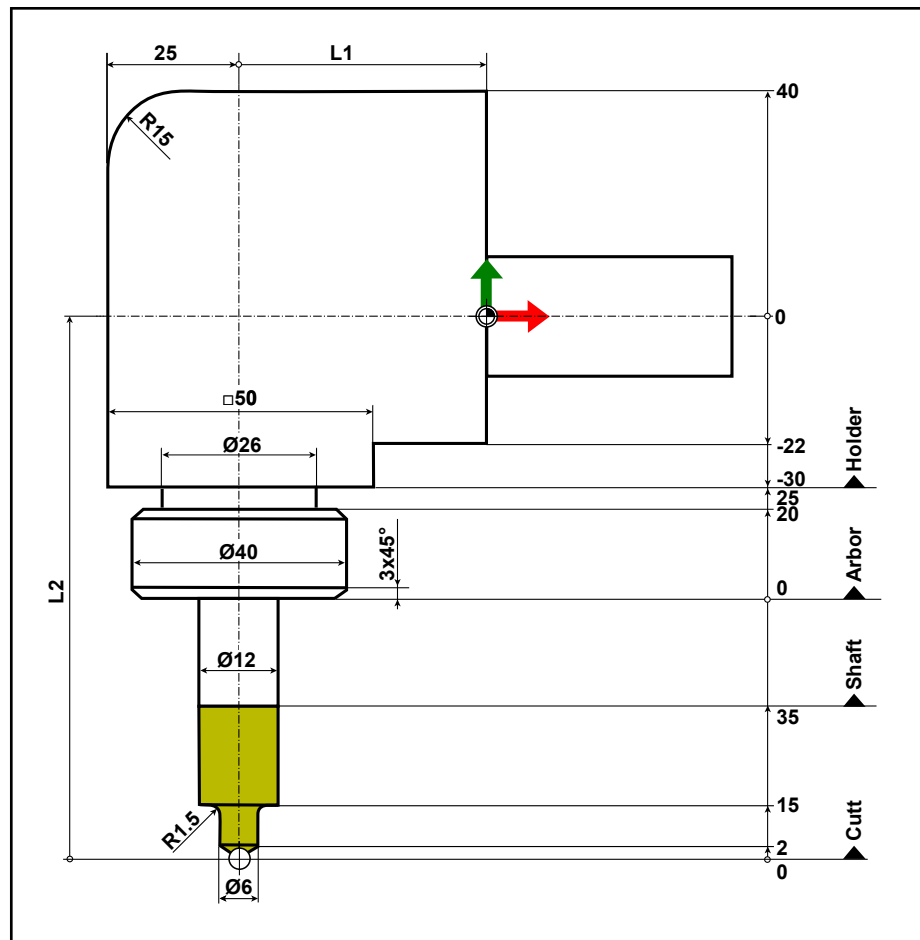


Abb. 10-6: Form-Senker 12x6 mit radialem Winkelkopf



Das Mesh des Winkelkopfs ist durch Extrudieren zu erzeugen. Die Abszisse des Koordinatensystems für diese Kontur ist mit einem roten Pfeil, die Ordinate mit einem grünen Pfeil gekennzeichnet. Der Nullpunkt der Kontur muss mit dem Nullpunkt an der Werkzeugaufnahme übereinstimmen, weil die Geometrie in Werkzeuglängsrichtung den Nullpunkt an der Werkzeugaufnahme überragt. Die Richtung zum Extrudieren ist in diesem Fall Y.

Programm:

```

TNAME$=DBT1.Hd.SKQ : REM Get ident from tool dataset
IF (TNAME$<>"")AND(ORIPLANE$="G19")AND(EDREF%>0) THEN
    ; Tool not empty and radially oriented.
    L_1=DBT1.UD.Ed[EDREF%].Geo.L1 : REM Get length correction L1
    L_2=DBT1.UD.Ed[EDREF%].Geo.L2 : REM Get length correction L2
    ; Validation for angle head incl. collet chucks
    IF (L_1>50)AND(L_2>55) THEN
        ; Contours for angle head and collet chucks
        HOLDER$="EXT,0,-22,,40,"+STR$(-L_1-10)+",,CCW15,"+STR$(-L_1-25)
        HOLDER$=HOLDER$+"25,,,-30,"+STR$(-L_1+25)+",,,-22,Y-25,TH50"
        ARBOR$="REV,34,,40,3,,17,34,20,26,,25"
        IF (TY%=0)AND(TNAME$="FormCounterSink 12x6") THEN
            ; Branching for form countersink
            SHAFTLEN=L_2-30-25-35 : REM remaining shaft length
            IF SHAFTLEN>=0 THEN : REM shaft length sufficient?
                ; Contours for shaft and cutting edge
                SHAFT$="REV,12,,,"+STR$(L_2-35)
                CUTT$="REV,,,6,2,,13.5,CW1.5,9,15,12,,35"
            ENDIF
        ENDIF
    ENDIF

```

ENDIF
ENDIF

10.3 Beschreibung der Konfigurationsdatei MTX.Simulation.Options.XML bzw. MTX.Simulation.Options.Temp.XML

10.3.1 Dateiaufbau

Header und Hauptelement

Die Datei kann mit einem Header beginnen, in dem die gültige XML-Version und das XML-Format in UTF-8 Kodierung beschrieben sind.

Es folgt das Hauptelement `<SimulationOptions>`, unterhalb dessen mehrere Sektionen (Einstellungen in Themengruppen aufgeteilt) zu finden sind.

Sektionen

Es existieren die nachfolgend aufgeführten XML-Tags unterhalb des Hauptelements (Sektionen). Es wird die Funktion jeder Sektion beschrieben und kenntlich gemacht, ob es sich um reine Optionen oder bei der Inbetriebnahme vorzugebende Konfigurationsdaten handelt.

- Tag `<Optimizing>` **Optimierung** (--> Optionen)
Anpassung der Simulation an die Leistung des Visualisierungsgeräts (CPU, Grafik) und die NC-Steuerung (Interpolator-Taktfrequenz) sowie das Teilespektrum (Werkstückgröße). Diese Einstellungen bestimmen die grafische Qualität und die Performance der Simulation. Weiterhin gibt es eine Einstellung für Tests, Fehleranalyse und Aufzeichnungen zur Fehlerreproduktion und Einstellungen für die Dialogführung.
- Tag `<Machine>` **Maschine** (--> Konfiguration)
Definiert, welches Maschinenmodell verwendet und wie die Simulation an den NC-Kern angebunden wird:
 - Das Hauptbearbeitungsverfahren, das sich auf die Dialogführung auswirkt
 - Welche Achse des Modells wird von welchem Antrieb bewegt?
 - Welcher Werkzeugknoten wird durch den Werkzeugwechsel von welchem Kanal bedient?
 - Wie werden Werkzeuge aktiv/inaktiv geschaltet?
 - Nach welchen Kriterien erfolgt eine Revolverbestückung?
 - Wie sollen Werkzeuge und ihre Halter bemessen und orientiert sein?
- Tag `<View>` **Einstellungen zur Anzeige** (--> Optionen)
Legt alle Einstellungen zur grafischen Ausprägung und des Menüumfangs fest mit Ausnahme der Farben
- Tag `<Colors>` **Farben** (--> Optionen)
Ordnet den Flächen und Linien spezielle Farben zu. Ferner gibt es Farbschemata, die eine Farbzuordnung in Abhängigkeit von einer Größe erlauben
- Tag `<Punching>` **Stanzen** (--> Konfiguration)
Spezielle Einstellungen für die Stanzsimulation
- Tag `<AdditiveManufacturing>` **Generatives Fertigen** (--> Konfiguration)
Spezielle Einstellungen für generische Fertigungsverfahren (z. B. 3D-Druck)
- Tag `<iWindow>` **Kameraeinstellungen** (--> Konfiguration)

Konfiguration

Die Simulationsgrafik kann mit einem Kamerabild überlagert werden. Die Einstellungen der Kamera für diese speziellen Ansicht zur erweiterten Realität (Augmented Reality) werden in dieser Sektion vorgenommen

Dateistruktur *Programm:*

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SimulationOptions>
  <Optimizing>
    <!--*****-->
    <!--***** Optimizing *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </Optimizing>
  <Machine>
    <!--*****-->
    <!--***** Machine *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </Machine>
  <View>
    <!--*****-->
    <!--***** View Settings *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </View>
  <Colors>
    <!--*****-->
    <!--***** Colors *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </Colors>
  <Punching>
    <!--*****-->
    <!--***** Punching *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </Punching>
  <AdditiveManufacturing>
    <!--*****-->
    <!--***** Additive Manufacturing *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </AdditiveManufacturing>
  <iWindow>
    <!--*****-->
    <!--***** Camera View Settings (iWindow) *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </iWindow>
</SimulationOptions>
```

10.3.2 Konfiguration der NC-Simulation

Maschine

Hauptbearbeitungsverfahren Tag <MachingType>:

Das **Hauptbearbeitungsverfahren** beeinflusst die Dialogführung, insbesondere welche Rohteilarten im Menü angeboten werden.

Mögliche Werte:

- **Mill (Standard)**
 Fräsbearbeitungszentrum u. a. Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung prismatischer Teile (z. B. Laserbearbeitung). Angebotene Rohteile: Quader und Zylinder
- **Turn**
 Drehmaschine u. a. Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung rotationssymmetrischer Teile. Angebotene Rohteile: Stangenabschnitt und Mehrkant
- **Punch**
 Stanzmaschine. Angebotenes Rohteil: Blech
 Die Stanzmaschine kann nicht explizit vereinbart werden. Dieses Verfahren wird automatisch gesetzt, wenn in der Macoda 8001 00010 die Funktion "Stanzen appliziert" den Wert "1" besitzt
- **AM**
 Werkzeugmaschine für generative Fertigungsverfahren. Angebotene Rohteile: Quader und Zylinder
 Beim quaderförmigen und zylinderförmigen Rohteil in der Volumendarstellung werden nur die Grundflächen als "Unterlage" dargestellt. Die Rohteilabmessungen beschreiben dann den Raum, in dem das Werkstück entsteht.
- **undefined**
 Bearbeitungsverfahren nicht zugewiesen

Maschinenmodell

Tag <MachineModel>:

Ein **Maschinenmodell** besteht aus einer XML-Datei, welche den Kinematikbaum definiert, und gegebenenfalls weiteren Dateien, die von den Geometrieelementen als Modelle (STL-Dateien) und zu anderen Zwecken angezogen werden. Die XML-Datei beginnt mit dem Hauptelement-Tag <machine_definition>. Alle genannten Dateien befinden sich auf einem einzigen Ordner unterhalb des Installationsverzeichnis "IndraWorks\Simulation\MW Models". Um ein Maschinenmodell zu referenzieren, geben Sie als Text den Ordernamen an. Falls es mehrere XML-Dateien mit dem genannten Hauptelement gibt, können Sie den Dateinamen gefolgt nach einen Backslash hinzufügen.

Beispiel:

Das Maschinenmodell soll in der Datei "IndraWorks\Simulation\MW Models\MachineCenter500\MachineCenter500.xml" definiert sein.

```
<MachineModel>MachineCenter500</MachineCenter>
```

oder

```
<MachineModel>MachineCenter500\MachineCenter500.xml</MachineCenter>
```

Im Standard ist der Eintrag leer (Zeilenumbruch).



Achten Sie beim Eintragen des Maschinenmodells darauf, dass kein Zeilenumbruch zwischen den spitzen Klammern erhalten bleibt.

Ohne gültigen Verweis auf ein Maschinenmodell wird ein Standard-Modell von einer Fräsmaschine bzw. Stanzmaschine verwendet, das in der Regel nur die Linearachsen X, Y und Z korrekt bewegen kann.

Konfiguration

Achsanbindung Tag <AxisConnection>:

Unterhalb des Tags der **Achsanbindung** kann für jede Achse des Kinematikbaums (Maschinenmodell) festgelegt werden, welcher Antrieb diese Achse bewegen soll.

Dazu ist der Tag <Axis> mehrfach zu verwenden mit folgenden Attributen:

- **Name:**
Der Name, mit dem die Achse im Maschinenmodell bezeichnet ist. Wildcards sind unzulässig
- **Drive:**
Der die Achse bewegende Antrieb. Bei NC-Achsen geben Sie die Antriebsnummer an (>0). Neben den Antriebsnummern gibt es noch folgende mögliche Werte:
 - "undefined" - Kein Antrieb zugewiesen
 - "PUNCH" - Es wird die Bewegung des Obergesenks einer Stanzmaschine simuliert
 - "PUNCHDOWN" - Es wird die Bewegung des Untergesenks einer Stanzmaschine simuliert
 - "DOOR" - Die Bewegung wird von der Tür-Öffnen-Funktion simuliert, einer Zwischenstufe innerhalb des Ausblendens von Maschinenteilen

Im Elementinhalt des Tags <Axis> kann ein Programmteil hinterlegt werden, der das Bewegungsmuster der Achse und/oder die Sichtbarkeit der im Kinematikbaum nachgeordneten Maschinenelemente (Kind-Elemente) beeinflusst.

Variablen des Programmteils Axis

Variablenname	Typ	Wertebereich		Vorbelegung	Beschreibung
VALUE	reell			Nächster Koordinatenwert	Definiert die anzufahrende Achsposition
VISIBLE?	boolean	TRUE	Sichtbar	TRUE	Bestimmt die Sichtbarkeit der Kind-Elemente
		FALSE	Unsichtbar		
SUSPEND?	boolean	TRUE	Koordinate ignorieren	FALSE	Bestimmt, ob die Koordinate in die simulierten Bewegungen einfließt
		FALSE	Koordinate verwenden		
SD	Struktur				Eingangsvariable mit lesendem Zugriff
STOCK	Struktur			Aktuelle Rohteildaten	Eingangsvariable mit lesendem Zugriff auf die Rohteilabmessungen

Tab. 10-5: Ein- und Ausgangsvariablen des Programmteils "Axis"

Systemdaten SD:

Elemente aus einem Array dürfen nur mit ihrem einfachen, konstanten und ganzzahligen Index angesprochen werden (z. B. richtig: SD.Sub[1].XY, falsch: SD.Sub[I%+1].XY).

Rohteilabmessungen STOCK:

Die Variable STOCK ist ein Array, das die Rohteilabmessungen liefert, jedoch nicht die aktuellen Werkstückabmessungen. Als Index ist ein String mit dem Namen der Werkstückaufnahme in eckigen Klammern zu verwenden. Der Index muss eine Textkonstante sein, kein Ausdruck. Ohne Angabe eines Index wird die erste Werkstückaufnahme des Maschinenmodells adressiert.

Variable STOCK

Elementname	Typ	Wertebereich		Beschreibung
EMPTY	boolean	TRUE	Werkstück vorhanden	Gibt das Vorhandensein eines Werkstücks zurück
		FALSE	Kein Werkstück	
DMIN	reell	>=0		Innendurchmesser eines zylindrischen Rohteils, sonst 0
DMAX	reell	>=0		Außendurchmesser eines zylindrischen Rohteils, sonst 0
HEIGHT	reell	>= 0		Z-Ausdehnung
XMIN	reell			Untere Begrenzung in X
XMAX	reell			Obere Begrenzung in X
YMIN	reell			Untere Begrenzung in Y
YMAX	reell			Obere Begrenzung in Y
ZMIN	reell			Untere Begrenzung in Z
ZMAX	reell			Obere Begrenzung in Z

Tab. 10-6: Elemente der Eingangsvariablen STOCK



Die Interpretation der Programmteile wirkt sich negativ auf die Performance der Simulation aus. Deshalb sind Programme insbesondere bei der Anbindung von NC-Achsen sparsam und nur bei selten bewegten Antrieben zu hinterlegen (z. B. Achsen zur Werkstückzuführung).

Beispiel:

Eine Stanzmaschine bewegt mit den Linearachsen "X" und "Y" (des Modells), zu denen die Antriebe 1 und 2 gehören, das Blech über den Maschinentisch. Das Blech wird von einer manuell bedienten Spannpratze eingespannt. Seine X- und Y-Position (im Modell "XClamp" und "YClamp") wird der NC über SD-Variablen zur Bereichsüberwachung mitgeteilt (SD.SysARA[1].Pos1 bzw. VSD.SysARA[1].Pos2). Falls SD.SysARA[1].isValid und SD.SysARA[1].Area-Type keinen gültigen Totbereich bezeichnen, soll die Spannpratze unsichtbar sein und zur Vermeidung von Kollisionswarnungen aus dem Arbeitsraum heraus verschoben werden. Andernfalls ist die Y-Position um die halbe Y-Ausdehnung des Totbereichs zu korrigieren (SD.SysARA[2].Ext2/2). Die Z-Position der Spannpratze (im Modell "ZClamp") soll der Blechoberseite entsprechen.

Die Hubbewegung des Stanzoberteils soll von der Modellachse "Z", die des Unterteils von "Z2" ausgeführt werden. Das Werkzeug wird von einer Rundachse "C" (Antrieb 3) bewegt, deren simulierte Position konstant 0 sein soll,

Konfiguration

wenn der Ident des aktiven Werkzeuges mit dem String "MT" beginnt (Kennzeichen für ein Multi-Tool).

Die Modellachsen "LeftDoor" und "RightDoor" werden von der Tür-Öffnen-Funktion bedient.

Programm:

```
<AxisConnection>
  <Axis Name="X" Drive="1"/>
  <Axis Name="Y" Drive="2"/>
  <Axis Name="C" Drive="3">
    IF MID$(SD.SPINDLE.Hd.SKQ,1,2)="MT" THEN
      VALUE=0
    ENDIF
  </Axis>
  <Axis Name="XClamp" Drive="undefined">VALUE=SD.SysARA[1].Pos1</Axis>
  <Axis Name="YClamp" Drive="undefined">
    IF (SD.SysARA[1].IsValid=1)AND(SD.SysARA[1].AreaType=1) THEN
      ; Valid dead area
      VALUE=SD.SysARA[1].Pos2-SD.SysARA[1].Ext2/2
      ; Position from area monitoring
      VISIBLE?=TRUE ; REM support bracket visible
    ELSE
      VALUE=-9999 ; REM remove from working area
      VISIBLE?=FALSE ; REM support bracket invisible
    ENDIF
  </Axis>
  <Axis Name="ZClamp" Drive="undefined">VALUE=STOCK.ZMAX</Axis>
  <Axis Name="Z" Drive="PUNCH"/>
  <Axis Name="Z2" Drive="PUNCHDOWN"/>
  <Axis Name="LeftDoor" Drive="DOOR"/>
  <Axis Name="RightDoor" Drive="DOOR"/>
</AxisConnection>
```

Werkzeuganbindung**Tag <ToolConnection>:**

Unterhalb des Tags der **Werkzeuganbindung** kann für jeden Werkzeugknoten des Kinematikbaums (Maschinenmodell) folgendes festgelegt werden:

- Wie die Werkzeuggrafik zu erstellen ist
- Wie die Query für die Datenbankabfrage zur Revolverbestückung lautet
- Wann das Werkzeug als zur Bearbeitung aktiviert (eingeschaltet) gilt

Dazu ist der Tag <ToolNode> gegebenenfalls mehrfach zu verwenden mit folgenden Attributen:

- Name:

Der Name des Werkzeugknotens im Maschinenmodell, auf den sich das Element "Tool" beziehen soll.

Dazu sind Wildcards erlaubt:

- "*" (Stern) steht für eine beliebige und eine leere Zeichenkette
- "?" (Fragezeichen) steht für genau ein beliebiges Zeichen

Beispiel: An einer Maschine existieren zwei Revolver, deren Werkzeugknoten die Namen "Rev101" bis "Rev112" am ersten Revolver und "Rev201" bis "Rev212" am zweiten Revolver tragen. Um einem Tool-Element alle Werkzeugknoten auf Revolver 2 zuzuordnen, wären folgende Attributwerte zutreffend: "Rev2*", "Rev2??", "*2??", "???2*". Dagegen ist "*2*" falsch, denn es schließt auch "Rev112" ein.

- Channel:

Gibt die Nummer des Kanals an, der an diesem/diesen Werkzeugknoten für den Werkzeugwechsel zuständig ist

- Function:

Konfiguration

Gibt die Funktion des Werkzeugknotens an. Folgende Werte sind möglich:

- "undefined" - Das Tool-Element ist deaktiviert
 - "Regular" - Das Tool-Element beschreibt einen normalen Werkzeugknoten oder das Oberteil beim Stanzen
 - "DownDie" - Das Tool-Element beschreibt das Unterteil einer Stanzmaschine. Der Werkzeugknoten kann keine Toolpath-Grafik erzeugen
- ToolpathPartnerChannels:

Standardmäßig ist nur der Toolpath des an der Oberfläche aktiven Kanals sichtbar. Mit dem Parameter können Sie weitere Kanäle bestimmen (Ziffern durch Komma getrennt), deren Toolpath gleichzeitig mit Channel angezeigt werden soll. Verwenden Sie dieses Attribut, wenn gleichzeitig mehrere Kanäle ein Werkstück bearbeiten.

Beispiel: Wenn der Kanal 1 aktiv ist, dann sollen die Toolpaths der Kanäle 2 und 3 mit angezeigt werden. ToolpathPartnerChannels="2,3"

Als Elementinhalt des Tags <ToolNode> sind drei Tags möglich mit nachfolgend aufgeführten Funktionen, für die jeweils ein Programmteil hinterlegt werden kann:

- <Query>:
Stellt die Query für die Datenbankabfrage zur Revolverbestückung zusammen
- <IsToolActive>:
Ermittelt, ob das Werkzeug zur Bearbeitung aktiviert (eingeschaltet) ist
- <Tool>:
Dieser Programmteil beeinflusst die grafische Gestalt des Werkzeugs

Tag <Query>**Variablen des Programmteils ToolNode/Query**

Variablenname	Typ	Wertebereich	Vorbelegung	Beschreibung
QUERY\$	String		Leerstring	Ausgangsvariable mit Datenbankquery für diesen Werkzeugknoten
NAME\$	String		Name des Werkzeugknotens im Modell	Eingangsvariable
CUSTOMDATA\$	String		Wert des Attributs CustomData des Werkzeugknotens	Eingangsvariable
SD	Struktur			Eingangsvariable mit lesendem Zugriff

Tab. 10-7: Ein- und Ausgangsvariablen des Programmteils "Query"

Wenn die Variable QUERY\$ leer ist oder die Datenbankabfrage kein Werkzeug findet, dann erfolgt keine Bestückung des Werkzeugknotens außerhalb der Programmabarbeitung.

Konfiguration

Die Syntax des Query-Strings ist in der Dokumentation "IndraMotion MTX 14VRS Inbetriebnahme", Kap. "Steuerung Inbetriebnahme", "Definition des Listeninhalts" beschrieben.

Beispiel:

An einer Revolvermaschine ist die Datenbankquery anhand des Namens des Werkzeugknotens bereitzustellen. Der Name setzt sich aus "Rev" zusammen, dem die Platznummer folgt. Der Sektor ist konstant gleich 1.

Programm:

```
<ToolConnection>
  <ToolNode Name="*" Channel="1" Function="Regular">
    <Query>
      QUERY$="K1=1,K2="+MID$(NAME$,4,LEN$(NAME$)-3)
    </Query>
    <IsToolActive/>
  </ToolNode>
</ToolConnection>
```

Tag <IsToolActive>

Variablen des Programnteils ToolNode/IsToolActive

Variablenname	Typ	Wertebereich		Vorbelegung	Beschreibung
ACTIVE?	boolean	TRUE	ein	letzter Zustand	Ein-/Ausgangsvariable Werkzeug aktiviert
		FALSE	aus		
NAME\$	String			Name des Werkzeugknotens im Modell	Eingangsvariable
CUSTOMDATA\$	String			Wert des Attributes CustomData des Werkzeugknotens	Eingangsvariable
SD	Struktur				Eingangsvariable mit lesendem Zugriff.

Tab. 10-8: Ein- und Ausgangsvariablen des Programnteils "IsToolActive"

Der Aktivierungszustand des Werkzeuges ist im allgemeinen EIN. Für generative Verfahren und Strahlschneiden (z. B. Laserbearbeitung) ist die Steuerung des Aktivierungszustandes unerlässlich.



Das Systemdatum SD.SysAdvDistSig[1].SignalStatus ist das einzige, das synchron mit dem Interpolatortakt an die Simulation übertragen wird und sollte an dieser Stelle verwendet werden.

Beispiel:

An einer Maschine ist der Aktivierungszustand eines Lasers am Bit 1 der Variablen SD.SysAdvDistSig[1].SignalStatus zu erkennen.

Programm:

```
<ToolConnection>
  <ToolNode Name="*" Channel="1" Function="Regular">
    <Query/>
    <IsToolActive>
      ACTIVE?=(SD.SysAdvDistSig[1].SignalStatus AND 2)&lt;&gt;
    </IsToolActive>
  </ToolNode>
</ToolConnection>
```

Konfiguration

```

</IsToolActive>
<Tool/>
</ToolNode>
</ToolConnection>

```

Tag <Tool>

Variablen des Programmteils ToolNode/Tool

Variablenname	Typ	Wertebereich	Vorbelegung	Beschreibung
ARBOR\$	String	STL-Filename	<DBT1.Hd.SKQ>+"_arbor.stl" falls vorhanden, sonst "?"	Ein-/Ausgangsvariable für das Futterteil. Bei Leerstring kein Futterteil. Bei Fragezeichen Generieren nach Standard.
		Konturdefinition u./o. Parameter		
		Leerstring		
		Fragezeichen		
CUSTOMDATA\$	String		Wert des Attributs <code>CustomData</code> des Werkzeugknotens	Eingangsvariable
CUTT\$	String	STL-Filename	<DBT1.Hd.SKQ>+"_cutt.stl" falls vorhanden, sonst "?"	Ein-/Ausgangsvariable für den Schneidenteil
		Konturdefinition		
		Leerstring		
		Fragezeichen		
CUTTDIA	reell	>=0	0, d. h. Festlegung nach einer Regel	Außendurchmesser des Schneidteils eines Stanzwerkzeuges (Gesenk) in mm
CUTTHEIGHT	reell	>=0	Drehwerkzeug: 2.38 Schleifwerkzeug: 20 (1) Stanzwerkzeug: nach Blechdicke sonst 0	Höhe des Schneidteils der genannten Werkzeuggruppen in mm
DBT1	Struktur		aktuelle Werkzeugdaten	Eingangsvariable. Ausgangsvariable, wenn keine Werkzeugbeschreibung vorliegt
DESCR	Struktur		Mit Zyklus TOOL übergebene Daten oder leer	Ein- und Ausgangsvariable bei gültiger Werkzeugbeschreibung
EDREF%	Ganzzahl	0..16	0 bei Werkzeugbeschreibung, sonst 1	Bezugsschneidenummer, zu der das Werkzeug relativ berechnet wird. Wenn =0, dann in Bezug auf L1, L2, L3, RAD und ORI%.
HOLDER\$	String	STL-Filename	"<DBT1.Hd.SKQ>+"_holder.stl" falls vorhanden, sonst "?"	Ein-/Ausgangsvariable für den Halter. Bei Leerstring kein Halter. Bei Fragezeichen Generieren nach Standard
		Konturdefinition		
		Leerstring		
		Fragezeichen		

Konfiguration

Variablenname	Typ	Wertebereich		Vorbelegung	Beschreibung
L1	reell			Korrekturbetrag L1 bei Werkzeugbeschreibung, sonst 0	Ein-/Ausgangsvariable für die Korrektur L1 bei Werkzeugbeschreibung
L2	reell			Korrekturbetrag L2 bei Werkzeugbeschreibung, sonst 0	Ein-/Ausgangsvariable für die Korrektur L2 bei Werkzeugbeschreibung
L3	reell			Korrekturbetrag L3 bei Werkzeugbeschreibung, sonst 0	Ein-/Ausgangsvariable für die Korrektur L3 bei Werkzeugbeschreibung
NAME\$	String			Name des Werkzeugknotens im Modell	Eingangsvariable
ORI%	Ganzzahl	0..9		Schneidenorientierung bei Werkzeugbeschreibung, sonst 0	Ein-/Ausgangsvariable für Schneidenorientierung bei Werkzeugbeschreibung
ORIPLANE\$	String	"G17", "G18", "G19"		nach DBT1.Hd.ToolOri. Sonst "G18" bei Schleif- und Drehwerkzeugen, "G17" bei übrigen	Ein- und Ausgangsvariable für die Werkzeugorientierung
SD	Struktur				Eingangsvariable mit lesendem Zugriff
SHAFT\$	String	STL-Filename		"<DBT1.Hd.SKQ> + "_shaft.stl" falls vorhanden, sonst "?"	Ein-/Ausgangsvariable für den Werkzeugschaft. Bei Fragezeichen Generieren nach Standard
		Konturdefinition			
		Leerstring			
		Fragezeichen			
STOCK	Struktur			aktuelle Rohteildaten	Eingangsvariable mit lesendem Zugriff auf die Rohteilabmessungen
SUSPEND?	Boolean	TRUE	kein grafischer Werkzeugwechsel	FALSE	Ausgangsvariable zur Steuerung, ob der Werkzeugwechsel simuliert werden soll
		FALSE	grafischer Werkzeugwechsel		
TOFFL\$	String	"ActPlane", String aus X,Y,Z durch Komma getrennt und ggf. Vorzeichen Minus (z. B. "Z, , -X")		"ActPlane", bei Werkzeugbeschreibung immer eine Liste aus Achsnamen	Ein-/Ausgangsvariable für die Zuordnung der Längen L1..L3 zu den Raumachsen X,Y,Z analog G78
RAD	reell	=>0		Radiuskorrekturbetrag bei Werkzeugbeschreibung, sonst 0	Ein-/Ausgangsvariable für Schneidenradius bei Werkzeugbeschreibung

(1)

CUTTHEIGHT beim Schleifwerkzeug: Länge der Ersatzdarstellung bei der Werkstücksimulation als Profilstange.

Tab. 10-9:

Ein- und Ausgangsvariablen des Programnteils "Tool"

Variable DESCR bei Bohrwerkzeugen

Index (Typname)	Elementname	Typ	Wertebereich	Beschreibung
--	DEF	String	"/ /TOOL/<TYPE>/ <P1>{,<P2>..{<Pn>}})\\"	Alle Parameter in einem String
			Leerstring für keine Werkzeugbeschreibung	
--	TYPE	String	"BBAR", "CDRILL", "DRILL", ""	Typname
P1 (DRILL)	D	reell	>0	Durchmesser
P1 (CDRILL)	D1			kleiner Durchmesser
P1 (BBAR)				Durchmesser
P2 (DRILL)	A	reell	0<A<=180	Spitzenwinkel
P2 (CDRILL)	A1		0<A1<=180	
P2 (BBAR)	W		<>0	Schneidenbreite
P3 (DRILL)	H	reell	>0	Länge
P3 (CDRILL)	L		<>0	Länge der Stufe
P3 (BBAR)	D2		>0	Schaftdurchmesser
P4 (CDRILL)	D2	reell	>0	großer Durchmesser
P4 (BBAR)	H			Schaftlänge
P5 (CDRILL)	A2	reell	0<A2<=180	Senkwinkel
P5 (BBAR)	L		>=0	Verlustlänge
P6 (CDRILL)	H	reell	>0	Gesamtlänge

Tab. 10-10: Elemente der Eingangsvariablen DESCR bei Bohrwerkzeugen

Variable DESCR bei Fräswerkzeugen

Index (Typname)	Elementname	Typ	Wertebereich	Beschreibung
--	DEF	String	"/ /TOOL/<TYPE>/ <P1>{,<P2>..{<Pn>}})\\" Leerstring für keine Werkzeug- beschreibung	Alle Parameter in ei- nem String
--	TYPE	String	"CHAMFER", "CRMILL", "MILL", ""	Typname
P1 (MILL)	D	reell	>0	Durchmesser
P1 (CHAMFER)				kleiner Durchmesser
P1 (CRMILL)	D1			
P2 (MILL)	R	reell	>=0	Kegelwinkel
P2 (CHAMFER)	A		0<A<=180	Ecken-/Kugelradius
P2 (CRMILL)	D2		>0	großer Durchmesser

Konfiguration

Index (Typname)	Elementname	Typ	Wertebereich	Beschreibung
P3 (MILL)	H	reell	>0	Länge
P3 (CHAMFER)				
P3 (CRMILL)	R		=>0	Profilradius
P4 (MILL)	A	reell	-90<A<90	Kegelwinkel
P4 (CHAMFER)	L		>=0	Fasenlänge
P4 (CRMILL)	H		>0	Gesamtlänge
P5 (CRMILL)	L	reell	>0	Länge Profil

Tab. 10-11: Elemente der Eingangsvariablen DESCR bei Fräswerkzeugen

Variable DESCR bei Schleifwerkzeugen

Index	Elementname	Typ	Wertebereich	Beschreibung
--	DEF	String	"//TOOL/<TYPE>/ <P1>{,<P2>...{<Pn>}})\\" Leerstring für keine Werkzeug- beschreibung	Alle Parameter in ei- nem String
--	TYPE	String	"GRIND", ""	Typname
--	TY	Ganzzahl	1 gerade Scheibe, 2 schräge Scheibe, 3 Planscheibe 4 Innenscheibe	Scheibentyp
P1	P	Ganzzahl	1..402 mit Unterbrechungen	Profil-Nummer
P2	D1	reell	<>0	Außendurchmesser
P3	D2	reell	>0	Innendurchmesser Be- lag
P4	W	reell	>0	Scheibenbreite
P5	A	reell	0<A<90	Schrägungswinkel (TY=2)
P6	H1	reell	>=0	Schulterhöhe links
P7	R1	reell	>=0	Radius links
P8	CS1	reell	>=0	Breite der Fase in X links
P9	CA1	reell	0<=CA1<90	Winkel der Fase links
P10	AX1	reell	>=0	Hinterzugbetrag in X links
P11	AZ1	reell	>=0	Hinterzugbetrag in Z links
P12	A1	reell	0<=A1<90	Hinterzugwinkel links
P13	H2	reell	>=0	Schulterhöhe rechts, Stirnbreite bei TY3
P14	R2	reell	>=0	Radius rechts

Index	Elementname	Typ	Wertebereich	Beschreibung
P15	CS2	reell	≥ 0	Breite der Fase in X rechts
P16	CA2	reell	$0 \leq CA2 < 90$	Winkel der Fase rechts
P17	AX2	reell	≥ 0	Hinterzugbetrag in X rechts
P18	AZ2	reell	≥ 0	Hinterzugbetrag in Z rechts
P19	A2	reell	$0 \leq A2 < 90$	Hinterzugwinkel rechts

Tab. 10-12: Elemente der Eingangsvariablen DESCR bei Schleifwerkzeugen

Die grundsätzliche Wirkungsweise dieses Programmteils ist in [Kap. 10.2 "Einführung in die Erzeugung der Werkzeuggrafik"](#) auf Seite 84 beschrieben.



Bei zylindrischen Werkzeugen ist es ratsam, die Variable HOLDER\$ sinnvoll zu belegen, denn die radiale Abmessung des Halters bestimmt den Durchmesser generisch erzeugter Futterteile. Eine zur Laufzeit gültige Belegung der Haltervariablen gehört somit zu den wichtigen Tätigkeiten bei der Applikation der Simulation.

Beispiel:

Unterstützung generischer Grafiken und Importe

An einem Fräsbearbeitungszentrum soll das Element "Beschreibung" im Werkzeugdatensatz DBT1.UD.TI.Descr genutzt werden, um STL-Dateien, Konturen oder Parameter für die Werkzeugbestandteile im Werkzeugeditor vorgeben zu können:

1. Endet die Beschreibung mit "_h.stl", dann wird das Modell als Halter inklusive Futter interpretiert. Schneide und Schaft werden generisch aus den Technologiedaten gebildet
2. In allen anderen Fällen mit Endung auf ".stl" wird davon ausgegangen, dass das Modell das komplette Werkzeug enthält
3. Beginnt die Beschreibung mit "REV" (gefolgt von "," oder ":"), dann soll die Kontur zur rotatorischen Generierung des Schneideteils verwendet werden. Das Ergänzen des Futterteils wird dem System überlassen
4. In allen anderen Fällen wird angenommen, dass die Beschreibung die Parameter zur Generierung des Futterteiles enthält
5. Für den Halter soll eine Mantelkontur analog HSK 63 vereinbart werden



Im Fall 2 ist die Variable CUTT\$ zu belegen. Das System wird den Schneidenteil anhand der Nutzlänge (Technologiedaten) aus dem Mesh herauslösen und den verbleibenden Teil als Schaftgeometrie verwenden.

Die Simulation ergänzt Futter bzw. Halter nur dann, wenn die Längen von Schneide und Schaft nicht ausreichen, um den Längenkorrekturbetrag auszufüllen und wenn diese Lücke mindestens die Höhe der jeweiligen Geometrie besitzt. Vor diesem Hintergrund sind die Fälle 2 und 3 gleich zu behandeln.

Konfiguration

Programm:

```

<ToolConnection>
  <ToolNode Name="*" Channel="1" Function="Regular">
    <Query/>
    <IsToolActive/>
    <Tool>
      IF DBT1.Hd.SKQ<&lt;&gt;" THEN      : REM tool not empty
      DESCR$=TRIM$(DBT1.UD.Tl.Descr) : REM description from tool dataset
      IF MCASE$(MID$(DESCR$,LEN(DESCR$)-3,4),"L")=".stl" THEN
        IF MCASE$(MID$(DESCR$,LEN(DESCR$)-5,2),"L")="_h" THEN
          HOLDER$=DESCR$ : ARBOR$="" : REM point (1)
        ELSE
          CUTT$=DESCR$      : REM point (2)
        ENDIF
      ELSE IF (MID$(DESCR$,1,4)="REV:") OR (MID$(DESCR$,1,4)="REV,") THEN
        CUTT$=DESCR$      : REM point (3)
      ELSE IF DESCR$<&lt;&gt;" THEN
        ARBOR$=DESCR$      : REM point (4)
      ENDIF ENDIF ENDIF
      ; Holder contour HSK 63, point (5)
      HOLDER$="REV,63,,,4,55,6,,10,63,12,,26"
    ENDIF
  </Tool>
</ToolNode>
</ToolConnection>

```

*Beispiel:***Import unterschiedlicher Halter an einer Stanzmaschine**

An einer Stanzmaschine gibt es unterschiedliche Haltergrößen von A bis E, die der String-Variablen "DBT1.UD.PD.Spring_Mode" entnommen werden sollen. Zu jeder Größe passend sind für Ober- und Unterteil jeweils die passende STL-Datei für den Halter zu übergeben und der Schneidendurchmesser CUTTDIA mit dem jeweiligen Wert zu belegen.

Programm:

```

<ToolConnection>
  <ToolNode Name="ToolUp" Channel="1" Function="Regular">
    <Query/>
    <IsToolActive/>
    <Tool>
      ; Upper tool part
      IF DBT1.UD.PD.Spring_Mode="A" THEN      : REM size A
        HOLDER$="Spring_part_up-die_A.stl" : CUTTDIA=25
      ELSE IF DBT1.UD.PD.Spring_Mode="B" THEN : REM size B
        HOLDER$="Spring_part_up-die_B.stl" : CUTTDIA=47.5
      ELSE IF DBT1.UD.PD.Spring_Mode="C" THEN : REM size C
        HOLDER$="Spring_part_up-die_C.stl" : CUTTDIA=88
      ELSE IF (DBT1.UD.PD.Spring_Mode="D") OR (DBT1.UD.PD.Spring_Mode="E") THEN
        ; Sizes D and E
        HOLDER$="Spring_part_up-die_D.stl" : CUTTDIA=125
      ENDIF ENDIF ENDIF ENDIF
    </Tool>
  </ToolNode>
  <ToolNode Name="ToolDown" Channel="1" Function="DownDie">
    <Query/>
    <IsToolActive/>
    <Tool>
      ; Lower tool part
      IF DBT1.UD.PD.Spring_Mode="A" THEN      : REM size A
        HOLDER$="Spring_part_down-die_A.stl" : CUTTDIA=25
      ELSE IF DBT1.UD.PD.Spring_Mode="B" THEN : REM size B
        HOLDER$="Spring_part_down-die_B.stl" : CUTTDIA=47.5
      ELSE IF DBT1.UD.PD.Spring_Mode="C" THEN : REM size C
        HOLDER$="Spring_part_down-die_C.stl" : CUTTDIA=88
      ELSE IF (DBT1.UD.PD.Spring_Mode="D") OR (DBT1.UD.PD.Spring_Mode="E") THEN
        ; Sizes D and E
        HOLDER$="Spring_part_down-die_D.stl" : CUTTDIA=125
      ENDIF ENDIF ENDIF ENDIF
    </Tool>
  </ToolNode>
</ToolConnection>

```

*Beispiel:***Werkzeugorientierung für zentrische Bohrwerkzeuge**

An einer Drehmaschine ist bei Bohrwerkzeugen, welche über eine Werkzeugbeschreibung definiert wurden, die Werkzeugorientierung G18 auf G17 zu ändern. Damit wird es ermöglicht, beim zentrischen Bohren die Interpolationsebene G18 zu verwenden und trotzdem die richtige grafische Orientierung zu bekommen. Als zentrische Bohrwerkzeuge sollen die Typen "DRILL" und "CDRILL" in Frage kommen.



Da die Stringvariable `TOFFL$` bei Werkzeugbeschreibungen nicht den Inhalt "ActPlane" bekommen kann, bleibt die Änderung der Orientierungsebene stets ohne Einfluss auf die Zuordnung der Längenkorrekturen zu den Raumrichtungen X, Y und Z.

Programm:

```
<ToolConnection>
  <ToolNode Name="" Channel="1" Function="Regular">
    <Query/>
    <IsToolActive/>
    <Tool>
      IF DESCR.TYPE<&gt;" THEN : REM tool description active
      IF ((DESCR.TYPE="DRILL")OR(DESCR.TYPE="CDRILL"))AND(ORIPLANE$="G18") THEN
        ORIPLANE$="G17" : REM orientation for centric tool
      ENDIF
    ENDIF
  </Tool>
</ToolNode>
</ToolConnection>
```

Stanzen**Faktor für Schneidenhöhe**

Tag `<PunchToolLenFact>`:

Der **Faktor für die Schneidenhöhe** bildet einen Teil der Dicke des Schneidentails von Stanzwerkzeugen, indem dieser Faktor mit der Blechdicke multipliziert wird.

Wertebereich: ≥ 0 . Standard 1,25

Konstante Schneidenhöhe

Tag `<PunchToolLenConst>`:

Die **konstante Schneidenhöhe** in mm bildet den zweiten Teil der Dicke des Schneidentails von Stanzwerkzeugen.

Wertebereich: ≥ 0 . Standard 20 mm

Bei Stanzwerkzeugen wird die Variable `CUTTHEIGHT` mit der Summe beider Schneidenhöhen initialisiert.

Z-Offset für Toolpath

Tag `<ZFightingOffset>`:

Der **Z-Offset für den Toolpath** in mm wirkt als Verschiebung des Linienzuges über die Blechoberfläche und dient zur besseren grafischen Trennung.

Wertebereich: ≥ 0 . Standard 0,03 mm

Generative Fertigung**Aktiviere Maßzuschläge für generative Verfahren**

Tag `<AddMaterial>`:

Das Merkmal zur **Aktivierung von Maßzuschlägen für generative Fertigungsverfahren** definiert die Gültigkeit der nachfolgend genannten Zuschläge zum einhüllenden Quader (bounding box) eines importierten Rohteils. Nur innerhalb des (gegebenenfalls erweiterten) Quaders kann ein Materialauftrag simuliert werden.

Wertebereich: `False` - keine Erweiterung (Standard), `True` - Zuschläge aktiv

Konfiguration

Maßzuschlag oben	Tag <BoundingBoxExtendTop>: Erweiterung des Raums zum Materialauftrag in Z-positiver Richtung in mm. Wertebereich: >=0, Standard 100 mm
Maßzuschlag unten	Tag <BoundingBoxExtendBottom>: Erweiterung des Raums zum Materialauftrag in Z-negativer Richtung in mm. Wertebereich: >=0, Standard 0
Maßzuschlag links	Tag <BoundingBoxExtendLeft>: Erweiterung des Raums zum Materialauftrag in X-negativer Richtung in mm. Wertebereich: >=0, Standard 0
Maßzuschlag rechts	Tag <BoundingBoxExtendRight>: Erweiterung des Raums zum Materialauftrag in X-positiver Richtung in mm. Wertebereich: >=0, Standard 0
Maßzuschlag vorn	Tag <BoundingBoxExtendFront>: Erweiterung des Raums zum Materialauftrag in Y-positiver Richtung in mm. Wertebereich: >=0, Standard 0
Maßzuschlag hinten	Tag <BoundingBoxExtendRear>: Erweiterung des Raumes zum Materialauftrag in Y-negativer Richtung in mm. Wertebereich: >=0, Standard 0

Kameraeinstellungen



Die Nutzung der erweiterten Realität innerhalb der Simulation ist kein allgemein verfügbares und unverkäufliches Feature. Es setzt eine spezielle DLL voraus. In den offiziell vertriebenen Versionen sind die nachfolgend aufgeführten Einstellungen daher wirkungslos.

Verfügbarkeit der erweiterten Realität	Tag <Enabled>: Gibt an, ob die Ansicht zur erweiterten Realität appliziert ist. Wertebereich: <code>False</code> - nein (Standard), <code>True</code> - ja
Transparenz bei erweiterter Realität	Tag <Transparency>: Transparenz der Grafiken der Simulation in Prozent, die im Kamerabild eingeblendet werden. Wertebereich: 0..100%, Standard 50%
Hintergrund	Tag <Background>: Adressiert die Kamera oder gibt ein lokal gespeichertes Bild bzw. Video an. Syntax: • Dateiname - die Datei (Bild oder Video) wird in dem Ordner gesucht, der das Maschinenmodell enthält, z. B. <Background>myStream.jpg</Background> • Dateiname mit Pfadangabe - der String bezeichnet eine Bild- oder Videodatei auf dem lokalen Computer • <code>http://<IPv4>:<Port></code> oder <code>tcp://<IPv4>:<Port></code> - IP-Adresse je nach Kameratyp, z. B. <Background>http://10.152.234.231:80</Background> • Gerätenummer. Wertebereich >=0, Standard 0

Objektiv-Öffnungswinkel	Tag <code><VerticalViewingAngle></code>: Vertikaler Öffnungswinkel des Kameraobjektives in Grad. Wertebereich: $0 < \text{Öffnungswinkel} < 180$, Standard 45°
Kameravektoren	Tag <code><CamVectors></code>: Gibt die Kameraposition und die Ausrichtung der Kamera an (Weltkoordinaten). Syntax: <code><CamX>, <CamY>, <CamZ>, <CenterX>, <CenterY>, <CenterZ>, <UpX>, <UpY>, <UpZ></code> mit • CamX - Position der Kamera in X • CamY - Position der Kamera in Y • CamZ - Position der Kamera in Z • CenterX - X-Position eines Punkts auf dem Strahl von der Kameraposition zur Bildmitte • CenterY - Y-Position eines Punkts auf dem Strahl von der Kameraposition zur Bildmitte • CenterZ - Z-Position eines Punkts auf dem Strahl von der Kameraposition zur Bildmitte • UpX - X-Komponente des Einheitsvektors, der in Bildhöhenrichtung zeigt • UpY - Y-Komponente des Einheitsvektors, der in Bildhöhenrichtung zeigt • UpZ - Z-Komponente des Einheitsvektors, der in Bildhöhenrichtung zeigt Beispiel mit Bildmitte gleich Weltkoordinatenursprung und aufrechter Kameramontage: <pre><CamVectors>-500,-1500,1500,0,0,0,0,0,1</CamVectors></pre>
Horizontales Zerren	Tag <code><XShearing></code>: Faktor für die horizontale Bildverzerrung (Shearing). Wertebereich: $-1..1$, Standard 0
Vertikales Zerren	Tag <code><YShearing></code>: Faktor für die vertikale Bildverzerrung (Shearing). Wertebereich: $-1..1$, Standard 0



Zum Einrichten der Kamera gehört auch das Bereitstellen einer Kamera-Kalibrierungsdatei. Diese ist unter dem Namen "camera_calibration_file.xml" in dem Ordner abzuspeichern, der das Maschinenmodell enthält.

10.3.3 Optionen zur Simulation

Optimierung

Sampling-Intervall	Tag <code><SamplingInterval></code>: Gibt die Zeitdauer zwischen zwei zu simulierenden Achskoordinatenwertepaaren in Millisekunden an. Wertebereich: >0, Standard 40 ms
Sampling-Rate automatisch reduzieren?	Tag <code><AutoAdaptSamplingRate></code>:

Konfiguration

	Gibt an, ob bei einer Online-Simulation einzelne Achskoordinatenwertepaare von der Simulation ausgeschlossen werden dürfen, um den Nachlauf der Simulation unter einer Sekunde zu halten. Bei höher Rechnerauslastung kann eine von der Realität deutlich abweichende Werkzeugbahn in der Simulation entstehen. Wertebereich: <code>True</code> - minimiere Nachlauf, <code>False</code> - simuliere alle Bahnpunkte (Standard)
Render-Intervall	Tag <code><RenderInterval></code>: Gibt die Zeitdauer zwischen zwei Bild-Refreshs im Millisekunden an. Wertebereich: <code>>0</code>, Standard 50 ms
Anzahl Raumpixel	Tag <code><ModelSamplesPerDiagonal></code>: Gibt die Anzahl der Raumpixel pro Diagonale des Quaders an, der das Roh- teil einhüllt. Diese Einstellung bestimmt wesentlich die grafische Qualität, den Speicherverbrauch und die Performance der Simulation. Wertebereich: 5..1500, Standard 400
Darstellungsqualität der Werk- stückoberfläche	Tag <code><StockMeshQualityDuringSimulation></code>: Zur grafischen Darstellung (Rendering) wird das Werkstückmodell in Drei- ecksflächen (Mesh) umgewandelt. Die Einstellung gibt die Qualitätsstufe für diesen Vorgang an. Wertebereich: 1 - höchste grafische Qualität (Standard), 2 - mittlere Qualität, 3 - schnellstes Rendern
Zeitintervall zur Verbesserung der Darstellungsqualität der Werk- stückoberfläche	Tag <code><StockMeshQualityAutoRefineDuration></code>: Mit dem Zeitintervall <code>> 0</code> kann erreicht werden, dass die grafische Darstellung des Werkstückmodells (bestimmt mit dem Tag <code><StockMeshQualityAuto- RefineDuration></code>) nach Stillstand der Simulation in die höchste Qualitäts- stufe wechselt. Bei der Bewegung verringert sich die Qualität wieder.
Facettentoleranz	Tag <code><FacetTolerance></code>: Bei der Verwandlung einer gekrümmten Fläche in ein Mesh kommt es not- wendigerweise zu einer Abweichung zwischen idealer Geometrie und der Geometrie des Modells. Die Einstellung gibt die maximale Abweichung in mm an. Wertebereich: <code>>0</code>, Standard 0,05 mm
Facettentoleranz beim Werkstückexport	Tag <code><ExportTolerance></code>: Beim Export der Werkstückgeometrie als STL-Datei kann die Abweichung des Meshs gegenüber der internen Repräsentation des Werkstückmodells verändert werden, um das Modell zu vereinfachen. Die Einstellung gibt die maximale Abweichung in mm an. Wertebereich: <code>>=0</code>, Standard 0,05 mm
Toolpath-Toleranz	Tag <code><ToolpathTolerance></code>: Um Speicherplatz zu sparen und die Performance zu erhöhen, können fast parallel verlaufende, aufeinander folgende Toolpath-Strecken zu einer Stre- cke zusammengefasst werden. Die Einstellung gibt die maximale Abwei- chung zwischen dem "originalen" Toolpath und den zusammengefassten Strecken in mm an. Wertebereich: <code>>=0</code>, Standard 0,01 mm
Anzahl gespeicherter satzbezoge- ner Informationen	Tag <code><ToolpathMaximumMarkerNumber></code>: Zu jeder Strecke des Toolpaths können Informationen zum NC-Satz gespei- chert werden. Die Einstellung gibt die maximale Anzahl gespeicherter Satzin-

Konfiguration

	formationen an. Bei Überschreiten der maximalen Anzahl gehen die ältesten Informationen verloren.
	Wertebereich: >0, Standard 100000
Kanten überall darstellen?	Tag <ShowEdgesEverywhere>: Die Darstellung von Körperkanten geht zu Lasten der Performance. Mit der Einstellung wird bestimmt, ob bei aktivierter Kantendarstellung (Menüfunktion) die Kanten an allen Geometrieelementen gezeigt werden oder ob sich die Kantendarstellung auf das Werkstück beschränken soll. Wertebereich: <code>False</code> - Kanten nur am Werkstück sichtbar (Standard), <code>True</code> - Kanten an allen Elementen zeigen
Entfernen abgetrennter Volumina	Tag <ChunkDetection>: Die Simulation kann vollständig abgetrennte Bereiche des Werkstücks (Abfall oder fertige Werkstücke) optional entfernen. Die Einstellung bestimmt, wann abgetrennte Volumina zu entfernen sind. Wertebereich: • <code>None</code> - nie (Standard) • <code>ZoomHQ</code> - manuell bei der Verbesserung des Werkstücks (die appliziert sein muss) • <code>Auto</code> - automatisch (nur für Drehbearbeitung geeignet) • <code>Timer</code> - in festen Zeitintervallen
Zeitintervall zum Entfernen abgetrennter Volumina	Tag <ChunkDetectionInterval>: Gibt das zugehörige Zeitintervall bei <ChunkDetection>Timer</ChunkDetection> in Millisekunden an. Wertebereich: >0, Standard 2500 ms
Werkstück beim Programmstart erneuern?	Tag <RenewStockAtProgStart>: Gibt an, ob vom betreffenden Kanal bearbeitete bzw. angelegte Werkstücke beim Programmstart automatisch gegen unbearbeitete Werkstücke ausgetauscht werden sollen. Wertebereich: <code>False</code> - nicht erneuern (Standard), <code>True</code> - erneuern
Werkstück am Sitzungsende speichern?	Tag <SaveMachinedStock>: Gibt an, ob beim Beenden von IndraWorks Operation der aktuelle Bearbeitungszustand der Werkstücke gespeichert werden soll, um beim erneuten Start der Oberfläche mit dem letzten Bearbeitungszustand fortfahren zu können. Bei komplexen Werkstücken verzögert das Speichern das Beenden der Oberfläche. Wertebereich: <code>True</code> - speichern (Standard), <code>False</code> - unbearbeitete Werkstücke nach Start der Oberfläche
Mehrere Werkstücke pro Werkstückaufnahme	Tag <AllowMultipleStocks>: Die Einstellung gibt an, ob bei dialoggeführter Definition oder Import eines Werkstücks dieses Werkstück gegen das vorhandene ersetzt oder ob es hinzugefügt werden soll. Die Einstellung bezieht sich nicht auf den Import oder die Definition über Zyklen und bezieht sich nicht auf andere Geometriearten.
 Aktuell ist die Mehrstückspannung nur bei Werkstücken als Hüllkörper (Drahtmodell) möglich.	
	Wertebereich: <code>False</code> - Werkstück ersetzen (Standard), <code>True</code> - Werkstück hinzufügen

Konfiguration

Kollisionsüberwachung	Tag <CollisionDetection>: Gibt an, ob die Simulation Kollisionen durch rotes Einfärben der Kollisionspartner und eine Meldung in der Statusbar anzeigen soll. Wertebereich: <code>True</code> - Überwachung ein (Standard), <code>False</code> - keine Überwachung
Ansichtswechsel mit bildfüllender Darstellung	Tag <FitViewWhileChanging>: Das Aktivieren dieser Einstellung sorgt dafür, dass nach jedem Ansichtswechsel über eine Menüfunktion die Grafik bildfüllend dargestellt wird. Wertebereich: <code>True</code> - bildfüllend (Standard), <code>False</code> - Vergrößerung bleibt erhalten
Echtzeit OPC UA Item	Tag <NC.DataRT>: Bestimmt, ob das neuere Item mit mehr Informationen für die Datenübermittlung vom NC-Kern zur Simulation verwendet werden soll. Wertebereich: <code>True</code> - ja (Standard), <code>False</code> - nein (geringere Qualität)
Problemanalyse (Debug-Mode)	Tag <Debug>: Diese Einstellung aktiviert verschiedene Funktionen zur Problemanalyse: • Kontextmenü zum Durchführen von Aufzeichnungen der Simulation • Anzeige von Stackgröße, angenommener Itemantworten pro Sekunde und simulierter Itemantworten pro Sekunde • In den Dialogen können neben STL auch binäre Dateien importiert und exportiert werden • STL-Modelle der Werkzeuge Wertebereich: <code>False</code> - keine Analysefunktion (Standard), <code>True</code> - Analysefunktionen aktiv.

Einstellungen zur Anzeige

Anfangseinstellung Achsen/Skalen	Tag <CoordSystemVisible>: Repräsentiert die Anfangseinstellung zur Sichtbarkeit eines Koordinatensystems. Die Anzeige wird mit der Menüfunktion "Achsen/Skalen" umgeschaltet. Wertebereich: • 0 - Kein Koordinatensystem sichtbar • 1 - Koordinatendreibein zur Visualisierung der Achsrichtungen zeigen (Standard) • 2 - Skalen zur maßlichen Orientierung zeigen
Hauptansicht	Tag <MainView>: Die Einstellung "Hauptansicht" wird aktuell nicht benutzt. Wertebereich: • <code>Iso</code> - Nichtorthogonale Ansicht • <code>Front</code> - Vorderansicht • <code>Rear</code> - Ansicht von hinten • <code>Left</code> - Ansicht von links • <code>Right</code> - Ansicht von rechts • <code>Top</code> - Draufsicht • <code>Bottom</code> - Ansicht von unten
Werkstückvorschau	Tag <WorkpiecePreview>:

Konfiguration

Definiert das Verhalten der Werkstückvorschau.

Wertebereich:

- `No` - Keine Werkstückvorschau (Standard)
- `CreateOnly` - Die Vorschau wird nur zur Anzeige beim Selektieren eines Programms im Navigator und bei der Programmanwahl genutzt
- `Full` - Die Vorschau wird zusätzlich automatisch als Fertigteilgeometrie bei der Programmanwahl in der Simulation bereitgestellt bzw. angezeigt und ersetzt somit den Import über Dialog oder den Zyklus STOCKIMP

Toolpath Tag `<ToolpathEnabled>`:

Legt die Sichtbarkeit der Toolpath-Grafik fest.

Wertebereich:

- `None` - Kein Toolpath sichtbar
- `Tracking` - Der Toolpath wird als Linienzug sichtbar (Standard)
- `TrackingAndBlockinfo` - Zur Toolpath-Grafik werden Programmname und NC-Satz gespeichert und für die Anzeige als Tooltip bzw. zum Öffnen des Editors verwendet

Diese Einstellung ist noch nicht realisiert und wirkt wie `Tracking`.

Werkstück verbessern Tag `<HighQualityZooming>`:

Stellt eine Möglichkeit zur nachträglichen Verbesserung der Werkstückgrafik bereit.

Wertebereich:

- `None` - Die Funktion "Werkstück verbessern" steht nicht zur Verfügung
- `DynamicZoom` - Beim Zoomen wird die Simulation der bisherigen Bearbeitung für den dargestellten Ausschnitt intern wiederholt mit einer feineren Auflösung. Je kleiner der Ausschnitt bemessen ist, desto höher die Auflösung und desto besser die Qualität. Nach Wechsel des Bildausschnitts geht die Verbesserung verloren, belastet aber auch nicht mehr den Speicher und die Performance
- `AutoRefine` - Simulationsbegleitend und auslastungsabhängig ermittelt der Simulationskern verbesserungswürdige Werkstückbereiche und errechnet für sie eine detailliertere Grafik. Die Verbesserungen sind dauerhaft und am gesamten Werkstück zu sehen, auch bei bildfüllender Darstellung. Die erzielte Qualitätsverbesserung ist begrenzt

**Farbverlauf auf reflektierender
Werkstückoberfläche**

Tag `<ReflectionBitmap>`:

Die Reflexion einfallenden Umgebungslichts durch die Werkstückoberfläche führt zu unterschiedlichen Helligkeiten und Farben. Diese Farbverläufe am Werkstück können durch Überlagerung mit einer Bitmap-Datei nachgebildet werden, wobei ein Reflexionsgrad größer Null vorausgesetzt wird.

Eine Aktivierung vermindert den Farbkontrast und kann unter Umständen ungünstig sein.

Wertebereich: `True` - simuliere Farbverlauf durch Reflexion des Umgebungslichts (Standard), `False` - einheitlicher Farbverlauf einer ebenen Fläche

Reflexionsgrad Tag `<StockReflectivity>`:

Bestimmt den Anteil des von der Werkstückoberfläche reflektierten Lichts (Glanz) in Prozent.

Wertebereich: 0..100, Standard 25%

Transparenz des Werkstücks Tag `<StockTransparency>`:

Konfiguration

Transparenz des Werkstücks bei innenliegendem Fertigteil	Definiert die Transparenz des Werkstücks in Prozent. Die Einstellung wirkt nicht bei Augmented Reality, und nicht bei gleichzeitiger Darstellung der Fertigteilgeometrie bzw. Soll-/Istvergleich. Wertebereich: 0..100, Standard 25% Tag <StockTransparenzyShowingTarget>:
	Definiert die Transparenz des Werkstücks in Prozent, wenn gleichzeitig die Fertigteilgeometrie sichtbar ist. Wertebereich: 0..100, Standard 30%
Transparenz der Körperkanten	Tag <EdgeTransparenzy>: Definiert die Transparenz der Linien für Körperkanten in Prozent. Die Einstellung kann zu "dominante" Körperkanten vermeiden, wie sie bei einigen Grafikkarten zu beobachten sind. Wertebereich: 0..99, Standard 0%

Farben

Syntax für Farben	Farben werden über ihre Rot-, Grün- und Blauanteile ohne Alphawert (Transparenz) definiert, wobei es zwei gleichwertige Syntaxvarianten gibt: - Hexadezimal: #<RR><GG><BB> mit RR, GG, BB für rot, grün und blau im Wertebereich von 00 (keine Ausleuchtung) bis FF (maximale Ausleuchtung). Jede Farbkomponente ist zweistellig und gegebenenfalls mit einer führenden Null anzugeben. Beispiel: #0AEF67 - Dezimal: RGB(<r>,<g>,) mit r, g, b für rot, grün und blau im Wertebereich von 0 bis 255. Es sind keine führenden Nullen erforderlich. Beispiel: RGB(10,239,103)
Hintergrundfarbe	Tag <Background>: Gibt die Farbe des Hintergrunds in Bildmitte an. Der Farbverlauf ist nicht änderbar. Standard: #F6F6F6
Farbe der Werkzeugschneide	Tag <CuttingPart>: Gibt die Farbe des Schneideteils der Werkzeuge an, sofern das Schema für wechselnde Farben aktiviert wurde. Standard #8C8C00
Farbe der Werkzeugschafts	Tag <Shaft>: Gibt die Farbe des Schafts von Werkzeugen an. Standard #A9A9A9
Farbe des Werkzeugfutters	Tag <Arbor>: Gibt die Farbe des Futterteils der Werkzeuge an. Standard #D3D3D3
Farbe des Werkzeughalters	Tag <Holder>: Gibt die Farbe des Halters von Werkzeugen an. Standard #808080
Farbe für Toolpath Eilgang	Tag <ToolpathRapid>: Gibt die Farbe des Toolpaths bei Eilgang (G0) bzw. passiven Bewegungen beim Stanzen an.

Konfiguration

	Standard RGB (0, 130, 0)
Farbe für Toolpath Vorschub	Tag <ToolpathFeed>: Gibt die Farbe des Toolpaths bei Vorschubbewegungen bzw. formgebenden Bewegungen beim Stanzen an. Standard RGB (206, 0, 24)
Farbe für Toolpath Vorschau	Tag <ToolpathPreview>: Gibt die Farbe des Toolpaths als Bestandteil der Werkstückvorschau an. Standard #CDAA7D
Farbe für Werkstückspannmittel	Tag <Fixture>: Gibt die Farbe von Werkstückspannmitteln an. Standard #FFA500
Farbe für das Hervorheben	Tag <Highlighting>: Gibt die Farbe an, mit der Elemente bei Benutzerinteraktionen grafisch hervorgehoben bzw. markiert werden. Standard #FF00FF
Rohteilfarbe	Tag <Stock>: Gibt die Farbe für unbearbeitete Rohteilflächen außer im Soll-Ist-Vergleich an. Standard #4682B4
Farbe für bearbeitete Flächen	Tag <RemovedMaterial>: Gibt die Farbe der bearbeiteten Werkstückoberflächen außer im Soll-Ist-Vergleich an. Standard #FFFFFF0
Fertigteilfarbe	Tag <TargetGeometry>: Gibt die Farbe des Fertigteils an. Standard #FFE4B5
Farbe für Körperkanten	Tag <Edges>: Gibt die Farbe für Körperkanten und Symbole an. Standard #373F43
Farbe für Drahtmodelle	Tag <Wireframe>: Gibt die Farbe von Rohteilen als Hüllkörper und Zeichnungen an. Standard #0000FF
Farbe für Schnittflächen	Tag <SectionFace>: Gibt die Farbe von Schnittflächen an (Schnittdarstellung). Die Farbe wird noch nicht verwendet.
Farbschema für Soll-Ist-Vergleich	Tag <DeviationColorScheme>: Für den Soll-Ist-Vergleich des Werkstücks mit der Fertigteilgeometrie (Deviation-Mode) werden verschiedenen Intervallen der Maßabweichung jeweils eine Farbe zugeordnet. Der Farbwert sagt aus, ob die Sollgeometrie verletzt wurde (Ausschuss), die Sollgeometrie erreicht wurde oder noch ein Aufmaß besteht. Die Obergrenze jedes Intervalls wird im Attribut <code>Deviation</code> definiert, wobei die Obergrenze des höchsten Intervalls stets als plus unendlich gewertet wird. Das niedrigste Intervall beginnt bei minus unendlich, alle weiteren beim

Konfiguration

Wert des Attributs `Deviation` des Vorgängers (mit dem nächstkleineren Attribut).

Syntax: `<SchemeColor Deviation="<Obergrenze>"><Farbe></SchemeColor>` mit `<Obergrenze>` gleich Intervallobergrenze in mm und dem Farbwert `<Farbe>` in dezimaler oder hexadezimaler Darstellung.

Die Intervalle müssen nicht der Größe nach geordnet vorgegeben werden. Ein gültiges Farbschema setzt sich aus mindestens drei Intervallen zusammen.

Standard:

Programm:

```
<DeviationColorScheme>
  <SchemeColor Deviation="-0.1">#800000</SchemeColor>
  <SchemeColor Deviation="-0.05">#FF0000</SchemeColor>
  <SchemeColor Deviation="-0.025">#FF8000</SchemeColor>
  <SchemeColor Deviation="-0.01">#FFFF00</SchemeColor>
  <SchemeColor Deviation="0.01">#008000</SchemeColor>
  <SchemeColor Deviation="0.025">#00FFFF</SchemeColor>
  <SchemeColor Deviation="0.05">#0080FF</SchemeColor>
  <SchemeColor Deviation="0.1">#0000FF</SchemeColor>
  <SchemeColor Deviation="9999.999">#000080</SchemeColor>
</DeviationColorScheme>
```

Schema für wechselnde Schneidenfarben

Tag `<CutterColorScheme>`:

Alternativ zu fest vorgegebenen Farben für die Werkzeugschneide und für bearbeitete Flächen können wechselnde Farben aktiviert werden, die sowohl für die Schneide als auch für die bearbeiteten Flächen verwendet werden. Die Farben am Werkstück lassen dann einen Rückschluss auf das hierfür verwendete Werkzeug zu. Um den Farbwechsel zu aktivieren, setzen Sie das Attribut `UseCutterColors="True"`.

Für ein gültiges Farbschema sind mindestens drei Farben erforderlich. Ihre Reihenfolge bestimmt die Reihenfolge ihrer Verwendung.

Syntax: `<SchemeColor><Farbe></SchemeColor>` mit dem Farbwert `<Farbe>` in dezimaler oder hexadezimaler Darstellung.

Standard:

Programm:

```
<CutterColorScheme UseCutterColors="False">
  <SchemeColor>#EEE5DE</SchemeColor>
  <SchemeColor>#97FFFF</SchemeColor>
  <SchemeColor>#FFFF00</SchemeColor>
  <SchemeColor>#FFB6C1</SchemeColor>
  <SchemeColor>#54FF9F</SchemeColor>
  <SchemeColor>#F5F5DC</SchemeColor>
  <SchemeColor>#FFBFFF</SchemeColor>
  <SchemeColor>#ADFF2F</SchemeColor>
  <SchemeColor>#FFA07A</SchemeColor>
  <SchemeColor>#F0E68C</SchemeColor>
</CutterColorScheme>
```

11 Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen

11.1 Vorbereitung

Inhalt Im folgenden Abschnitt wird anhand einer Beispielapplikation die Möglichkeit zur Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen beschrieben. Das zugehörige C#-Projekt ist Bestandteil der IndraWorks Installation und kann durch Abwandlung oder Kopieren von Code zur Integration in einer Kundenapplikation genutzt werden. Es implementiert alle relevanten Bedienfunktionen.

- Arbeitsablauf**
- *Es ist eine IndraWorks-Installation "OPD2" oder "Workstation2" der Version MTX 14V20 oder höher vorhanden*
 - *Sie müssen über Administrator-Rechte verfügen*
 - *Für den Test muss das Microsoft Visual Studio 2012 oder höher installiert sein*
 - *Falls nicht vorhanden, installieren Sie bitte ein Archivierungsprogramm, z. B. <http://www.7-zip.de/download.html>*
 - *Stellen Sie sicher, dass die aktuellen Visualisierungsdaten übertragen sind (IndraWorks Engineering ► Knoten Visualisierungsgerät ► Kontextmenü ► Visualisierungsdaten übertragen)*
 - *Das Simulations-Control verwendet das ComponentOne C1FlexGrid. Falls die Definition einfacher Rohteile über die controleigenen Dialoge in Ihrer Anwendung genutzt werden soll, muss Ihre Anwendung mit einer gültigen Entwicklerlizenz gebaut werden (<http://www.componentone.com>). Andernfalls erscheint vor dem Dialog eine Mitteilungsbox, welche jedoch die prinzipielle Funktion nicht beeinträchtigt*
1. Entpacken Sie das Archiv "IndraWorks\CommonAppDataAllInst\Simulation\MTX.Simulation.SampleAppProject.zip" im selben Ordner
Sie erhalten ein C#-Projekt mit der kompletten Build-Umgebung für eine Stand-Alone-Anwendung, die die Online-Simulation einbettet
 2. Öffnen Sie die Datei "IndraWorks\CommonAppDataAllInst\Simulation\MTX.Simulation.SampleAppCustom.sln" mit dem Microsoft Visual Studio
 3. Bauen Sie die Anwendung "MTX.Simulation.SampleApp.exe".
Die genannte Anwendung wird im Installationsverzeichnis IndraWorks abgelegt
 4. Für das Debuggen tragen Sie in den Projekteigenschaften (Seite "Debug") das extern zu startende Programm "IndraWorks\MTX.Simulation.SampleApp.exe" ein. Das Arbeitsverzeichnis ist das Installationsverzeichnis IndraWorks

11.2 Verhalten des Simulations-Controls

Mehrere Instanzen Ein Prozess kann zeitgleich nur von einer Simulation visualisiert werden. Diese Einschränkung hat ihre Ursache in der Tatsache, dass der NC-Kern nur mit einem einzigen Klienten über ein OPC UA Echtzeit-Item kommunizieren kann.

Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen



Die OPC UA Verbindung zum NC-Kern verhindert, dass Sie IndraWorks Operation mit applizierter Simulation und Ihre Oberfläche oder die Beispielapplikation gleichzeitig verwenden können.

Dennoch ist es möglich, mehrere Instanzen des Controls `Rexroth.MTX.SimulationACI Ctrl.SimulationACI Ctrl` zu instanzieren (z. B. bei einer Windows MDI-Anwendung). Das eigentliche Simulations-Control im Inneren, welches nicht durch Schnittstellen erreichbar ist, wird dann zwischen den verschiedenen Simulation-ACI-Controls hin und her getauscht, je nachdem, welches gerade sichtbar ist.

Um ein Control zu aktivieren, setzen Sie die Property des Simulations-Controls `HMI.ACI.Interface.IACI.Active=true`. Beim Erstaufwurf sorgt diese Property für das Erzeugen des inneren Simulations-Controls und nimmt die Verbindung zum NC-Kern auf. Wird diese Property bei einem anderen Simulations-Control auf `true` gesetzt, dann bekommt dieses Control die innere Simulation übertragen und aktiviert das Zeichnen (Triangulation).

`IACI.Active=false` deaktiviert die Triangulation. Nutzen Sie bitte diese Eigenschaft, wenn das einbettende Fenster unsichtbar wird, um den Einfluss der Simulation auf die Performance so gering wie möglich zu halten.

Kommunikation mit dem NC-Kern

Das Control unterhält selbständig die Kommunikation mit der NC. Vor dem ersten Aktivieren ist deshalb die Device-Guid mit `IACI.Device` zu setzen.

Bedienkommandos

Die Bedienung erfolgt über die Methode `IACI.InvokeCommand()`, der im Argument Strings zu übergeben sind. Der Vorrat an Kommandos ist in der Klasse `SimulationACI Ctrl.FunctionName` definiert.

Statusinformationen

Die Simulation informiert den Klienten über anzuzeigende Texte (etwa auf einer Statusbar) und den Zustand von Menüfunktionen. Dazu melden Sie sich beim EventHandler `SimulationACI Ctrl.Notify(string sMethod, string[] sParameters)` an.

Die Rückmeldungen sind textbasiert:

1. Argument `sMethod = "SetStatusbarMessage"`:

Anzeige in der Statusbar

- Das Argument `sParameters[0]` gibt den Typ der Meldung an:
 - `"SetStatusText"`: Statusmeldung (kann stehen bleiben)
 - `"SetErrorText"`: Fehlermeldung (muss ggf. gelöscht werden)
 - `"SetInformationText"`: Information (sollte nach Ablauf eines Zeitintervalls gelöscht werden)

- Das Argument `sParameters[1]` enthält den Meldungstext.
Der Text erscheint in der aktuellen Landessprache der Oberfläche.

2. Argument `sMethod = "FunctionStateChanged"`:

Information über die Zustandsänderung eines Kommandos zur Anpassung der Menü-Schaltflächen.

- Das Argument `sParameters[0]` beinhaltet den Kommandonamen.
Der String korrespondiert mit den Definitionen in der Klasse `FunctionName`.
- Argument `sParameters[0]` informiert über den neuen Zustand:

Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen

- String, der mit den Definitionen in der Klasse `SimulationA-CICtrl.FunctionState` korrespondiert
- Die wichtigsten Zustände sind `FunctionState.ON`, `FunctionState.OFF` und `FunctionState.DISABLED` – Funktion aktiv/gedrückt, Funktion inaktiv/aus und Funktion nicht verfügbar
- Einige Funktionen haben mehr als zwei Schaltstellungen und diese werden mit entsprechenden Strings (definiert in der Klasse `FunctionState`) zurückgemeldet. Die Strings können für wechselnde Tastenbeschriftungen, Grafiken oder andere Statusanzeigen genutzt werden
- Der Initialzustand jeder Funktion ist `FunctionState.OFF` und wird nicht gemeldet

Ausblenden der controleigenen Schnellbedientasten

Dazu benutzen Sie wieder die Methode `IACI.InvokeCommand()` mit dem Kommando `FunctionName.SHOW_UI_ELEMENTS` und geben zusätzlich in einem Kommandoargument die Sichtbarkeit mit.

Beenden der Applikation und Verbindungsunterbrechung

Um dem inneren Control der Simulation die Möglichkeit zu geben, die laufenden Threads zu beenden und den aktuellen Simulationsstand zu speichern, sollten Sie beim Schließen Ihrer Anwendung die Methode `InvokeCommand()` mit dem Kommando `FunctionName.TERMINATE` aufrufen.

Bei Verbindungsunterbrechung ist dieses Kommando ebenfalls zu rufen. Bei Wiederaufnahme der Verbindung wird das innere Control mit `IACI.Active=true` neu erzeugt.

Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen

11.3 Beispielprojekt

Screenshot

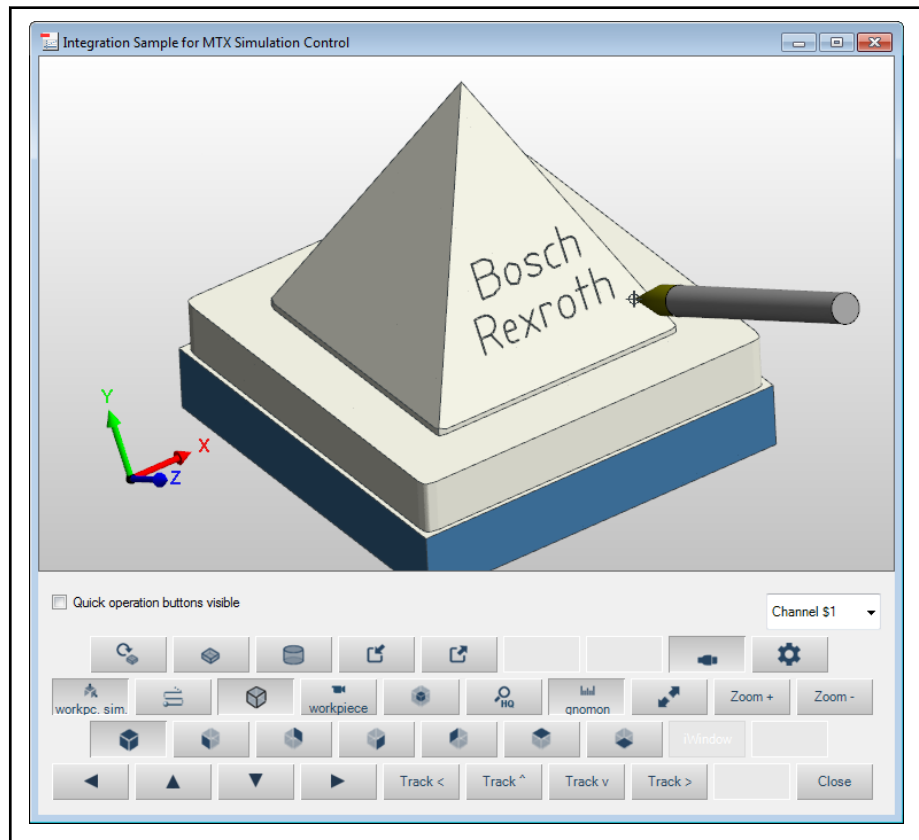


Abb. 11-1: Bedienoberfläche der Beispielapplikation zur Integration des MTX Simulations-Controls

DeviceConnection.cs

Die Klasse `DeviceConnection` sorgt für die Lauffähigkeit der Beispielapplikation in der Umgebung von IndraWorks.

Wesentliche Funktionen:

- Ermittelt die Device-Guid des zu simulierenden Geräts
- Informiert über den Verbindungsstatus, sorgt für Freigabe aller Ressourcen bei Verbindungsunterbrechung
- Informiert über den an der Oberfläche aktiven Kanal und setzt ihn

Der Code ist nicht für die Integration wichtig, sondern nur für die Komplettierung des Beispiels zu einer funktionierenden Anwendung. Als Entwickler Ihrer eigenen Bedienoberfläche werden Sie sicher für diesen Teil schon über eine adäquate Implementation verfügen und deshalb wird an dieser Stelle nicht näher auf den Code eingegangen.

SampleForm.cs

Hier erfolgt die beispielhafte Integration des Simulations-Controls in einer Windows Form.

Folgende **namespaces** werden benötigt:

Programm:

```
using Rexroth.MTX.SimulationACIctrl;
using Rexroth.HMI.ACI.Interface;
```

In `MainForm Load()` finden Sie alle relevanten Kommandos einschließlich einer kurzen Erklärung. Siehe hierfür die Initialisierung des Felds `string[] command` zu Beginn der Methode.

Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen

Diese Anweisungen sind im Load-Ereignis für das Instanzieren des Simulations-Controls von wesentlicher Bedeutung:

Programm:

```
_simCtrl = new SimulationACICtrl(); // Instantiation as online simulation
_simCtrl.Notify += _simCtrl.Notify; // Login for status messages
pnlSim.Controls.Add(_simCtrl);      // Set the simulation control as
                                     // child of another control
_simCtrl.Dock = DockStyle.Fill;
```

Es wird empfohlen, das Simulations-Control als (einziges) Child eines Controls anzuordnen (hier Panel).

Die Kommandos werden nachfolgend im Tag eines jeden Menü-Buttons gespeichert, um einfach im Click-Event aus dem Sender das zugehörige Kommando zu ermitteln. Die Member-Variable `_buttonPerCommand` erlaubt es später, von einem Namen `FunctionName` auf den zugehörigen Button zu schließen.

In der Callback `SampleForm_Shown()` wird folgendes programmiert, was zum Instanzieren des inneren Simulations-Controls und zur Verbindungsaufnahme führt:

Programm:

```
_simCtrl.Active = true;
```



Es ist wichtig, dass Sie `_simCtrl.Active = true` erst dann setzen, wenn das Hauptfenster Ihrer Applikation bereits angelegt und ein Handle zugewiesen ist.

Die folgenden Methoden demonstrieren, was bei Verbindungsunterbrechung und Schließen der Anwendung zu tun ist (z. B. Ausführen des Kommandos `FunctionName.Terminate`).

Programm:

```
void MainForm_FormClosing(object sender, FormClosingEventArgs e)
void Terminate()
void DeviceConnection_DeviceConnected(object sender, EventArgs e)
void DeviceConnection_DeviceDisconnected(object sender, EventArgs e)
```

Die folgende Methode zeigt, wie aus einem Click-Event heraus das passende Kommando mit Hilfe der Variablen `_buttonPerCommand` für die Simulation gerufen wird. Die Methode zur Ausführung von Kommandos heißt `IACI.InvokeCommand()`.

Programm:

```
void btnMenu_Click(object sender, EventArgs e)
```

In der folgenden Zeile finden Sie die Implementation zum sichtbar/unsichtbar Setzen der Schnellbedientasten des Controls.

Programm:

```
void checkBoxBtnVisibility_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
```

Diese Methode demonstriert, wie aus dem Notify-Ereignis der Simulation das Aussehen der Menü-Buttons aktualisiert und die Ausgabe von Statustexten realisiert werden kann.

Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen

Programm:

```
void _simCtrl_Notify(string sMethod, string[] sParameters)
```

12 Service und Support

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

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

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

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

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

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

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

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

Index

A

Anregungen.....	10
ANSI Z535.6-2006.....	8

B

Beschwerde.....	10
Bestimmungsgemäßer Gebrauch	
Anwendungsbereiche.....	12
Einleitung.....	11
Einsatzfälle.....	12
Blech (Stanzen)	48
Bohrer, Senker, Reibahle.....	57
Bohrstange, Rückwärtssenker.....	60

D

Darstellung von Informationen	
Bezeichnungen und Abkürzungen.....	10
Dokumentation	
Änderungsverlauf.....	3

F

Feedback.....	10
---------------	----

G

Gefahrenhinweise.....	8
Gravierfräser, Fasenfräser, Planfräskopf.....	65

H

Helpdesk.....	127
Hotline.....	127

K

Kritik.....	10
Kundenfeedback.....	10

M

Mehrkant (Drehen)	46
Modell importieren	49

N

NC-Simulation	
Aufzeichnungen aufnehmen und abspie-	
len.....	37
Ausblenden von Maschinenteilen.....	25
Auto Refine.....	23, 117
Basislizenz.....	13
Bedienung.....	21
Dynamic Zoom.....	23, 117
Export.....	33
Fertigteil.....	20, 25, 118
Import.....	31
Integration in Drittanwendungen.....	121
Kanten.....	25, 115, 118, 119
Konfiguration.....	33, 81

Layout.....	19
Optionen.....	33, 81
Player.....	37
Problemanalyse (Debug-Mode).....	37, 116
Rohteil Quader/Blech.....	27
Rohteil zurücksetzen.....	26, 35, 115
Shortcuts.....	35
Simulation Virtuelle Maschine.....	13
Soll-Ist-Vergleich.....	20, 119
Toolpath.....	13, 25, 85, 111, 114, 117, 118
transparenter Hüllkörper als Rohteil.....	29
Werkstück verbessern.....	23, 117
Werkstückvorschau.....	20, 116, 119
Zylinderförmiges Rohteil.....	29
Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	12
Folgen, Haftungsausschluss.....	11

Q

Quaderförmiges Rohteil (Fräsen)	39
---------------------------------------	----

S

Schleifscheibe.....	70
Service-Hotline.....	127
Sicherheitshinweise.....	8
Signalgrafik.....	8
Signalwörter.....	8
Stangenabschnitt (Drehen)	44
STOCK/BAR.....	44
STOCK/BLOCK.....	39
STOCK/CYLINDER.....	41
STOCK/POLYGON.....	46
STOCK/REMOVE.....	52
STOCK/RENEW.....	54
STOCK/SHEET.....	48
STOCKADD.....	56
STOCKIMP	49
STOCKSEL.....	55
Stufenbohrer, Zentrierbohrer.....	58
Support.....	127
Symbole.....	10

T

TOOL/BBAR.....	60
TOOL/CDRILL.....	58
TOOL/CHAMFER.....	65
TOOL/CRMILL.....	68
TOOL/DRILL.....	57
TOOL/GRIND.....	70
TOOL/MILL.....	62

V

Viertelrund-Profilfräser.....	68
-------------------------------	----

W

Warnhinweise.....	8
-------------------	---

Index

Werkstückaufnahme wählen.....	55
Werkstücke erneuern.....	54
Werkstücke/Modelle entfernen.....	52
Werkstücke/Modelle ersetzen/hinzufügen.....	56

Z

Zielgruppen.....	3
Zu dieser Dokumentation.....	3
Darstellung von Informationen.....	8
Gültigkeit der Dokumentation.....	3
Zylinderförmiges Rohteil (Fräsen)	41
Zylindrische, Winkel- und Kugelfräser.....	62

Notizen

Bosch Rexroth AG

Electric Drives and Controls

Postfach 13 57

97803 Lohr, Deutschland

Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2

97816 Lohr, Deutschland

Tel. +49 9352 18 0

Fax +49 9352 18 8400

www.boschrexroth.com/electrics



R911393272