

Titel	MTX 15VRS NC-Simulation Multitouch
Art der Dokumentation	Anwendungsbeschreibung
Dokumentations-Type	DOK-MTX***-NC*SIM*M*15-AP02-DE-P
Interner Ablagevermerk	RS-725519e2699cadafc0a802865c88864e-2-de-DE-7
Änderungsverlauf	Ausgabe 02, 2020-07 Siehe Tab. 1-1 "Änderungsverlauf" auf Seite 1
Schutzvermerk	© Bosch Rexroth AG 2020 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 (TaDo)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Zu dieser Dokumentation.....	1
1.1 Gültigkeit der Dokumentation.....	1
1.2 Schreibweisen, Schriftarten, Symbole.....	2
1.3 Voraussetzungen.....	2
1.4 Erforderliche und ergänzende Dokumentationen MTX.....	2
1.4.1 Auswählen/Zusammenstellen.....	2
1.4.2 Konfigurieren.....	3
1.4.3 In Betrieb nehmen.....	3
1.4.4 Bedienen.....	4
1.4.5 OEM-Entwicklung.....	5
1.4.6 AddOns.....	6
1.5 Darstellung von Informationen.....	6
1.5.1 Gebrauch der Sicherheitshinweise.....	6
1.5.2 Bezeichnungen und Abkürzungen.....	8
1.6 Kundenfeedback.....	8
2 Wichtige Gebrauchshinweise.....	9
2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	9
2.1.1 Einführung.....	9
2.1.2 Einsatz- und Anwendungsbereiche.....	10
2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	10
3 Übersicht.....	11
3.1 Funktion.....	11
3.2 Starten und Beenden der Simulation.....	13
3.3 Layout.....	15
4 Bedienung.....	19
4.1 Bedientasten und zugehörige Dialoge.....	19
4.1.1 Schnellbedientasten der Simulation.....	19
4.1.2 Erweiterte Bedientastatur der Simulation.....	20
4.2 Shortcuts.....	37
5 Inbetriebnahme.....	39
5.1 Arbeitsschritte zur Inbetriebnahme am Beispiel einer Fräsbearbeitung mit Werkzeugverwaltung.....	39
5.2 Maschinendefinition.....	40
5.2.1 Maschinen- und Kinematikmodell.....	40
5.2.2 Konfigurationsdatei.....	42
5.3 Betriebsmitteldefinition.....	48
5.3.1 Werkzeugdefinition.....	48
5.3.2 Rohteildefinition.....	51
5.3.3 Spannmitteldefinition.....	54
5.4 Programmdefinition.....	55

	Seite
5.4.1 NC-Programm.....	55
5.4.2 Nullpunktverschiebungen und Placements.....	56
6 Aufzeichnungen aufnehmen und abspielen.....	57
7 Programmanweisungen zur Simulation.....	61
7.1 Allgemeines zu Programmanweisungen für die Simulation.....	61
7.2 STOCK/BLOCK Quaderförmiges Rohteil (Fräsen).....	61
7.3 STOCK/CYLINDER Zylinderförmiges Rohteil (Fräsen).....	64
7.4 STOCK/BAR Stangenabschnitt (Drehen).....	66
7.5 STOCK/POLYGON Mehrkant (Drehen).....	68
7.6 STOCK/SHEET Blech (Stanzten).....	71
7.7 STOCKIMP Modell importieren.....	73
7.8 STOCK/REMOVE Werkstücke/Modelle entfernen.....	76
7.9 STOCK/RENEW Werkstück erneuern.....	77
7.10 STOCKSEL Werkstückaufnahme wählen.....	79
7.11 STOCKADD Werkstücke/Modelle ersetzen/hinzufügen.....	80
7.12 TOOL/DRILL Bohrer, Senker, Reibahle.....	83
7.13 TOOL/CDRILL Stufenbohrer, Zentrierbohrer.....	85
7.14 TOOL/BBAR Bohrstange, Rückwärtssenker.....	86
7.15 TOOL/MILL Zylindrische, Winkel- und Kugelfräser.....	89
7.16 TOOL/CHAMFER Gravierfräser, Fasenfräser, Planfräskopf.....	92
7.17 TOOL/CRMILL Viertelrund-Profilfräser.....	95
7.18 TOOL/GRIND Schleifscheibe.....	97
8 Konfiguration.....	109
8.1 Übersicht.....	109
8.2 Einführung in die Erzeugung der Werkzeuggrafik.....	112
8.3 Beschreibung der Konfigurationsdatei MTX.Simulation.Options.XML bzw. MTX.Simulation.Options.Temp.XML.....	125
8.3.1 Dateiaufbau.....	125
8.3.2 Konfiguration der NC-Simulation.....	127
8.3.3 Optionen zur Simulation.....	144
9 Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen.....	155
9.1 Vorbereitung.....	155
9.2 Verhalten des Simulations-Controls.....	155
9.3 Beispielprojekt.....	157
10 Service und Support.....	161
Index.....	163

1 Zu dieser Dokumentation

Ausgaben dieser Dokumentation

Ausgabe	Stand	Bemerkung
01	2019-07	Erstausgabe
02	2020-07	Kap. 4.1.2 "Erweiterte Bedientastatur der Simulation" auf Seite 20: Tasten ergänzt (WP-00076634) Kap. 5.2.1 "Maschinen- und Kinematikmodell" auf Seite 40 ergänzt Kap. "Referenzieren des Maschinenmodells" auf Seite 43 angepasst Kap. 8.3.2 "Konfiguration der NC-Simulation" auf Seite 127, Unterkapitel "Maschine" angepasst Kap. "Einstellungen zur Anzeige" auf Seite 148: Kamera-Öffnungswinkel, Transparenz des Maschinengehäuses ergänzt Kap. 9 "Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen" auf Seite 155 angepasst

Tab. 1-1: Änderungsverlauf

1.1 Gültigkeit der Dokumentation

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

Die Dokumentation ist Teil der Gesamtdokumentation der 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.

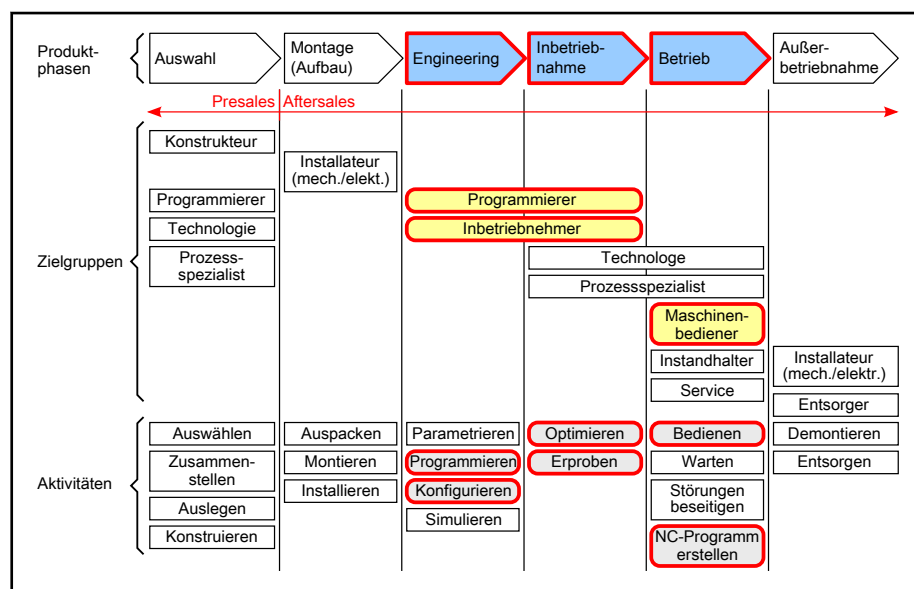


Abb. 1-1: Zuordnung der vorliegenden Dokumentation zu den Zielgruppen, Produktphasen und den Aktivitäten der Zielgruppe

Zielgruppe Diese Dokumentation richtet sich an Anwender, die eine Steuerung vom Typ 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.

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>+ 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 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 "MTX 15VRS Inbetriebnahme", DOK-MTX***-STARTUP*V15-CORS-DE-P.

1.4 Erforderliche und ergänzende Dokumentationen MTX

1.4.1 Auswählen/Zusammenstellen

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

MTX 15VRS Systembeschreibung DOK-MTX***-SYS*DES*V15-PRRS-DE-P, R911397741 Diese Dokumentation beschreibt das Steuerungssystem MTX. Beschrieben werden die Ausführungen, Technischen Daten, Schnittstellen und die Konfiguration der Steuerungsbaugruppen.
MTX 14VRS SafeLogic Systemübersicht DOK-MTX***-SL**SYS*V14-PRRS-DE-P, R911341697 Diese Dokumentation beschreibt den Einsatz der Sicherheitssteuerung SafeLogic im System MTX.
IndraControl XM42 Steuerungen DOK-CONTRL-XM4X*CTRL**-ITRS-DE-P, R911345565 Diese Dokumentation dient der Beschreibung der Steuerungen IndraControl XM42.

RS entsprechender Ausgabestand
Tab. 1-2: *MTX-Dokumentationsübersicht - Auswählen/Zusammenstellen*

1.4.2 Konfigurieren

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

MTX 15VRS Maschinenparameter DOK-MTX***-MA*PAR**V15-RERS-DE-P, R911400175 Diese Dokumentation beschreibt den Aufbau und die Anpassung der verfügbaren Parameter der MTX. Ebenfalls beschrieben werden Funktion und Bedienung des NC-Konfigurators.
MTX 15VRS SPS-Interface DOK-MTX***-PLC*INT*V15-PRRS-DE-P, R911400171 Diese Dokumentation beschreibt die Interface-Signale und die Programmbausteine für die integrierte SPS.
MTX 15VRS Funktionsbeschreibung - Grundlagen DOK-MTX***-NC*F*BA*V15-RERS-DE-P, R911401400 Diese Dokumentation beschreibt die Basisfunktionen der MTX. Erläutert werden grundlegende Inbetriebnahmeschritte und die Funktionen der Steuerung als Beschreibung und Handlungsanweisung.
MTX 15VRS Funktionsbeschreibung - Erweiterung DOK-MTX***-NC*F*EX*V15-RERS-DE-P, R911393315 Diese Dokumentation beschreibt die erweiterten Funktionen der MTX. Erläutert werden grundlegende Inbetriebnahmeschritte und die Funktionen der Steuerung als Beschreibung und Handlungsanweisung.
MTX 15VRS Funktionsbeschreibung - Sonderfunktionen DOK-MTX***-NC*F*SP*V15-RERS-DE-P, R911393308 Diese Dokumentation beschreibt die Sonderfunktionen der MTX. Erläutert werden grundlegende Inbetriebnahmeschritte und die Funktionen der Steuerung als Beschreibung und Handlungsanweisung.
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.
MTX Konvertierung von MTX-Projekten DOK-MTX***-PROCONV****-PRRS-DE-P, R911342483 Diese Dokumentation unterstützt bei der Konvertierung von MTX 1.x Projekten nach MTX 2G. Es wird die Vorgehensweise beschrieben und auf mögliche Schwierigkeiten bei der Konvertierung hingewiesen.

RS entsprechender Ausgabestand
Tab. 1-3: MTX-Dokumentationsübersicht - Konfigurieren

1.4.3 In Betrieb nehmen

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

MTX 15VRS Inbetriebnahme DOK-MTX***-STARTUP*V15-CORS-DE-P, R911393280 Diese Dokumentation beschreibt die Inbetriebnahme der Steuerung MTX. Neben einer Gesamtübersicht werden die Inbetriebnahme und Konfiguration der Achsen und Bedienoberfläche und der SPS-Daten erläutert.
IndraWorks 15VRS Basis-Bibliotheken IndraLogic 2G DOK-IL*2G*-BASLIB**V15-LIRS-DE-P, R911398632 Das vorliegende Handbuch beschreibt die systemübergreifenden SPS-Bibliotheken.

IndraWorks 15VRS Feldbusse

DOK-IWORKS-FB*****V15-APRS-DE-P, R911393282

Die Dokumentation dient der Beschreibung der von den Systemen MLC und 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 15VRS HMI

DOK-MLC***-HMI*****V15-APRS-DE-P, R911399269

Diese Dokumentation beschreibt die Funktionen, die Konfiguration und die Bedienung der Bedienoberflächen IndraWorks HMI Engineering und IndraWorks HMI Operation.

MTX 15VRS Technologie Strahlschneiden

DOK-MTX***-TECHCUT*V15-CORS-DE-P, R911399148

Diese Dokumentation beschreibt die Technologie Strahlschneiden, über die Maschinen mittels eines NC-geführten Bearbeitungskopfs Materialien schneiden können.

RS

entsprechender Ausgabestand

Tab. 1-4:

MTX-Dokumentationsübersicht - In Betrieb nehmen

1.4.4 Bedienen

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

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.

MTX 15VRS Programmierhandbuch

DOK-MTX***-NC**PRO*V15-RERS-DE-P, R911393317

Das vorliegende Handbuch beschreibt die Standard-Programmierung der Steuerung 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.

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

RS entsprechender Ausgabestand
Tab. 1-5: *MTX-Dokumentationsübersicht - Bedienen*

1.4.5 OEM-Entwicklung

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

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.
MTX 15VRS OPC-Kommunikation DOK-MTX***-OPC*COM*V15-PRRS-DE-P, R911399271 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 MLC und MTX.

RS entsprechender Ausgabestand
Tab. 1-6: *MTX-Dokumentationsübersicht - OEM-Entwicklung*

1.4.6 AddOns

Dokumentationstitel mit Typenschlüssel und Materialnummer

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.
MTX 15VRS Efficiency Workbench MTX cta, MTX ega DOK-MTX***-EWB*****V15-APRS-DE-P, R911400177 Diese Dokumentation beschreibt die Funktionsweise und den Einsatzbereich der Analysetools MTX cta und MTX ega.
MTX Remote Condition Monitoring DOK-MTX***-RCM*****V01-APRS-DE-P, R911334382 Diese Dokumentation beschreibt die Bedienung des Remote Condition Monitoring Systems.
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 / RS

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:

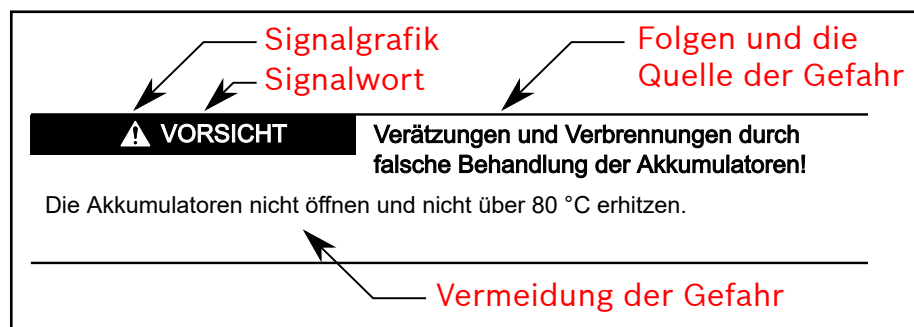


Abb. 1-2:

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 Körpervverletzung eintreten.

⚠ WARNUNG

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

⚠ VORSICHT

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können mittelschwere oder leichte Körpervverletzung eintreten.

HINWEIS

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können Sachschäden eintreten.

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

2.1.2 Einsatz- und Anwendungsbereiche

Die 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.

Das CNC-System 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 des CNC-Systems MTX außerhalb der vorgenannten Anwendungsgebiete oder unter anderen als den in der Dokumentation beschriebenen Betriebsbedingungen und angegebenen technischen Daten gilt als "nicht-bestimmungsgemäß".

Das CNC-System 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 das CNC-System 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!
- Das CNC-System 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

3.1 Funktion

Zielstellung	Die NC-Simulation ist eine grafische Simulation für CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen, die folgende Funktionen erfüllt: • Simulation des Materialabtrags und Materialauftrags • 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 verschiedenen 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 der MTX-Oberflächensoftware ab der Version 15V02. 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. 3. Virtual Machine Builder Der "Virtual Machine Builder" ist ein zusätzliches Programm zur benutzergeführten und grafisch unterstützten Erstellung bzw. Bearbeitung von Maschinenmodellen, welches standalone (ohne IndraWorks-Kontext) installiert und eingesetzt wird. Die zugehörige Lizenz (Dongle-Lizenz) ist unter SWS-MTX***-ENG-01VRS-D0-VMB-DGL, R911394064 bestellbar.
IndraWorks-Projekt ohne Simulation	Da die Simulation automatisch im IndraWorks-Projekt zur Verwendung bereit steht, ist in den Fällen, bei denen keine Simulation einschließlich der davon abhängigen Funktionen verfügbar sein soll, eine entsprechende Anpassung der Optionen erforderlich (siehe Kap. "Allgemein" auf Seite 127).
Bearbeitungsverfahren und Kinetik	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. Die linearen Hauptachsen bilden ein rechtshändiges Koordinatensystem. 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



- 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 16](#)) mit dem aktuellen Zustand des Werkstücks angelegt.
- Bei der Anwahl eines NC-Programms kann optionsabhängig eine Vorschau des Werkstücks eingeblendet werden.

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 [\[Externer Link konnte nicht aufgelöst werden.\]](#)).

3.2 Starten und Beenden der Simulation

Starten Die NC-Simulation ist 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 zeitweilig aktiviert und deaktiviert werden. Siehe dazu [Kap. 3.3 "Layout" auf Seite 15](#).

Anzeigen Die Simulation kann in jeder Betriebsart im Zusatzbedienbereich von IndraWorks Operation angezeigt werden. Dazu muss nur die Registerkarte

"NC-Simulation"  aktiviert werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Anzeige der NC-Simulation bietet das NC-Cockpit im Bedienbereich "Maschine". Diese Art der Visualisierung bietet den Vorteil, dass das gesamte Anwendungsfenster zur Darstellung der NC-Simulation genutzt werden kann.

Dazu ist es erforderlich, dass in der Registerkarte Home-Control im Zusatzbedienbereich die Funktion über die Kachel <NC-Cockpit> aufgerufen wird.

Im Fall, dass die NC-Cockpitanzeige aktiv ist, wird der Inhalt der Registerkarte NC-Simulation auf die Positions- und Satzfortschrittsanzeige umgeschaltet,

was auf dem Registerkartenreiter durch das Symbol  verdeutlicht wird.

Übersicht

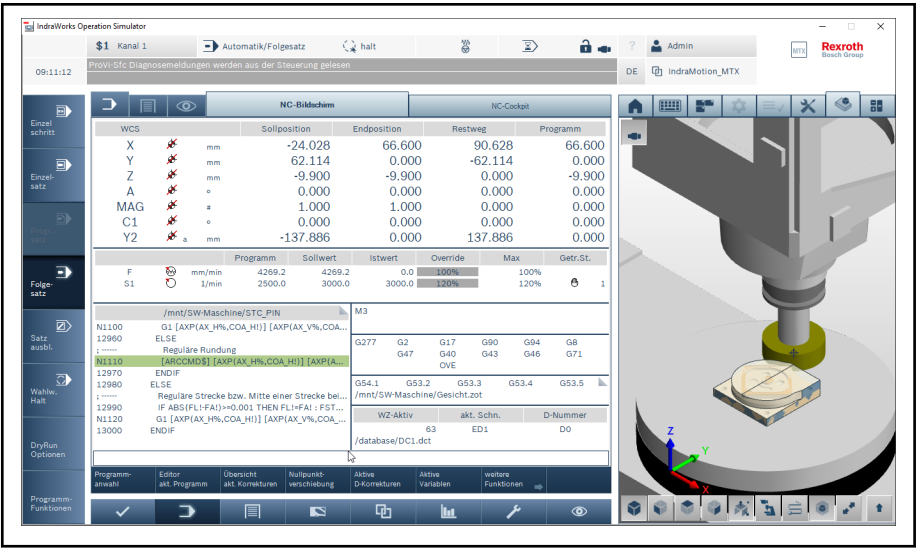


Abb. 3-1: NC-Simulation im Zusatzbedienbereich

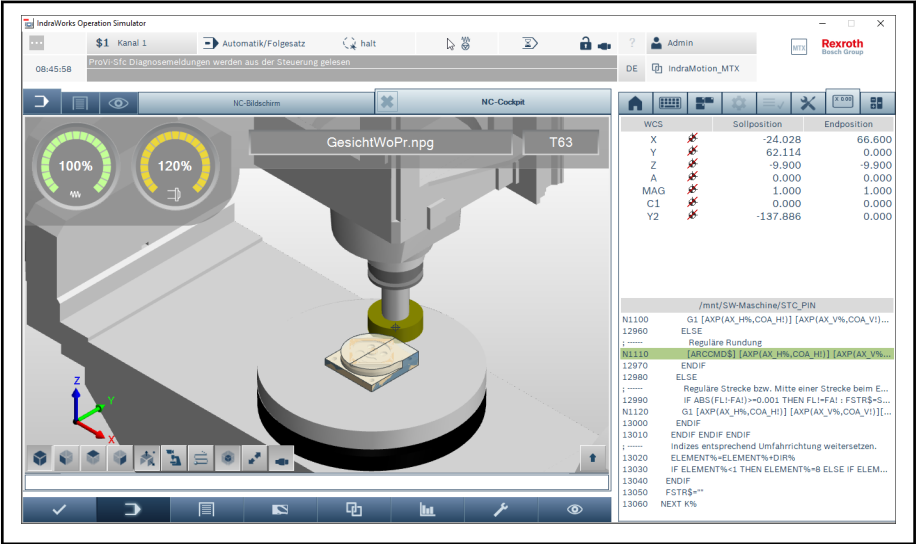


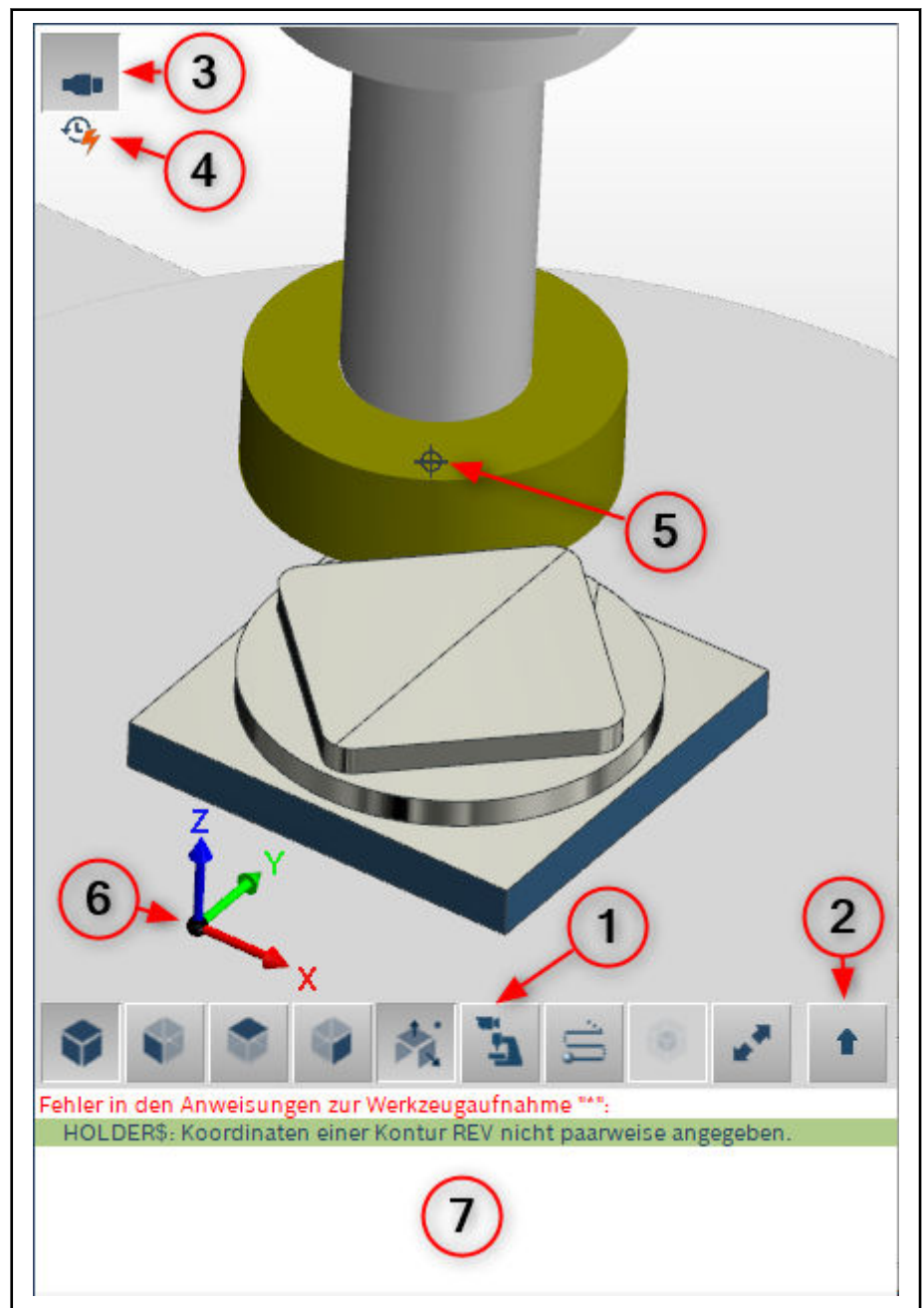
Abb. 3-2: NC-Simulation in der Cockpit-Anzeige

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.

3.3 Layout

Screenshot



- 1 Schnellbedientasten
- 2 Zusätzliche Bedientasten ein- und ausblenden
- 3 Bedientaste und Statusanzeige zur Verbindung mit der NC, zum Deaktivieren bzw. Starten nach einer Kollision
- 4 Anzeige, dass in den laufenden Programmen mindestens eine Kollision registriert wurde
- 5 Erzeugender Punkt der Toolpath-Grafik am Werkzeug
- 6 Koordinatensystem
- 7 Ausgabefenster für Fehler und Warnungen

Abb. 3-3: Layout der NC-Simulation

Schnellbedientasten Die Schnellbedientasten erlauben es, ohne Einblenden der Zusatztastatur, häufig genutzte Einstellungen sofort vornehmen zu können. Der Zustand ge-

Verbindung zur NC und Deaktivieren der Simulation

drückt ja/nein sowie das ggf. wechselnde Symbol zeigen den aktuellen Status an. Zusätzlich informieren Tooltips über den Status.

Am dargestellten Symbol ( - OK,  - instabil,  - gestört,  - gestoppt nach Kollision) 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 bzw. die Simulation nach Kollision zu starten.

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

am Symbol .

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

Ausgabefenster für Fehler und Warnungen

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 Toolpaths, der bei Erreichen des regulären NC-Programmendes während des letzten Programmlaufs vorlag

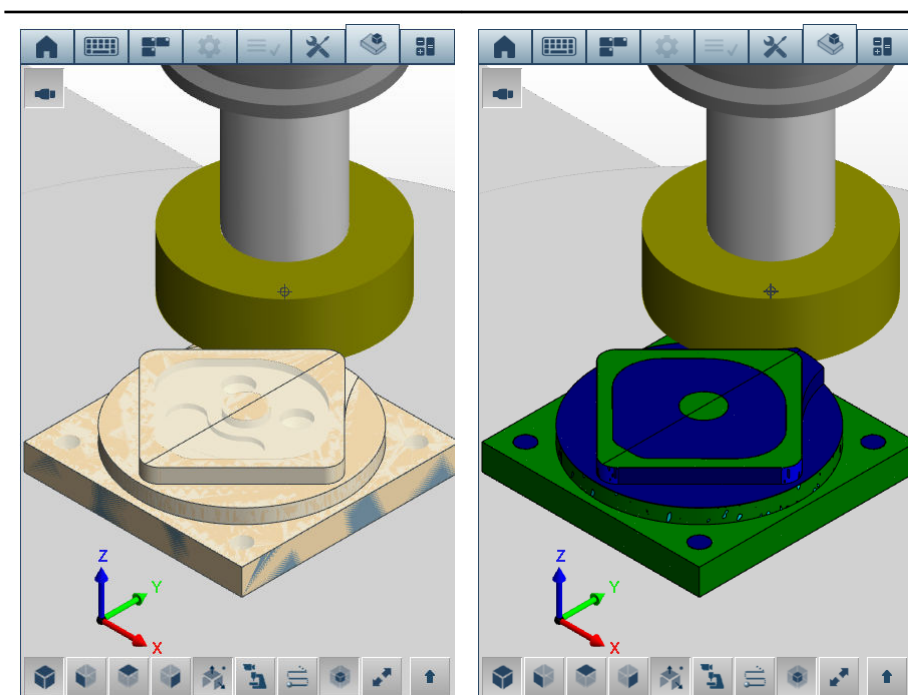
Diese Geometrie wird im Ordner des Hauptprogramms unter dem Programmnamen mit der Erweiterung ".p" abgespeichert und ist somit mit dem Hauptprogramm verbunden.

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

Tab. 3-1:

Bearbeitungszugabe vorhanden
Fertigmaß erreicht
Fertigmaß unterschritten (nicht dargestellt)
Fertigteildarstellung

4 Bedienung

4.1 Bedientasten und zugehörige Dialoge

4.1.1 Schnellbedientasten der Simulation



Die nachfolgend aufgelisteten Schnellbedientasten werden teilweise optionsabhängig auf dem Simulationscontrol platziert.

Taste/Funktion		Erklärung	
Ansicht 3D		"Ansicht 3D" stellt eine schräge Kameraposition mit voreingestellten Winkeln ein	
Ansicht vorn		"Ansicht vorn" zeigt die Vorderansicht	
Ansicht oben		"Ansicht oben" zeigt die Draufsicht	
Ansicht rechts		"Ansicht rechts" zeigt die rechte Seitenansicht	
Ausblenden		"Ausblenden" wechselt in mehreren Stufen zwischen Maschinen- und Werkstücksimulation durch Aus-/Einblenden von Maschinenteilen und Werkzeughaltern	Siehe Kap. "Tastengruppe Darstellung" auf Seite 21
Kamerastandpunkt		Maschine: Dieser ortsfeste Bezug entspricht dem des Beobachters/Bedieners	Siehe Kap. "Tastengruppe Details" auf Seite 23
		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	
		Werkstück: Die Kameraposition wandert und rotiert gemeinsam mit dem Werkstück. Diese Einstellung ist für bewegte Werkstücke zu empfehlen (Kreuzschiebetisch-Kinematik, Rundachsen am Maschinentisch)	
Toolpath		"Toolpath" aktiviert/deaktiviert die Toolpath-Darstellung	Siehe Kap. "Tastengruppe Darstellung" auf Seite 21
Fertigteil		"Fertigteil" bezieht die Fertigteilgeometrie in unterschiedlichen Varianten mit ein	Siehe Kap. "Tastengruppe Darstellung" auf Seite 21
Werkstück verbessern ¹		"Werkstück verbessern" erhöht die Darstellungsqualität	Siehe Kap. "Tastengruppe Details" auf Seite 23

Taste/Funktion		Erklärung	
Vollbild		Gesamtansicht optimal auf Bildgröße angepasst	Siehe Kap. 4.1.2 "Erweiterte Bedientastatur der Simulation" auf Seite 20
Verbindungsstatus		Verbindung in Ordnung	Über diese Taste kann die Verbindung vom Bediener gestoppt und wieder gestartet werden (siehe Kap. 3.3 "Layout" auf Seite 15). Die Taste startet die Simulation nach einer Kollision.
		Verbindung gestört	
		Verbindung unsicher	
		Verbindung vom Bediener gestoppt	
		Simulation nach Kollision gestoppt	
Erweiterte Bedientastatur einblenden		Die erweiterte Bedientastatur wird ausgeblendet.	
		Die Schnellbedientasten werden zur Tastengruppe "Anzeigestatus".	

1

nur aktiv, wenn in den Optionen "HighQualityZooming" aktiviert wurde

Tab. 4-1: Schnellbedientasten

4.1.2 Erweiterte Bedientastatur der Simulation

Tastengruppe "Anzeigestatus"

Taste/Funktion		Erklärung	
Ausblenden		"Ausblenden" wechselt in mehreren Stufen zwischen Maschinen- und Werkstücksimulation durch Aus-/Einblenden von Maschinenteilen und Werkzeughaltern	Die Taste korrespondiert mit der Taste Ausblenden der 2. Tastenzeile siehe Kap. "Tastengruppe Darstellung" auf Seite 21
Kamerastandpunkt		Kamerastandpunkt "Maschine"	Die Taste korrespondiert mit der Taste Kamerastandpunkt der 2. Tastenzeile siehe Kap. "Tastengruppe Details" auf Seite 23
		Kamerastandpunkt "Werkzeug"	
		Kamerastandpunkt "Werkstück"	
Fertigteil		"Fertigteil" bezieht die Fertigteilgeometrie in unterschiedlichen Varianten mit ein	Siehe Kap. "Tastengruppe Darstellung" auf Seite 21
Achsen/Skalen		Blendet ein Koordinatendreiein bzw. Skalen ein und aus	Siehe Kap. "Tastengruppe Anzeigestatus" auf Seite 20

Taste/Funktion		Erklärung
Erweiterte Bedientastatur ausblenden		Die erweiterte Bedientastatur wird ausgeblendet.
		Es sind nur die Schnellbedientasten sichtbar.

Tab. 4-2: Tastengruppe "Anzeigestatus"

Tastengruppe "Darstellung"

Taste/Funktion		Erklärung
Ausblenden		"Ausblenden" wechselt in mehreren Stufen zwischen Maschinen- und Werkstücksimulation durch Aus-/Einblenden von Maschinenteilen und Werkzeughaltern
Toolpath		"Toolpath" aktiviert/deaktiviert die Toolpath-Darstellung
Toolpath löschen		"Toolpath löschen" entfernt die bisherige Toolpath-Grafik
Kanten		"Kanten" zeichnet die Körperkanten mit dunklen Linien nach bzw. unterdrückt das Nachzeichnen
Achsen/Skalen		"Achsen/Skalen" blendet abwechselnd bzw. gleichzeitig Koordinatendreiein und Skalen ein
Fertigteil		"Fertigteil" bezieht die Fertigteilgeometrie in unterschiedlichen Varianten mit ein
Zentral- / Parallelprojektion		Umschaltung der Ansicht zwischen Zentralprojektion (perspektivische Ansicht) und Parallelprojektion

Tab. 4-3: Tastengruppe "Darstellung"

Ausblenden

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

Folgende Stufen sind je nach Maschinenmodell und Einstellungen verfügbar:

- Ausblenden AUS, Verdeck geschlossen
- Verdeck offen. Wenn eine Transparenz für das Maschinengehäuse eingestellt ist, dann werden die unbeweglichen Maschinenteile transparent dargestellt (siehe ["Transparenz des Maschinengehäuses" auf Seite 150](#)).
- 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

Die Taste "Toolpath" aktiviert/deaktiviert die Toolpath-Darstellung 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.

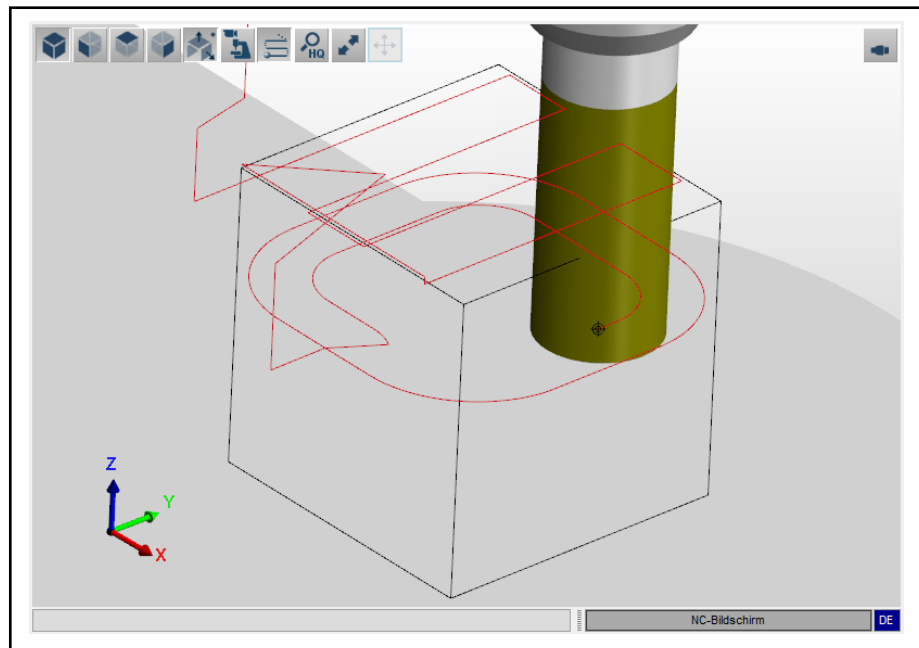


Abb. 4-1: Simulation mit Toolpath On Top

Kanten Die Taste "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 der Taste "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:

- 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. 3.3 "Layout" auf Seite 15](#)).

Der Soll-Ist-Vergleich bindet erhebliche CPU-Ressourcen und ist deshalb über eine spezielle Einstellung in den Optionen zuzuschalten.

Als einblendbare Fertigteilgeometrien gelten in diesem Zusammenhang:

- Über Dialog oder Zyklus geladenes Mesh (STL-Datei) mit Importziel Fertigteil
- Über Dialog oder Zyklus geladene zweidimensionale CAD-Zeichnung (DXF-Datei) mit Importziel Fertigteil

- Ein bei Programmanwahl automatisch geladenes Mesh (STL-Datei), dessen Dateiname mit dem Namen des Hauptprogramms übereinstimmt (Extension ausgenommen)
- Eine bei Programmablauf generierte Teileprogrammervorschau. Hierbei kann zusätzlich der Toolpath angezeigt werden
- Eine bei Programmanwahl automatisch geladene zweidimensionale CAD-Zeichnung (DXF-Datei), deren Name mit dem Namen des Hauptprogramms übereinstimmt (Extension ausgenommen)
- Der Hüllkörper aus den Rohteilabmessungen um das künftige Werkstück bei der additiven Fertigung

Tastengruppe "Ansicht"

Taste/Funktion		Erklärung
Ansicht 3D (1)		"Ansicht 3D (1)" stellt eine schräge Kameraposition mit voreingestellten Winkeln ein
Ansicht 3D (2)		"Ansicht 3D (2)" stellt eine weitere Kameraposition mit voreingestellten Winkeln ein
Ansicht vorn		"Ansicht vorn" zeigt die Vorderansicht
Ansicht hinten		"Ansicht hinten" zeigt die rückwärtige Ansicht
Ansicht rechts		"Ansicht rechts" zeigt die rechte Seitenansicht
Ansicht links		"Ansicht links" zeigt die linke Seitenansicht
Ansicht oben		"Ansicht oben" zeigt die Draufsicht.
Ansicht unten		"Ansicht unten" zeigt die Ansicht von unten

Tab. 4-4: Tastengruppe "Ansicht"

Tastengruppe "Details"

Taste/Funktion		Erklärung
Werkstück verbessern		"Werkstück verbessern" erlaubt die Verbesserung der Darstellungsqualität und das Zurückschalten zur Standardqualität
Vollbild		"Vollbild" skaliert die Grafik bildfüllend
Kamerastandpunkt		"Kamerastandpunkt" bestimmt, zu welchem Objekt der Kamerastandpunkt relativ gelten soll

Taste/Funktion		Erklärung
Kollisionen		"Kollisionen" öffnet einen Dialog, mit welchem das Verhalten der Simulation bei einer Kollision beeinflusst, registrierte Kollisionsereignisse betrachtet und ggf. der NC-Programmeditor geöffnet werden können
Kollisionsereignisse		"Kollisionsereignisse" öffnet die Liste aller erfassten Kollisionsereignisse und erlaubt den Zugriff auf in der Vergangenheit gespeicherte Kollisionsreports

Tab. 4-5: Tastengruppe "Details"

Werkstück verbessern

Die Taste "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**
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.

Vollbild

Nach Betätigen der Taste "Vollbild" wird die aktuell dargestellte Szene bildfüllend in die Darstellungsfläche eingepasst.

Ist in den Optionen "Automatisches Zoomen" freigeschaltet, dann besitzt diese Taste zusätzlich zwei Zustände:

- **Aus:**
Die aktuelle Szene wird bildfüllend skaliert. Keine automatische zeitlich nachgelagerte Bildausschnittsänderung.
- **Ein:**
Die aktuelle Szene wird bildfüllend skaliert. Wird bei der nachfolgenden Bearbeitung festgestellt, dass sich die Boundingbox um alle darzustellende Elemente vergrößert hat, dann wird die Grafik erneut bildfüllend skaliert. Das Neuskalieren findet auch statt, wenn zwischendurch ein anderer Bildausschnitt gewählt wurde.

Kamerastandpunkt

Die Funktion "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, verteil-

ten 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). Sym-

bol der Schnellbedientaste:



Kollisionen

Die Funktion "Kollisionen", welche zur Steuerung des Verhaltens der Simulation bei einer Kollision und zur Analyse aktueller und zurückliegender Kollisionen vorgesehen ist, steht nur dann zur Verfügung, wenn in den Optionen die Kollisionserkennung eingeschaltet ist. Dabei erscheint unterhalb der Simulation ein zusätzlicher Dialog.

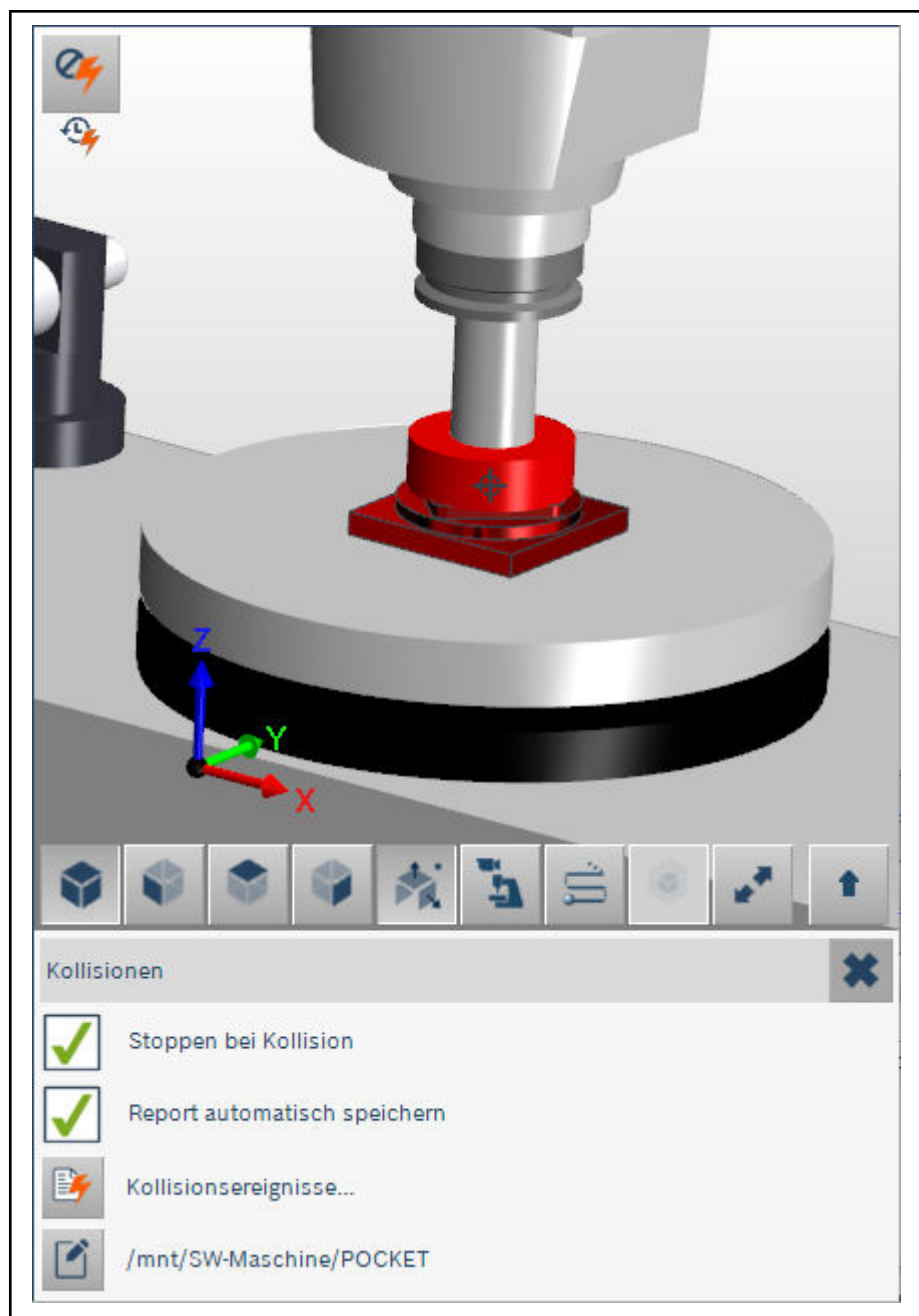


Abb. 4-2: Dialog "Kollisionen" nach Stopp in einem editierbaren Programm

Der Dialog "Kollisionen" besitzt folgende Menüpunkte:

- Stoppen bei Kollision: Wenn "Stoppen bei Kollision" aktiviert ist, dann geht die Simulation in einen Offline-Zustand über und hält an (erkennbar

am Symbol  auf der Taste "Verbindungsstatus"), während das Programm weiterläuft. Im gestoppten Zustand kann die Ursache bzw. der NC-Satz sofort identifiziert werden. Nach Betätigen der Taste "Verbindungsstatus" geht die Simulation wieder online, was am Symbol

 sichtbar ist, holt den Rückstand gegenüber dem realen Pro-

grammfortschritt schnellstmöglich auf bzw. stoppt bei der nächsten erkannten Kollision.



Der Simulationsrückstand nach dem Stoppen verbraucht Arbeitsspeicher kontinuierlich mit dem Programmfortschritt. Um einen Speicherüberlauf zu vermeiden, deaktivieren Sie bitte das "Stoppen bei Kollision", wenn die Simulation über längere Zeit unbeaufsichtigt läuft.

Ist "Stoppen bei Kollision" deaktiviert, dann läuft die Simulation kontinuierlich weiter. Die Kollisionseignisse können nachträglich analysiert werden.

- Report automatisch speichern: Wenn "Report automatisch speichern" aktiviert, dann wird nach Erreichen des Programmendes die Menge aller Kollisionen, die mit dem Hauptprogramm und dem betreffenden Kanal assoziiert werden, in einer Datei gespeichert, dem Kollisionsreport. Sein Name setzt sich aus dem Hauptprogrammnamen (ggf. gekürzt), dem Kanal und dem Zeitpunkt des Speicherns zusammen.

z.B. "MyProg_02_20190711_133815.crp" mit Hauptprogramm MyProg.npg, Kanal \$2 und Zeitpunkt 11.07.2019 13:38:15.

Die Extension ist ".crp". Der Ordner der Dateiablage kann in den Optionen der Simulation angepasst werden.



- Kollisionseignisse :

Öffnet einen Dialog, der alle registrierten Kollisionseignisse auflistet, die mit den laufenden Programmen in Verbindung stehen. Die Liste ist mit "Aktuelle Kollisionseignisse" überschrieben und kann über die



Taste wiederhergestellt bzw. aktualisiert werden.

Die Kollisionseignisse eines Kanals werden beim folgenden Programmstart aus den aktuellen Kollisionseignissen gelöscht.

Aktuelle Kollisionseignisse			
Zeitpunkt	\$	Programm	NC-Satz/Adr.
16.07.2019 06:55:33	1	STC_G266	@1C02
16.07.2019 06:55:35	1	STC_G266	@207B
16.07.2019 06:55:35	1	STC_G266	@207B
16.07.2019 06:55:35	1	GesichtCo.npg	G0 Z150
16.07.2019 06:55:35	1	GesichtCo.npg	N60
16.07.2019 06:55:35	1	STC_PIN	N1020

Kollisionspartner: tool - ImportedFixt000, tool - ImportedFixt001			
Pfad: /mnt/SW-Maschine/GesichtCo.npg			
NC-Satz: G0 Z150			
  			

Abb. 4-3: Dialog "Aktuelle Kollisionseignisse"

Alternativ können gespeicherte Kollisionsreports über die Taste  geöffnet und angezeigt werden. Der Titel wechselt dann in "Kollisionsre-

port [xyz.crp]". Das Drücken der Taste  oder Doppelklick auf eine Zeile in der Liste startet den NC-Editor mit dem gerade selektierten Programm und navigiert auf den betreffenden NC-Satz.

- Editor  : Öffnet den NC-Editor und navigiert zum NC-Satz, an dem die Simulation wegen einer erkannten Kollision gerade gestoppt hat. Die Taste ist nur bei gestoppter Simulation verfügbar und wenn das Programm weder lesegeschützt noch verschlüsselt ist.

Tastengruppe "Extras"

Taste/Funktion		Erklärung
Rohteil zurücksetzen...		"Rohteil zurücksetzen..." öffnet einen Dialog zum Erneuern des Werkstücks und zum Löschen von Grafiken
Quader, Blech...		"Quader/Blech..." öffnet einen Dialog zur Definition eines prismatischen Werkstücks
Zylinder...		"Zylinder..." dient der Definition eines zylindrischen Rohteils, optional mit Innenbohrung
Import...		Mit "Import..." kann ein CAD-Modell für verschiedene Ziele importiert werden

Taste/Funktion		Erklärung
Export...		"Export..." schreibt die aktuelle Werkstückgeometrie oder werkstückbezogene Geometrien in eine Datei
Online/Offline		"Online/Offline" ermöglicht das Umschalten auf die Simulation über eine schnelle Emulation zur Erzeugung einer Vorschau. Die Funktion ist in Planung.
Optionen...		"Optionen" erlaubt, die aktuellen Optionen/Einstellungen der Simulation in einem Texteditor anzuzeigen und zu verändern

Tab. 4-6: Tastengruppe "Extras"

Rohteil zurücksetzen

Die Funktion "Rohteil zurücksetzen..." öffnet einen Dialog zum Erneuern des Werkstücks und zum Löschen von Grafiken.

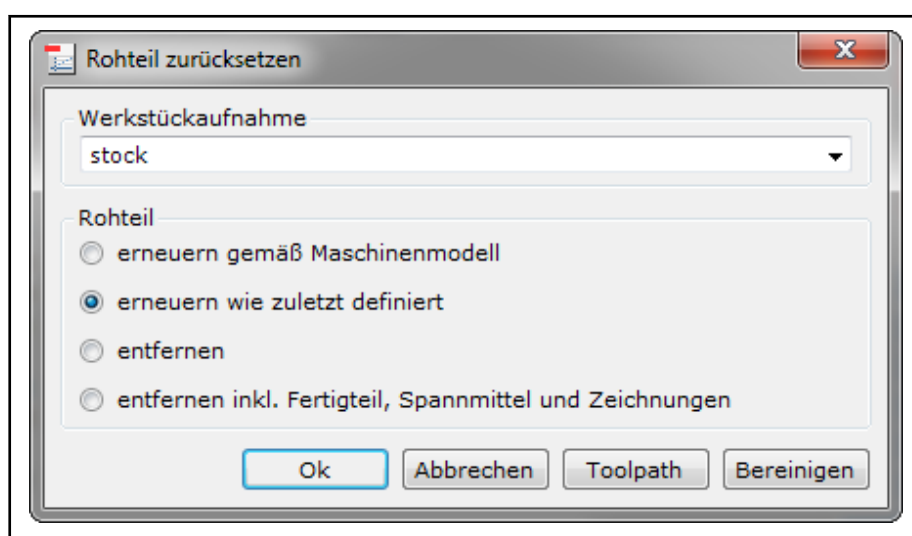


Abb. 4-4: Dialog "Rohteil zurücksetzen"

Der Dialog besitzt folgende Elemente:

- Auswahlliste "Werkstückaufnahme": Die Auswahl bestimmt, auf welcher Werkstückaufnahme (Stocknode) das Zurücksetzen erfolgen soll. Die 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. Diese kann sowohl eine Sollgeometrie als Mesh oder eine als Fertigteil importierte zweidimensionale Zeichnung sein.

Zeichnungen sind Darstellungen von Körperkanten aus Meshes ohne Einbeziehung in die Kollisionserkennung. Alternativ können zweidimensionale Zeichnungen aus DXF-Dateien importiert werden.

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 Die Funktion "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.

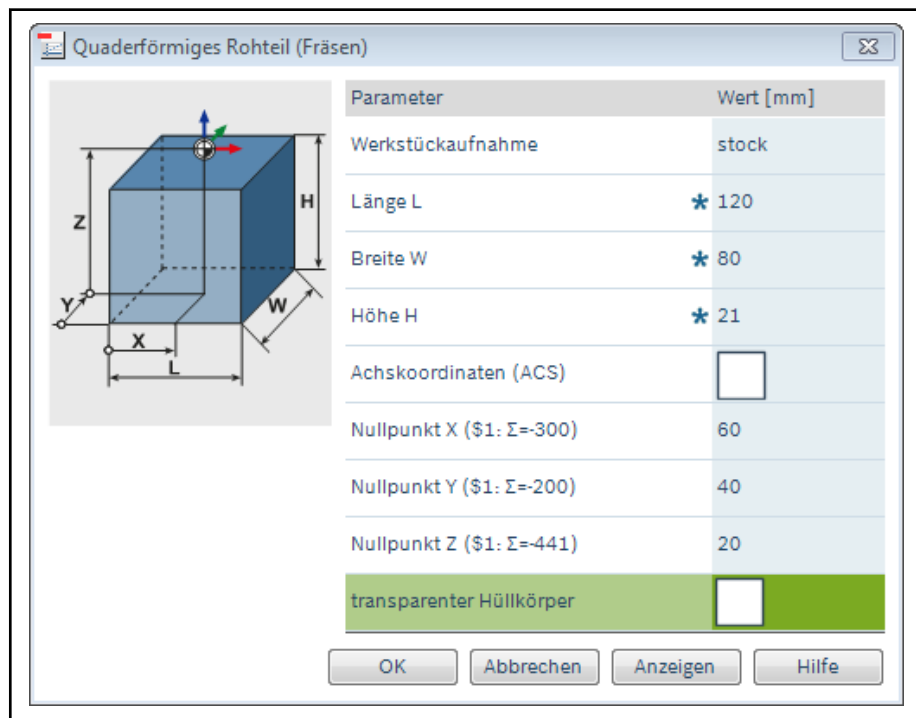


Abb. 4-5: Dialog "Quaderförmiges Rohteil (Fräsen)"

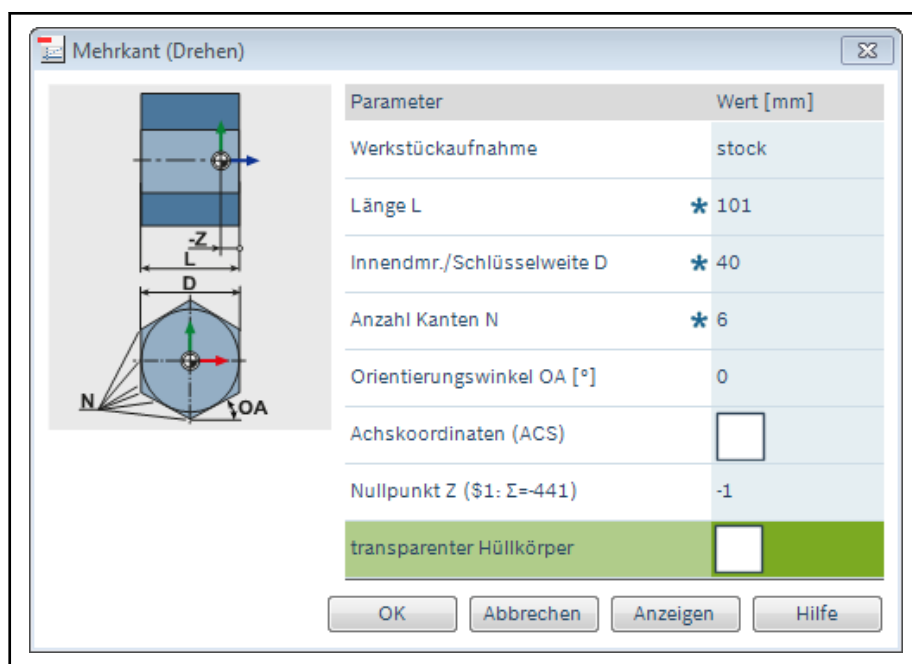


Abb. 4-6: Dialog "Mehrkant (Drehen)"

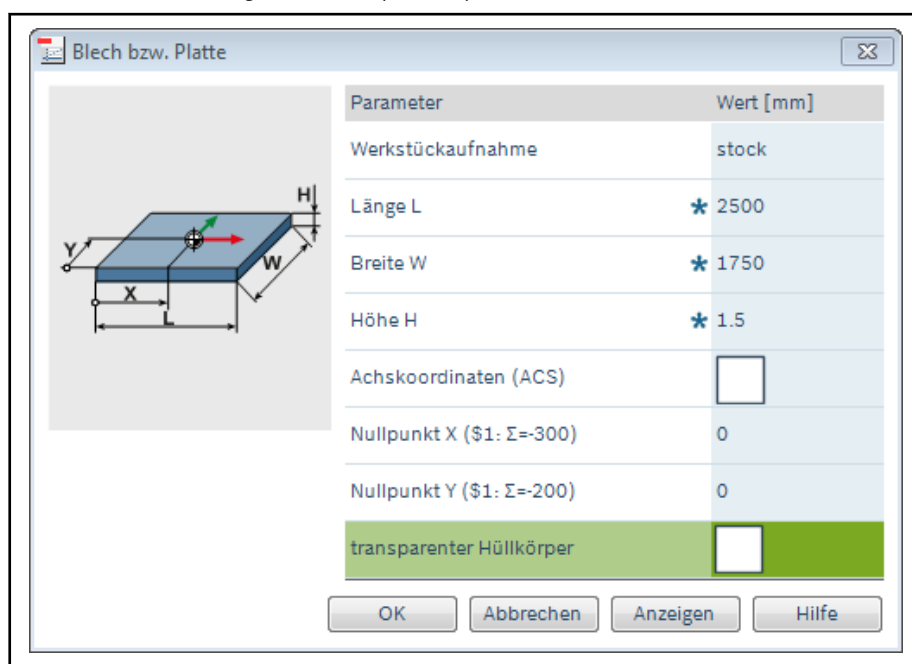


Abb. 4-7: Dialog "Blech bzw. Platte"

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 und der Placements intern hinzugefügt werden soll. Die daraus resultierende Summe linearer Verschiebungen wird in den Parameterbezeichnungen nach dem Summenzeichen zur Information angezeigt. Sind neben den linearen Hauptachsen weitere Rund- oder Linearachsen (Rund-

tisch, Teleskopachse) in die Kinemattkette des Maschinenmodells eingebunden, dann wird deren Istposition bei der Anordnung des Werkstücks im Arbeitsraum berücksichtigt, so dass sich Position und Ausrichtung des Werkstücks am aktuellen Werkstückkoordinatensystem orientieren. Ist ACS angehakt, dann werden die genannten Transformationen nicht ausgeführt und das Werkstück direkt im Koordinatensystem der Werkstückaufnahme definiert.

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.

Zylinder

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

Parameter	Wert [mm]
Werkstückaufnahme	stock
Außendurchmesser D1	* 100
Innendurchmesser D2	0
Höhe H	* 51
Achskoordinaten (ACS)	
Nullpunkt X (\$1: Σ=-300)	0
Nullpunkt Y (\$1: Σ=-200)	0
Nullpunkt Z (\$1: Σ=-441)	50
Orientierung ORI	Z
transparenter Hüllkörper	☐

Buttons: OK, Abbrechen, Anzeigen, Hilfe

Abb. 4-8: Dialog "Zylindrisches Rohteil (Fräsen)"

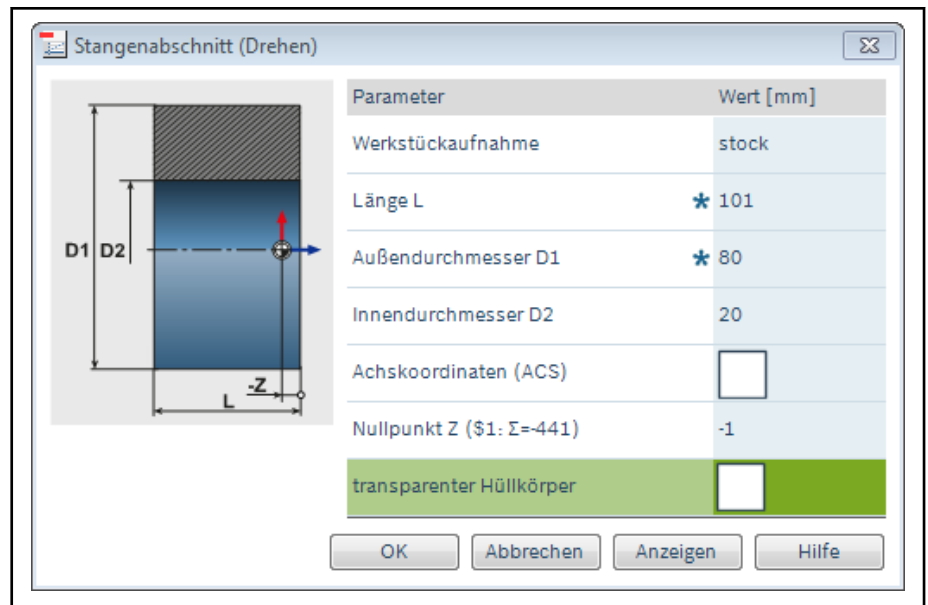


Abb. 4-9: Dialog "Stangenabschnitt (Drehen)"

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 und der Placements intern hinzugefügt werden sollen. Die daraus resultierende Summe linearer Verschiebungen wird in den Parameterbezeichnungen nach dem Summenzeichen zur Information angezeigt. Sind neben den linearen Hauptachsen weitere Rund- oder Linearachsen in die Kinemattkette des Maschinenmodells eingebunden, dann wird deren Istposition bei der Anordnung des Werkstücks im Arbeitsraum berücksichtigt, so dass sich Position und Ausrichtung des Werkstücks am aktuellen Werkstückkoordinatensystem orientieren. Ist ACS angehakt, dann werden die genannten Transformationen nicht ausgeführt und das Werkstück direkt im Koordinatensystem der Werkstückaufnahme definiert.

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 Hilfekapitel 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 der Funktion "Import..." kann ein CAD-Modell für verschiedene Ziele importiert werden. Das dabei zugrundeliegende Koordinatensystem entspricht dem an der Werkstückaufnahme und kann vom Werkstückkoordinatensystem abweichen.

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.

Im Dateiauswahldialog werden folgend genannte Dateiarten angeboten. Mit der Dateiart werden die möglichen Importziele eingeschränkt:

- STL-Datei: Alle Importziele
- DXF-Datei: Importziel Zeichnung oder Werkstückvorschau
- Job-Setup-Datei (*.mwjs, *.zip): Es werden Rohteile, Spannmittel und Werkzeuge für ein komplettes Werkstückprogramm importiert. Nach der Dateiauswahl keine weiteren Eingabeschritte. Die Funktion befindet sich im Prototypstatus.

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:

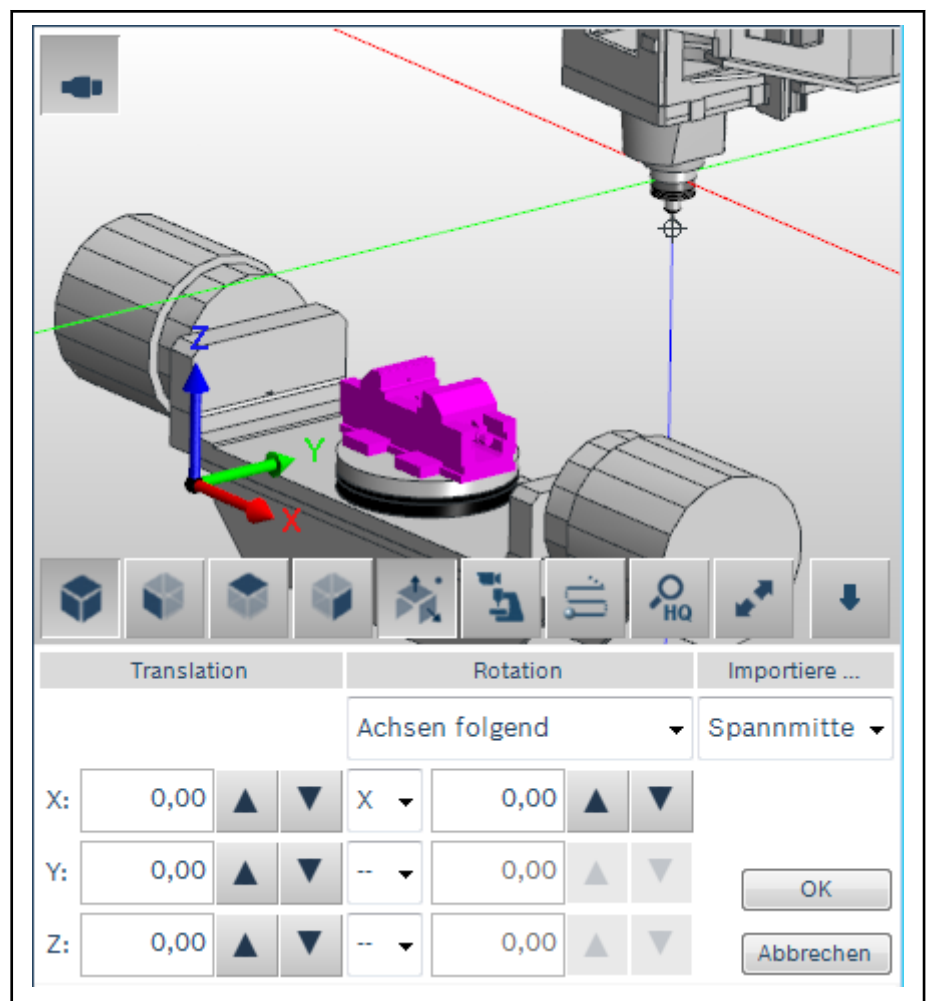


Abb. 4-10: Import (Dialog in horizontaler Anordnung)

- 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.

- "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 Die Funktion "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 oder verschiedene, aus dem Importziel resultierende unterschiedliche Geometrien, dann folgt zunächst ein Dialog zur Auswahl der Werkstückaufnahme und der Geometrie, worauf sich der Export beziehen soll.

In einem Dateiauswahldialog wählen Sie die Zieldatei 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.



Zweidimensionale Zeichnungen können nicht in DXF-Dateien exportiert werden.

Optionen Die Funktion "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).



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. 8 "Konfiguration" auf Seite 109](#).

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.

4.2 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
<Shift>+<Cursortaste>	Drehen der Kameraposition
<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

Shortcuts	Funktion der Simulation
<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. 4-7: *Shortcuts - Funktionen der Simulation*

5 Inbetriebnahme

5.1 Arbeitsschritte zur Inbetriebnahme am Beispiel einer Fräsbearbeitung mit Werkzeugverwaltung

1. Festlegung Kinematikmodell

Mit Hilfe des Virtual Machine Builders wird das Kinematikmodell der Maschine erzeugt (siehe [Kap. 5.2.1 "Maschinen- und Kinematikmodell" auf Seite 40](#)).

Dabei sind alle zu simulierenden Bewegungseinheiten unter Festlegung der entsprechenden Verfahrbereiche zu berücksichtigen.

Idealerweise werden diesen Verfahrbereichen zusätzlich die entsprechenden STL-Ressourcen zugeordnet.

Darüber hinaus sind im Modell Werkzeug- und Werkstückaufnahme zu definieren.

Im Modellverzeichnis liegt das Maschinenmodell in Form einer XML-Datei und aller relevanten STL-Dateien.

2. Anpassung der Konfigurationsdatei

(siehe [Kap. "Festlegung des Maschinentyps" auf Seite 42](#))

1. Festlegung des Maschinentyps (siehe [Kap. "Festlegung des Maschinentyps" auf Seite 42](#))
2. Referenzieren des Maschinenmodells (siehe [Kap. "Referenzieren des Maschinenmodells" auf Seite 43](#))
3. Referenzieren der Achsen aus dem Kinematikmodell (siehe [Kap. "Referenzieren der Achsen aus dem Kinematikmodell" auf Seite 43](#))
4. Referenzieren der Tool-Nodes (siehe [Kap. "Referenzieren der ToolNodes" auf Seite 45](#))
5. Definition der Werkzeughaltergeometrie (optional) (siehe [Kap. "Definition der Werkzeughaltergeometrie \(optional\)" auf Seite 47](#))

Die Konfigurationsdatei ist vollständig konfiguriert.

Im Simulationscontrol werden die Verfahrbewegungen der Maschinenachsen richtig simuliert.

Alle zusätzlich im Modell definierten Maschinenteile werden ebenfalls richtig angezeigt.

3. Definition der Betriebsmittel

(siehe [Kap. 5.3 "Betriebsmitteldefinition" auf Seite 48](#))

1. Beschreibung der verwendeten Werkzeuge über Korrektur- und Technologiedaten im Werkzeugdatensatz (siehe [Kap. "Werkzeugdefinition über Werkzeugverwaltung" auf Seite 49](#))
2. Falls erforderlich, d.h. nicht bereits im Modell definiert, Erzeugung eines Rohteils über Definitionsdialog (siehe [Kap. "Rohteildefinition über Definitionsdialog" auf Seite 51](#))
3. Falls erforderlich, Definition der Spannmittel über STL-Datei-Importfunktion (siehe [Kap. "Spannmitteldefinition über STL-Datei-Import" auf Seite 55](#))

Das aktive Werkzeug wird mit allen relevanten Geometrien richtig angezeigt.

Das Rohteil liegt an der richtigen Stelle.
Spannmittel werden richtig angezeigt und wirken bei der Kollisionsüberwachung.

4. Programmdefinitionen

(siehe [Kap. 5.4 "Programmdefinition" auf Seite 55](#))

1. Wird mit einer realen Steuerung oder mit der EMU und normaler NC-Programmabarbeitung gearbeitet, sind im NC- Programm keine Besonderheiten zu berücksichtigen.

Bei Verwendung der EMU mit schneller NC-Programmabarbeitung ist das Werkzeugwechselprogramm dahingehend zu modifizieren, dass Änderungen zum aktiven Werkzeug sicher von der Simulation gelesen werden können. Vorlage bietet dazu der Standardwerkzeugwechselzyklus TCH (siehe ["Besonderheit bei Verwendung der schnellen EMU" auf Seite 55](#)).

2. Nullpunktverschiebungen bzw. Placements müssen bei der Definition des Werkstücks berücksichtigt werden.

Werkzeugwechsel werden in der Simulation fehlerfrei registriert.

Die Lage des Werkstücks passt zum Bearbeitungsprogramm bzw. zu den voreingestellten Nullpunktverschiebungen.

5.2 Maschinendefinition

5.2.1 Maschinen- und Kinematikmodell

Allgemeines

Das Maschinenmodell beinhaltet eine Beschreibung des Aufbaus der Maschine und wie sie sich aus beweglichen und feststehenden Elementen zusammensetzt. Es enthält Informationen, wo, in welcher Richtung und in welchen Verbirbereichen die NC-Achsen wirken. Dieser Teil wird auch als **Kinematikmodell** bezeichnet. Darüber hinaus wird im Maschinenmodell auch festgelegt, wo die Bezugspunkte für Werkzeuge (Toolnodes) und Werkstücke (Stocknodes) liegen.

Die körperliche Ausprägung von Maschinenteilen, Werkzeugen, Spannmitteln bis hin zu Werkstücken erfolgt optional durch CAD-Modelle im STL-Format.

Erstellung eines Maschinenmodells

Ein geeignetes Hilfsmittel zur Erstellung des Maschinenmodells ist der "Virtual Machine Builder". Weitere Informationen zum Virtual Machine Builder sind in der Dokumentation "Virtual Machine Builder", DOK-GENERL-VMB*****-APRS-DE-P zu finden.

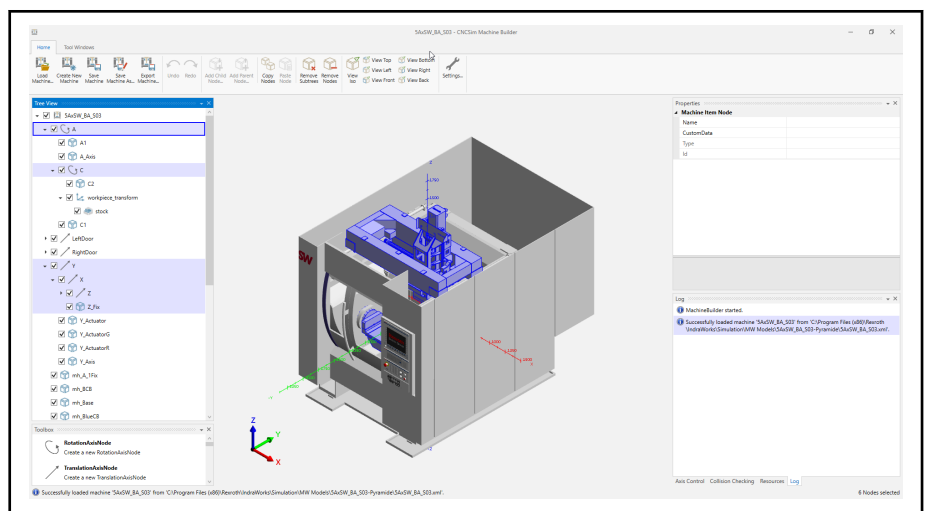


Abb. 5-1: Virtual Machine Builder mit Kinematikmodell

Datenablage und Aktivierung der Simulationsmodelle

Die Bereitstellung des Maschinenmodells für die Simulation im IndraWorks Operation wird abhängig von der installierten IndraWorks-Version unterschiedlich gehandhabt.

Datenablage bei Version 15V06 und älter

Kopieren Sie den gesamten Ordner des mit dem Virtual Machine Builder erzeugten Modells in den Ordner "Simulation\MW Models" unterhalb des IndraWorks-Installationsordners mit dem Dateieexplorer oder vergleichbarem Werkzeug bzw. exportieren Sie im Virtual Machine Builder das Maschinenmodell direkt in den genannten Ordner. Beide Varianten erfordern Administratorrechte.

Datenablage bei Version 15V08 und nachfolgende

Die Verwaltung der Simulationsdaten erfolgt in IndraWorks Engineering im Projektextplorer unter dem Knoten "Modelle".

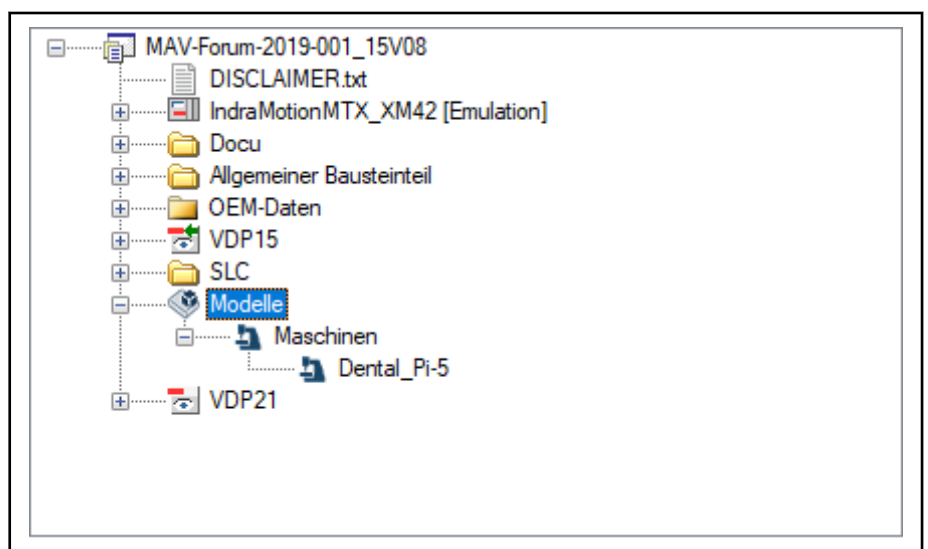


Abb. 5-2: Knoten "Modelle" im Projektextplorer

Der Knoten "Modelle" enthält immer einen Unterknoten "Maschinen", unter welchem ein oder mehrere Maschinenmodelle verwaltet werden können.

Über die Menüfunktion **Hinzufügen** kann ein mit Hilfe des Virtual Machine Builder erstelltes Modell hinzugefügt werden. Dabei ist über den aufgerufe-

nen Dialog der Ablageordner des Maschinenmodells auszuwählen und über <Öffnen> zu öffnen. Danach wird die relevante XML-Datei selektiert und ebenfalls über <Öffnen> aktiviert und anschließend erscheint das Maschinenmodell unter dem Knoten "Maschinen".

Über den neu angelegten Knoten des Maschinenmodells kann mit Hilfe der Menüfunktion **Übertragen** das Maschinenmodell zur Verwendung in IndraWorks Operation bereitgestellt werden. Das Ergebnis der Übertragung wird im Meldungsfenster unter der Rubrik "Simulationsmodell übertragen" angezeigt.



In IndraWorks Operation kann immer nur ein Maschinenmodell verwendet werden.

Beim Start des IndraWorks Operation bzw. während seiner Laufzeit werden Sie durch eine Dialogbox über die Bereitstellung des neuen Maschinenmodells informiert und müssen der Übernahme mit **Ja** zustimmen.

5.2.2 Konfigurationsdatei

Allgemeines

Die Konfiguration der NC-Simulation erfolgt über die Datei "**MTX.Simulation.Options.xml**" im Anwenderprojekt.



Diese Datei kann über die Funktion <Optionen> in der Bedienoberfläche zur Editierung aufgerufen werden.



Nach Änderung der Einstellungen in IndraWorks Operation müssen die Änderungen in IndraWorks Engineering über die Funktion **Visualisierungsdaten ► Änderungen von der Bedienstation holen** auf dem Knoten des Visualisierungsgeräts ins Anwenderprojekt übernommen werden.

Festlegung des Maschinentyps

Bei der Definition des Maschinentyps stehen folgende Typen zur Auswahl:

Wert	Bearbeitungsverfahren
Mill	Bohren, Fräsen, Strahlschneiden
Turn	Drehen (in Vorbereitung)
Punch	Stanzen
AM	Additive Bearbeitung

Tab. 5-1: *Bearbeitungsverfahren bei der NC- Simulation
Maschinentypdefinition*

```

...
<!--*****-->
<!--***** Machine *****-->
<!--*****-->
<!--MachiningType: Possible values are Mill, Turn, Punch and AM for additive manufacturing-->
<MachiningType>Mill</MachiningType>
...

```

Referenzieren des Maschinenmodells

Referenzieren des Maschinenmodells bei Version 15V06 und älter

In der Datei "**MTX.Simulation.Options.xml**" ist der Name des Maschinenmodells anzugeben. Dieses wird im gleichnamigen Ordner unterhalb des IndraWorks Installationsordners im Unterordner "Simulation\MW Models" erwartet

Referenzieren des Maschinenmodells bei Version 15V08 und nachfolgenden

Das Referenzieren wird mit dem Übertragen des Maschinenmodells im IndraWorks Engineering und der anschließenden Übernehmen-Anfrage im IndraWorks Operation geregelt. Ist in der Datei "**MTX.Simulation.Options.xml**" kein Maschinenmodellname eingetragen, dann wird stets das zuletzt übertragene Modell bzw. das Standardmodell in der Simulation angezeigt. Falls ein Maschinenmodellname definiert wurde, dann wird das übertragene Maschinenmodell nur bei Namensgleichheit akzeptiert. Andernfalls, wenn der referenzierte Maschinenmodellname vom übertragenen Maschinenmodellnamen abweicht, dann wird im Meldungsfenster eine Mitteilung über das Fehlen des referenzierten Maschinenmodells angezeigt.

Maschinenmodell in der Konfiguration

```

...
<!--*****-->
<!--***** Machine *****-->
<!--*****-->
<!--MachiningType: Possible values are Mill, Turn, Punch and AM for additive manufacturing-->
...
<MachineModel>5AxSW_BA_S03</MachineModel>
...

```

Referenzieren der Achsen aus dem Kinematikmodell

Die Achsbezeichner im Maschinenmodell müssen gepaart mit den entsprechenden Achsnummern der Maschinenkonfiguration (MACODA) in der Konfigurationsdatei referenziert werden.

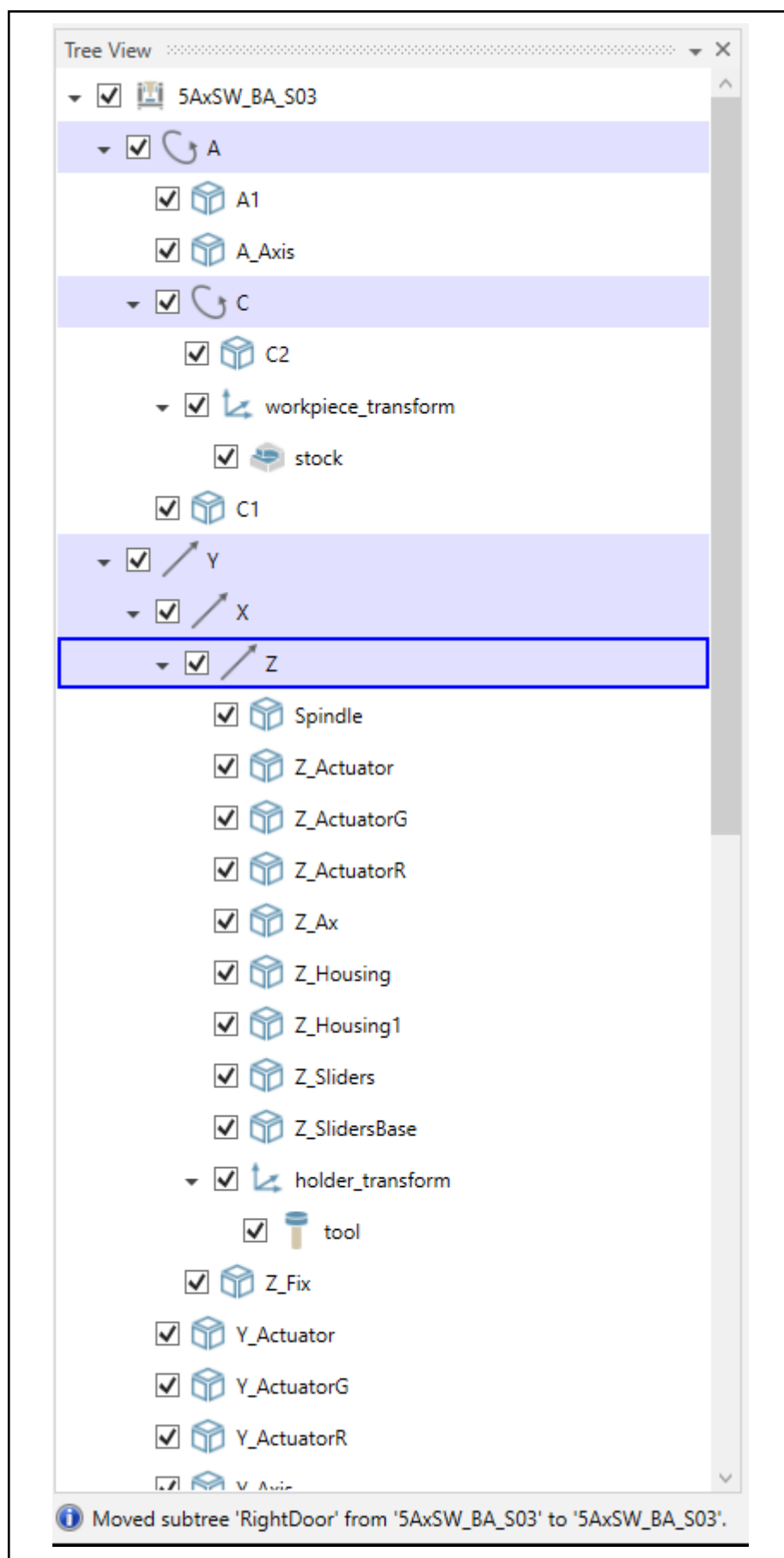


Abb. 5-3: Achsbezeichner aus dem Maschinenmodell

Parameter ID	Value
MAIN/Dr1/SysDrName	X1
MAIN/Dr2/SysDrName	Y1
MAIN/Dr3/SysDrName	Z1
MAIN/Dr4/SysDrName	A1
MAIN/Dr5/SysDrName	C1
MAIN/Dr6/SysDrName	MAG
MAIN/Dr7/SysDrName	Y2
MAIN/Dr8/SysDrName	C

Abb. 5-4: Achsnummern aus den Maschinenkonfigurationsdaten
Achsdefinition in der Konfiguration

...

```

...
<AxisConnection>
  <!--Define the drive number [1..NofDr] as value input for each simulated axis (attribute Name).
    Use PUNCH for punch head, PUNCHDOWN for punch down axis and DOOR for door opening function.-->
  <!--The axis value and the visibility of child geometry elements could be defined individually
    in inner text of Axis item. Sample (CPL) :-->
  <!--<Axis Name="YClamp2">
IF (SD.SysARA[2].invalid=1)AND(SD.SysARA[2].AreaType=1)
THEN VALUE=SD.SysARA[2].Pos2 : VISIBLE?=TRUE ELSE VALUE=-9999 : VISIBLE?=FALSE ENDIF</Axis>-->
  <Axis Name="A" Drive="4"></Axis>
  <Axis Name="B" Drive="undefined"></Axis>
  <Axis Name="C" Drive="8"></Axis>
  <Axis Name="LeftDoor" Drive="DOOR"></Axis>
  <Axis Name="RightDoor" Drive="DOOR"></Axis>
  <Axis Name="X" Drive="1"></Axis>
  <Axis Name="Y" Drive="2"></Axis>
  <Axis Name="Z" Drive="33"></Axis>
</AxisConnection>
...

```

Referenzieren der ToolNodes

Der Bezeichner des ToolNode im Maschinenmodell muss in der Konfigurationsdatei referenziert werden.

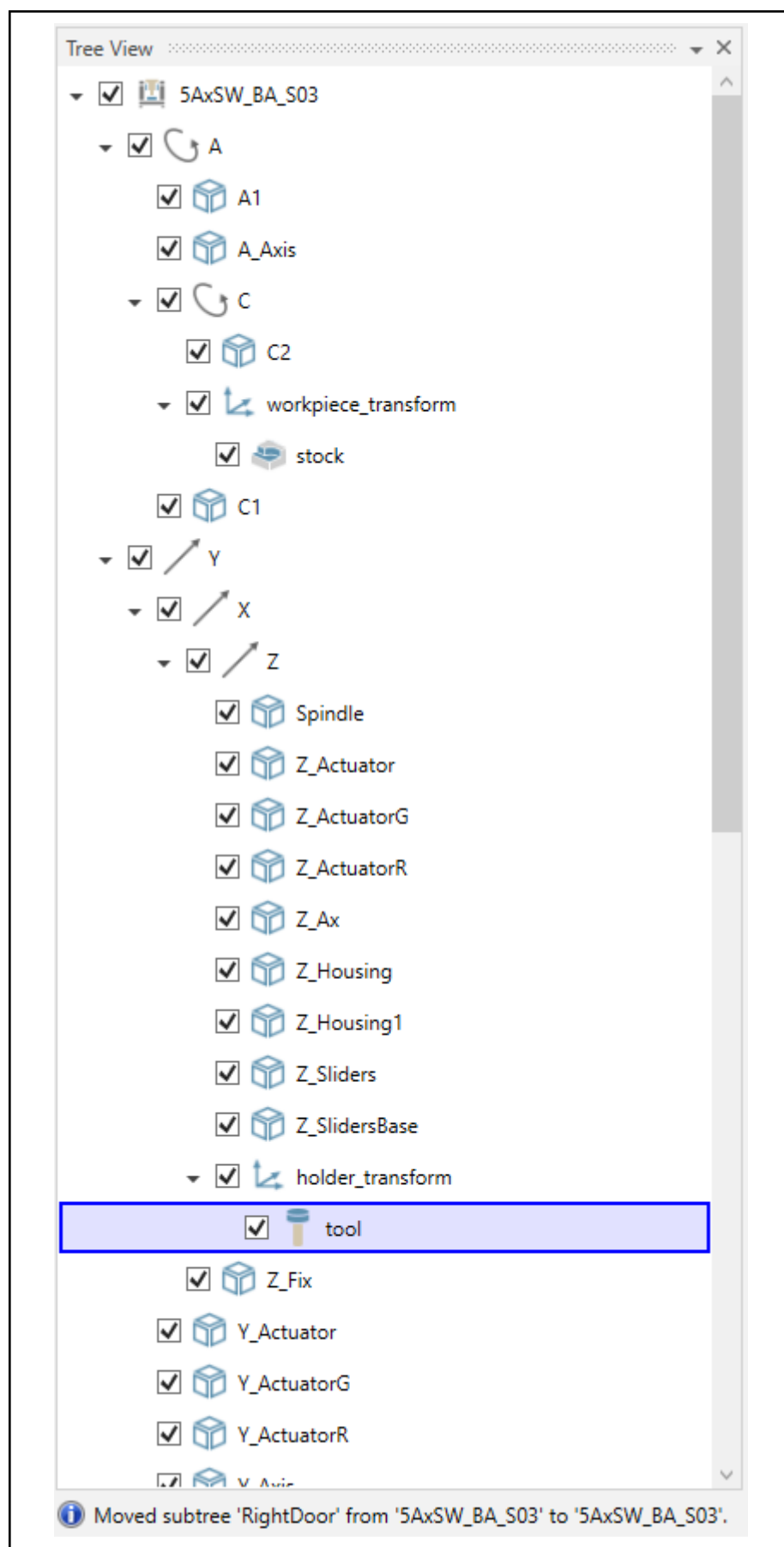


Abb. 5-5: Bezeichner des ToolNode im Maschinenmodell

ToolNode des Maschinenmodells in der Konfiguration

```

...
<ToolConnection>
  <!--Define how each tool node Name is connected with the NC.
    The attribute "Name" may contain wildcards like '*' and '?'.-->
  <ToolNode Name="tool" Channel="1" Function="Regular">
...
  </ToolNode>
</ToolConnection>
...

```

Definition der Werkzeughaltergeometrie (optional)

Optional besteht die Möglichkeit, in der Konfigurationsdatei unter dem Tag `<ToolConnection><ToolNode><Tool>` über die Variable "HOLDER\$" eine Werkzeughaltergeometrie zu erzeugen (siehe "Syntax von CUTT\$, SHAFT\$, ARBOR\$ und HOLDER\$" auf Seite 117).

Beispiel einer Werkzeughalterdefinition in der Konfiguration

```

...
<Tool>
  HOLDER$="REV, 63, 0, 63, 4, 55, 6, 55, 10, 63, 12, 63, 26"
  REM ARBOR$="D60 L20 CHL3"
</Tool>
...

```

Abb. 5-6: Anmerkung: Spannfutterdefinition ist auskommentiert

Technologieabhängige Einstellungen

Definition der Werkzeugaktivierung

Bei den Bearbeitungstechnologien Strahlschneiden und Additive Bearbeitung ist es möglicherweise erforderlich, dass Werkzeug zu aktivieren bzw. zu deaktivieren, indem zum Beispiel der Laserstrahl ein- und ausgeschaltet wird. Die dabei benutzten Steuersignale müssen der Simulation bekanntgegeben werden.

Beispiel einer Werkzeugaktivierung in der Konfiguration

```

...
<IsToolActive>ACTIVE?=(SD.SysAdvDistSig[1]SignalStatus AND 128)<>0</IsToolActive>
...

```

Abb. 5-7: Beispiel für Schaltsignal: Bit 8 der Variablen SD.SysAdvDist-Sig[1]SignalStatus

Einstellung zur Entfernung ausgeschnittener Teile

Bei den Bearbeitungstechnologien Strahlschneiden ist es möglicherweise gewünscht, vollständig ausgeschnittene Teile (Abfall oder Fertigteil) aus dem Rohteil (Blech) zu entfernen. Dazu ist die Variable `<ChunkDetection>` zu definieren.

Beispiel für Einstellung zu ChunkDetection

```

...
<ChunkDetection>Timer</ChunkDetection>
<ChunkDetectionIntervall>2500</ChunkDetectionIntervall>
...

```

Abb. 5-8: Beispiel für ChunkDetection über Timer

Einstellungen für Stanzbearbeitung

Bei der Stanzbearbeitung wird oftmals mit einem extremen Größenverhältnis zwischen Werkstück und Werkzeug gearbeitet. D.h. sehr große Bleche (Werkstück) werden mit relativ kleinen Stanz- oder Signierwerkzeugen bearbeitet.

Um in diesem Fall ein gutes Simulationsergebnis zu erhalten, ist es unter Umständen erforderlich, den Wert für die Variable <ModelSamplesPerDiagonal> zu vergrößern.

Beispiel für Einstellung zu Stanzbearbeitung

```
...
<ModelSamplesPerDiagonal>800</ModelSamplesPerDiagonal>
...
```

Abb. 5-9: Beispiel für erhöhte Darstellungsgenauigkeit



Bei Stanzbearbeitung können weitere Einstellungen, sowohl in der Konfigurationsdatei wie auch in den Maschinenkonfigurationsdaten erforderlich sein.

z.B. Parameter: "EnablPunch"; MACODA-Nr.: 8001 00010 = Yes

Speicherkritische Bearbeitungen

Laufzeitintensive NC-Programme, große Werkstücke mit höherer Auflösung und Mehrstückspannungen können zu einem hohen Verbrauch an Arbeitsspeicher und Performanceeinbußen bis hin zu Abbrüchen der Bedienoberfläche führen. Achten Sie deshalb bei der Konfiguration drauf, welche Optionen Sie tatsächlich benötigen bzw. welche sinnvoll sind und wählen Sie nicht zwingend notwendige Features ab.

Den größten Einfluss auf den Speicherverbrauch haben:

- Darstellungsgenauigkeit ModelSamplesPerDiagonal.
- High-Quality-Zooming: Setzen Sie <HighQualityZooming>None</HighQualityZooming>
- Kollisionserkennung: Setzen Sie <CollisionDetection>NoMachiningHistory</CollisionDetection>
- Toolpath: Setzen Sie <ToolpathEnabled>None</ToolpathEnabled>

5.3 Betriebsmitteldefinition

5.3.1 Werkzeugdefinition

Allgemeines

Für die Definition des Bearbeitungswerkzeuges in der NC-Simulation gibt es mehrere Möglichkeiten:

Werkzeugverwaltung	Wenn Werkzeugverwaltung aktiv ist
STL-Datei zur Beschreibung der Werkzeuggeometrie	Bei komplizierten nicht im Werkzeugkatalog beschriebenen Werkzeuggeometrien und nur wenn Werkzeugverwaltung aktiv ist
NC-Befehl	Verwendung von D-Korrekturen wenn keine Werkzeugverwaltung aktiv ist
Konfigurationsdatei	Zur Modifikation und Ergänzung bereits definierter Werkzeuge

Tab. 5-2: Quellen der Werkzeugdefinition

Werkzeugdefinition über Werkzeugverwaltung

Die Beschreibung des Werkzeugs erfolgt in den Werkzeuggeometrie- und Werkzeugtechnologiedaten des Werkzeugdatensatzes.

In der Simulation werden immer die Daten des aktiven Werkzeugs verwendet. Ist kein Werkzeug aktiv, wird auch kein Werkzeug angezeigt.

Im Bedienbereich Werkzeugverwaltung wird in der Registerkarte "Werkzeugvorschau" im Zusatzbedienbereich der Multitouchbedienoberfläche das jeweils angewählte Werkzeug unter Auswertung der relevanten Werkzeugdaten wie in der NC-Simulation visualisiert.

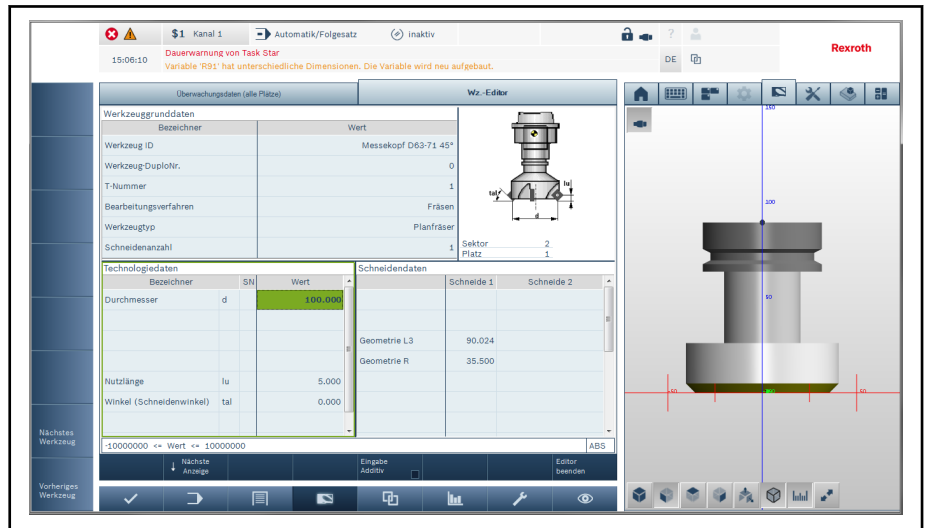


Abb. 5-10: Werkzeuggeometrie- und -technologiedaten mit Werkzeugvorschau im Werkzeugeditor

Für folgende Werkzeuge können die Farben zur Darstellung der einzelnen Teile in der Konfigurationsdatei **MTX.Simulation.Options.xml** definiert werden:

- Schneide
- Schaft
- Werkzeugaufnahme (Futter, Spannzange o.ä.)
- Halter

Programm:

```
...
<Colors>
<!--*****-->
<!--***** Colors *****-->
<!--*****-->
<Background>#F6F6F6</Background>
<CuttingPart>#8C8C00</CuttingPart>
<Shaft>#F6F6F6</Shaft>
<Arbor>#D3D3D3</Arbor>
<Holder>#808080</Holder>
...
```

Kompliziertere Werkzeuggeometrien, die nicht über die Werkzeugtechnologiedaten beschrieben werden, können alternativ auch über eine STL-Datei definiert werden.

Dazu ist es notwendig, dass für das entsprechende Werkzeug eine STL-Beschreibungsdatei im Installationsverzeichnis "<IndraWorks>\Simulation\MW Models\Tools" existiert.

Der Name der STL-Datei sollte folgendes Format haben: Tool ID + "_Extension".

"Extension" = cutt, shaft, arbor, holder

Beispiel: "Tool ID_cutt.stl" für Fräsen

Werkzeugdefinition über NC-Befehl

Über das NC-Programm besteht die Möglichkeit mittels NC-Zyklus ein Werkzeug zu definieren.

Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn ohne Werkzeugmanagement gearbeitet wird.

Zyklus	Syntax	Beschreibung
TOOL/DRILL	TOOL("DRILL",,,) (siehe Kap. 7.12 "TOOL/DRILL Bohrer, Senker, Reibahle" auf Seite 83)	Bohrer, Senker, Reibahle
TOOL/CDRILL	TOOL("CDRILL",,,,,) (siehe Kap. 7.13 "TOOL/CDRILL Stufenbohrer, Zentrierbohrer" auf Seite 85)	Stufenbohrer, Zentrierbohrer
TOOL/BBAR	TOOL("BBAR",,,,,) (siehe Kap. 7.14 "TOOL/BBAR Bohrstange, Rückwärtssenker" auf Seite 86)	Bohrstange, Rückwärtssenker
TOOL/MILL	TOOL("MILL",,,) (siehe Kap. 7.15 "TOOL/MILL Zylindrische, Winkel- und Kugelfräser" auf Seite 89)	Zylindrische Winkel- und Kugelfräser
TOOL/CHAMFER	TOOL("CHAMFER",,,) (siehe Kap. 7.16 "TOOL/CHAMFER Gravierfräser, Fasenfräser, Planfräskopf" auf Seite 92)	Gravierfräser, Fasenfräser, Planfräser
TOOL/CRMILL	TOOL("CRMILL",,,,,) (siehe Kap. 7.17 "TOOL/CRMILL Viertelrund-Profilfräser" auf Seite 95)	Viertelrund Profilfräser
TOOL/GRIND	TOOL("GRIND",,,,,) (siehe Kap. 7.18 "TOOL/GRIND Schleifscheibe" auf Seite 97)	
	TOOL()	Werkzeug löschen

Tab. 5-3: NC-Befehl "TOOL"



Die Werkzeuggrafik bleibt bis zum Abbruch durch den Befehl "TOOL" oder "TOOL ()" erhalten. Danach wird das aktive Werkzeug unter Verwendung des entsprechenden Datensatzes des Werkzeugmanagements bzw. kein Werkzeug mehr dargestellt.

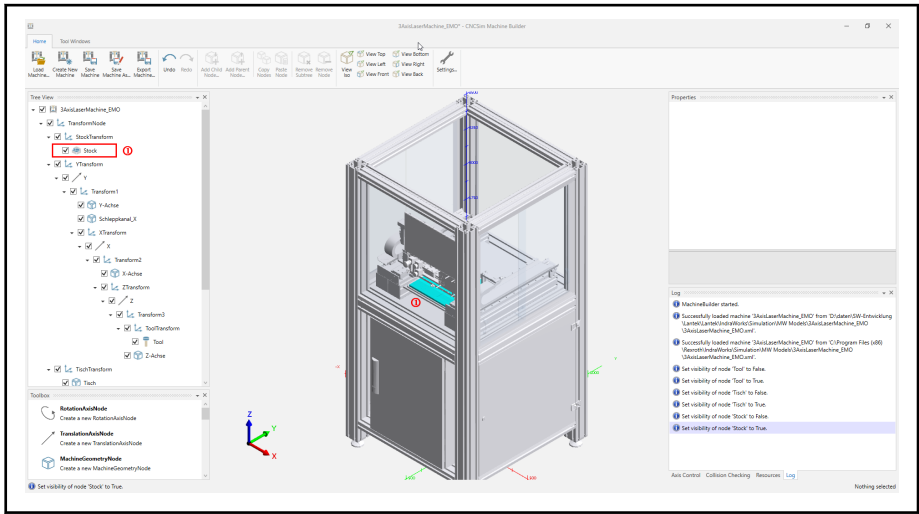
5.3.2 Rohteildefinition
Allgemeines

Für die Definition des Rohteils in der NC-Simulation gibt es mehrere Möglichkeiten:

Maschinenmodell	Es wird immer das gleiche Rohteil verwendet
Definitionsdialog	Manuelle Definion eines kubischen oder zylindrischen Rohteils Vorwiegend im Testbetrieb
NC-Befehl	Geeignet für Simulation im laufenden Betrieb mit verschiedenen Rohteilen
STL-Datei-Import	Geeignet für bereits bearbeitete Teile im Testbetrieb

Tab. 5-4: Quellen der Rohteildefinition

Rohteildefinition über das Maschinenmodell

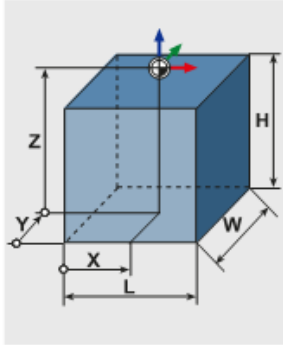


1 Rohteildefinition und Darstellung im Modell
Abb. 5-11: Rohteildefinition über Maschinenmodell

Rohteildefinition über Definitionsdialog

Das Rohteil kann über einen durch <Quader, Blech...>  oder <Zylinder...>  aufrufbaren Definitionsdialog festgelegt werden.

Quaderförmiges Rohteil (Fräsen)

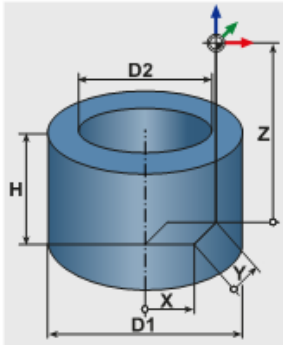


Parameter	Wert [mm]
Werkstückaufnahme	stock
Länge L	* 120
Breite W	* 80
Höhe H	* 21
Achskoordinaten (ACS)	
Nullpunkt X (\$1: Σ=-300)	60
Nullpunkt Y (\$1: Σ=-200)	40
Nullpunkt Z (\$1: Σ=-441)	20
transparenter Hüllkörper	

OK Abbrechen Anzeigen Hilfe

Abb. 5-12: Definition eines quaderförmigen Rohteils bei Fräsbearbeitung

Zylinderförmiges Rohteil (Fräsen)



Parameter	Wert [mm]
Werkstückaufnahme	stock
Außendurchmesser D1	* 100
Innendurchmesser D2	0
Höhe H	* 51
Achskoordinaten (ACS)	
Nullpunkt X (\$1: Σ=-300)	0
Nullpunkt Y (\$1: Σ=-200)	0
Nullpunkt Z (\$1: Σ=-441)	50
Orientierung ORI	Z
transparenter Hüllkörper	

OK Abbrechen Anzeigen Hilfe

Abb. 5-13: Definition eines zylinderförmigen Rohteils bei Fräsbearbeitung

Rohteildefinition über NC-Befehl

Über das NC-Programm besteht die Möglichkeit mittels NC-Zyklus ein Roh-
teil zu definieren.

STOCK/BLOCK	STOCK("BLOCK",,,) (siehe Kap. 7.2 "STOCK/BLOCK Quaderförmiges Rohteil (Fräsen)" auf Seite 61)	Quaderförmiges Rohteil	Fräsen
STOCK/CYLINDER	STOCK("CYLIN- DER",,,,,) (siehe Kap. 7.3 "STOCK/CYLINDER Zylinderförmiges Rohteil (Fräsen)" auf Seite 64)	Zylinderförmiges Rohteil	Fräsen
STOCK/BAR	STOCK("BAR",,,,,) (siehe Kap. 7.4 "STOCK/BAR Stan- genabschnitt (Dre- hen)" auf Seite 66)	Stangenabschnitt	Drehen
STOCK/POLYGON	STOCK("POLY- GON",,,) (siehe Kap. 7.5 "STOCK/POLYGON Mehrkant (Drehen)" auf Seite 68)	Mehrkant	Drehen
STOCK/SHEET	STOCK("SHEET",,,) (siehe Kap. 7.6 "STOCK/SHEET Blech (Stanzen)" auf Seite 71)	Blech	Stan- zen
STOCK/REMOVE	STOCK() (siehe Kap. 7.8 "STOCK/REMOVE Werkstücke/Modelle entfernen" auf Seite 76)	Werkstück löschen	
STOCKIMP	STOCKIMP() (siehe Kap. 7.7 "STOCKIMP Modell importieren" auf Seite 73)	Modell importieren	

Tab. 5-5: NC-Befehl "STOCK"

Rohteildefinition über STL-Datei-Import

Das Rohteil kann über einen durch <Import...>



aufrufbaren Importdialog definiert werden.

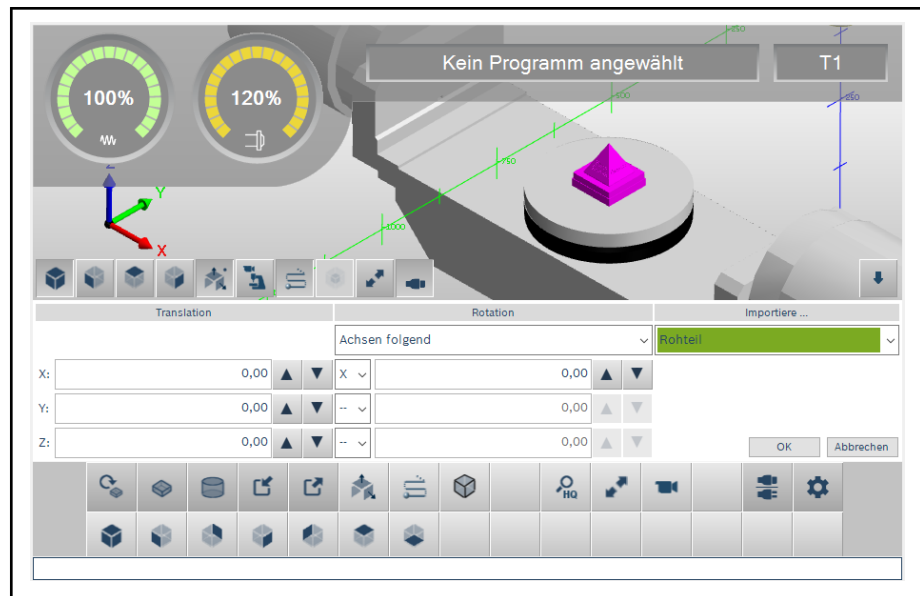


Abb. 5-14: Rohteildefinition über Importdialog

5.3.3 Spannmitteldefinition

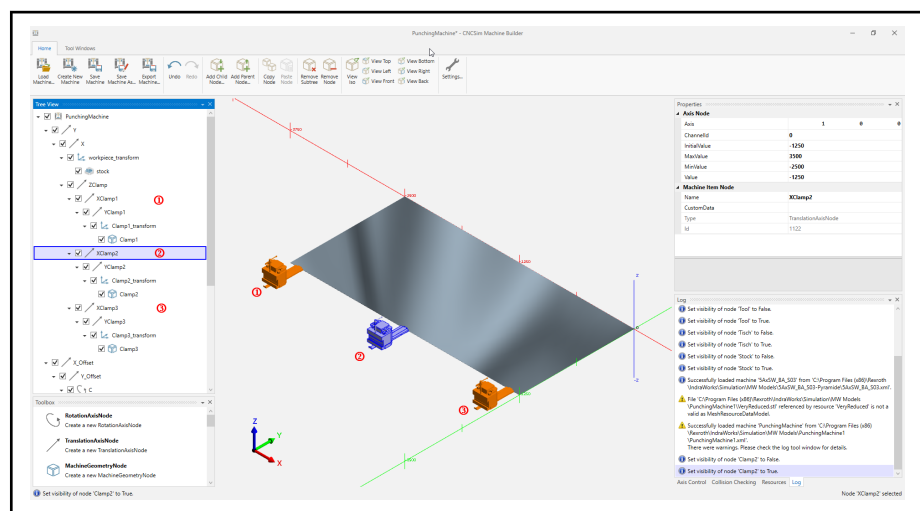
Allgemeines

Für die Definition der Spannmittel in der NC-Simulation gibt es mehrere Möglichkeiten:

Maschinenmodell	Es wird immer das gleiche Spannmittel verwendet
NC-Befehl	Geeignet für Simulation im laufenden Betrieb mit verschiedenen Spannmitteln
STL-Datei-Import	Geeignet für wechselnde Spannmittel in der Arbeitsvorbereitung

Tab. 5-6: Quellen der Spannmitteldefinition

Spannmitteldefinition über das Maschinenmodell



1...3	Spannmitteldefinition und Darstellung im Modell
Abb. 5-15:	<i>Spannmitteldefinition über Maschinenmodell</i>

Spannmitteldefinition über NC-Befehl

Über das NC-Programm besteht die Möglichkeit mittels NC-Zyklus ein Spannmittel zu definieren.

STOCKIMP	STOCKIMP()	Modell importieren	
----------	------------	--------------------	--

Tab. 5-7: NC-Befehl "STOCKIMP"

Spannmitteldefinition über STL-Datei-Import

Das Spannmittel kann über einen durch <Import...>  aufrufbaren Importdialog definiert werden.

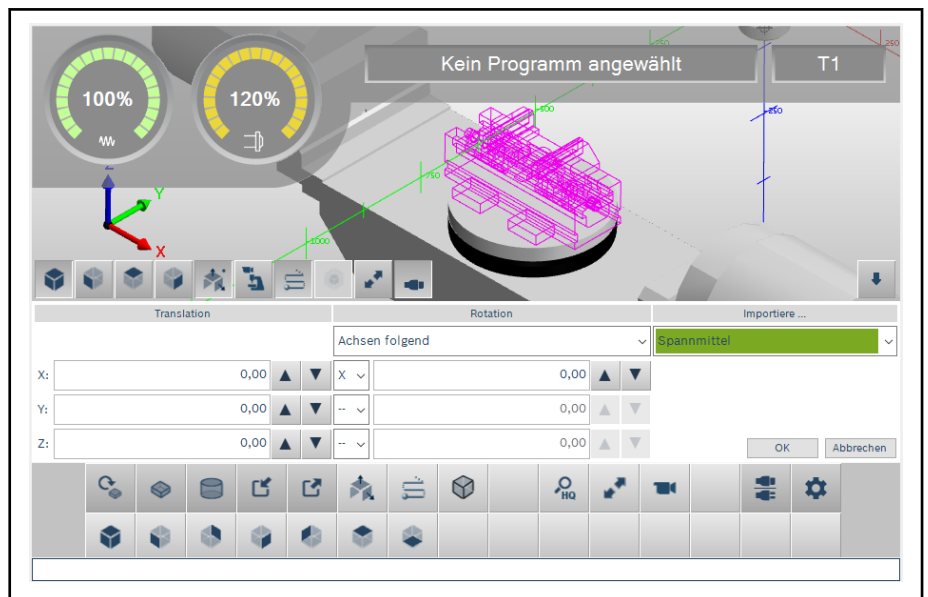


Abb. 5-16: Spannmitteldefinition über Importdialog

5.4 Programmdefinition

5.4.1 NC-Programm

Programmabarbeitung mit Werkzeugverwaltung

Wird mit einer realen Steuerung oder mit der EMU und normaler NC-Programmabarbeitung gearbeitet, sind im NC- Programm keine Besonderheiten zu berücksichtigen. Über den Werkzeugwechsel z.B. TCH bekommt die Simulation automatisch alle Informationen zum aktiven Werkzeug.

Besonderheit bei Verwendung der schnellen EMU

Bei Verwendung der EMU mit schneller NC-Programmabarbeitung ist das Werkzeugwechselprogramm dahingehend zu modifizieren, dass Änderungen zum aktiven Werkzeug sicher von der Simulation gelesen werden können.

Vorlage bietet dazu der Standardwerkzeugwechselzyklus TCH.

Modifikationen im Werkzeugwechselprogramm

```
; ----- Werkzeug aufnehmen
...
; Synchronisation mit der Simulation
10 IF SD.Sys Simulation THEN
20 CALL STF_SYNCSIM
30 ENDIF
...
```

Programmabarbeitung ohne Werkzeugverwaltung

Wird die Werkzeugverwaltung nicht verwendet, müssen die Werkzeugkorrekturdaten über D-Korrekturen der NC zur Verfügung gestellt werden. In diesem Fall ist es erforderlich, der Simulation die Beschreibung des aktiven Werkzeuges über einen entsprechenden TOOL-Befehl zu übergeben. Dieser ist dann im NC-Programm anstelle des Werkzeugwechselzyklus vorzusehen (siehe [Kap. 5.3.1 "Werkzeugdefinition" auf Seite 48](#)).

Das Rohteil kann ebenfalls über das NC-Programm mittels STOCK-Befehl definiert werden. Wichtig dabei ist, dass die vorher definierten Nullpunktverschiebungen zusätzlich zu den Lagedefinitionen im STOCK-Befehl auf die Rohteildefinition wirken. Erfolgt die Rohteildefinition im Maschinenmodell oder über eine Vordefinition im Definitionsdialog bzw. einen STL-Datei-Import, dann sind keine NC-Programmanweisungen erforderlich (siehe [Kap. 5.3.2 "Rohteildefinition" auf Seite 51](#)).

5.4.2 Nullpunktverschiebungen und Placements

Nullpunktverschiebungen und Placements im NC-Programm wirken insbesondere auch auf die Rohteildefinition für die NC-Simulation.

Sowohl bei Verwendung des NC-Befehls STOCK wie auch bei der Rohteildefinition über Definitionsdialog oder STL-Datei-Import besteht die Möglichkeit Verschiebungen zur Bestimmung der Lage des Rohteils einzugeben, welche wahlweise absolut oder additiv wirken können.

Diese Verschiebungen wirken bis zur Löschung oder Erneuerung des Roh-

teils über <Rohteil zurücksetzen...>



(siehe [Kap. "Tastengruppe Extras" auf Seite 28](#)).

6 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.
Aufzeichnung mit der Simulation herstellen	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. 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. 4.1 "Bedientasten und zugehörige Dialoge" auf Seite 19, Taste  "Optionen". Hinweise zum XML-Tag finden Sie unter Kap. "Allgemein" auf Seite 127. 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 unter dem Ordner Dokumente\SimulationPlayer mit dem Namen 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

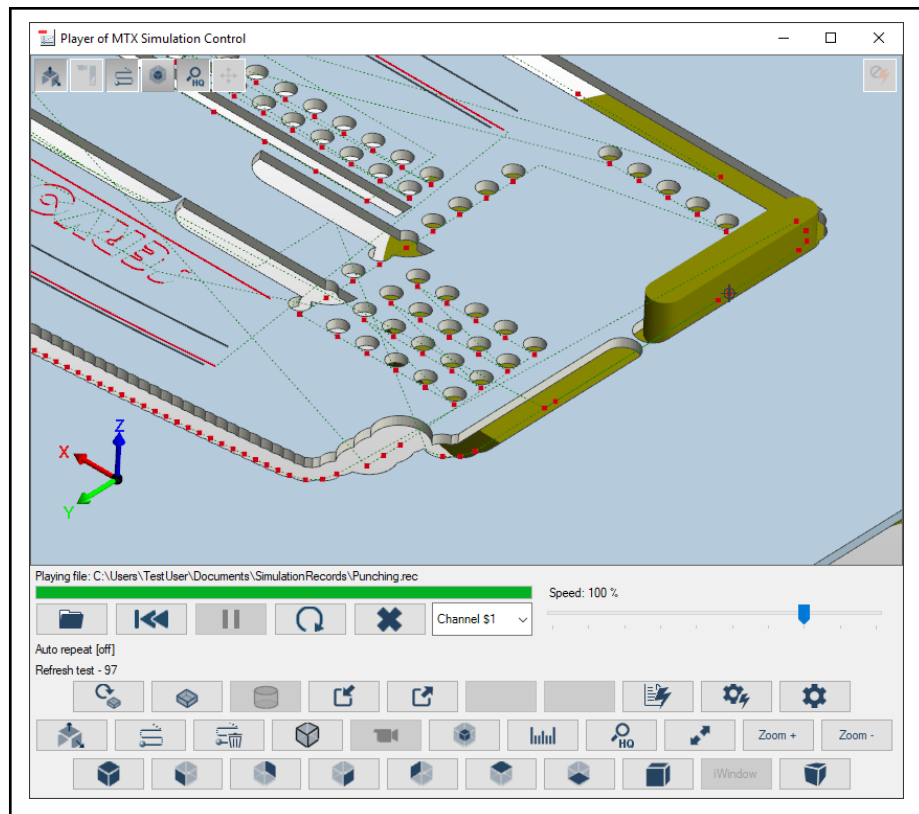


Abb. 6-1: Player der Simulation

Bedienen des Players

-  bringt einen Dateiauswahldialog zur Anzeige, in dem die Aufzeichnungsdatei ausgewählt und geöffnet wird
-  startet die Animation
-  unterbricht die Animation
-  setzt die Wiedergabe auf Anfang
-  führt zur fortwährenden Wiederholung der Wiedergabe bis zum erneuten Betätigen. Die Wiederholungen werden im Label mit der Aufschrift "Auto repeat" gezählt.
-  <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 die Taste .

7 Programmanweisungen zur Simulation

7.1 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 <Eingabeunterstützung> --> <Anweisung für die Simulation> zum Einfügen bereitstehen. Die Korrektur ist mit <Korrektur Zyklus/Anweisung> möglich.

7.2 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.

Übersichtsbild

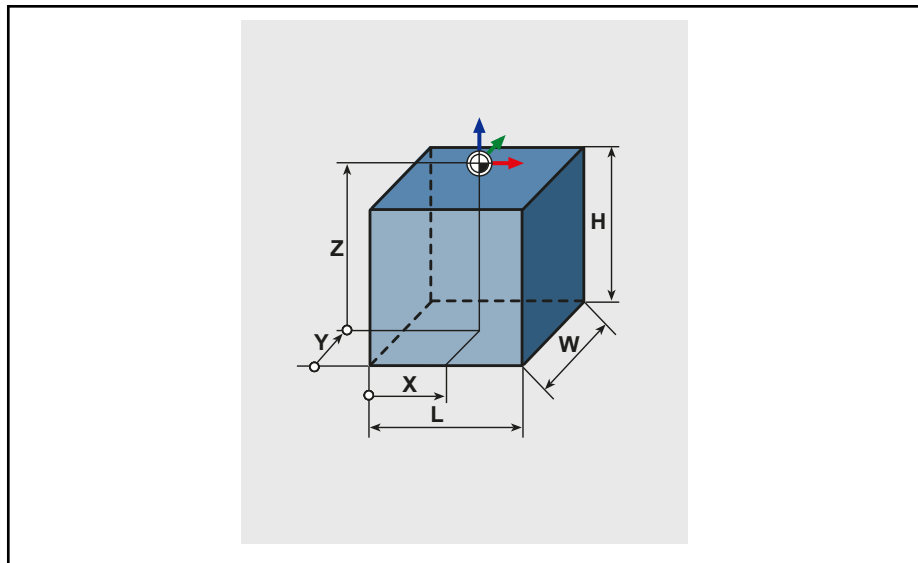


Abb. 7-1: Anweisung STOCK/BLOCK Quaderförmiges Rohteil

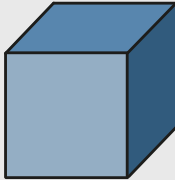
Parameter

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

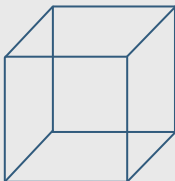
Tab. 7-1: Aufruf Parameter

V	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper

V=0



V=1



Tab. 7-2: 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
- Im Werkstückkoordinatensystem werden die aktiven Placements und die Nullpunktverschiebungen in den linearen Hauptachsen berücksichtigt. Die Verschiebungen in Rundachsen und Teleskopachsen sind ggf. vor dem Aufruf herauszufahren
- G53 in Kombination mit G153 ordnet die Geometrie im Koordinatensystem der Werkstückaufnahme an, welches vom Maschinenkoordinatensystem abweichen kann. Die Positionen weiterer Achsen in der Kinematik haben in diesem Fall keinen Einfluss
- Nicht bzw. eingeschränkt bei aktiven Achstransformationen programmierbar

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)
```

7.3 STOCK/CYLINDER Zylinderförmiges Rohteil (Fräsen)

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

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

Übersichtsbild

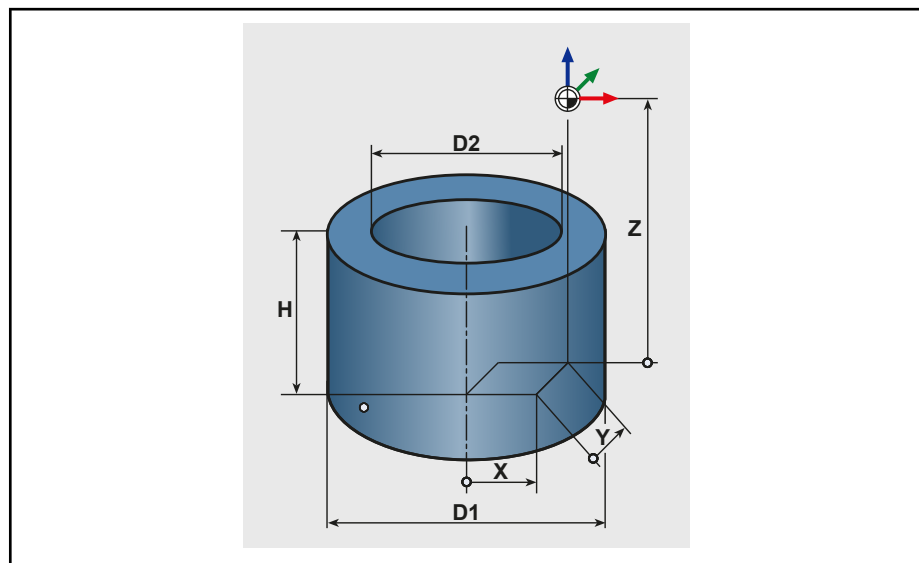


Abb. 7-2: Anweisung STOCK/CYLINDER Zylinderförmiges Rohteil

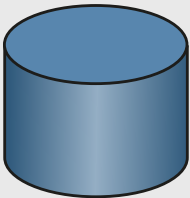
Parameter

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

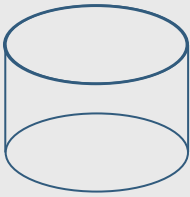
Tab. 7-3: Aufruf Parameter

V Einerstelle	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper

V=x0



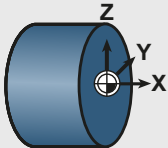
V=x1



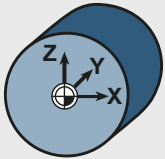
Tab. 7-4: Bedeutung der Einerstelle des Parameters V - Modellierung

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

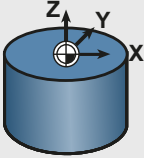
V=2x



V=1x



V=0x



Tab. 7-5: 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.

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
- Im Werkstückkoordinatensystem werden die aktiven Placements und die Nullpunktverschiebungen in den linearen Hauptachsen berücksichtigt. Die Verschiebungen in Rundachsen und Teleskopachsen sind ggf. vor dem Aufruf herauszufahren
- G53 in Kombination mit G153 ordnet die Geometrie im Koordinatensystem der Werkstückaufnahme an, welches vom Maschinenkoordinatensystem abweichen kann. Die Positionen weiterer Achsen in der Kinematikette haben in diesem Fall keinen Einfluss
- Nicht bzw. eingeschränkt bei aktiven Achstransformationen programmierbar

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)
```

7.4 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

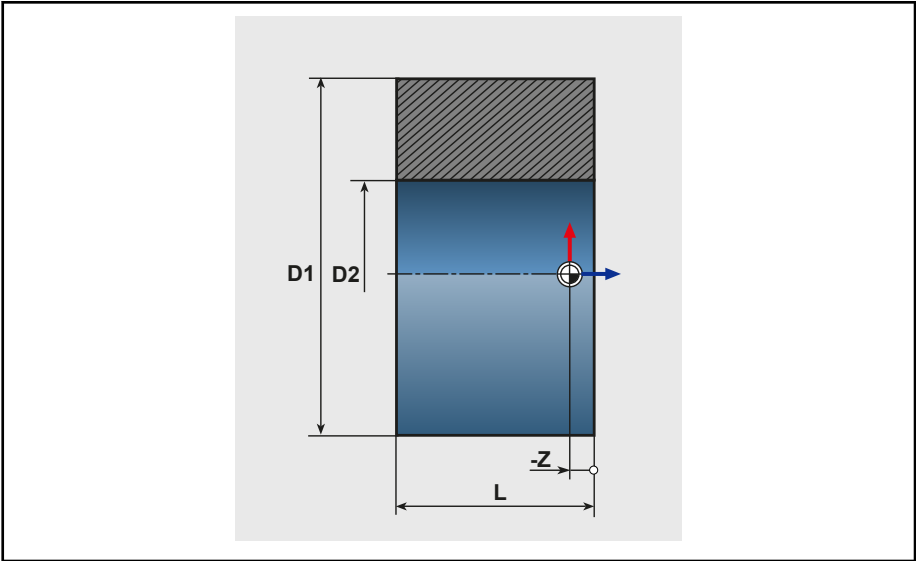


Abb. 7-3: Anweisung STOCK/BAR Stangenabschnitt

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
L	Länge	Pflicht	>0	
D1	Außendurchmesser	Pflicht	>0	
D2	Innendurchmesser	optional	>=0	0
Z	Nullpunkt in Z	optional	inkremental	0
V	Modellierung	optional		0

Tab. 7-6: Aufruf Parameter

V Modellierung	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper

V=0

V=1

Tab. 7-7: 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
- Im Werkstückkoordinatensystem werden die aktiven Placements und die Nullpunktverschiebungen in den linearen Hauptachsen berücksichtigt. Die Verschiebungen in Rundachsen und Teleskopachsen sind ggf. vor dem Aufruf herauszufahren
- G53 in Kombination mit G153 ordnet die Geometrie im Koordinatensystem der Werkstückaufnahme an, welches vom Maschinenkoordinatensystem abweichen kann. Die Positionen weiterer Achsen in der Kinematikette haben in diesem Fall keinen Einfluss
- Nicht bzw. eingeschränkt bei aktiven Achstransformationen programmierbar

Ablauf / Abarbeitung

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

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)
```

7.5 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

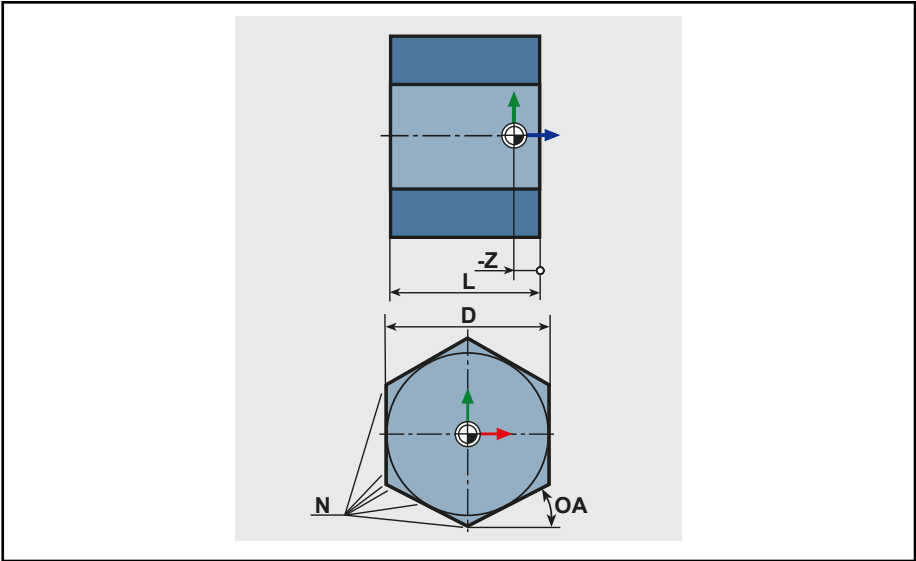
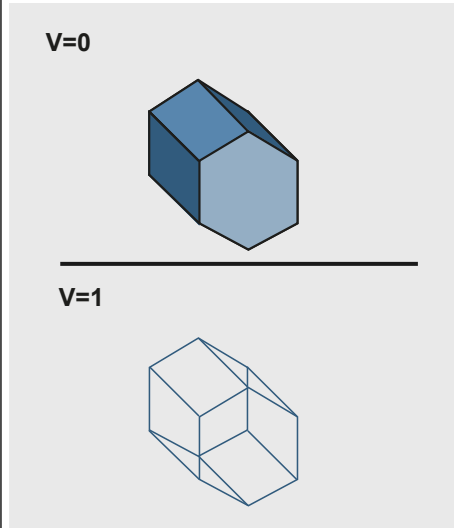


Abb. 7-4: Anweisung STOCK/POLYGON Mehrkant

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. 7-8: Aufruf Parameter

V Modellierung	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper
	

Tab. 7-9: 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 Stellungsparameter
- Im Werkstückkoordinatensystem werden die aktiven Placements und die Nullpunktverschiebungen in den linearen Hauptachsen berücksichtigt. Die Verschiebungen in Rundachsen und Teleskopachsen sind ggf. vor dem Aufruf herauszufahren
- G53 in Kombination mit G153 ordnet die Geometrie im Koordinatensystem der Werkstückaufnahme an, welches vom Maschinenkoordinatensystem abweichen kann. Die Positionen weiterer Achsen in der Kinematikette haben in diesem Fall keinen Einfluss
- Nicht bzw. eingeschränkt bei aktiven Achstransformationen programmierbar

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)
```

7.6 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

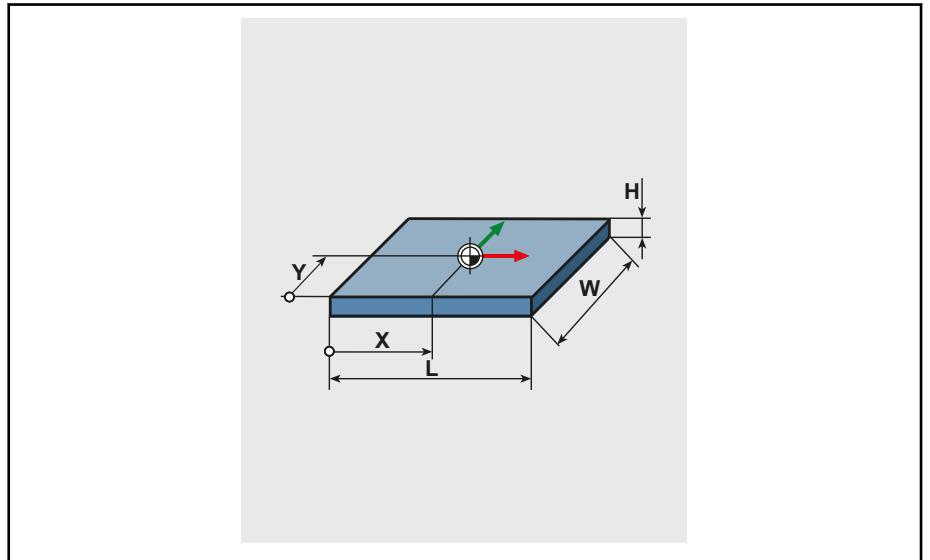
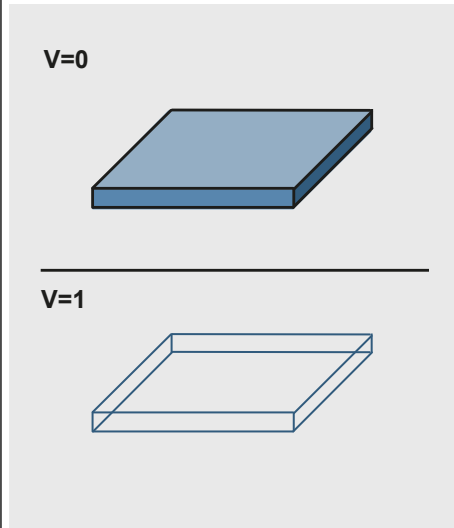


Abb. 7-5: Anweisung STOCK/SHEET Blech

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. 7-10: Aufruf Parameter

V	Wirkung
0	Volumen
1	Hüllkörper
	

Tab. 7-11: 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
- Im Werkstückkoordinatensystem werden die aktiven Placements und die Nullpunktverschiebungen in den linearen Hauptachsen berücksichtigt. Die Verschiebungen in Rundachsen und Teleskopachsen sind ggf. vor dem Aufruf herauszufahren
- G53 in Kombination mit G153 ordnet die Geometrie im Koordinatensystem der Werkstückaufnahme an, welches vom Maschinenkoordinatensystem abweichen kann. Die Positionen weiterer Achsen in der Kinematikette haben in diesem Fall keinen Einfluss
- Nicht bzw. eingeschränkt bei aktiven Achstransformationen programmierbar

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)
```

7.7 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.
Übersichtsbild

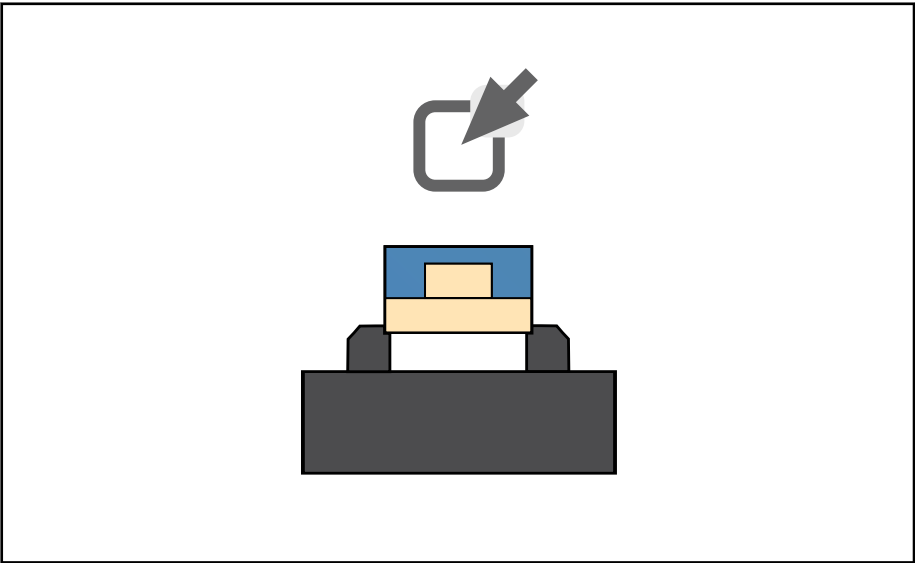


Abb. 7-6: Anweisung STOCKIMP Modell importieren

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. 7-12: Aufruf Parameter

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

Tab. 7-13: Bedeutung des Parameters TGT - Importziel

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

Tab. 7-14: Bedeutung des Parameters RB - Lage der Rotationsachsen

Beschreibung**P Name der Datei**

Als Dateinamen können sowohl Meshes (Extension ".stl") als auch zweidimensionale Zeichnungen (Extension ".dxf") verwendet werden.

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. 8 "Konfiguration"](#) auf Seite 109 vorgestellt.
- Beim Importziel Rohteil (TGT1) darf nur ein einfach zusammenhängendes Mesh importiert werden.

TGT Importziel

Bestimmt die Art der Verwendung des Modells.

Bei DXF-Dateien sind nur die Importziele Fertigteil (TGT2) und Zeichnung (TGT4) erlaubt.

X, Y, Z Translation

Legt eine Verschiebung des Koordinatenursprung des importierten Modells im Werkstückkoordinatensystem fest.

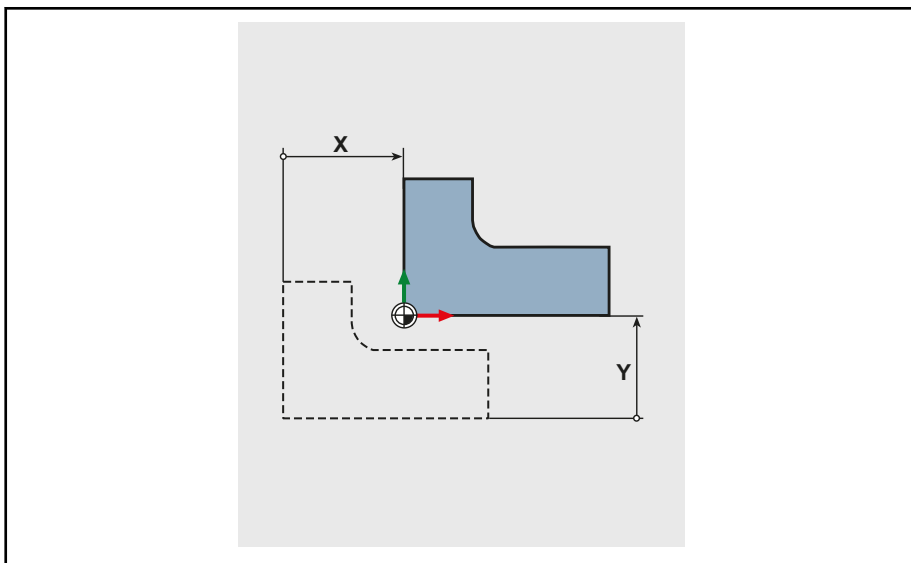


Abb. 7-7: Translation in X und Y. Die Ziellage ist farbig dargestellt.



Bei DXF-Dateien mit Importziel TGT2 (Fertigteil) wird der Parameter Z ignoriert. Die wirksame Verschiebung in Z entspricht dann der Oberseite des Werkstücks.

RB Lage der Rotationsachsen

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

RS Reihenfolge der Rotationsachsen

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.

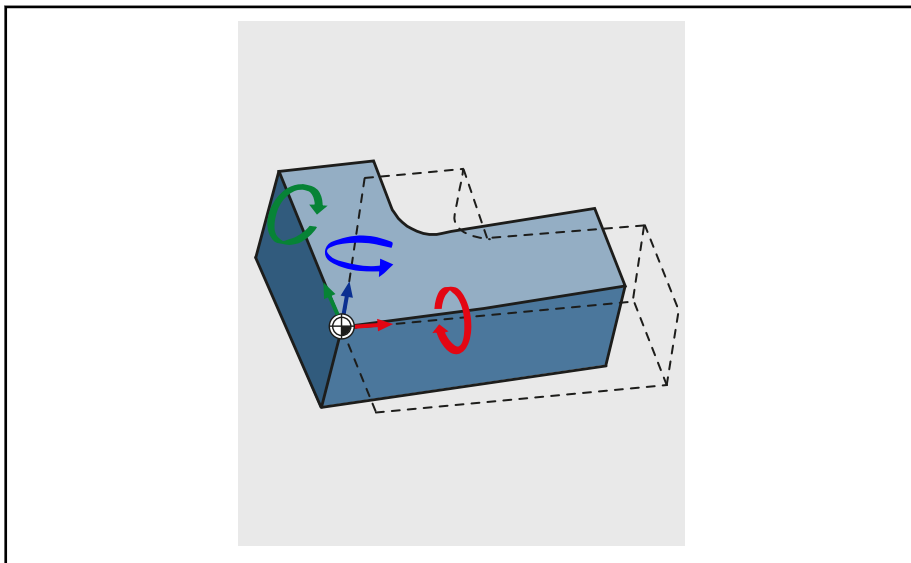


Abb. 7-8:

Besonderheiten

- Die Parameter haben Adressen

- Im Werkstückkoordinatensystem werden die aktiven Placements und die Nullpunktverschiebungen in den linearen Hauptachsen berücksichtigt. Die Verschiebungen in Rundachsen und Teleskopachsen sind ggf. vor dem Aufruf herauszufahren
- G53 in Kombination mit G153 ordnet die Geometrie im Koordinatensystem der Werkstückaufnahme an, welches vom Maschinenkoordinatensystem abweichen kann. Die Positionen weiterer Achsen in der Kinematikette haben in diesem Fall keinen Einfluss
- Nicht bzw. eingeschränkt bei aktiven Achstransformationen programmierbar

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)
```

7.8 STOCK/REMOVE Werkstücke/Modelle entfernen

Syntax STOCK("REMOVE",<TGT>)

oder

STOCK()

Kurzbeschreibung Entfernt ein Werkstück oder eine andere Geometrie von der selektierten Werkstückaufnahme.

Übersichtsbild

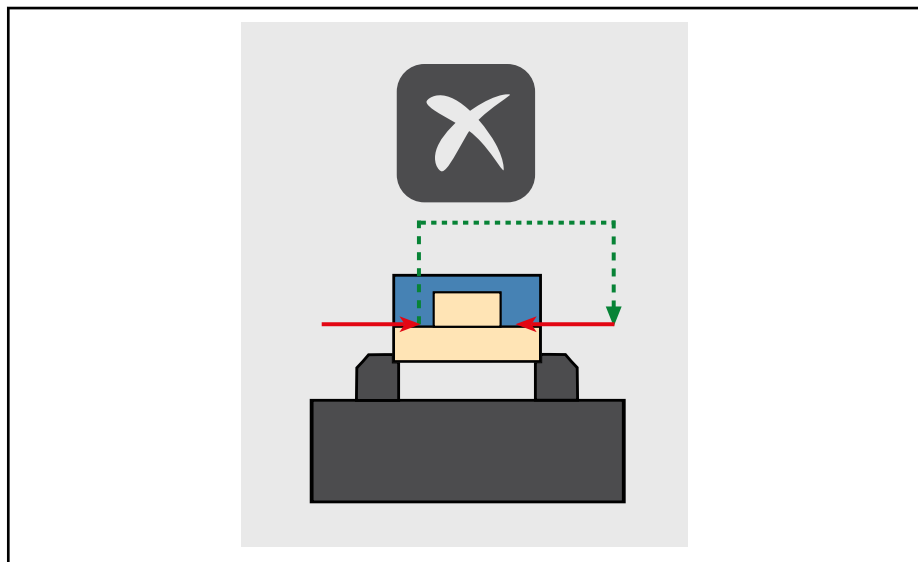


Abb. 7-9: Anweisung STOCK/REMOVE Werkstücke/Modelle entfernen

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
TGT	zu entfernende Geometrie	optional		0

Tab. 7-15: 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. 7-16: 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 29, Menüpunkt "entfernen inkl. Fertigteil, Spannmittel und Zeichnungen") entfernt werden.

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
```

7.9 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

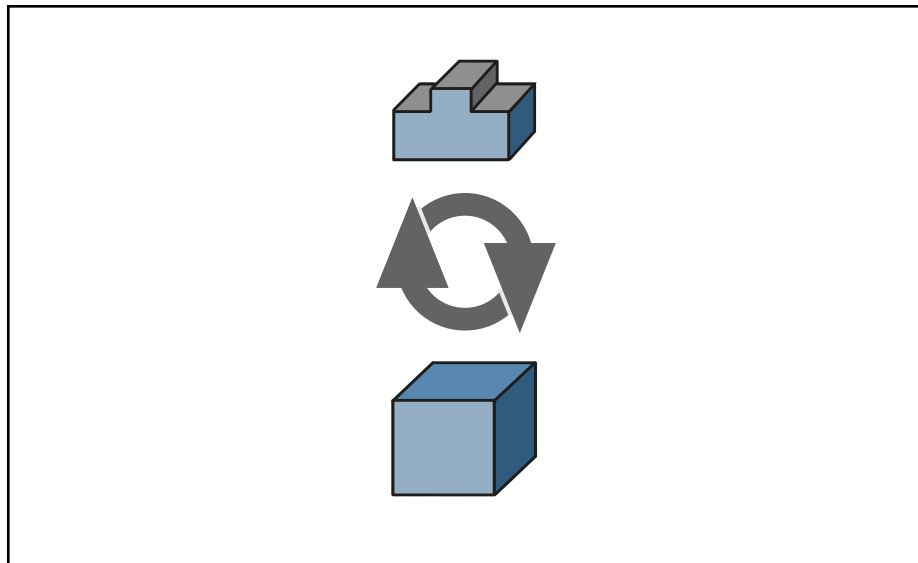


Abb. 7-10: Anweisung STOCK/RENEW Werkstück erneuern

Parameter

Parameter	Bezeichnung	Eigenschaften	Werte	Vorbelegung
TN	betreffende Werkstückaufnahme	optional		0

Tab. 7-17: Aufruf Parameter

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

Tab. 7-18: 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")
```

7.10 STOCKSEL Werkstückaufnahme wählen

Syntax	STOCKSEL(<NAM>)
Kurzbeschreibung	Selektiert eine oder mehrere Werkstückaufnahmen über ihren Namen. Alle darauf folgenden Aufrufe der Anweisungen STOCK und STOCKIMP im selben Kanal beziehen sich auf diese Werkstückaufnahme(n). Die Anweisung wird benötigt, wenn eine Werkzeugmaschine über mehrere Werkstückaufnahmen verfügt bzw. bei Mehrstückspannungen.

Übersichtsbild

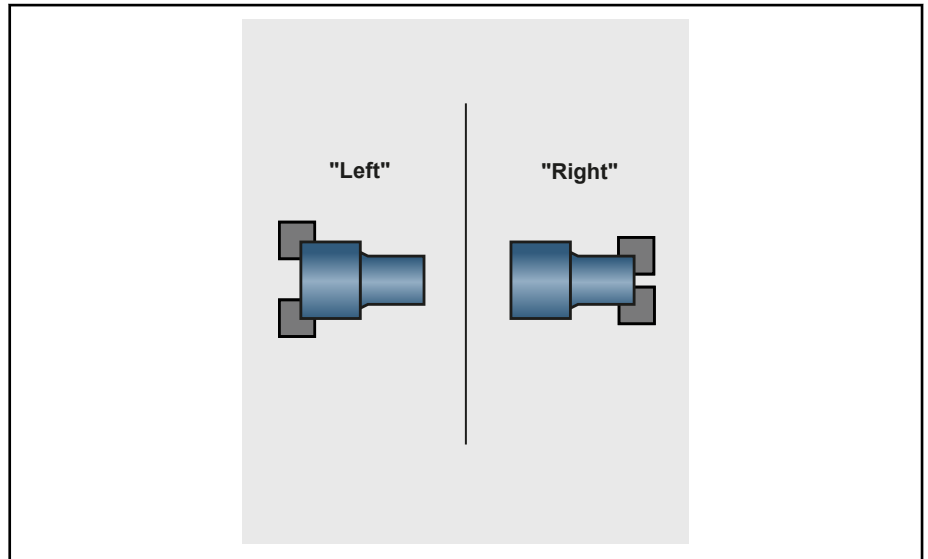


Abb. 7-11: Anweisung STOCKSEL Werkstückaufnahme wählen

Parameter

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

Tab. 7-19: Aufruf Parameter

Beschreibung

NAM Name der Werkstückaufnahme

Definiert die zu selektierende Werkstückaufnahme.

Der Namen kann sich aus Wildcards zusammensetzen mit der Zielstellung, dass sich die folgenden Werkstückanweisungen auf mehrere Werkstücke bzw. Werkstückaufnahmen auswirken:

- ? (Fragezeichen) bezeichnet ein beliebiges Zeichen
- * (Stern) bezeichnet kein oder beliebig viele beliebige Zeichen

Mehrstückspannungen mit Volumenmodellen der Werkstücke werden intern durch temporär erzeugte Werkstückaufnahmen realisiert, deren Namen sich aus dem Namen der Werkstückaufnahme aus dem Maschinenmodell, einem # und einem Index (≥ 1) zusammensetzt. Der Namen der Werkstückaufnahme aus dem Maschinenmodell bezieht sich dann auf alle Teile der Mehrstückspannung. Endet der Name mit Raute und Index, so wird nur ein bestimmtes Teil der Mehrstückspannung angesprochen, wobei der Index 0 die Aufnahme aus dem Maschinenmodell anspricht.

Besonderheiten

Der Parameter ist adresslos.

Ablauf / Abarbeitung

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

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
```

7.11 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. 7-20: Aufruf Parameter

ADD	Wirkung
0	Ersetzen
1	Hinzufügen

ADD=0



ADD=1



Tab. 7-21: Bedeutung des Parameters ADD

Beschreibung

ADD Wirkung der Rohteildefinitionen/Importe

Definiert, ob nachfolgende Geometriedefinitionen die evtl. an den Importzielen vorhandenen Geometrien ersetzen sollen oder ob sie hinzugefügt werden.

Besonderheiten

- Der Parameter ist adresslos
- Mehrere Rohteile als Volumenmodell und Fertigteilgeometrien als Mesh (z.B. aus einer STL-Datei importiert) können nicht direkt einer Werkstückaufnahme aus dem Maschinenmodell zugeordnet werden. Deshalb

werden beim Hinzufügen temporäre Werkstückaufnahmen erzeugt, deren Namen mit einer Raute und einem Index (1..999) endet. Entspricht die mit STOCKSEL selektierte Werkstückaufnahme einem Namen aus dem Maschinenmodell, dann wird die erste freie temporäre Aufnahme gesucht, an der das Importziel noch unbelegt ist bzw. eine neue Aufnahme erzeugt

- Der letzte Aufruf von STOCKADD hat keine Auswirkung, wenn in STOCKSEL ein Name mit Raute und Index am Ende programmiert wurde. Ist diesem Fall werden nachfolgende Geometriedefinitionen ersetzt. Existiert die temporäre Werkstückaufnahme noch nicht, dann wird sie angelegt
- Rohteile als Hüllkörper, Spannmittel und Zeichnungen können in beliebigem Umfang hinzugefügt werden und werden immer einer Werkstückaufnahme aus dem Maschinenmodell zugeordnet. Wurde eine temporäre Werkstückaufnahme selektiert, dann wird der Index ignoriert und die Geometrie an der Aufnahme aus dem Maschinenmodell eingefügt

Der Parameter ist adresslos.

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

Beispiel 1 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

```

Beispiel 2 Es ist ein Rüstprogramm für einen Spannturm zu schreiben, das die Vorrichtung sowie mehrere Rohteile (Quader) und Fertigteile (final.stl) in unterschiedlichen Lagen für die Simulation definiert. Der Spannturm, dessen Nullpunkt mit der Symmetrieachse zusammenfällt, soll bei X-300 und Y-200 liegen. Der Spannturm besitzt 4 Seiten, an denen jeweils zwei Werkstücke in zwei Spannlagen übereinander angeordnet sind. Die Werkstücke sollen unter Zuhilfenahme des Zyklus G230 "Schwenken" platziert werden.

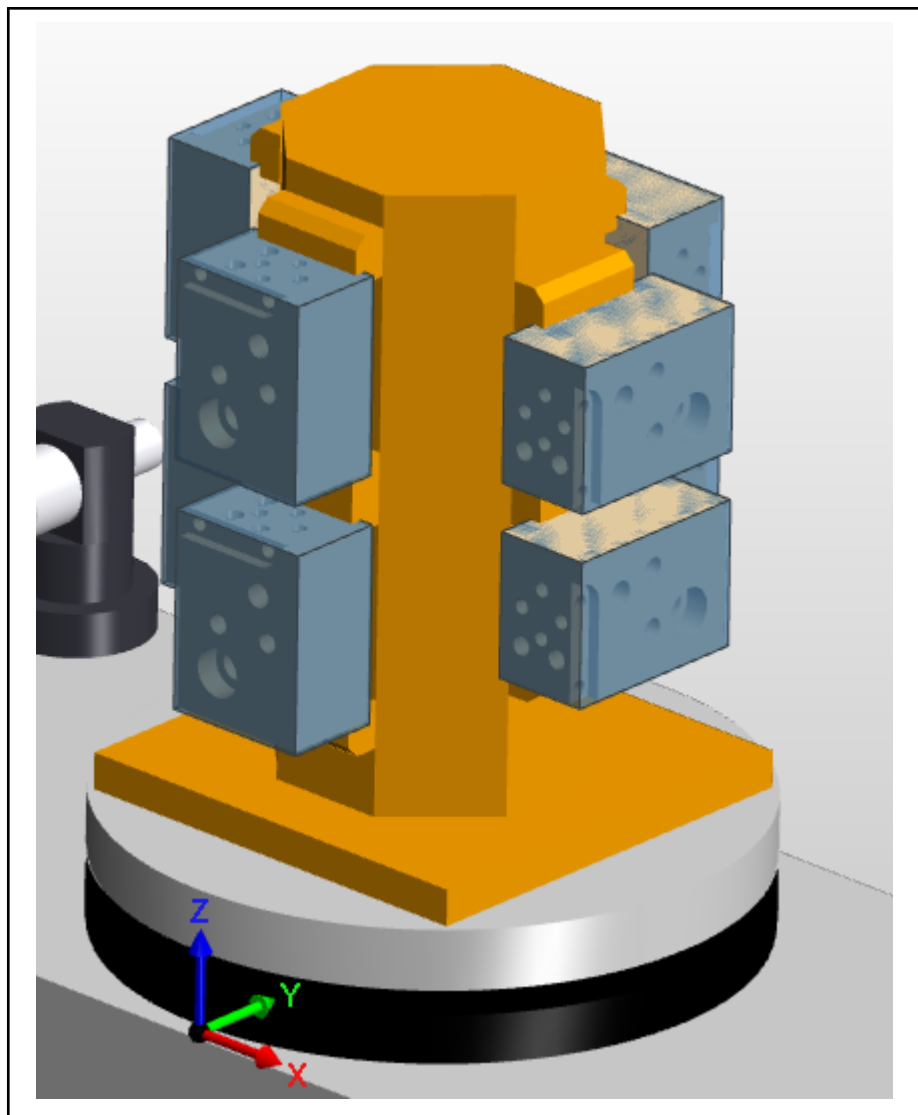


Abb. 7-12: Beispiel für einen Spannturm
Programm:

```

N100 G230() F1000
N110 G0 X0 Y0 Z0 C0 A0           ; Initial position of the axes
N120 G4 F2
N130 STOCK                       ; Delete all geometries
N140 STOCKSEL("stock")           ; Select workpiece holder stock
N150 STOCKADD(1)                 ; Select "Add"
N160 G52.1(X-300, Y-200, Z-460) ; Activate zero point for clamping tower center
N170 STOCKIMP(P clamping tower.stl, TGT3); Import clamping medium
                                   ; Swiveling on side 1, 1. Clamping
N180 G230 (TNR3, OB2, RS "ZX", A2 90, AX-30, AY139, AZ110, OM3, DIR1)
N190 G4 F2
N200 STOCK("BLOCK",62,82,41,1,81,40); Raw part at stock
N210 STOCKIMP(P final.stl, TGT2) ; finished part at stock
N220 G230()
N230 G52.1(X-300, Y-200, Z-460)
                                   ; Swiveling on side 1 1, 2. Clamping
N240 G230 (TNR3, OB2, RS "ZX", A1 0, A2 90, AX-30, AY241, AZ110, OM3)
N250 STOCKIMP(P final.stl, TGT2) ; Raw part at stock#1
N260 STOCK("BLOCK",62,82,41,1,81,40); Finished part at stock#1
N270 G230()
N280 G52.1(X-300, Y-200, Z-460)
                                   ; Swiveling on side 2, 1. Clamping
N290 G230 (TNR3, OB2, RS "ZX", A1 90, A2 90, AX-30, AY241, AZ110, OM3)
N300 G4 F2

```

```

N310 STOCK("BLOCK",62,82,41,1,81,40); Raw part at stock#2
N320 STOCKIMP(P final.stl, TGT2)      ; Finished part at stock#2
N330 G230()
N340 G52.1(X-300, Y-200, Z-460)
                                ; Swiveling on side 2, 2. Clamping
N350 G230 (TNR3, OB2, RS "ZX", A1 90, A2 90, AX-30, AY140, AZ110, OM3)
N360 STOCKIMP(P final.stl, TGT2)      ; Raw part at stock#3
N370 STOCK("BLOCK",62,82,41,1,81,40); Finished part at stock#3
N380 G230()
N390 G52.1(X-300, Y-200, Z-460)
                                ; Swiveling on side 3, 1. Clamping
N400 G230 (TNR3, OB2, RS "Y", A1 -90, AY40, AX80, AZ110, OM3)
N410 G4 F2
N420 STOCK("BLOCK",60,82,41,,81,40) ; Raw part at stock#4
N430 STOCKIMP(P final.stl, TGT2)      ; Finished part at stock#4
N440 G230()
N450 G52.1(X-300, Y-200, Z-460)
                                ; Swiveling on side 3, 2. Clamping
N460 G230 (TNR3, OB2, RS "Y", A1 -90, AY40, AX160, AZ110, OM3)
N470 STOCKIMP(P final.stl, TGT2)      ; Raw part at stock#5
N480 STOCK("BLOCK",60,82,41,,81,40) ; Finished part at stock#5
N490 G230()
N500 G52.1(X-300, Y-200, Z-460)
                                ; Swiveling on side 4, 1. Clamping
N510 G230 (TNR3, OB2, RS "XZ", A1 -90, A2 270, AY40, AX80, AZ110, OM3)
N520 G4 F2
N530 STOCK("BLOCK",60,82,41,,81,40) ; Raw part at stock#6
N540 STOCKIMP(P final.stl, TGT2)      ; Finished part at stock#6
N550 G230()
N560 G52.1(X-300, Y-200, Z-460)
                                ; Swiveling on side 4, 2. Clamping
N570 G230 (TNR3, OB2, RS "XZ", A1 -90, A2 270, AY40, AX160, AZ110, OM3)
N580 STOCKIMP(P KKB final.stl, TGT2); Raw part at stock#7
N590 STOCK("BLOCK",60,82,41,,81,40) ; Finished part at #7
N600 G4 F2
N610 G0 A0 C0 G230()              ; Initial position

```

Jedes hinzugefügtes Werkstück an N250 erzeugt eine neue temporäre Werkstückaufnahme. Beim Import der Fertigteilgeometrie wird erkannt, dass dieses Geometrieziel bei der zuletzt angelegten Aufnahme leer ist und auf diese angewendet wird. Rohteil- und Fertigteildefinition sind bei diesem Beispiel vertauschbar.

7.12 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. 7-13: 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. 7-22: Aufruf Parameter

Beschreibung

- D Durchmesser**
Bestimmt den Bohrdurchmesser.
- A Spitzenwinkel**
Definiert den Kegelwinkel an der Werkzeugspitze.
- H Länge**
Legt die Länge des Schneidentails 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 Zyklusauf Ruf 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 Zyklusauf Ruf ohne Parameter erhalten. (TOOL oder TOOL ()).

Beispiel Für einen Spiralbohrer Durchmesser 10 mm ist eine Werkzeugbeschreibung einzusetzen.

Programm:

```
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
```

7.13 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

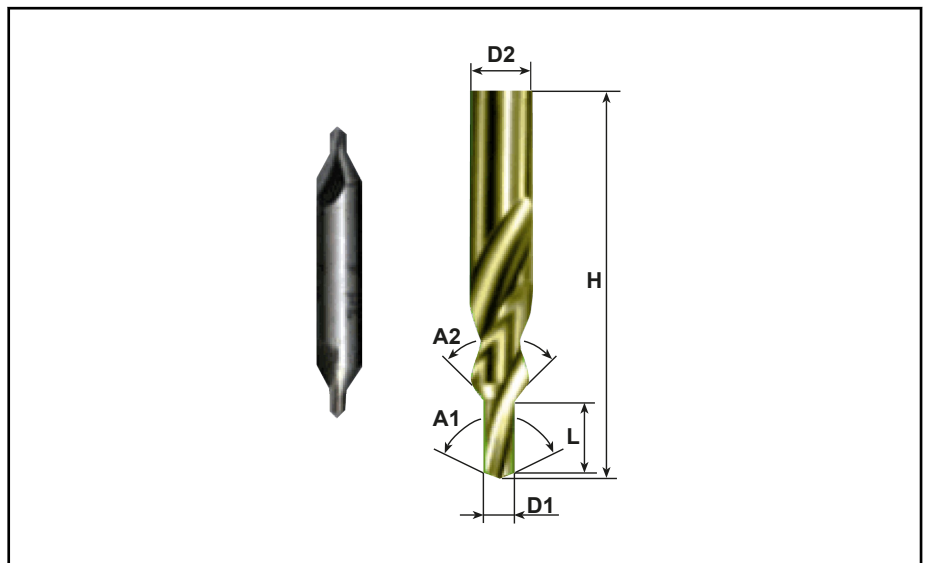


Abb. 7-14: Werkzeugbeschreibung TOOL/CDRILL Stufenbohrer, Zentrierbohrer

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. 7-23: 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 Zyklusaufbau 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 Zyklusaufbau 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 üblicherweise 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

```

7.14 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

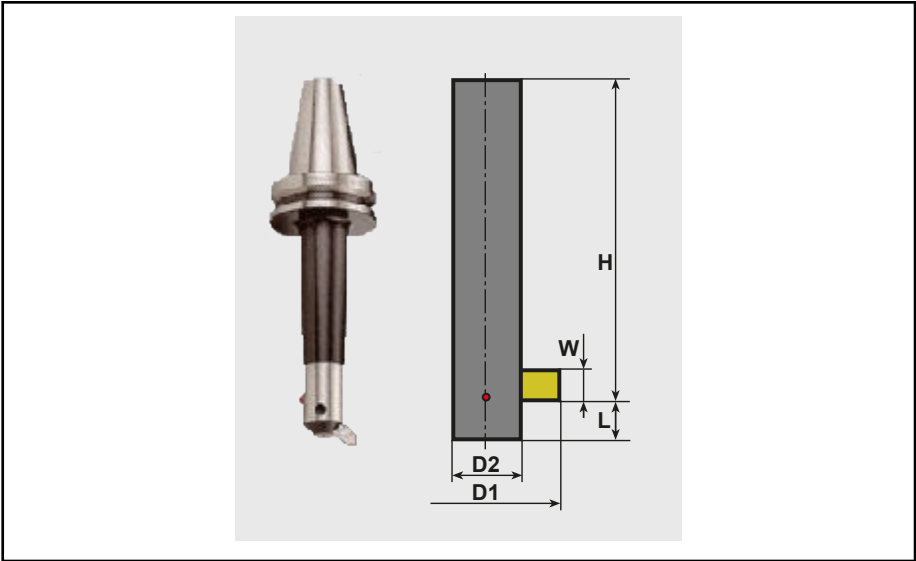
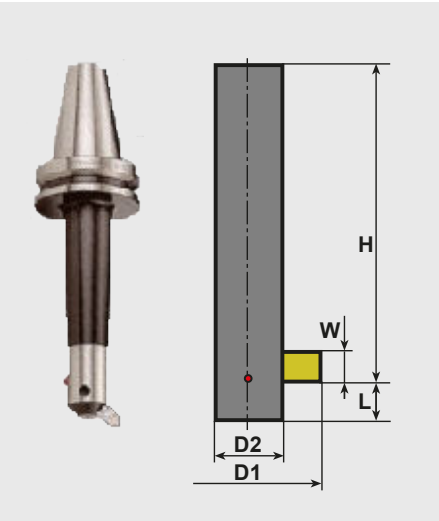
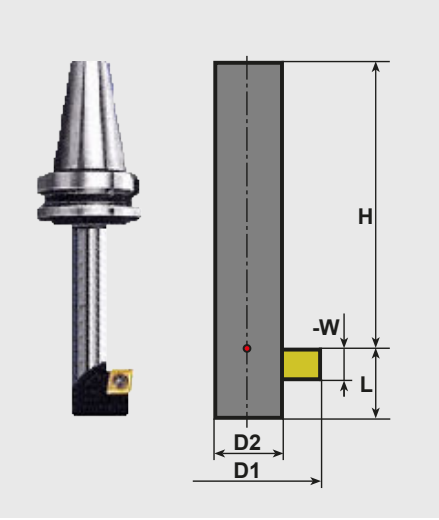


Abb. 7-15: Werkzeugbeschreibung TOOL/BBAR Bohrstange

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. 7-24: Aufruf Parameter

W	Wirkung
>0	Bohrstange 
<0	Rückwärtssenkler 

Roter Punkt Lage des Werkzeugnullpunktes

Tab. 7-25: 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 Rückwärtssenkler handelt.

D2 Schaftdurchmesser

Bestimmt den Durchmesser des Schaftes.

H Schaftlänge

Legt die Nutzlänge des Werkzeugs fest.

L Verlustlänge

Definiert einen vorstehenden Zapfen.

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).

Programm:

```

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

```

7.15 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: • Schaftfräser, Bohrnutfräser, • Walzen- und Walzenstirnfräser, • Schwalbenschwanzfräser, • Winkelfräser (mit definiertem kleinen Durchmesser), • Scheibenfräser und Kreissägeblätter, • T-Nutfräser, • Gesenkfräser, • Kugel- und Kugelkopffräser,

- Kopier- und Eckfräskopf.

Übersichtsbild

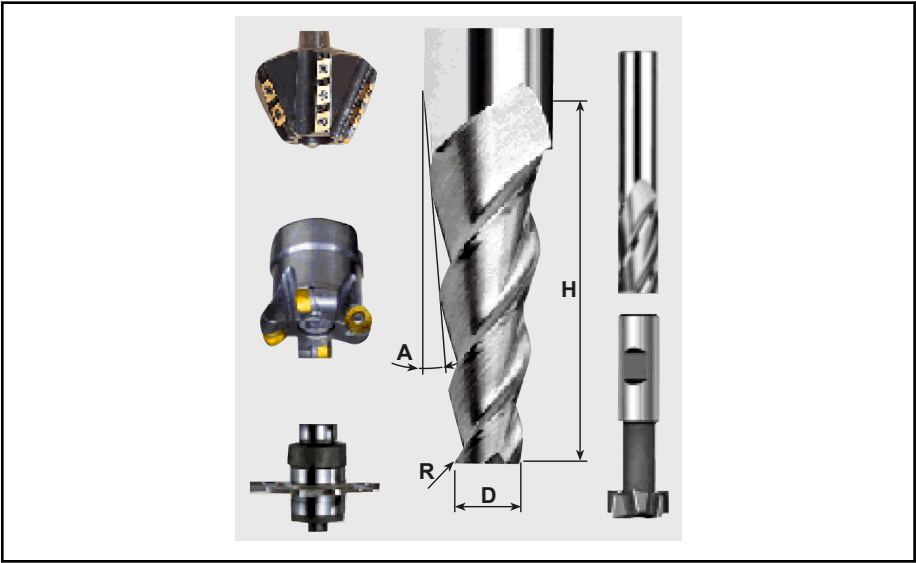


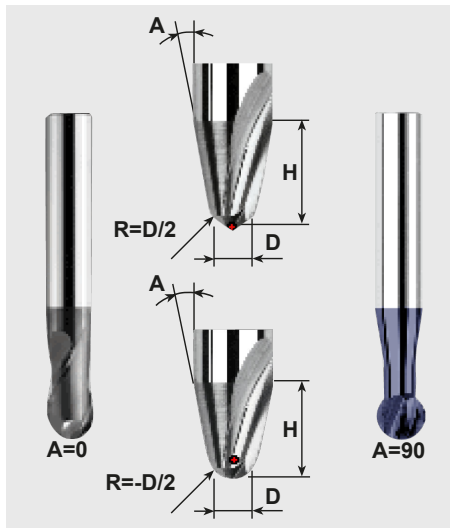
Abb. 7-16: Werkzeugbeschreibung TOOL/MILL zylindrischer oder Kegelfräser mit optionalem Eckenradius

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<=90	0

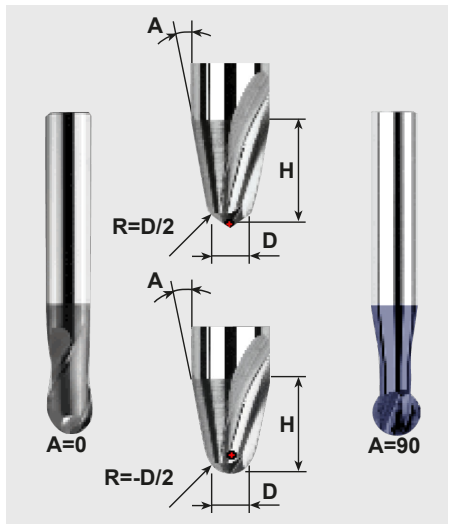
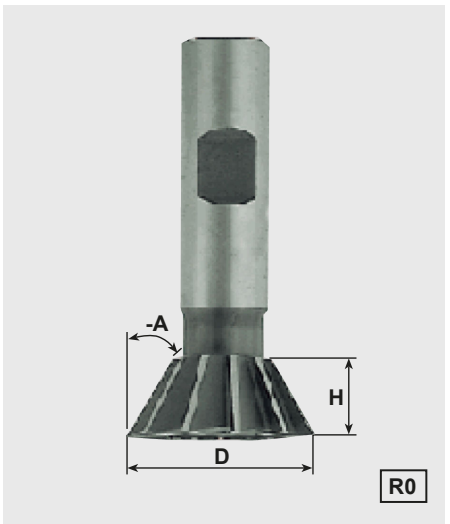
Tab. 7-26: Aufruf Parameter

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

R	Wirkung
-D/2	Kugelfräser an Kugelmittle genullt
	

Roter Punkt Lage des Werkzeugnullpunktes

Tab. 7-27: Bedeutung des Parameters R

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

Tab. 7-28: Bedeutung des Parameters A

Beschreibung

D Durchmesser

Bestimmt den Durchmesser an der Stirn.

R Kugel-/Eckenradius

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

H Länge

Bestimmt die Länge der Schneide.

A Kegelwinkel

Definiert den Kegelwinkel bzw. legt fest, ob es sich um einen Kugelpkopfräser 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 Werkzeugspitze oder an der Kugelmittle.

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.

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 Nutzlänge 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

```

7.16 TOOL/CHAMFER Gravierfräser, Fassenfräser, 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.

Übersichtsbild

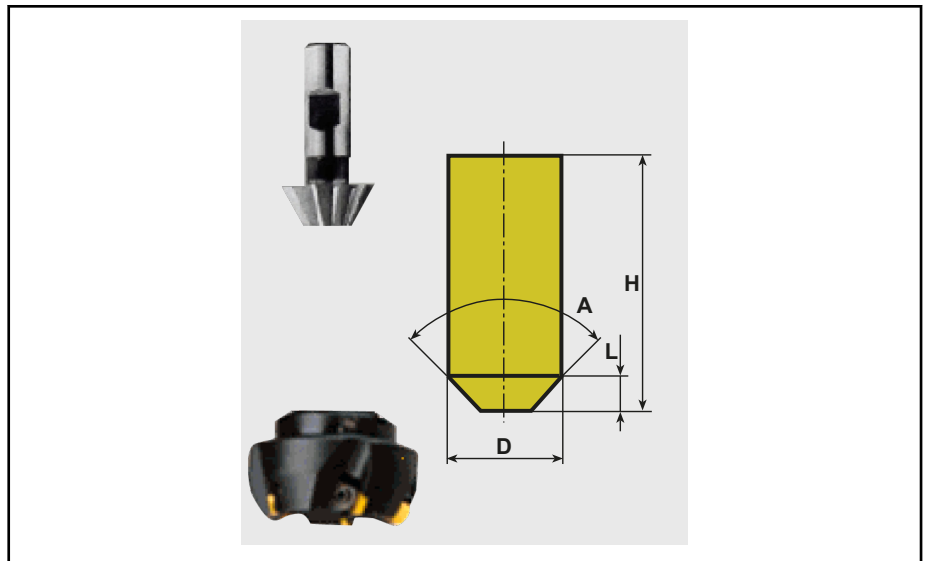
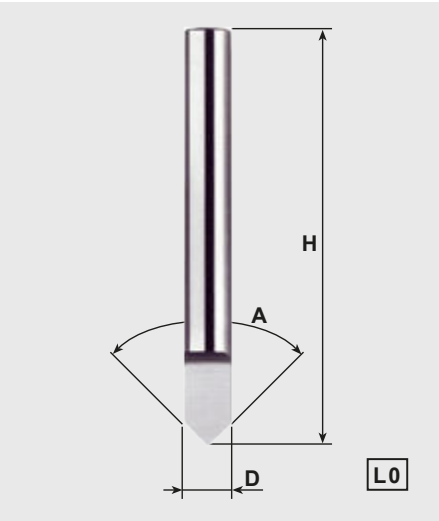
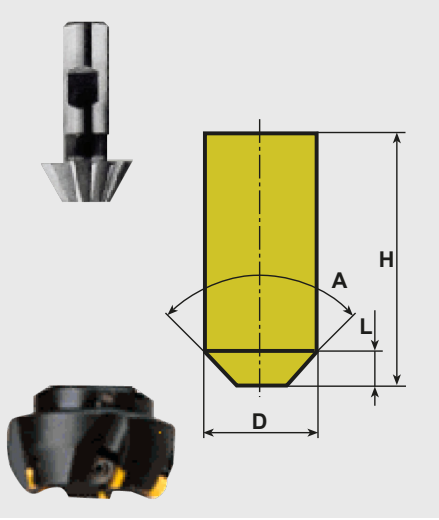


Abb. 7-17: Werkzeugbeschreibung TOOL/CHAMFER Fräser mit Fase

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. 7-29: Aufruf Parameter

L	Wirkung
0	Spitzes Werkzeug 
>0	Werkzeug mit Fase 

Tab. 7-30: 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.

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

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 Fräseradius 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
                                ; Approaching and milling
N40 G0 X100 Y0                ; Leaving and spindle stop
N50 G80 Z200 M5
N60 TOOL                      ; Deactivate tool description
```

7.17 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

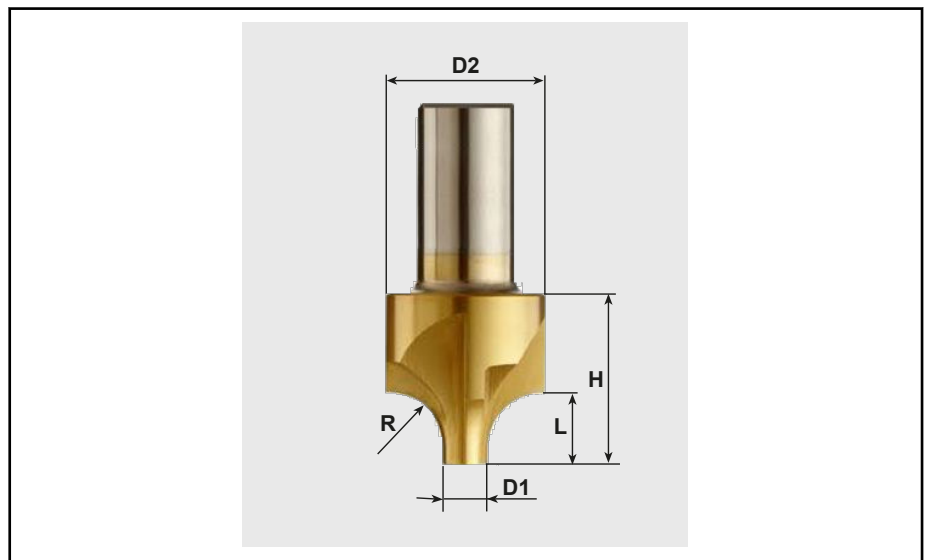


Abb. 7-18: Werkzeugbeschreibung TOOL/CRMILL Viertelrund-Profilfräser

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. 7-31: 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-Profils 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 Zyklusaufufruf 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 Zyklusaufufruf 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

```

```

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

```

7.18 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

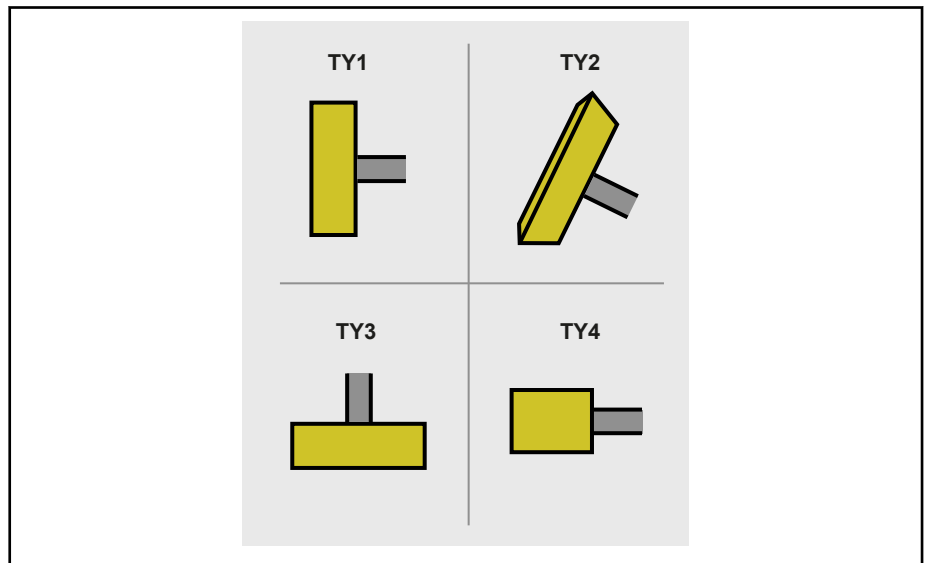
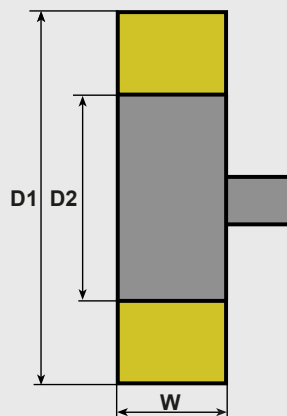
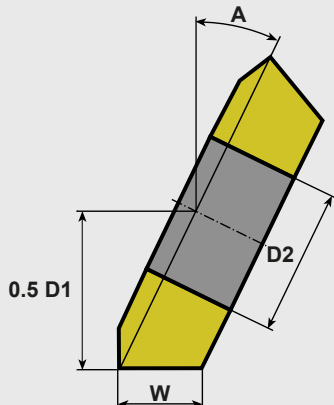


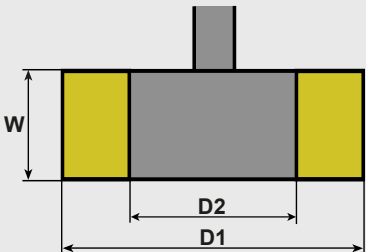
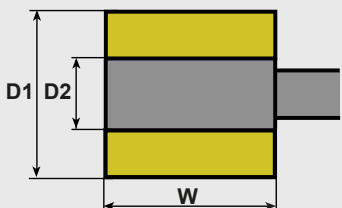
Abb. 7-19: Werkzeugbeschreibung TOOL/GRIND Schleifscheibe

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 Längenkorrekturwert in Z bzw. X
D2	Innendurchmesser Belag	optional	>0	voller Schleifkörper
W	Scheibenbreite	Pflicht	>0	
A	Schrägungswinkel	Pflicht bei TY2	0<A<90	

Tab. 7-32: Aufruf Parameter, welche die Geometrie festlegen

TY	Wirkung
1	Gerade Scheibe  The diagram shows a vertical rectangular disc. It is divided into three horizontal sections: a yellow top section, a larger grey middle section, and a yellow bottom section. The total height is labeled D1, and the height of the grey section is labeled D2. The width is labeled W. A small grey rectangular protrusion extends from the right side of the grey section.
2	Schräge Scheibe  The diagram shows a rectangular disc tilted at an angle A. It is divided into three horizontal sections: a yellow top section, a grey middle section, and a yellow bottom section. The height of the grey section is labeled D2. The height of the bottom yellow section is labeled 0.5 D1. The width is labeled W. The angle A is indicated between the top edge and a horizontal line.

TY	Wirkung
3	Planscheibe 
4	Innenscheibe 

Tab. 7-33: 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.

W Scheibenbreite

Definiert die Breite der Scheibe.

A Schrägungswinkel

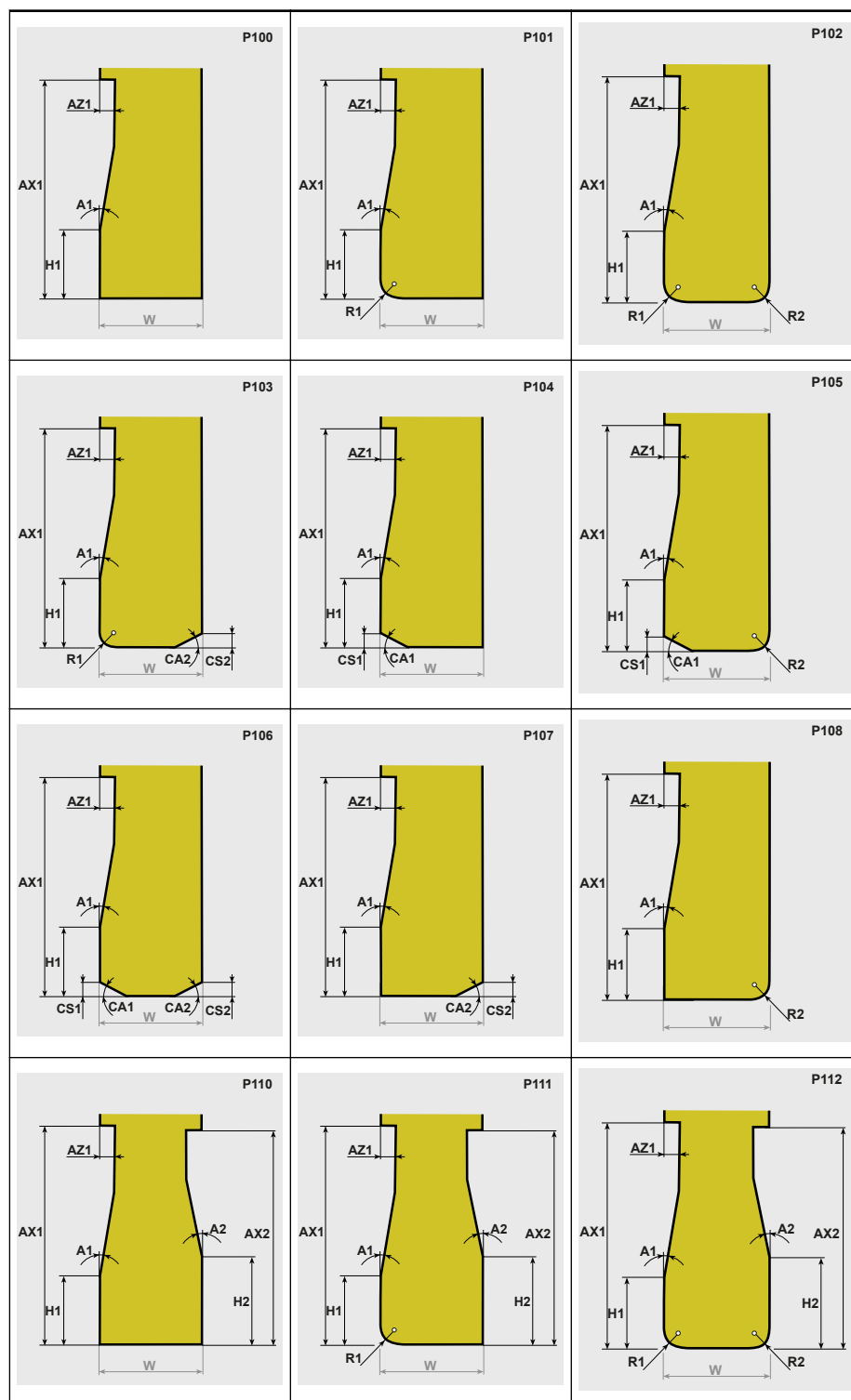
Bestimmt die Schrägstellung einer schrägen Scheibe.

Scheibenformen für gerade Scheiben TY1 Teil 1

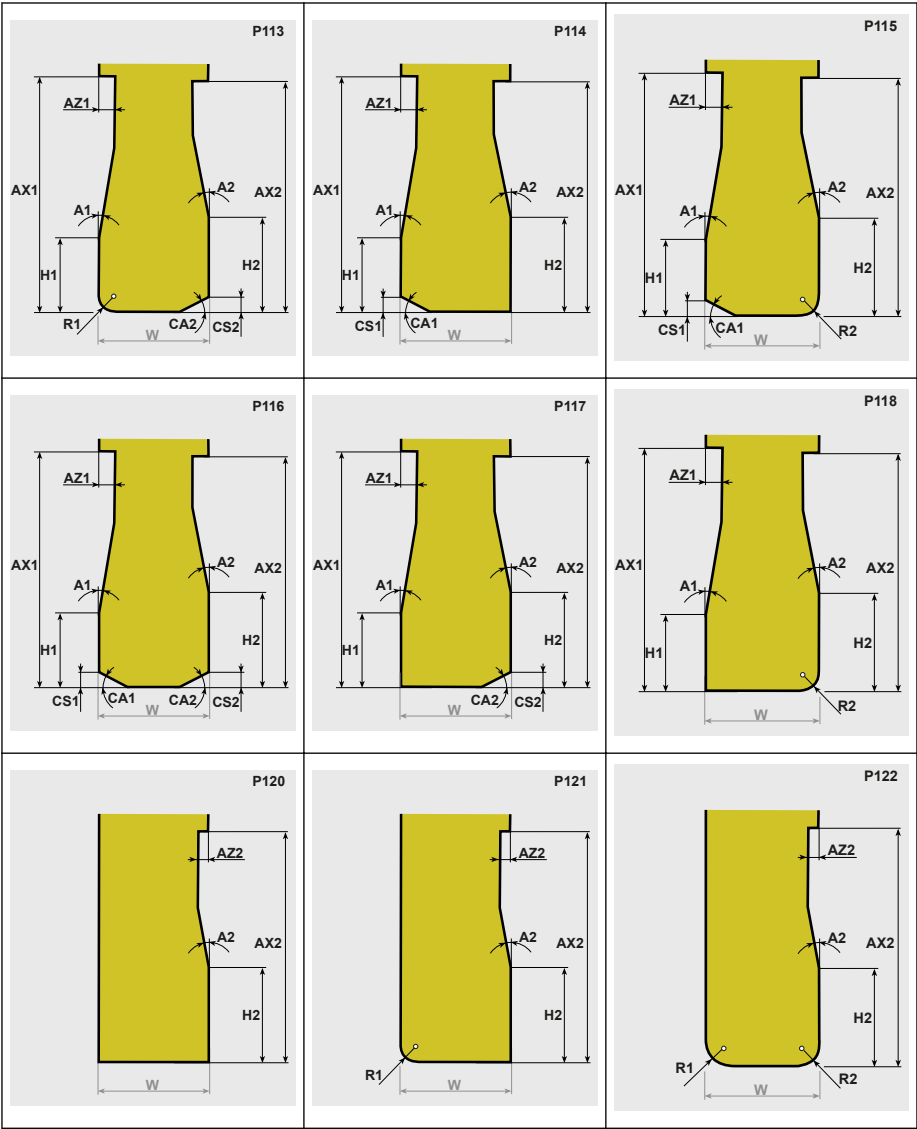


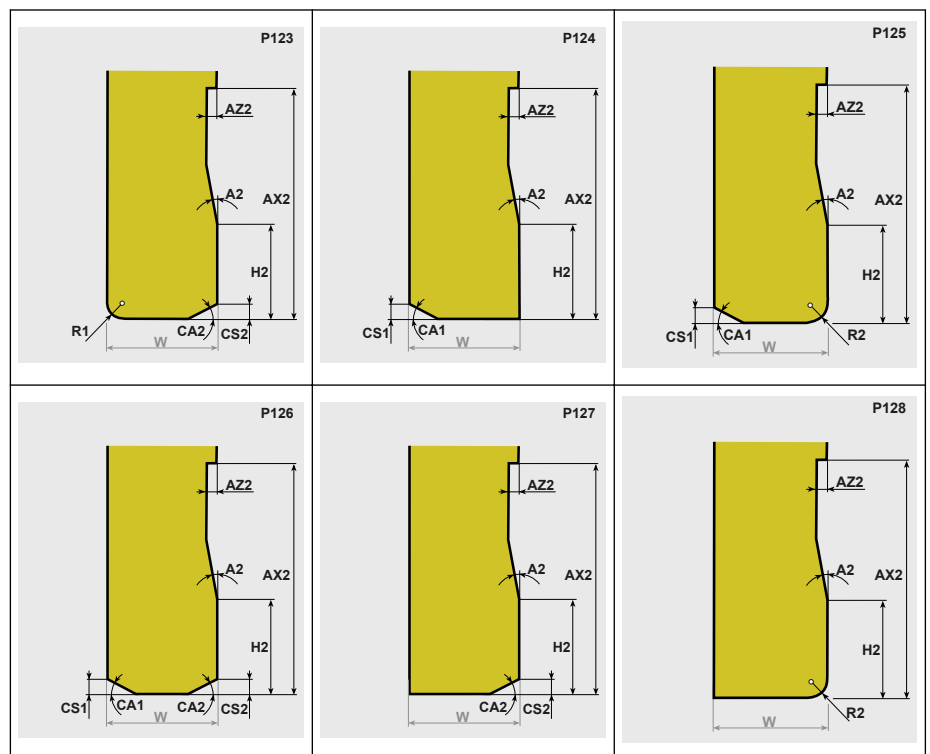
Tab. 7-34: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 1 bis 25

Scheibenformen für gerade Scheiben TY1 Teil 2

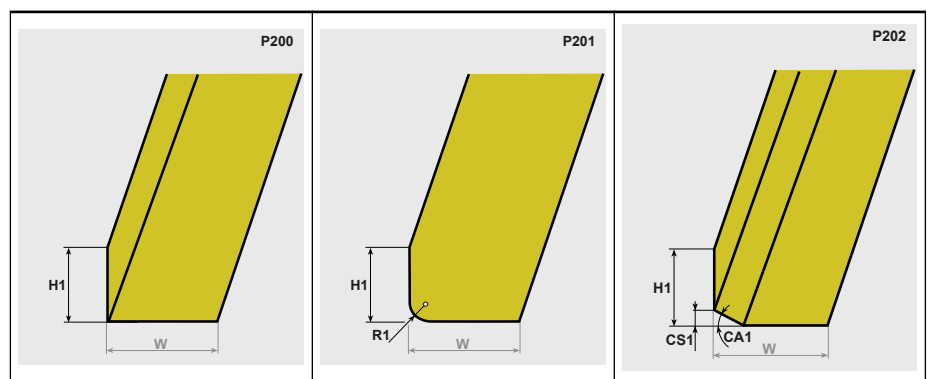


Programmanweisungen zur Simulation

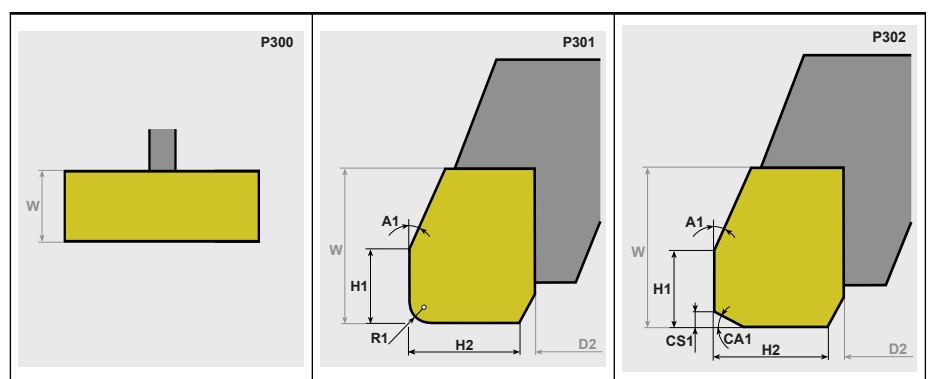




Tab. 7-35: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 100 bis 128

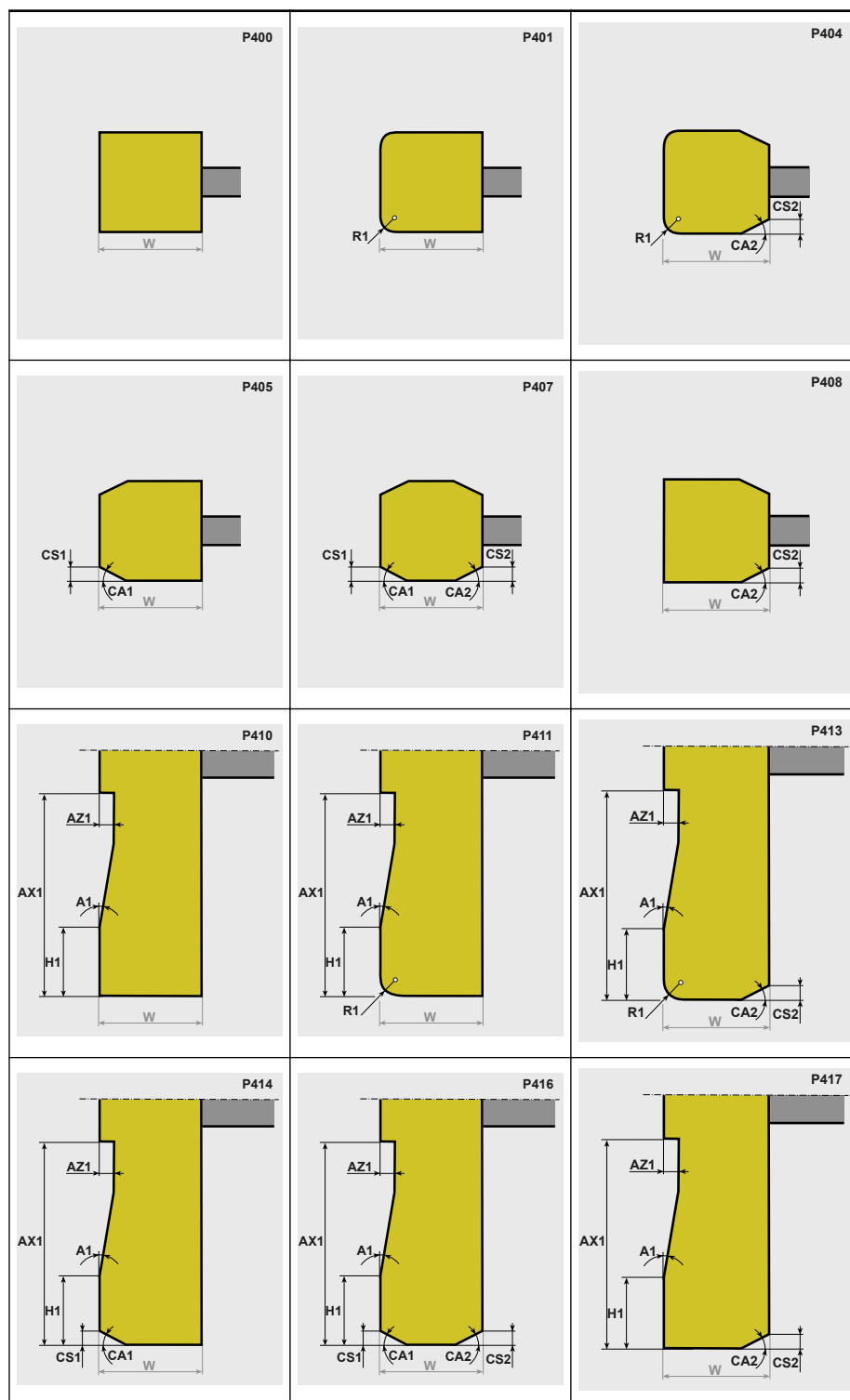
Scheibenformen für schräge Scheiben TY2

Tab. 7-36: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 200 bis 202

Scheibenformen für Planscheiben TY3

Tab. 7-37: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 300 bis 302

Scheibenformen für Innenscheiben TY4



Tab. 7-38: Scheibenformen für Profil-Nummer P von 400 bis 417

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. 7-39: 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 Profilbreite in Z an der Stirn einer Planscheibe.

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. 7-40: 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 Zyklusaufbau erfolgt.

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

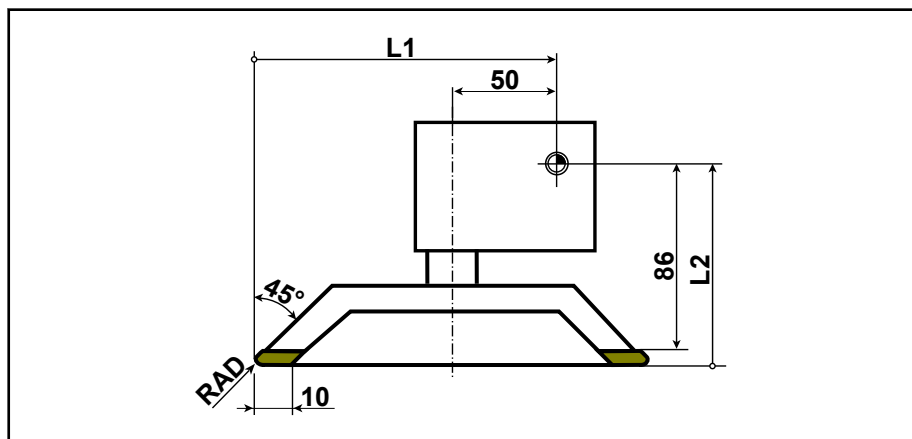


Abb. 7-20: Beispiel Werkzeugbeschreibung für eine Topfscheibe

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
```


8 Konfiguration

8.1 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. 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.
------------------	---



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 (Custom Programming Language, siehe Dokumentation "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

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	/
Divisionsrest (Modulo-Operation)	%
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. 8-1: Liste der Operatoren



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

Funktionen

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>)

Funktionen	Anweisungscode
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. 8-2: Liste der Funktionen

Kommentar

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

Tab. 8-3: Liste der Kommentaranweisungen

8.2 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 128](#) 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 einen 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



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 Anzugmutter 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 bestimmten Werkzeug tatsächlich berücksichtigt werden, ist abhängig vom Werkzeugtyp.

Besonderheiten beim Zusammenfügen der Bestandteile**Generic Revolved Tool (GRT) für 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.

Die importierten Meshes für die Schneide dürfen beliebige Formen aufweisen (z.B. die einzelnen Schneidplatten eines Igelschaftfräasers). Die im simulierten Werkzeug verwendete Schneidengeometrie wird aus dem Hüllkörper des rotierenden Meshes errechnet. Das Werkzeug wird also immer rotierend dargestellt.

Bei rotationssymmetrischen Werkzeugen werden die Meshes von **Futter** und **Halter** ebenfalls turmartig übereinander gestapelt. Dabei wird überprüft, ob die Werkzeuglänge ausreicht um Futter bzw. Halter darzustellen.

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

Generic Tool (GT) für Schleif-, Dreh- und Sonderwerkzeuge:

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

Generic Extruded Tool (GET) für Stanzwerkzeuge:

Bei Stanz- und Umformwerkzeugen können nur Schneide und Halter vorgegeben werden, die je nach Funktion (Ober-/Untergesenk) turmartig übereinander gestapelt werden. Die generische Erzeugung der Schneidengeometrie basiert auf der Verschiebung einer ebenen Kontur längt der dazu senkrechten Höhe, dem Extrudieren.

Werkzeugbestandteile nach Werkzeugtypen

Bezeichnung Typ/Gruppe	Typnummer (1)/Typ in Werkzeugbeschreibung (2)	Schneide CUTT\$	Shaft SHAFT\$	Futter ARBOR\$	Halter HOLDER\$
Standardwerkzeug	0	Bei Import oder generischer Erzeugung aus einer Kontur Interpretation des Meshes für GT. Generisch aus Technologie- und Schneidendaten für GRT	Import oder generisch	Import, oder generisch aus Parametern in ARBOR\$	Import oder generisch
Bohrwerkzeuge	1000..1016	Import, rotierte Kontur oder generisch aus Technologie- und Schneidendaten	Import, rotierte Kontur oder generisch	Import, rotierte Kontur oder generisch aus Parametern in ARBOR\$	Import oder generisch
Fräswerkzeuge	2000..2017	Wird immer angelegt GRT	Wird nur bei ausreichender Länge und bei einer generisch aus Technologiedaten erzeugten Schneide angelegt	Wird nur bei ausreichender Länge angelegt	Wird nicht automatisch und nur bei ausreichender Länge angelegt

Konfiguration

Bezeichnung Typ/ Gruppe	Typnummer (1)/ Typ in Werk- zeugbeschrei- bung (2)	Schneide CUTT\$	Shaft SHAFT\$	Futter ARBOR\$	Halter HOLDER\$
Drehwerkzeuge	3000..3027	Nicht implementiert GT	--	--	--
Messtaster	5001..5003	Kugeln (rubin) Import oder gene- risch aus den Schneidendaten GT	Stiel Import oder gene- risch aus den Schneidendaten	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	Import GT	Import	Import	Import
Strahlschneidwerk- zeug	6001	Nur generisch aus Technologie- und Schneidendaten GRT	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 GRT	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 GET	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Import oder gene- risch

Bezeichnung Typ/ Gruppe	Typnummer (1)/ Typ in Werk- zeugbeschrei- bung (2)	Schneide CUTT\$	Shaft SHAFT\$	Futter ARBOR\$	Halter HOLDER\$
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"	GRT		Wird nur bei aus- reichender Länge angelegt	Wird nicht automa- tisch generiert und nur bei ausreichen- der Länge angelegt
Schleifwerkzeuge	"GRIND"	Nur generisch aus den Parametern der Werkzeugbe- schreibung und der Werkzeugkorrektur GT	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. 8-4: Werkzeugbestandteile im Abhängigkeit vom Werkzeugtyp

Syntax von CUTT\$, SHAFT\$, AR-
BOR\$ 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:**

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:

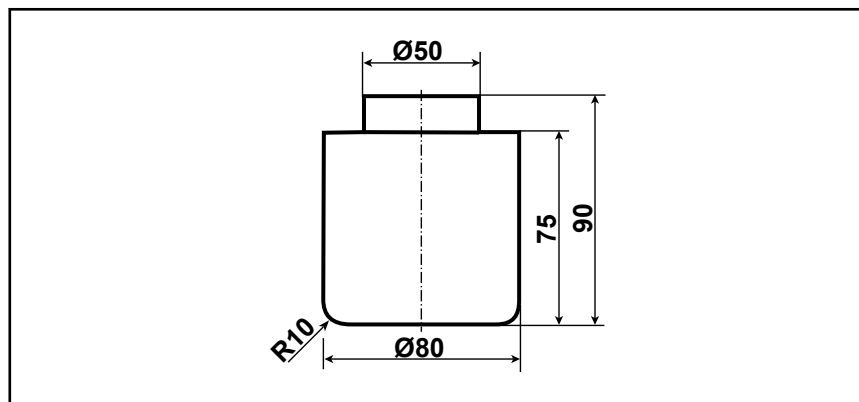


Abb. 8-1: Beispiel: Gehäuse eines Messtasters

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 Wie-
derholende Koordinaten und Start 0 weggelassen.

• 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 Parameter 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.

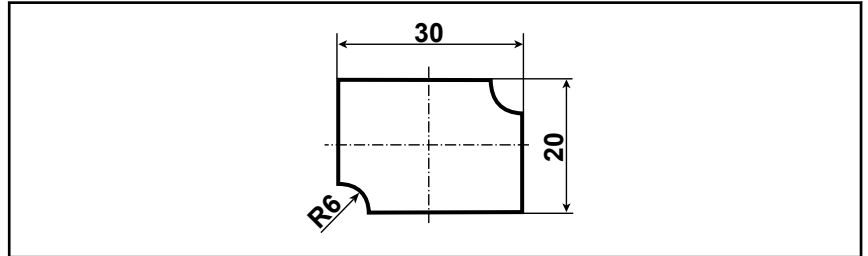


Abb. 8-2: Beispiel: Stanzwerkzeug

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. Alternativ könnte das Untergesenk durch Extrudieren zweier Konturen aus zwei Hälften entstehen. Die Konturen sind durch Komma voneinander zu trennen.

- **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:

- 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)

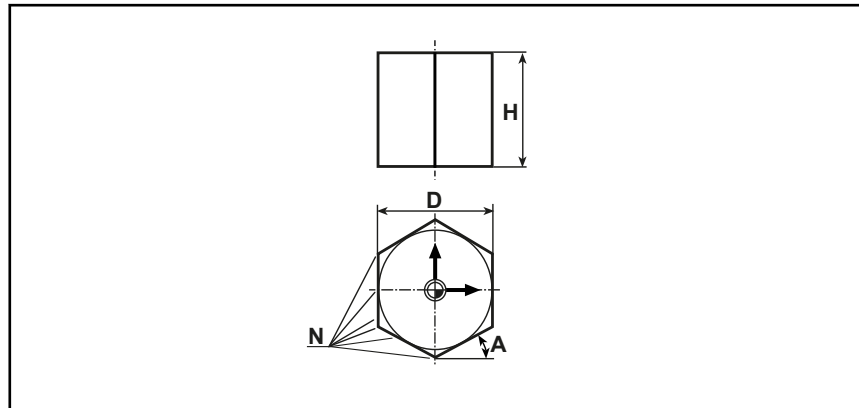


Abb. 8-3: Parameter eines generisch zu erzeugenden Mehrkants

Beispiel:

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

- **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:

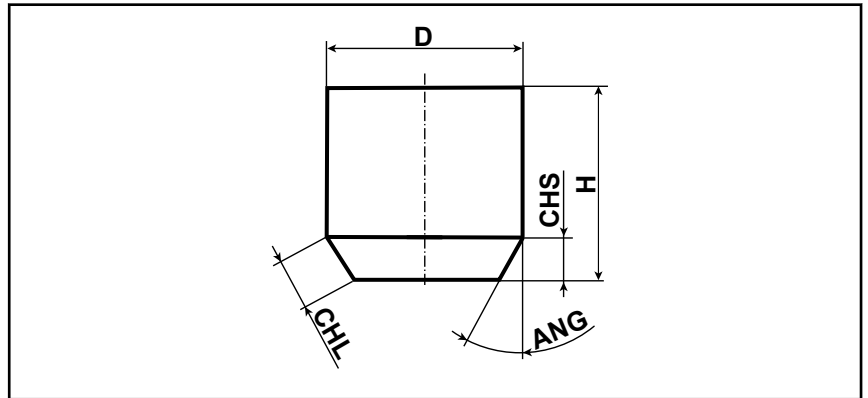


Abb. 8-4: Parameter für ein zylindrisches Futter

- Gesamtlänge **H**: Der Standardwert richtet sich nach den Längen der übrigen Werkzeugbestandteile
- Durchmesser **D**: Der Standardwert ist in der Regel größer als der Schulterdurchmesser (Schaft) und etwas kleiner als der Durchmesser des Halters
- Fasenwinkel **ANG**: Standardwert 45°
- Fasenlänge **CHL** oder alternativ Fasenabschnitt **CHS**: Die Fasengröße 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$="CHL0"`

Beispiel 3:

Es soll keine Futtergeometrie erzeugt werden

`ARBOR$=""`

Werkzeuglängenkorrektur und Orientierung, Lage der Nullpunkte der Meshes bei Generic Revolved Tools

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 einspindigen 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 Winkelkopf). 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 von Generic Revolved Tools angepasst und erweitert werden kann.

Beispiel:

Prismenfräser

Es ist die Generierung der Werkzeuggrafik für einen Prismenfräser (engl. double angle cutter) komplett zu implementieren. Die Implementation ist als Erweiterung des Werkzeugtyps "Winkelfräser" zu realisieren und soll davon abhängig sein, ob der Ident mit der Zeichenkette "DblAng" beginnt. Der Fräsdorn soll einen variablen Durchmesser bekommen, der 80% des Durchmessers der Fräserstirn beträgt, jedoch nicht größer als 50 mm. An der Unterseite befindet sich eine Anzugsmutter (Zapfen), die 12 mm hoch sein soll.

Für alle Werkzeuge ist eine Haltergeometrie analog HSK 63 zu vereinbaren.

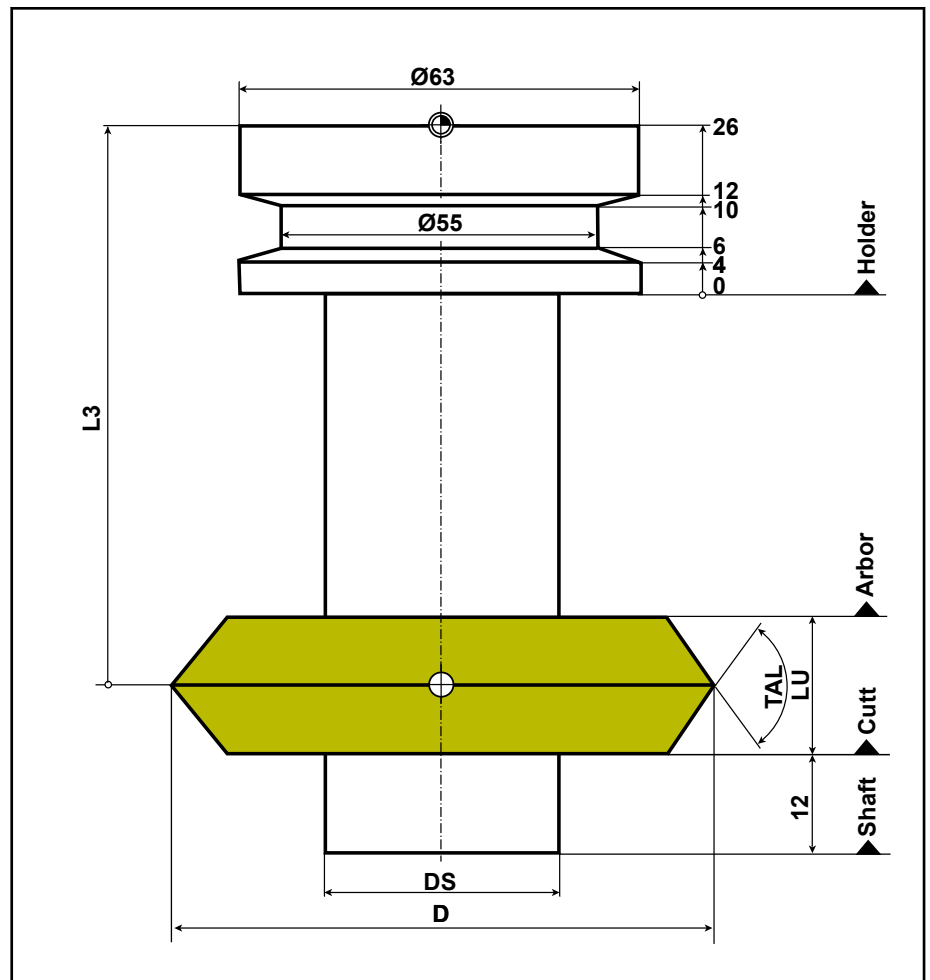


Abb. 8-5: Prismenfräser mit Halter HSK 63 (angenäherte Geometrie)



Weil der Zapfen unterhalb des Schneideteils zu platzieren ist, wird die Kontur mit negativen Längskoordinaten entwickelt.

Der Halterkonus wird weggelassen, weil er innerhalb des Spindelstocks unsichtbar bleibt. Falls Sie ihn dennoch modellieren möchten, dann muss die Längenkoordinate Null der Halterkontur am Nullpunkt der Werkzeugaufnahme liegen.

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 Werkzeugtyps "allgemeines Werkzeug" zu realisieren und davon abhängig sein, ob der Ident der Zeichenkette "FormCounterSink 12x6" entspricht.

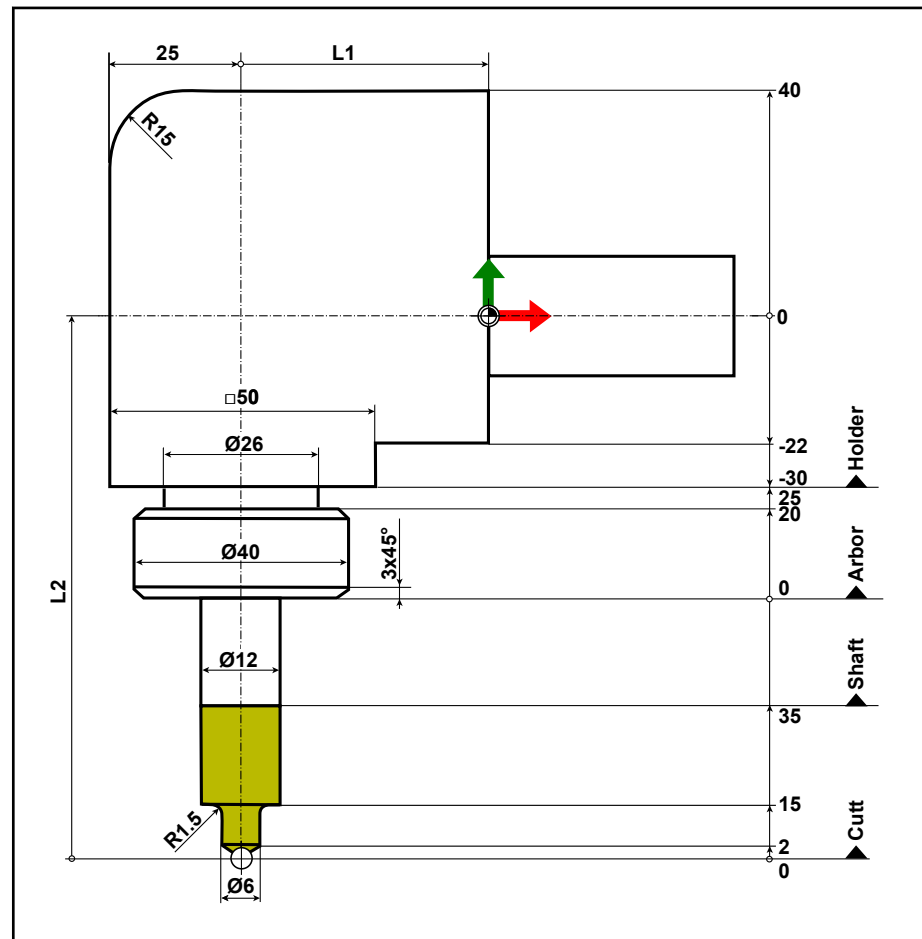


Abb. 8-6: Form-Senker 12x6 mit radialem Winkelkopf



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, wofür ORI1 schreiben ist.

Programm:

```
TNAME$=DBT1.Hd.SKQ : REM Get ident from tool dataset
IF (TNAME$<&lt;&gt;"") AND (ORIPLANE$="G19") AND (EDREF&gt;0) THEN
    ; Tool not empty and radially oriented.
    L_1=DBT1.UD.Ed[EDREF%].Geo.L1 : REM Get length correction L1
    L_2=DBT1.UD.Ed[EDREF%].Geo.L2 : REM Get length correction L2
    ; Validation for angle head incl. collet chucks
    IF (L_1&gt;50) AND (L_2&gt;55) THEN
        ; Contours for angle head and collet chucks
        HOLDER$="EXT,0,-22,,40,"+STR$(-L_1-10)+",,CCW15,"+STR$(-L_1-25)
        HOLDER$=HOLDER$+",25,,30,"+STR$(-L_1+25)+",,,-22,Y-25,TH50,ORI1"
        ARBOR$="REV,34,,40,3,,17,34,20,26,,25"
        IF (TY%=0) AND (TNAME$="FormCounterSink 12x6") THEN
            ; Branching for form countersink
            SHAFTLEN=L_2-30-25-35 : REM remaining shaft length
            IF SHAFTLEN&gt;=0 THEN : REM shaft length sufficient?
                ; Contours for shaft and cutting edge
                SHAFT$="REV,12,,,"+STR$(L_2-35)
                CUTT$="REV,,,6,2,,13.5,CW1.5,9,15,12,,35"
            ENDIF
        ENDIF
    ENDIF
ENDIF
ENDIF
```

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

8.3.1 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 <General> **Optimierung** (--> Konfiguration)

Enthält Einstellungen, um die Simulation vollständig aus dem IndraWorks Operation zu entfernen, für Kompatibilität und für Tests, Fehleranalyse und Aufzeichnungen zur Fehlerreproduktion.

- 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.

- 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 Farbzusordnung 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)
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>
  <General>
    <!--*****-->
    <!--***** General *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </General>
  <Optimizing>
    <!--*****-->
    <!--***** Optimizing *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </Optimizing>
  <Machine>
    <!--*****-->
    <!--***** Machine *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
    -->
  </Machine>
  <View>
    <!--*****-->
    <!--***** View Settings *****-->
    <!--*****-->
    <!--
    ...
  </View>

```

```

-->
</View>
<Colors>
<!--*****-->
<!--***** Colors *****-->
<!--*****-->
<!--
...
-->
</Colors>
<Punching>
<!--*****-->
<!--***** Punching *****-->
<!--*****-->
<!--
...
-->
</Punching>
<AdditiveManufacturing>
<!--*****-->
<!--***** Additive Manufacturing *****-->
<!--*****-->
<!--
...
-->
</AdditiveManufacturing>
<iWindow>
<!--*****-->
<!--***** Camera View Settings (iWindow) *****-->
<!--*****-->
<!--
...
-->
</iWindow>
</SimulationOptions>

```

8.3.2 Konfiguration der NC-Simulation

Allgemein

Verfügbarkeit der Simulation

Tag <IsSimulationAvailable>:

Die **Verfügbarkeit der Simulation** ermöglicht die vollständige Entfernung der Simulation aus dem IndraWorks Projekt.

Wertebereich:

- True (Standard)

Die Simulation wird als Control im IndraWorks Operation sichtbar und ist funktionsfähig.

- False

Die Simulation ist im IndraWorks Operation nicht sichtbar bzw. in Drittanwendungen ohne Inhalt. Von der Simulation abhängige Controls wie Werkstückvorschau und Werkzeuganzeige stehen nicht zur Verfügung

Kompatibilitätseinstellung für Offsets

Tag <OffsetCompatibility>:

Bis einschließlich der Version 14V22 wurden Geometrien für Werkstücke, Spannmittel und Zeichnungen direkt im Koordinatensystem der Werkstückaufnahme angeordnet unabhängig davon, ob dieses zum Zeitpunkt deckungsgleich mit dem Werkstückkoordinatensystem ist. Ab Version 15V02 wird eine Transformation zwischen Werkstückaufnahme und der Werkstückgeometrien eingefügt, die die Deckungsgleichheit von Werkstückkoordinatensystem und dem Koordinatensystem garantiert, in welchem die Geometrie eingebettet wird. Die neue Funktionalität erfordert ein Maschinenmodell ohne Transformationsknoten innerhalb der Kinematikette und macht somit u.U. Änderungen im Maschinenmodell erforderlich. Die **Kompatibilitätseinstellung für Offsets** erlaubt die Rückkehr zur hergebrachten Definition von Werkstückgeometrien. Die Definition von Werkstückgeometrien nach altem Muster er-

folgt noch unabhängig von der Kompatibilitätseinstellung bei G53 in Kombination mit G153.

Wertebereich:

- `False` (Standard)
Das Koordinatensystem für die Definition der Werkstückgeometrie wird mit dem aktuellen Werkstückkoordinatensystem durch eine Transformation zur Deckung gebracht.
- `True`
Die neue Werkstückgeometrie wird direkt im Koordinatensystem an der Werkstückaufnahme platziert.

Kompatibilitätseinstellung für STL-Dateien

Tag `<StlFileCompatibility>`:

Ab Version 15V02 werden STL-Dateien, deren Namen (Extension ausgenommen) mit dem Hauptprogramm übereinstimmt, bei der Programmanwahl automatisch als Fertigteilgeometrie an der ersten Werkstückaufnahme des Maschinenmodells akzeptiert. Dies bedeutet eine Einschränkung bei der Benennung von STL-Dateien. Mit der **Kompatibilitätseinstellung für STL-Dateien** kann der Automatismus abgestellt werden.

Wertebereich:

- `True` (Standard)
Kein automatisches Importieren von Fertigteilgeometrien aus STL-Dateien.
- `False`
Mit dem Hauptprogrammnamen übereinstimmende STL-Dateinamen werden automatisch als Fertigteilgeometrie geladen.

OPC UA Echtzeit Item

Tag `<NC.DataRT>`:

Bestimmt, ob das neuere OPC UA Item mit mehr Informationen für die Datenübermittlung vom NC-Kern zur Simulation verwendet werden soll.

Wertebereich: `True` - ja (Standard), `False` - nein



Die Einstellung ist nur für Testzwecke vorgesehen und bei Standardwert nicht in der Datei enthalten.

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 und DXF auch binäre Dateien importiert bzw. exportiert werden
- Im Export-Dialog können Dumps des Maschinenmodells durchgeführt werden
- STL-Modelle der Werkzeuge

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

Maschine

Hauptbearbeitungsverfahren

Tag `<MachiningType>`:

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 Geometrielementen 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, so wie es der Virtual Machine Builder erzeugt. 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 einem Backslash oder Slash hinzufügen.

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

Der Verweis auf ein Maschinenmodell und der Speicherort des Modells werden versionsspezifisch gehandhabt.

- MTX Version 15V06 und älter:
Das Maschinenmodell ist einem separaten Ordner unterhalb des Installationsverzeichnis "IndraWorks\Simulation\MW Models" bereitzustellen. Im Tag `MachineModel` ist zwingend der Name dieses Ordners einzutragen, ggf. ergänzt um den Namen des XML-Files.
- MTX Version 15V08 und nachfolgende:
Ab der genannten Version können Maschinenmodelle direkt in das IndraWorks-Projekt integriert werden. Nach Rechtsklick auf den Knoten eines Maschinenmodells (Projektbaum im IndraWorks Engineering) kann über die Menüfunktion "Übertragen..." dieses Maschinenmodell in die Bedienstation geladen werden. Mit dem Laden wird bereits ein konkretes Maschinenmodell für die Simulation ausgewählt. Wenn der Tag

MachineModel leer ist, dann wird immer das zuletzt übertragene Maschinenmodell in der Simulation verwendet. Ist im Tag MachineModel ein Maschinenmodellname eingetragen, dann wird die Simulation dieses Maschinenmodell anzeigen, sofern es vor dem Start des IndraWorks Operation übertragen wurde. Falls die Übertragung dieses Modells nicht stattgefunden hat, wird im IndraWorks-Installationsordner gesucht und zuletzt auf ein Standard-Maschinenmodell zurückgegriffen. Der Tag MachineModel hat also nur eine Prüffunktion und muss nicht ausgefüllt werden.

Beispiel:

Das Maschinenmodell soll in der Datei "MachineCenter500\MachineCenter500.xml" definiert sein.

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

oder

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

Im Standard ist der Eintrag leer (Zeilenumbruch).



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

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 Kindel- elemente
		FALSE	Unsichtbar		
SUSPEND?	boolean	TRUE	Koordinate ignorieren	FALSE	Bestimmt, ob die Ko- ordinate in die simu- lierten Bewegungen einfließt
		FALSE	Koordinate verwen- den		
SD	Struktur				Eingangsvariable mit lesendem Zugriff
STOCK	Struktur			Aktuelle Rohteilda- ten	Eingangsvariable mit lesendem Zugriff auf die Rohteilabmessun- gen

Tab. 8-5: 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	FALSE	Werkstück vorhan- den	Gibt das Vorhandensein eines Werk- stücks zurück
		TRUE	Kein Werkstück	
DMIN	reell	>=0		Innendurchmesser eines zylindri- schen Rohteils, sonst 0
DMAX	reell	>=0		Außendurchmesser eines zylindri- schen 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

Konfiguration

Elementname	Typ	Wertebereich	Beschreibung
ZMIN	reell		Untere Begrenzung in Z
ZMAX	reell		Obere Begrenzung in Z

Tab. 8-6: 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].AreaType 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, 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:

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 Toolpath 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. 8-7: 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.



Für Spindelplätze (Pickup-Wechsler oder Handwechsel) dürfen im Programmteil "Query" keine Anweisungen definiert werden bzw. die Ausgangsvariable "QUERY\$" ist mit einem Leerstring zu belegen.

Die Syntax des Query-Strings ist in der Dokumentation "MTX 15VRS 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 Programmteils 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 <code>CustomData</code> des Werkzeugknotens	Eingangsvariable
SD	Struktur				Eingangsvariable mit lesendem Zugriff.

Tab. 8-8: Ein- und Ausgangsvariablen des Programmteils "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 (Zählweise mit 0 beginnend) 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;0
    </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 CustomData des Werkzeugknotens	Eingangsvariable

Konfiguration

Variablenname	Typ	Wertebereich	Vorbelegung	Beschreibung
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 Schneidenteils eines Stanzwerkzeuges (Gesenk) in mm
CUTTHEIGHT	reell	>=0	Drehwerkzeug: 2.38 Schleifwerkzeug: 20 (1) Stanzwerkzeug: nach Blechdicke sonst 0	Höhe des Schneidenteils 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		
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

Variablenname	Typ	Wertebereich		Vorbelegung	Beschreibung
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 am Werkzeugknoten NAME\$ simuliert werden soll (2)
		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) CUTHEIGHT beim Schleifwerkzeug: Länge der Ersatzdarstellung bei der Werkstücksimulation als Profilstange.

(2) SUSPEND? bei einer Maschine mit Werkzeugrevolver: Weisen Sie dieser Variablen FALSE zu, wenn die Platznummer in den aktuellen Werkzeugdaten (DBT1.Hd.K2) nicht mit dem Namen des Werkzeugknotens NAME\$ korreliert bzw. nicht mit der darin enthaltenen Platznummer übereinstimmt.

Tab. 8-9: 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

Konfiguration

Index (Typname)	Elementname	Typ	Wertebereich	Beschreibung
P2 (DRILL)	A	reell	$0 < A \leq 180$	Spitzenwinkel
P2 (CDRILL)	A1		$0 < A1 \leq 180$	
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	$0 < A2 \leq 180$	Senkwinkel
P5 (BBAR)	L		≥ 0	Verlustlänge
P6 (CDRILL)	H	reell	> 0	Gesamtlänge

Tab. 8-10: 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)				
P1 (CRMILL)	D1			kleiner Durchmesser
P2 (MILL)	R	reell	≥ 0	Kegelwinkel
P2 (CHAMFER)	A		$0 < A \leq 180$	Ecken-/Kugelradius
P2 (CRMILL)	D2		> 0	großer Durchmesser
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. 8-11: 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
P15	CS2	reell	>=0	Breite der Fase in X rechts
P16	CA2	reell	0<=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<=A2<90	Hinterzugwinkel rechts

Tab. 8-12: Elemente der Eingangsvariablen DESCR bei Schleifwerkzeugen

Die grundsätzliche Wirkungsweise dieses Programnteils ist in [Kap. 8.2 "Einführung in die Erzeugung der Werkzeuggrafik"](#) auf Seite 112 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.Tl.Descr genutzt werden, um STL-Dateien, Konturen oder Parameter für die Werkzeugbestandteile im Werkzeueditor 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.

Programm:

```
<ToolConnection>
  <ToolNode Name="*" Channel="1" Function="Regular">
    <Query/>
    <IsToolActive/>
    <Tool>
      IF DBT1.Hd.SKQ<>" 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$<>" THEN
          ARBOR$=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>
```

```
</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 Längenkorekturen zu den Raumrichtungen X, Y und Z.

Konfiguration

Programm:

```

<ToolConnection>
  <ToolNode Name="" Channel="1" Function="Regular">
    <Query/>
    <IsToolActive/>
    <Tool>
      IF DESCR.TYPE<>" 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
Maßzuschlag oben	Tag <BoundingBoxExtendTop>: Erweiterung des Raums zum Materialauftrag in Z-positiver Richtung in mm. Wertebereich: >=0, Standard 100 mm
Maßzuschlag unten	<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.

Maßzuschlag vorn	Wertebereich: ≥ 0 , Standard 0 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: False - nein (Standard), True - 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 • http://<IPv4>:<Port> oder tcp://<IPv4>:<Port> - IP-Adresse je nach Kamertyp, z. B. <Background>http://10.152.234.231:80</Background> • Gerätenummer. Wertebereich ≥ 0, Standard 0
Objektiv-Öffnungswinkel	Tag <VerticalViewingAngle>: Vertikaler Öffnungswinkel des Kameraobjektives in Grad. Wertebereich: $0 < \text{Öffnungswinkel} < 180$, Standard 45°
Kameravektoren	Tag <CamVectors>: Gibt die Kameraposition und die Ausrichtung der Kamera an (Weltkoordinaten). Syntax: <CamX>, <CamY>, <CamZ>, <CenterX>, <CenterY>, <CenterZ>, <UpX>, <UpY>, <UpZ> 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:

```
<CamVectors>-500,-1500,1500,0,0,0,0,0,1</CamVectors>
```

Horizontales Zerren Tag `<XShearing>`:

Faktor für die horizontale Bildverzerrung (Shearing).

Wertebereich: -1..1, Standard 0

Vertikales Zerren Tag `<YShearing>`:

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.

8.3.3 Optionen zur Simulation

Optimierung

Sampling-Intervall Tag `<SamplingInterval>`:

Gibt die Zeitdauer zwischen zwei zu simulierenden Achskoordinatenwertepaaren im Millisekunden an.

Wertebereich: >0, Standard 40 ms

Sampling-Rate automatisch reduzieren? Tag `<AutoAdaptSamplingRate>`:

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.



`AutoAdaptSamplingRate` sollte in der Regel und immer im Zweifelsfall mit `False` belegt werden. Versuchen Sie den Nachlauf durch andere, die Performance optimierende Maßnahmen zu reduzieren.

Wertebereich: `True` - minimiere Nachlauf, `False` - simuliere alle Bahnpunkte (Standard)

Render-Intervall Tag `<RenderInterval>`:

	Gibt die Zeitdauer zwischen zwei Bild-Refreshs im Millisekunden an. Wertebereich: >0, Standard 50 ms
Triangulation-Intervall	Tag <TriangulationInterval>: Gibt die Zeitdauer zwischen der Erzeugung der zu rendernden Dreiecksflächen aus dem Werkstückmodell in Millisekunden an. Wertebereich: >0, Standard 100 ms
Anzahl Raumpixel	Tag <ModelSamplesPerDiagonal>: 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..800, bei Blechen bis 1500, Standard 400 (für mittlere Quali- tät)
	 Beachten Sie, dass der Speicherbedarf mit der dritten Potenz der Raumpixel anwachsen kann und dass eventuell mehrere gleich- zeitig darzustellende Werkstücke den Speicherverbrauch zusätz- lich erhöhen. Setzen Sie daher die Einstellung auf den geringsten Wert bei akzeptabler Qualität, insbesondere wenn Sie OutOfMe- mory-Ausnahmefehler erhalten haben.
Darstellungsqualität der Werk- stückoberfläche	Tag <StockMeshQualityDuringSimulation>: Zur grafischen Darstellung (Rendering) wird das Werkstückmodell in Dreiecksflächen (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 <StockMeshQualityAutoRefineDuration>: Mit dem Zeitintervall > 0 kann erreicht werden, dass die grafische Darstellung des Werkstückmodells (bestimmt mit dem Tag <StockMeshQualityAutoRefineDuration>) nach Stillstand der Simulation in die höchste Qualitätsstufe wechselt. Bei der Bewegung verringert sich die Qualität wieder. Bei Vorgabe von 0 wird sofort in der höchsten Qualität gezeichnet.
Facettentoleranz	Tag <FacetTolerance>: Bei der Verwandlung einer gekrümmten Fläche in ein Mesh kommt es notwendigerweise zu einer Abweichung zwischen idealer Geometrie und der Geometrie des Modells. Die Einstellung gibt die maximale Abweichung in mm an. Wertebereich: >0, Standard 0,05 mm
Facettentoleranz beim Werkstückexport	Tag <ExportTolerance>: 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: >=0, Standard 0,05 mm
Toolpath-Toleranz	Tag <ToolpathTolerance>: Um Speicherplatz zu sparen und die Performance zu erhöhen, können fast parallel verlaufende, aufeinander folgende Toolpath-Strecken zu einer Strecke zusammengefasst werden. Die Einstellung gibt die maximale Abweichung zwischen dem "originalen" Toolpath und den zusammengefassten Strecken in mm an.

Konfiguration

Anzahl gespeicherter satzbezogener Informationen	Wertebereich: ≥ 0, Standard 0,01 mm Tag <ToolpathMaximumMarkerNumber>: Zu jeder Strecke des Toolpaths können Informationen zum NC-Satz gespeichert werden. Die Einstellung gibt die maximale Anzahl gespeicherter Satzinformationen an. Bei Überschreiten der maximalen Anzahl gehen die ältesten Informationen verloren.
Kanten überall darstellen?	Wertebereich: > 0, Standard 100000 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</> 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. Wertebereich: <code>False</code> - Werkstück ersetzen (Standard), <code>True</code> - Werkstück hinzufügen

Kollisionserkennung	Tag <CollisionDetection>: Gibt an, ob die Simulation Kollisionen durch rotes Einfärben der Kollisionspartner und eine Meldung in der Statusbar anzeigen soll. Wertebereich: • <code>None</code> - keine Kollisionserkennung • <code>NoMachiningHistory</code> - einfache Kollisionserkennung (Standard). Die Kollisionspartner werden vorübergehend rot eingefärbt, es erscheint eine Meldung in der Statusbar und die Simulation kann optional nach Kollision automatisch gestoppt werden • <code>Full</code> - höchste Ausbaustufe der Kollisionserkennung, bei der im Eilgang bearbeitete Werkstückflächen zusätzlich dauerhaft rot eingefärbt werden  <code>Full</code> führt zur Abspeicherung des gesamten vorausgegangenen Programmablaufes bis zum Erneuern des Werkstückes (Bearbeitungshistorie) und verbraucht deutlich mehr Speicher als <code>NoMachiningHistory</code>. Vermeiden Sie daher diese Einstellung bei Teilprogrammspektren mit langen Laufzeiten, insbesondere wenn Sie OutOfMemory-Ausnahmefehler erhalten.
Ordner für Kollisionsreport-Dateien	Tag <code>CollisionReportsFolder</code>: Bezeichnet den Ordner, in dem automatisch Kollisionsreporte abgelegt werden. Wertebereich: Ordnernamen im Filesystem der NC oder auf dem lokalen PC. Standard: <code>/mnt/CollisionReports</code>
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
Orthogonale Ansichten fixieren	Tag <LockOrthogonalViews>: Diese Einstellung blockiert die orthogonalen Ansichten (Draufsicht, von rechts usw.) gegen Verdrehen und ist vor allem für die Blechbearbeitung empfehlenswert.: Wertebereich: <code>False</code> - Verdrehen immer erlaubt (Standard), <code>True</code> - Verdrehen ist nur in der 3D-Ansicht möglich.
Automatisches Zoomen	Tag <AutoZoom>: Die Einstellung führt zu einem automatischen Umschalten in die Vollbilddarstellung sobald sich die Bounding-Box um die darzustellende Szene im Zuge des Programmfortschrittes größer geworden ist und die Taste  , welche dann zwei Schaltstellungen besitzt, gedrückt ist. Die Einstellung ist für Projekte zu empfehlen, bei denen nicht mit Werkstückdefinitionen gearbeitet wird, also mit vorrangiger Nutzung der Toolpath-Darstellung. Wertebereich: <code>False</code> - kein automatisches Zoomen (Standard), <code>True</code> - über die Vollbildtaste ist das automatische Zoomen aktivierbar

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 • 3 - Koordinatendreibein und Skalen zeigen
Hauptansicht	Tag <MainView>: Die Einstellung "Hauptansicht" wird aktuell nicht benutzt. Wertebereich: • Iso - Nichtorthogonale Ansicht • Front - Vorderansicht • Rear - Ansicht von hinten • Left - Ansicht von links • Right - Ansicht von rechts • Top - Draufsicht • Bottom - Ansicht von unten • Iso2 - zweite nichtorthogonale Ansicht
Kamera-Öffnungswinkel	Tag <VerticalViewingAngle>: Definiert den Kamerawinkel (Öffnungswinkel des Objektivs) in der Bildhorizontalen für die perspektivische Ansicht, auch Parallelprojektion genannt. Wertebereich: >0, Standard 40°.
Werkstückvorschau	Tag <WorkpiecePreview>: 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 • ToolpathOnly - Die Werkstückvorschau enthält nur den Toolpath und kann nicht im Navigator des IndraWorks Operation angezeigt werden. • 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
Werkstückvorschau nach jedem Programmende erzeugen?	Tag <CreateWorkpieceOnce> Legt fest, ob nach jedem erfolgreichen Programmablauf eine Werkstückvorschau angelegt wird. Dieser Prozeß wirkt sich nachteilig auf die Performance der Simulation aus. Wertebereich: False - stets neu erzeugen (Standard), True - nur erzeugen, falls die Vorschau nicht vorhanden oder älter als das Hauptprogramm ist.
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`.



Der Toolpath erhöht den Speicherbedarf und verringert die Performance bei der grafischen Darstellung. Vermeiden Sie daher die Toolpath-Grafik bei Teileprogrammspektren mit hohen Laufzeiten, insbesondere wenn Sie `OutOfMemory`-Ausnahmefehler erhalten. Bei diesen Teileprogrammen ist die Toolpath-Grafik ohnehin meist nicht aussagekräftig, da sie als ausgemalte Fläche erscheint.

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



Das High-Quality-Zooming führt zur Abspeicherung des gesamten vorausgegangenen Programmablaufes bis zum Erneuern des Werkstückes (Bearbeitungshistorie) und lässt den Speicherverbrauch deutlich ansteigen. Vermeiden Sie daher diese Einstellung bei Teileprogrammspektren mit hohen Laufzeiten über mehrere Stunden, insbesondere wenn Sie `OutOfMemory`-Ausnahmefehler erhalten. Zudem erhöht sich der Zeitbedarf für die Programmwiederholung proportional mit der Programmlaufzeit.

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>: 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%
Transparenz des Werkstücks bei innenliegendem Fertigteil	Tag <StockTransparencyShowingTarget>: Definiert die Transparenz des Werkstücks in Prozent, wenn gleichzeitig die Fertigteilgeometrie sichtbar ist. Wertebereich: 0..100, Standard 30%
Transparenz der Körperkanten	Tag <EdgeTransparency>: Definiert die Transparenz der Linien für Körperkanten in Prozent. Die Einstellung kann zu "dominante" Körperkanten vermeiden, wie sie bei einigen Grafikarten zu beobachten sind. Wertebereich: 0..99, Standard 0%
Transparenz des Maschinengehäuses	Tag HousingTransparency: Definiert die Transparenz aller unbeweglichen Maschinenteile und Türen. die in der ersten Stufe des Ausblendens angewendet wird. Wertebereich: 0..100, 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. 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
Fertigteilzeichnung	Tag <TargetDrawing> Gibt die Farbe zweidimensionaler Zeichnungen an, die aus DXF-Dateien als Fertigteil importiert wurden. Standard #303030
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.

Farbe für Schnittflächen

Standard #0000FF

Tag <SectionFace>:

Gibt die Farbe von Schnittflächen an (Schnittdarstellung).

Die Farbe wird noch nicht verwendet.

Farbschema für Soll-Ist-Vergleich**Tag** <DeviationColorScheme>:

Der Soll-Ist-Vergleich des Werkstücks mit der Fertigteilgeometrie belastet die CPU stark und ist mit dem Attribut `EnableDeviationMode="True"` zu aktivieren.

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 `Deviation` definiert, wobei die Obergrenze des höchsten Intervalls stets als plus unendlich gewertet wird. Das niedrigste Intervall beginnt bei minus unendlich, alle weiteren beim 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 EnableDeviationMode="False">
  <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>
```

9 Integration des MTX Simulations-Controls in Drittanwendungen

9.1 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 "OPD" oder "Workstation" der Version MTX 15V02 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. Betätigen Sie im Date Explorer den im IndraWorks-Installationsordner vorhandenen Shortcut "_LinkToCommonAppData". Entpacken Sie das Archiv "Simulation\MTX.Simulation.SampleAppProject.zip" unterhalb des IndraWorks-Installationsordners in einem ggf. neu anzulegenden Ordner "CommonAppData\Simulation"
 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\CommonAppData\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

9.2 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.



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.SimulationACICtrl.SimulationACICtrl` 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 `SimulationACICtrl.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 `SimulationACICtrl.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:

- 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.

9.3 Beispielprojekt

Screenshot

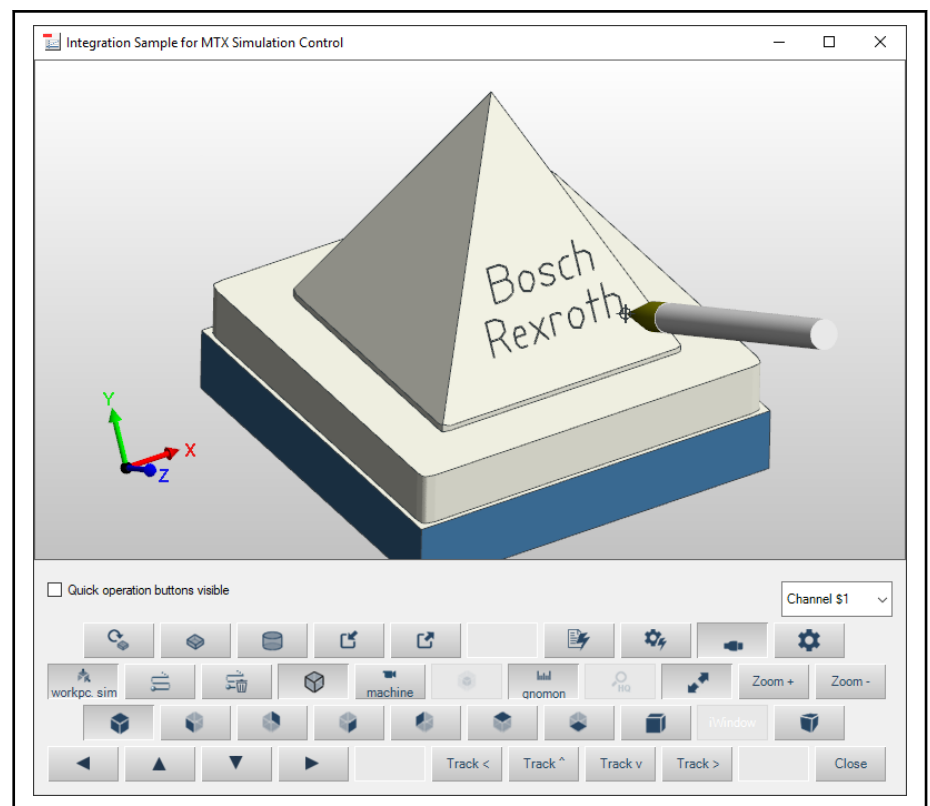


Abb. 9-1: Bedienoberfläche der Beispiellapplikation zur Integration des MTX Simulations-Controls

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.

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.

Programm:

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

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

B

Bedienung.....	19
Beschwerde.....	8
Bestimmungsgemäßer Gebrauch	
Anwendungsbereiche.....	10
Einleitung.....	9
Einsatzfälle.....	10
Betriebsmitteldefinition.....	48
Blech (Stanzen)	71
Bohrer, Senker, Reibahle.....	83
Bohrstange, Rückwärtssenker.....	86

D

Darstellung von Informationen	
Bezeichnungen und Abkürzungen.....	8
Definition der Werkzeughaltergeometrie (optional).....	47
Dokumentation	
Änderungsverlauf.....	1

E

Erweiterte Bedientastatur der Simulation.....	20
---	----

F

Feedback.....	8
Festlegung des Maschinentyps.....	42

G

Gefahrenhinweise.....	6
Gravierfräser, Fasenfräser, Planfräskopf.....	92

H

Helpdesk.....	161
Hotline.....	161

I

Inbetriebnahme.....	39
Arbeitsschritte.....	39
Inbetriebnahme der NC-Simulation	
Betriebsmitteldefinition.....	48
Maschinendefinition.....	40
Werkzeugdefinition.....	48

K

Kinematikmodell.....	40
Konfigurationsdatei.....	42
Kritik.....	8
Kundenfeedback.....	8

M

Maschinendefinition.....	40
Maschinenmodell.....	40
Mehrkant (Drehen)	68
Modell importieren	73

N

NC-Programm.....	55
NC-Simulation	
Aufzeichnungen aufnehmen und abspielen.....	57
Ausblenden von Maschinenteilen.....	21, 150
Auto Refine.....	24, 149
Automatisches Zoomen.....	24, 147
Basislizenz.....	11
Bedienung.....	19
Dynamic Zoom.....	24, 149
Export.....	36
Fertigteil.....	16, 22, 150
Import.....	34
Integration in Drittanwendungen.....	155
Kanten.....	22, 146, 150, 151
Kollisionen.....	25
Kollisionserkennung.....	25, 147
Konfiguration.....	36, 109
Layout.....	15
Optionen.....	36, 109
Orthogonale Ansichten fixieren.....	147
Perspektivische Ansicht.....	21, 148
Player.....	57
Problemanalyse (Debug-Mode).....	57
Problemanalyse (DEbug-Mode).....	128
Rohteil Quader/Blech.....	30
Rohteil zurücksetzen.....	29, 37, 146
Shortcuts.....	37
Simulation Virtuelle Maschine.....	11
Soll-Ist-Vergleich.....	16, 152
Toolpath.....	11, 21, 113, 142, 145, 148, 151
transparenter Hüllkörper als Rohteil.....	32
Vollbild.....	24
Werkstück verbessern.....	24, 149
Werkstückvorschau.....	16, 148, 151
Zylinderförmiges Rohteil.....	32
Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	10
Folgen, Haftungsausschluss.....	9
Nullpunktverschiebung.....	56

P

Placement.....	56
Programmabarbeitung mit Werkzeugverwaltung.....	55
Programmabarbeitung ohne Werkzeugverwaltung.....	56
Programmdefinition.....	55

Q

Quaderförmiges Rohteil (Fräsen) 61

R

Referenzieren der Achsen aus dem Kinematikmodell..... 43
 Referenzieren der ToolNodes..... 45
 Referenzieren des Maschinenmodells..... 43
 Rohteildefinition..... 51
 Rohteildefinition über das Maschinenmodell..... 51
 Rohteildefinition über Definitionsdialog..... 51
 Rohteildefinition über NC-Befehl..... 52
 Rohteildefinition über STL-Datei-Import..... 53

S

Schleifscheibe..... 97
 Schnellbedientasten der Simulation..... 19
 Service-Hotline..... 161
 Sicherheitshinweise..... 6
 Signalgrafik..... 6
 Signalwörter..... 6
 Spannmitteldefinition..... 54
 Spannmitteldefinition über das Maschinenmodell..... 54
 Spannmitteldefinition über NC-Befehl..... 55
 Spannmitteldefinition über STL-Datei-Import..... 55
 Stangenabschnitt (Drehen) 66
 STOCK/BAR..... 66
 STOCK/BLOCK..... 61
 STOCK/CYLINDER..... 64
 STOCK/POLYGON..... 68
 STOCK/REMOVE..... 76
 STOCK/RENEW..... 77
 STOCK/SHEET..... 71
 STOCKADD..... 80
 STOCKIMP..... 73
 STOCKSEL..... 79
 Stufenbohrer, Zentrierbohrer..... 85
 Support..... 161
 Symbole..... 8

T

Tastengruppe Ansicht..... 23
 Tastengruppe Anzeigestatus..... 20
 Tastengruppe Darstellung..... 21
 Tastengruppe Details..... 23
 Tastengruppe Extras..... 28
 Technologieabhängige Einstellungen..... 47
 TOOL/BBAR..... 86
 TOOL/CDRILL..... 85
 TOOL/CHAMFER..... 92
 TOOL/CRMILL..... 95
 TOOL/DRILL..... 83
 TOOL/GRIND..... 97
 TOOL/MILL..... 89

U

Übersicht..... 11

V

Viertelrund-Profilfräser..... 95

W

Warnhinweise..... 6
 Werkstückaufnahme wählen..... 79
 Werkstücke erneuern..... 77
 Werkstücke/Modelle entfernen..... 76
 Werkstücke/Modelle ersetzen/hinzufügen..... 80
 Werkzeugdefinition..... 48
 Werkzeugdefinition über NC-Befehl..... 50
 Werkzeugdefinition über Werkzeugverwaltung..... 49

Z

Zielgruppen..... 1
 Zu dieser Dokumentation..... 1
 Darstellung von Informationen..... 6
 Gültigkeit der Dokumentation..... 1
 Zylinderförmiges Rohteil (Fräsen) 64
 Zylindrische, Winkel- und Kugelfräser..... 89

Notizen

Bosch Rexroth AG

Postfach 13 57

97803 Lohr a.Main, Deutschland

Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2

97816 Lohr a.Main, Deutschland

Tel. +49 932 18 0

Fax +49 9352 18 8400

www.boschrexroth.com/electrics



R911399600