

Virtual Machine Builder

Anwendungsbeschreibung
R911396687

Ausgabe 02

Titel	Virtual Machine Builder
Art der Dokumentation	Anwendungsbeschreibung
Dokumentations-Type	DOK-GENERL-VMB*****-AP02-DE-P
Interner Ablagevermerk	RS-df49a37b55a1a9130a347e860d655ec6-2-de-DE-21
Änderungsverlauf	Ausgabe 02, 2020-04 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, JüAr (TaDo)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Zu dieser Dokumentation..... 1
2	Überblick..... 3
3	Menüleiste..... 5
3.1	Home..... 5
3.2	Werkzeugfenster..... 8
4	Fenster Baumansicht (Tree View Window)..... 11
4.1	Knotentypen..... 11
4.1.1	Maschinendefinitionsknoten (Machine Definition Node)..... 11
4.1.2	Rundachsknoten (Rotation Axis Node)..... 11
4.1.3	Linearachsknoten (Translation Axis Node)..... 11
4.1.4	Maschinengeometrieknoten (Machine Geometry Node)..... 11
4.1.5	Werkstückknoten (Stock Node)..... 11
4.1.6	Werkzeugknoten (Tool Node)..... 11
4.1.7	Transformationsknoten (Transformation Node)..... 11
4.1.8	Spannfutterknoten (Chuck Node)..... 12
4.1.9	Dummy-Klemmknoten (Dummy Clamp Node)..... 12
4.1.10	Reitstockknoten (Tail Stock Node)..... 12
4.1.11	Lünettenknoten (Steady Rest Node)..... 12
4.1.12	Spannbackenknoten (Chuck Jaw Node)..... 13
4.1.13	Lünettenbackenknoten (Steady Rest Jaw Node)..... 13
4.1.14	Werkzeugmesstasterknoten (Tactile Tool Setting Node)..... 14
4.1.15	Drahtführungsknoten (Wire Guide Node)..... 14
4.1.16	Erodierwerkzeugknoten (Wire Tool Node)..... 14
4.1.17	Additiver Werkzeugknoten (Additive Tool Node)..... 14
4.1.18	Virtueller Knoten (Virtual Node)..... 14
4.2	Pop-up Menü..... 14
4.3	Menü zur Erstellung von Knoten..... 16
5	Fenster Eigenschaften (Properties Window)..... 19
5.1	Maschinendefinitionsknoten (Machine Definition Node)..... 19
5.2	Rundachsknoten (Rotation Axis Node)..... 19
5.3	Linearachsknoten (Translation Axis Node)..... 21
5.4	Maschinengeometrieknoten (Machine Geometry Node)..... 22
5.5	Werkstückknoten (Stock Node)..... 26
5.6	Werkzeugknoten (Tool Node)..... 28
5.7	Transformationsknoten (Transformation Node)..... 30
5.8	Spannfutterknoten (Chuck Node)..... 33
5.9	Dummy-Klemmknoten (Dummy Clamp Node)..... 33
5.10	Reitstockknoten (Tail Stock Node)..... 34
5.11	Lünettenknoten (Steady Rest Node)..... 34

	Seite
5.12 Spannbackenknoten (Chuck Jaw Node).....	35
5.13 Lünettenbackenknoten (Steady Rest Jaw Node).....	35
5.14 Werkzeugmesstasterknoten (Tactile Tool Setting Node).....	35
5.15 Drahtführungsknoten (Wire Guide Node).....	36
5.16 Drahtwerkzeugknoten (Wire Tool Node).....	37
5.17 Additiver Werkzeugknoten (Additive Tool Node).....	38
5.18 Virtueller Knoten (Virtual Node).....	40
 6 Fenster Achssteuerung (Axis Control Window).....	 41
 7 Fenster Kollisionsprüfung (Collision Checking Window).....	 43
 8 Fenster Ressourcen (Resources Window).....	 45
 9 Werkzeugfenster (Toolbox Window).....	 47
 10 Log-Fenster (Log Window).....	 49
 11 Einstellungen (Settings).....	 51
 12 Anhang 1: Anwendungsbeispiel zum Aufbau einer Maschinenkinematik.....	 53
12.1 Aufgabenstellung.....	53
12.2 Aufbau der Kinematikstruktur.....	53
12.3 Verknüpfen der Kinematik mit Geometriedaten.....	58
12.4 Prüfen und Einstellen von Achseigenschaften der Kinematik.....	62
12.5 Kollisionsbeziehungen für ein Maschinenmodell definieren.....	64
 13 Anhang 2: Knotenstruktur für ein Dreibackenfutter.....	 67
 14 Service und Support.....	 77
 Index.....	 79

1 Zu dieser Dokumentation

Ausgaben dieser Dokumentation

Ausgabe	Stand	Bemerkung
01	2019-02	Erstausgabe
02	2020-04	Komplette Überarbeitung Kap. 12 "Anhang 1: Anwendungsbeispiel zum Aufbau einer Maschinenkinematik" auf Seite 53 ergänzt

Tab. 1-1: Änderungsverlauf

2 Überblick

Mit Hilfe des Virtual Machine Builders kann ein kinematisches Maschinenmodell für Werkzeugmaschinen schnell und unkompliziert erstellt werden. Die Maschinendefinition unterstützt Werkzeugmaschinen und andere bewegliche Systeme mit einer unbegrenzten Anzahl an rotatorischen und translatorischen Achsen.

Die zu modellierende Maschine muss eine konventionelle serielle Kinematikstruktur aufweisen. Der Virtual Machine Builder ist nicht für Maschinen mit einer Parallelkinematik geeignet.

Lizenz

Der Virtual Machine Builder ist als Stand-Alone-Installation erhältlich. Er ist unabhängig von IndraWorks und kann somit z.B. auf dem Arbeitsplatz eines Maschinenkonstruktors installiert werden.

Die Lizenz "Virtual Machine Builder" kann wie folgt erworben werden:

SWS-MTX***-ENG-01VRS-D0-VMB-DGL, R911394064

Für den Betrieb der Anwendung wird ein Dongle benötigt, auf dem die Freischaltung durch den von Bosch Rexroth übergebenen Lizenzschlüssel erfolgt. Der Dialog zur Lizenzfreischaltung wird unmittelbar nach dem Starten des Virtual Machine Builders angezeigt.

3 Menüleiste

Die Menüleiste enthält Symbolleisten mit mehreren Reitern, die sich am oberen Rand des Anwendungsfensters befinden. Mit Hilfe der Menüleiste kann auf die Hauptprogrammfunktionen zugegriffen werden.

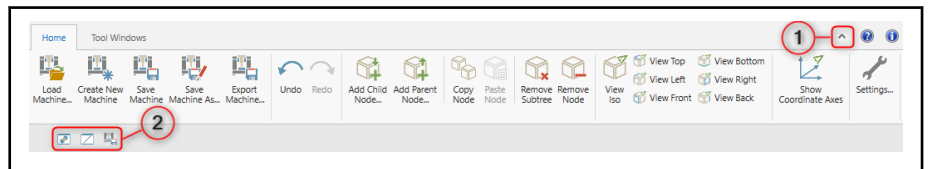
Unterhalb bzw. oberhalb der Menüleiste befindet sich eine Mini-Symbolleiste, die sogenannte Schnellzugriffsleiste. Je nach Bedarf kann der Benutzer Funktionen zur Schnellzugriffsleiste hinzufügen. Die Schnellzugriffsleiste kann nach Rechtsklick auf die Menüleiste bzw. auf ein Icon auf der Schnellzugriffsleiste selbst bearbeitet werden.

Dieses Kapitel beschreibt die Menüleistenfunktionen auf den folgenden zwei Reitern:

- "Home"
- "Tool Windows"

3.1 Home

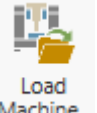


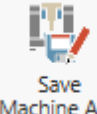
Der "Home"-Reiter auf der Menüsymbolleiste sieht wie folgt aus:






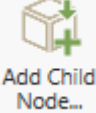
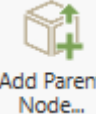

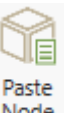
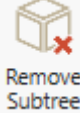

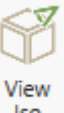
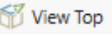
- 1 Menüsymbolleiste ein-/ausblenden
- ? Hilfe anzeigen (alternativ mit <F1>)
- i Informationen über das Produkt anzeigen
- 2 Schnellzugriffsleiste

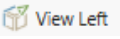
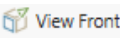
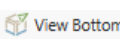


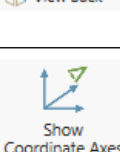
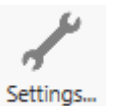
Abb. 3-1: Menüsymbolleiste "Home"

Die Schaltflächen der Symbolleiste haben die folgenden Funktionen:

	Load Machine...	Lädt ein vorhandenes Maschinenmodell. Ein Dateibrowserfenster wird angezeigt, in dem der Benutzer die Maschinenmodell-datei auswählen kann (.xml)
	Create New Machine	Erstellt den Maschinendefinitionsknoten (d.h. den "root"-Knoten) für das Kinematikmaschinenmodell
	Save Machine	Speichern der aktuellen Datei. Siehe auch " Benutzerrechte zum Speichern des Maschinenmodells " auf Seite 7
	Save Machine As...	Ein Dateibrowserfenster wird angezeigt und der Benutzer kann das aktuelle Maschinenmodell in eine andere Maschinenmodelldatei speichern (.xml). Siehe auch " Benutzerrechte zum Speichern des Maschinenmodells " auf Seite 7

Menüleiste

 Export Machine...	Export Machine...	Die ganze Maschine, einschließlich des Modells und der Maschinengeometrie im Kinematikbaum, wird in einen Ordner exportiert Siehe auch " Benutzerrechte zum Speichern des Maschinenmodells " auf Seite 7
 Undo	Undo	Macht die letzte Änderung am Maschinenmodell rückgängig
 Redo	Redo	Wiederholt die letzte Änderung am Maschinenmodell
 Add Child Node...	Add Child Node...	Fügt Kindknoten unter dem ausgewählten Knoten ein. Ein Menü, das alle verfügbaren Knotentypen enthält, wird angezeigt
 Add Parent Node...	Add Parent Node...	Fügt Elternknoten über dem ausgewählten Knoten ein. Ein Menü, das alle verfügbaren Knotentypen enthält, wird angezeigt
 Copy Node	Copy Node(s)	Kopiert ausgewählte(n) Knoten
 Paste Node	Paste Node(s)	Fügt Knoten unter dem ausgewählten Knoten ein
 Remove Subtree	Remove Subtree(s)	Entfernt Teilbaum/Teilbäume aus ausgewähltem/ausgewählten Knoten
 Remove Node	Remove Node(s)	Entfernt ausgewählte(n) Knoten
 View Iso	View Iso	Zeigt Maschinenmodell in isometrischer Ansicht an
 View Top	View Top	Draufsicht des Maschinenmodells (in Richtung der negativen Z-Achse)

	View Left	Ansicht linke Seite des Maschinenmodells (in Richtung der positiven X-Achse)
	View Front	Frontalansicht des Maschinenmodells (in Richtung der positiven Y-Achse)
	View Bottom	Ansicht des Maschinenmodells von der Unterseite (in Richtung der positiven Z-Achse)
	View Right	Ansicht rechte Seite des Maschinenmodells (in Richtung der negativen X-Achse)
	View Back	Rückansicht des Maschinenmodells (in Richtung der negativen Y-Achse)
	Show Coordinate Axes	Schaltet die Darstellung der Achsskalen des Weltkoordinatensystems ein/aus
	Settings	Einstellungsmenü wird angezeigt

Benutzerrechte zum Speichern des Maschinenmodells



Bei den Funktionen "Save Machine", "Save Machine asr" und "Export Machine" wird das Schreibrecht auf dem Zielordner vorausgesetzt. Wenn das Maschinenmodell direkt in einer IndraWorks-Installation bearbeitet wird, fehlt Benutzern ohne Administratorrechte die Schreibberechtigung. Benutzer ohne Schreibrecht sollten dann die Funktion "Export Machine" verwenden und das Modell in einem für sie freigegebenen Ordner sichern, z.B. unter "Eigene Dokumente".

Maschine speichern unter



"Save Machine as" speichert nur die XML-Datei des Maschinenmodells in einem anderen Ordner bzw. unter einem anderen Namen. Die Ressourcen (z.B. STL-Dateien) werden nicht gespeichert. Wird die XML-Datei in einem anderen Ordner gespeichert, dann werden für die Ressourcendateien anstelle relativer Pfadangaben absolute Pfade eingetragen. Das kann dazu führen, dass z.B. keine Maschinengeometrien angezeigt werden, wenn die ursprünglichen Ressourcendateien zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr zur Verfügung stehen. Bevorzugen Sie daher die Funktion "Export Machine".

Bereitstellen des Maschinenmodells in der NC-Simulation

Der über "Export Machine" erzeugte Ordner enthält sämtliche zum Simulationsmodell gehörende Dateien in der für die Nutzung in der NC-Simulation passenden Struktur. Das Maschinenmodell wird versionsabhängig in unterschiedlicher Weise für die Simulation bereitgestellt:

- Version 15V06 und älter:
Der gesamte Ordner mit dem Maschinenmodell wird in den Unterordner der IndraWorks-Installation "IndraWorks/Simulation/MW Models" kopiert.
Der Name des Maschinenmodells ist zusätzlich in den Optionen der Simulation, Tag `MachineModel` einzutragen.
- Version 15V08 und nachfolgende:

Das Maschinenmodell ist Bestandteil des IndraWorks-Projekts. Die Modelldaten werden durch eigene Knoten im Projektbaum des IndraWorks Engineering repräsentiert. Der Knoten "Maschinen" besitzt eine Funktion "Hinzufügen..." (rechter Mausklick). In dieser Funktion ist in einem File-Auswahldialog das mit dem Virtual Machine Builder erzeugte XML-File auszuwählen. Der gesamte Ordner wird in das IndraWorks-Projekt eingefügt. Dabei wird ein neuer Knoten mit dem Namen der XML-Datei erzeugt. Dieser Knoten hat die Funktion "Übertragen...".

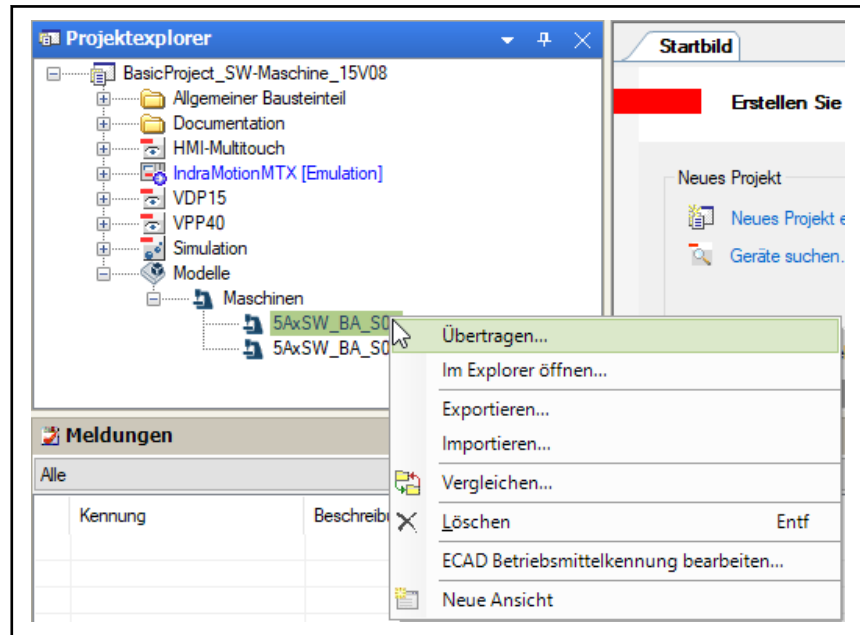


Abb. 3-2: Übertragen eines Maschinenmodells

Das Übertragen des Maschinenmodells kann sowohl vor dem Start von IndraWorks Operation, als auch bei geöffnetem IndraWorks Operation erfolgen. Es erscheint eine Abfragebox mit dem Inhalt "Es ist ein neues Maschinenmodell ... verfügbar. In die Simulation übernehmen?". Erst wenn diese Abfragebox mit **Ja** bestätigt wurde, wird das Maschinenmodell der Simulation bereitgestellt. Bei Bestätigen der Abfragebox mit **Nein** erfolgt die Abfrage "Möchten Sie das neue Maschinenmodell verwerfen?". Wenn Sie zustimmen, wird das Übertragen endgültig abgebrochen. Andernfalls wird die Abfragebox zur Modellübernahme beim nächsten Start des IndraWorks Operation erneut erscheinen.

3.2 Werkzeugfenster

Der Reiter "Tool Windows" auf der Menüsymbolleiste sieht aus wie folgt:

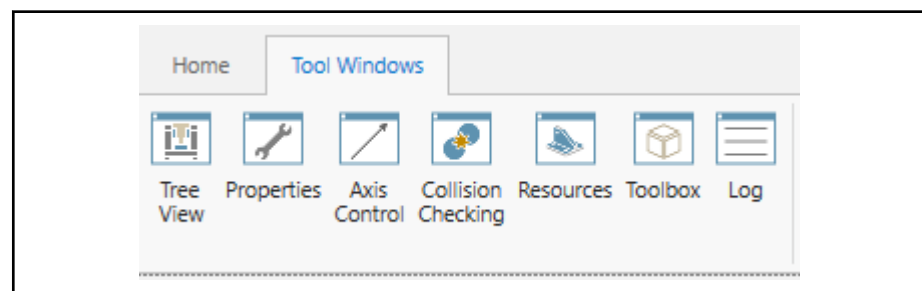









Abb. 3-3: Menüsymbolleiste "Tool Windows"

Die Schaltflächen der Symbolleiste blenden Fenster mit folgenden Funktionen ein:

 Tree View	Tree View	Ein-/Ausblenden des Tree View-Fensters
 Properties	Properties	Ein-/Ausblenden des Properties-Fensters
 Axis Control	Axis Control	Ein-/Ausblenden des Axis Control-Fensters
 Collision Checking	Collision Checking	Ein-/Ausblenden des Collision Checking-Fensters
 Resources	Resources	Ein-/Ausblenden des Resource-Fensters
 Toolbox	Toolbox	Ein-/Ausblenden des Toolbox-Fensters
 Log	Log	Ein-/Ausblenden des Log-Fensters

4 Fenster Baumansicht (Tree View Window)

Dieses Fenster zeigt das aktuell definierte Kinematikmaschinenmodell als grafischen "Baum" an. Dieser Baum besteht aus "Knoten" oder Objekten mit bestimmten Eigenschaften. Die Baumansicht listet die Knoten hierarchisch auf. Die gesamte Liste der Knotentypen im "Baum" ist in den folgenden Kapiteln beschrieben.

4.1 Knotentypen

4.1.1 Maschinendefinitionsknoten (Machine Definition Node)

Der "root"-Knoten im Kinematikbaum stellt die Maschinendefinition dar.

4.1.2 Rundachsknoten (Rotation Axis Node)

Ein Rundachsknoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum. Der Knoten repräsentiert eine rotatorische Achse mit begrenzten Achswerten in einer Maschine. Wurde der Knotentyp einmal als Rotationstyp definiert, kann er nicht mehr in eine Linearachse abgeändert werden. Werden Rotationsachswerte geändert, ändert sich auch die Position des gesamten Teilbaums; d.h. der Baum führt eine Drehung um die Rotationsachse aus.

4.1.3 Linearachsknoten (Translation Axis Node)

Ein Linearachsknoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum. Der Knoten repräsentiert eine translatorische Achse mit begrenzten Achswerten in einer Maschine. Wurde der Knotentyp einmal als Translationsachstyp definiert, kann er nicht mehr in eine Rundachse abgeändert werden. Werden Translationsachswerte geändert, ändert sich auch die Position des gesamten Teilbaums; d.h. der Baum erfährt eine Verschiebung entlang der Translationsachse.

4.1.4 Maschinengeometrieknoten (Machine Geometry Node)

Ein Maschinengeometrieknoten repräsentiert eine physische Komponente der Maschine. Im Gegensatz zu einem Werkstück, kann ein Maschinengeometrieknoten nicht abgespannt werden.

Statt dessen wird eine Kollision gemeldet (unter der Voraussetzung, dass die Kollisionseinstellungen entsprechend gewählt wurden).

4.1.5 Werkstückknoten (Stock Node)

Ein Werkstückknoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum. Der Knoten stellt ein Werkstück in der Maschine dar und dient als Platzhalter für zusätzliche Werkstücke und Spannmittel. Eine Überprüfung auf Kollision des Werkstückknotens mit anderen Werkzeugen und/oder mit Maschinengeometrieknoten kann durchgeführt werden.

4.1.6 Werkzeugknoten (Tool Node)

Ein Werkzeugknoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum. Der Knoten steht für eine Werkzeugaufnahmeposition in der Maschine, an der Werkzeuge beliebig eingesetzt und entnommen werden können.

4.1.7 Transformationsknoten (Transformation Node)

Ein Transformationsknoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum. Der Knoten steht für die Transformation von einem Koordinatensystem in ein anderes Koordinatensystem. Jeder Knoten ist in Relation zum Koordinatensystem dieses Elternknotens definiert. Mit Hilfe von Transformationsknoten können

nen Knoten auf einfache Art und Weise im Kinematikbaum definiert werden, z.B. um mehrere geometrische Objekte aufeinander zu stapeln.

4.1.8 Spannfutterknoten (Chuck Node)

Der Spannfutterknoten fixiert das Werkstück auf der Spindel. Alle Spannbackenknoten unterhalb des Spannfutters sind Teil des Spannfutters und werden für das Ein- und Ausspannen verwendet (siehe auch [Kap. 4.1.12 "Spannbackenknoten \(Chuck Jaw Node\)" auf Seite 13](#)).

Beim Einspannen bewegen sich die Spannbacken eines Spannfutterknotens linear in Richtung der Spindel, bis sie das Werkstück berühren. Es besteht eine feste Verbindung zwischen den Spannbacken des Spannfutterknotens und dem Werkstück (Stock). Das Werkstück (Stock) ist kinematisch mit dem Spannfutter verbunden.

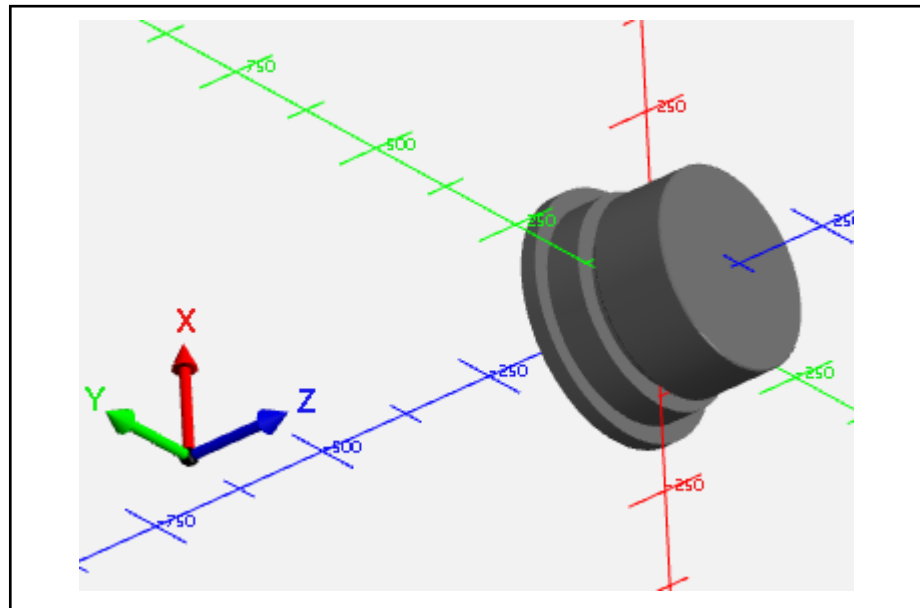


Abb. 4-1:

4.1.9 Dummy-Klemmknoten (Dummy Clamp Node)

Ein Dummy-Klemmknoten kann in einer Simulation verwendet werden, wenn für die eigentliche Klemme keine korrekte Beschreibung vorhanden ist. Optional kann ein Dummy-Klemmknoten dazu verwendet werden, das Werkstück auf dem Frästisch zu fixieren.

4.1.10 Reitstockknoten (Tail Stock Node)

Ein Reitstockknoten repräsentiert einen Reitstock bzw. die Reitstockspitze und ist dazu bestimmt, das Werkstück in der Maschine zentrisch zu sichern und zu spannen. Der Knotentyp erfüllt die Funktionen des Klemmens und Positionierens bis zur Berührung des Werkstückes analog zum Spannbackenknoten. Allerdings ist dieses Feature noch nicht implementiert.

4.1.11 Lünettenknoten (Steady Rest Node)

Der Lünettenknoten repräsentiert eine Lünette in einer Maschine, die dazu verwendet wird, ein großes Werkstück entlang der Drehachse zu stützen. Zwischen dem gespannten Werkstück und den Spannbacken des Lünettenknotens gibt es keine feste Verbindung. Dadurch kann sich die Lünette entlang der Drehachse bewegen und das Werkstück kann sich um diese Achse drehen. Daher ist der Lünettenknoten nicht mechanisch mit dem Werkstück verbunden.

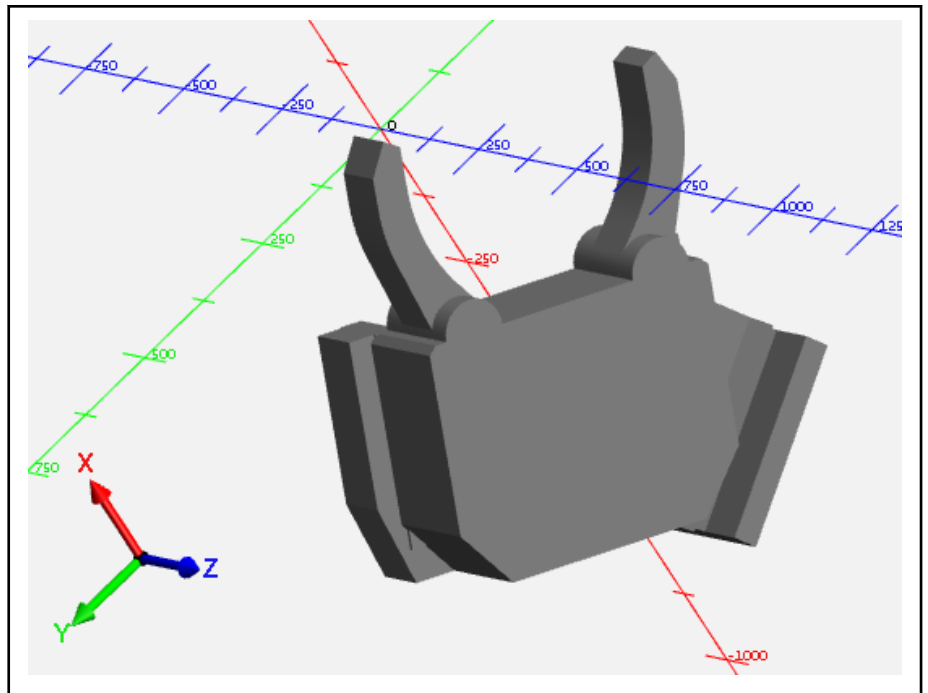


Abb. 4-2:

4.1.12 Spannbackenknoten (Chuck Jaw Node)

Ein Spannbackenknoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum, der die Bewegungsfunktion einer Spannbacke beim Ein- und Ausspannen realisiert.

Das folgende Bild zeigt drei Spannbacken, die Kinder eines Spannfutterknotens sind.

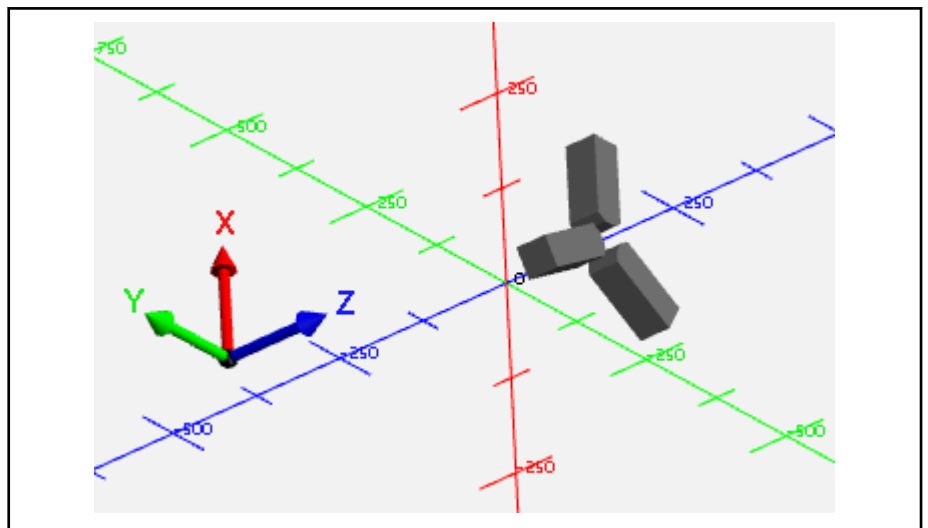


Abb. 4-3:

Spannbackenknoten eines Dreibackenfutters mit den sichtbaren Maschinengeometrieknoten mit den Backen als Kindknoten

4.1.13 Lünettenbackenknoten (Steady Rest Jaw Node)

Ein Lünettenbackenknoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum, der für eine Lünettenbacke steht.

4.1.14 Werkzeugmesstasterknoten (Tactile Tool Setting Node)

Ein Werkzeugmesstasterknoten ist ein physisches Objekt innerhalb der Maschinenstruktur. Im Gegensatz zum Maschinengeometrieknoten ist dieser Knoten immer sichtbar und kollidiert nicht mit der Schneidkante des Werkzeugs, wenn das Werkzeug im Zustellmodus ist und sich nicht dreht.

4.1.15 Drahtführungsknoten (Wire Guide Node)

Dieser Knoten wird bei der Bearbeitungstechnologie Drahterodieren verwendet und repräsentiert die Drahtführung.

4.1.16 Erodierwerkzeugknoten (Wire Tool Node)

Dieser spezielle Werkzeugknoten wird bei der Bearbeitungstechnologie Drahterodieren verwendet und repräsentiert den Draht für den Materialabtrag.

4.1.17 Additiver Werkzeugknoten (Additive Tool Node)

Dieser Knoten repräsentiert ein Werkzeug, das Material aufträgt (3D-Druck).

4.1.18 Virtueller Knoten (Virtual Node)

Ein virtueller Knoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum. Der virtuelle Knoten steht für ein virtuelles Objekt in der Maschine, das auf ein physisches Objekt in der Maschine verweist. Ein virtueller Knoten wird dazu verwendet, einen physischen Knoten an einer anderen Position mit anderen visuellen Eigenschaften darzustellen.

4.2 Pop-up Menü

Bei Rechtsklick in das Fenster Baumansicht und wenn ein oder mehrere Knoten ausgewählt sind, wird ein kontextsensitives Menü angezeigt. Dieses Menü enthält verschiedene Bedienelemente, welche sich auf den Kinematikbaum auswirken, der das Maschinenmodell darstellt.

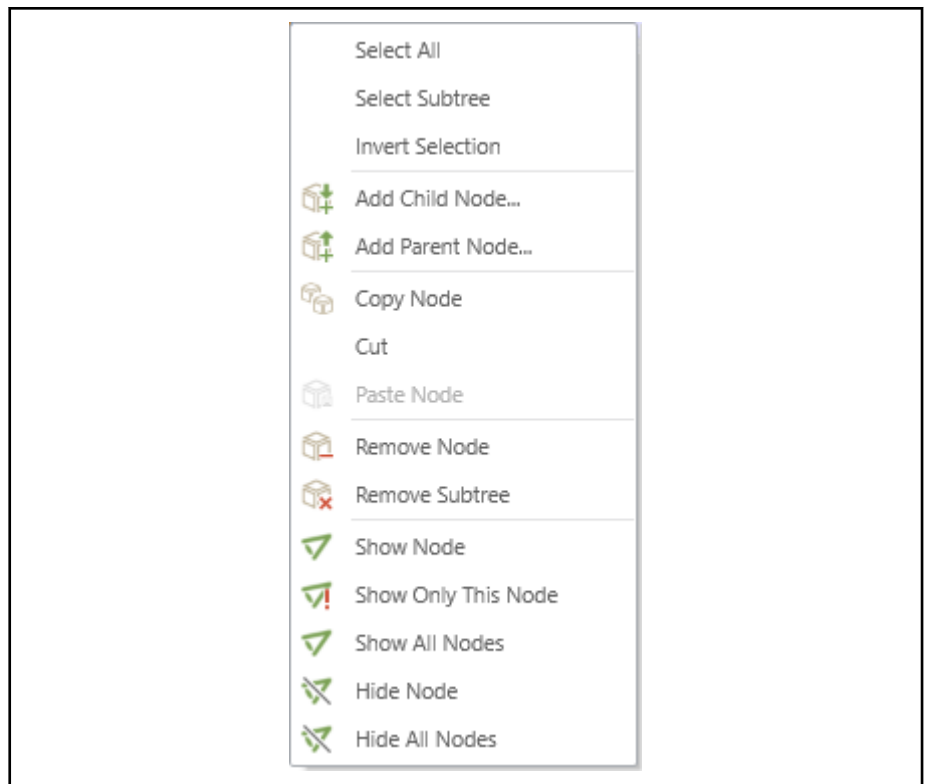






Abb. 4-4: Pop-up Menü des Fensters Baumansicht

Die Menüfunktionen haben die folgenden Funktionen:

	Select All	Wählt alle Knoten im Kinematikbaum aus
	Select Subtree	Wählt diesen Knoten und alle Kindknoten im Kinematikbaum aus
	Invert Selection	Schaltet den aktuellen Status "ausgewählt" bei allen Knoten im Kinematikbaum um
	Add Child Node...	Fügt einen Kindknoten unterhalb des ausgewählten Knotens im Kinematikbaum hinzu
	Add Parent Node...	Fügt einen Elternknoten unterhalb des ausgewählten Knotens im Kinematikbaum hinzu
	Copy Node(s)	Kopiert den/die ausgewählte(n) Knoten in den Zwischenspeicher
	Cut	Entfernt die/den ausgewählte(n) Knoten aus dem Kinematikbaum und speichert ihn/sie im Zwischenspeicher
	Paste Node(s)	Dupliziert den/die Knoten im Zwischenspeicher unterhalb des ausgewählten Knotens im Kinematikbaum
	Remove Node(s)	Entfernt den/die ausgewählte(n) Knoten aus dem Kinematikbaum
	Remove Subtree(s)	Entfernt Teilbaum/Teilbäume unterhalb des/der ausgewählte(n) Knoten(s) aus dem Kinematikbaum
	Show Node(s)	Setzt Sichtbarkeit des/der ausgewählten Knoten(s) auf TRUE

	Show Only This/ These Node(s)	Setzt nur die Sichtbarkeit des/der ausgewählten Knoten(s) auf TRUE, die Sichtbarkeit aller anderen Knoten wird auf FALSE gesetzt
	Show All Nodes	Setzt die Sichtbarkeit aller Knoten auf TRUE
	Hide Node(s)	Setzt die Sichtbarkeit des/der ausgewählten Knoten(s) auf FALSE
	Hide All Nodes	Setzt die Sichtbarkeit aller Knoten auf FALSE



Innerhalb der Baumdarstellung kann die Kombination von Mausklick mit STRG oder Umschalttaste dazu verwendet werden, mehrere Knoten bzw. ganze Bereiche auszuwählen.

4.3 Menü zur Erstellung von Knoten

Wenn in der Baumansicht nur ein Knoten ausgewählt ist und die Befehle "Add Child Node..." oder "Add Parent Node" ausgeführt werden, die als Werkzeuge auf der Symbolleiste des Startbildschirms oder im Pop-up-Menü in der Baumansicht bereitstehen, dann wird das folgende Fenster angezeigt. Der Benutzer kann in diesem Fenster den Knotentyp auswählen.

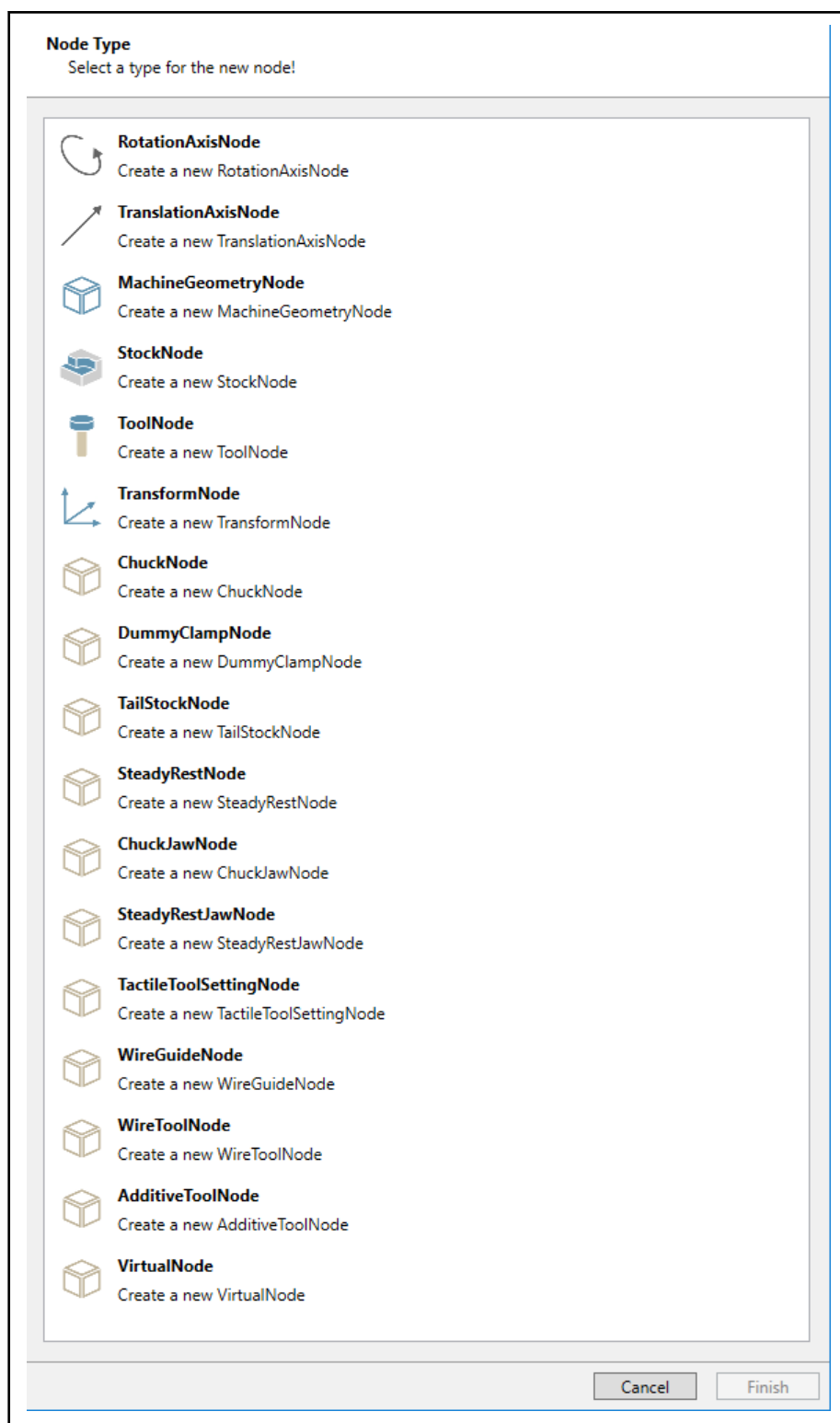


Abb. 4-5: Menü zur Erstellung von Knoten

5 Fenster Eigenschaften (Properties Window)

Bei Auswahl eines Knotens in der Baumansicht werden im "Properties window" die Eigenschaften für diesen Knoten angezeigt. Dieser Abschnitt beschreibt die Eigenschaften für jeden dieser Knotentypen und gibt Hinweise für ein optimales Maschinenmodell.

5.1 Maschinendefinitionsknoten (Machine Definition Node)

Der Maschinendefinitionsknoten ist der "root"-Knoten für den Kinematikbaum. Er enthält die Eigenschaften "Maschinenname" und die "Einheit", die aktuell verwendet wird, um die Maschine zu beschreiben, d.h. Metric für Millimeter, Imperial für Inch oder Not Set.

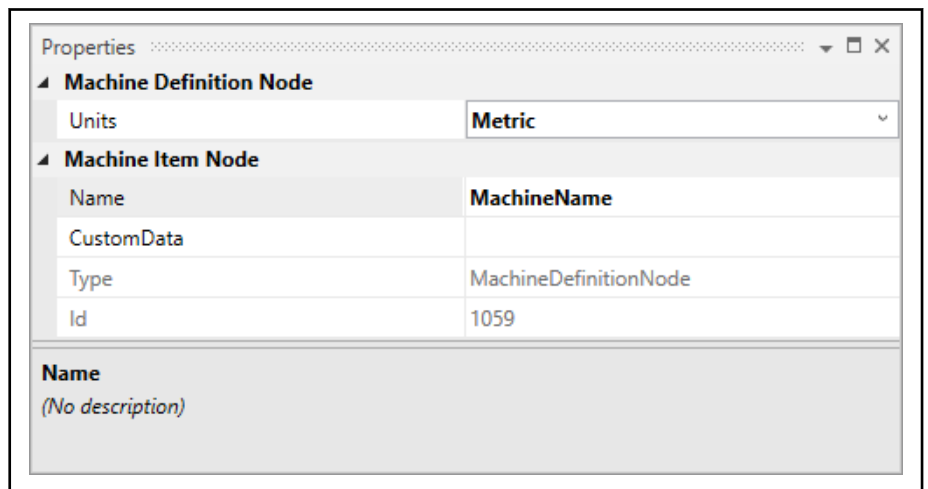


Abb. 5-1: Layout des Fensters "Properties" beim Maschinendefinitionsknoten

Eigenschaften des Maschinendefinitionsknotens

Units	Zeigt die verwendete Längeneinheit an. <ul style="list-style-type: none"> • Metric: Millimeter • Imperial: Inch • Not Set: nicht festgelegt
Name	Name des Maschinenmodells
CustomData	Wird aktuell nicht ausgewertet
Type	Typ des Knotens
Id	Eindeutige Identnummer, wird vom System vergeben

5.2 Rundachsknoten (Rotation Axis Node)

Der Rundachsknoten ist eine rotatorische Achse um den Drehursprung mit einer bestimmten Orientierung und begrenzten Achswerten.

Rundachsen können auch den Spindelbetrieb simulieren. Die Geometrien im Teilbaum unterhalb des Rundachsknotens werden dann als Hüllkörper dargestellt.

Fenster Eigenschaften (Properties Window)

Properties	
Rotation Axis Node	
RotationPoint	0 0 0
RolloverEnabled	<input type="checkbox"/>
Axis Node	
Axis	0 0 1
ChannelId	0
InitialValue	0
MaxValue	360
MinValue	-360
Value	0
Machine Item Node	
Name	RotationAxisNode
CustomData	
Type	RotationAxisNode
Id	1058

Abb. 5-2: Layout des Fensters "Properties" beim Rundachsknoten

Eigenschaften des Rundachsknotens

RotationPoint	Lage der Rotationsachse im lokalen Koordinatensystem. Die drei Zahlenwerte entsprechen von links nach rechts X, Y und Z
RolloverEnabled	Anzuhaken für endlos drehende Rundachsen (Betriebsart Modulo)
Axis	Orientierung der Rundachse. Die drei Zahlenwerte entsprechen von links nach rechts den Richtungen X, Y und Z
ChannelId	Nummer des Kanals, dem die Achse zugeordnet ist, wird von der Simulation ausgefüllt
InitialValue	Ausgangsstellung beim Anzeigen des Modells. Position der Achse eines manuell zu öffnenden Verdecks im geschlossenen Zustand. Weitere Informationen zum Verdeck im Hinweis am Ende des Abschnitts
MaxValue	Obere Fahrbereichsgrenze
MinValue	Untere Fahrbereichsgrenze
Value	Aktuell eingestellte Position der Achse
Name	Eigenname des Knotens

CustomData	Kann in der Simulation im Anweisungsteil der Achsanbindung ausgewertet werden (Variable CUSTOMDATA\$)
Type	Typ des Knotens
Id	Eindeutige Identnummer, wird vom System vergeben



Bitte beachten Sie beim Ausfüllen der Eigenschaft "Axis":

- 0 für die Richtungen, in die die Rotationsachse nicht zeigt
- 1 für die Richtungen, in die die Rotationsachse (zumindest anteilig) zeigt
- Wird das Werkstück von der Rundachse bewegt, dann ist in der Regel anstelle von 1 einmal -1 einzusetzen

Bitte beachten Sie beim Ausfüllen der Eigenschaft "Name":

- Wird die Achse durch einen Antrieb bewegt, dann setzen Sie den physikalischen Namen der Achse ein.
- Bewegt die Achse ein **manuell zu öffnendes Verdeck**, dann setzen Sie den Namen aus der Zeichenkette "DOOR" zusammen (Groß-/Kleinschreibung beliebig)

5.3 Linearachsknoten (Translation Axis Node)

Der Linearachsknoten ist eine translatorische Achse entlang einer Translationsrichtung mit limitierten Achswerten.

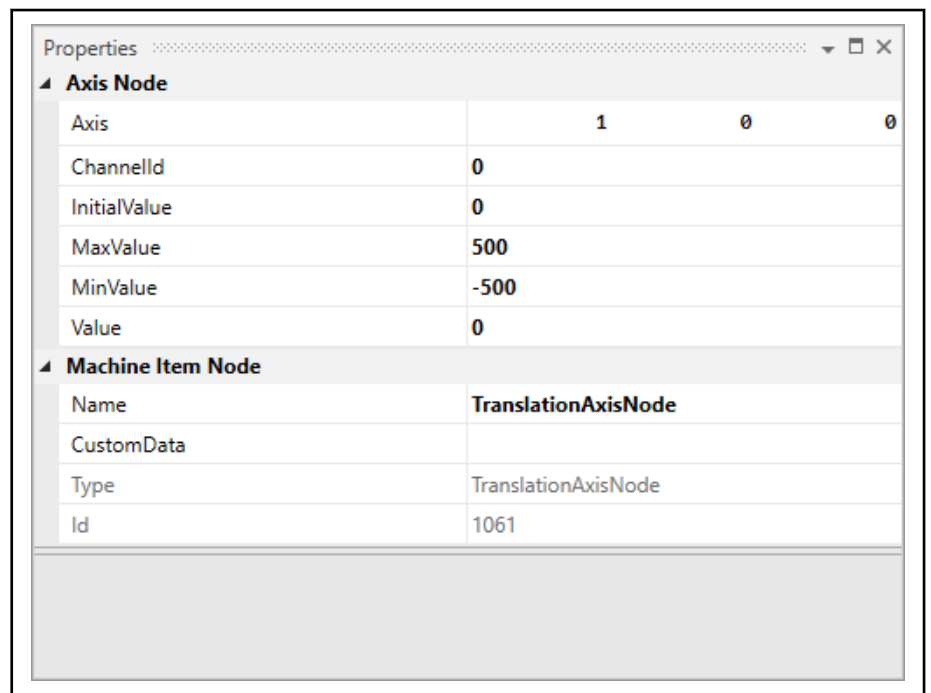


Abb. 5-3: Layout des Fensters Properties beim Linearachsknoten

Eigenschaften des Linearachsknotens

Axis	Orientierung der Linearachse. Die drei Zahlenwerte entsprechen von links nach rechts den Richtungen X, Y und Z
ChannelId	Nummer des Kanals, dem die Achse zugeordnet ist, wird von der Simulation ausgefüllt
InitialValue	Ausgangsstellung beim Anzeigen des Modells. Position der Achse eines manuell zu öffnenden Verdecks im geschlossenen Zustand. Weitere Informationen zum Verdeck finden Sie am Ende des Abschnittes
MaxValue	Obere Fahrbereichsgrenze
MinValue	Untere Fahrbereichsgrenze
Value	Aktuell eingestellte Position der Achse
Name	Eigenname des Knotens
CustomData	Kann in der Simulation im Anweisungsteil der Achsanbindung ausgewertet werden (Variable CUSTOMDATA\$)
Type	Typ des Knotens
Id	Eindeutige Identnummer, wird vom System vergeben



Bitte beachten Sie beim Ausfüllen der Eigenschaft "Axis":

- 0 für die Richtungen, in die die Linearachse nicht zeigt
- 1 für die Richtung, in die die Achse zeigt, wenn sie das Werkzeug bewegt
- -1 für die Richtung, in die die Achse zeigt, wenn sie das Werkstück bewegt

Bitte beachten Sie beim Ausfüllen der Eigenschaft "Name":

- Wird die Achse durch einen Antrieb bewegt, dann setzen Sie den physikalischen Namen der Achse ein.
- Stanzen: Handelt es sich um eine von einem Stanzstößel angetriebene Achse, dann nennen Sie die Achse vorzugsweise "Z" oder "PUNCHHEAD" beim Oberteil und "PUNCH-DOWN" beim Unterteil.
- Bewegt die Achse ein **manuell zu öffnendes Verdeck**, dann setzen Sie den Namen aus der Zeichenkette "DOOR" zusammen (Groß-/Kleinschreibung beliebig)

5.4 Maschinengeometrienknoten (Machine Geometry Node)

Der Maschinengeometrienknoten eine oder mehrere physische Komponenten der Maschine. Der Knoten wird durch eine oder mehrere Mesh-Geometrie(n) definiert. Es ist möglich, für alle Knotenelemente eine bestimmte Farbe festzulegen und das Reflektionsverhalten zu bestimmen.

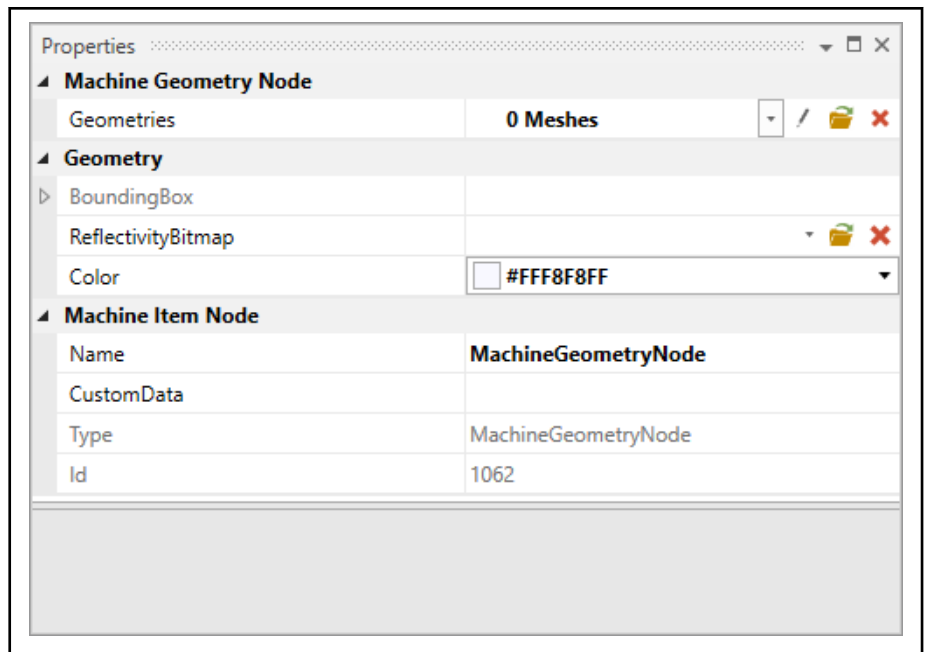










Abb. 5-4: Layout des Fensters "Properties" beim Maschinengeometrieknoten

Eigenschaften des Maschinengeometrieknotens

Geometries	<p>Zeigt die Anzahl der im Knoten angezeigten Meshes und der zugeordneten Meshes für die Kollisionsbetrachtung an. Alternativ wird die einzige zugeordnete Ressource angezeigt. Die Werkzeuge dahinter erlauben</p> <ul style="list-style-type: none"> • : ein einziges Mesh aus den Ressourcen auszuwählen • : die Ressourcen im "Machine Geometry Mesh Set Editor" für die grafische Darstellung und die Kollisionsüberprüfung auszuwählen. Siehe "Machine Geometry Mesh Set Editor (Mesh-Zuordnungseditor für Maschinengeometrien)" auf Seite 24 • : eine STL-Datei zu den Ressourcen hinzuzufügen und gleichzeitig dem Knoten als einziges Mesh zuzuweisen • : alle Meshes vom Knoten zu löschen
BoundingBox	<p>Nach Drücken von  werden alle Abmessungen des einhüllenden Quaders sichtbar</p>

Fenster Eigenschaften (Properties Window)

ReflectivityBitmap	<p>Bitmap, um die Reflektion des Umgebungslichtes mit hellen und dunklen Abschnitten zu simulieren. Die Werkzeuge dahinter erlauben</p> <ul style="list-style-type: none"> : eine Bitmap aus den Ressourcen auszuwählen : eine neue Bitmap zum Knoten und den Ressourcen hinzuzufügen : die Bitmap vom Knoten zu löschen
Color	Zeigt die Farbe an und öffnet den Farbdialog
Name	Eigenname des Knotens
CustomData	Wird aktuell nicht ausgewertet
Type	Typ des Knotens
Id	Eindeutige Identnummer, wird vom System vergeben



Bitte beachten Sie beim Ausfüllen der Eigenschaft "Name":

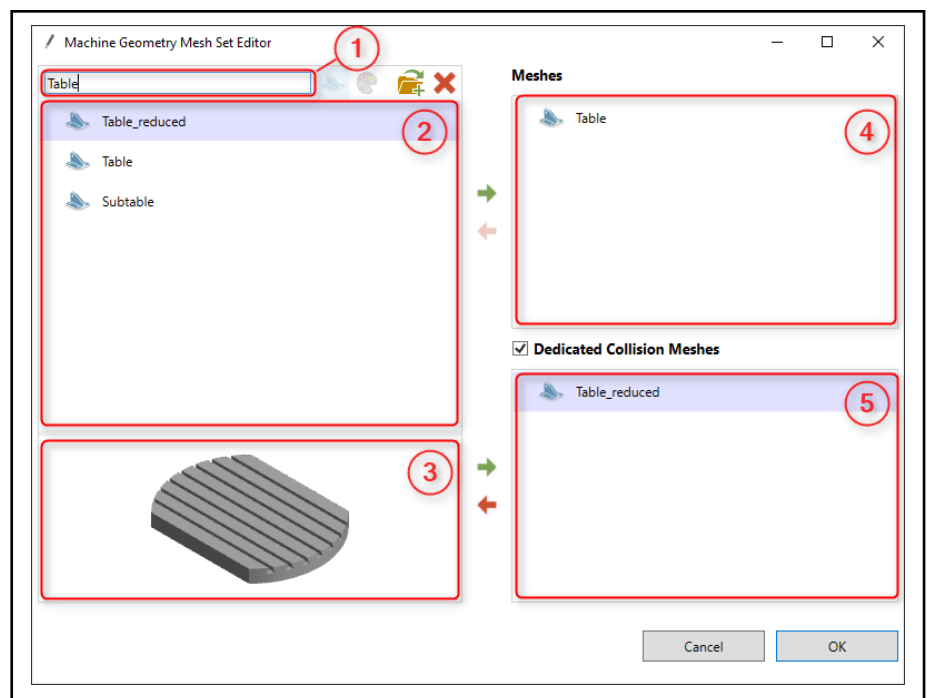
- Wird der Name aus der Zeichenkette "ALWAYSVISIBLE" zusammengesetzt, dann ist das Objekt immer sichtbar (Groß-/Kleinschreibung beliebig)
- Wird der Name aus der Zeichenkette "INVISIBLE" zusammengesetzt, dann ist das Objekt nicht sichtbar außer nach einer Kollision (Groß-/Kleinschreibung beliebig)
- Wird der Name aus der Zeichenkette "ACTIVE" zusammen-

gesetzt, dann ist das Objekt bei der Schalterstellung "Ausblenden - inaktive Elemente" sichtbar, auch wenn es nicht von einem Antrieb bewegt wird. Sinnvoll z.B. für fest mit dem Gehäuse verbundene Maschinentische (Groß-/Kleinschreibung beliebig)



Machine Geometry Mesh Set Editor (Mesh-Zuordnungsektor für Maschinengeometrien)



Mit dem Mesh-Zuordnungsektor werden Meshes zu einem Maschinengeometrieknoten als darzustellende Geometrie bzw. als Geometrie für die Kollisionsprüfung hinzugefügt bzw. entfernt. Darüber hinaus können in diesem Dialog die Mesh-Ressourcen verwaltet werden.



- 1 Ressourcen-Vorauswahl
- 2 Ressourcen-Liste (Meshes)
- 3 Mesh-Anzeige
- 4 Liste der darzustellenden Meshes
- 5 Liste der Meshes für die Kollisionsprüfung

Abb. 5-5: Mesh-Zuordnungseditor für Maschinengeometrien



So verwalten Sie die Ressourcen, die in der Ressourcen-Liste (2) angezeigt werden:

- Um neue Ressourcen (Meshes in Form von STL-Dateien) zu importieren betätigen Sie .
- Um eine Ressource zu löschen, ist diese durch Anklicken in der Ressourcen-Liste (2) auszuwählen und drücken Sie dann . Alternativ kann die Lösch taste <entf> genutzt werden.
- Um die Anzahl der angezeigten Ressourcen zu reduzieren, können Sie im Eingabefeld zur Vorauswahl (1) eine Zeichenkette eingeben, die Bestandteil des Namens der aufzulistenden Ressourcen sind.
- Das kontextsensitive Menü der Ressourcen-Liste ermöglicht folgendes:
 - Das Löschen
 - Alle anwählen
 - Ein Mesh zu vereinfachen (Reduce). Nach Ausführung erscheint das reduzierte Mesh mit der Namensergänzung "_reduced" in der Liste.

Zuordnung von Meshes zum Maschinengeometrieknoten für die grafische Anzeige:



1. Wählen Sie das gewünschte Mesh/die gewünschten Meshes in der Ressourcen-Liste aus.

Das Mesh/die Meshes ist/sind markiert und es ist eine Voransicht auf der Darstellungsfläche (3) zu sehen.

2. Betätigen Sie  links neben der Liste der darzustellenden Meshes. Das Mesh/die Meshes erscheint/erscheinen nun auch unter "Meshes" (4).
3. Um ein Mesh von der Darstellung auszuschließen, selektieren Sie dieses Mesh in der Liste "Meshes" und betätigen  oder die Löschtaste <entf>.

Die grafisch anzuzeigenden Meshes sind identisch mit denen für die Kollisionsprüfung, sofern keine Meshes für die Kollisionsprüfung definiert wurden.

Zuordnung von Meshes für die Kollisionsprüfung:

1. Haken Sie **Dedicated Collision Meshes** an.
Es wird die Liste der Meshes für die Kollisionsprüfung (5) eingeblendet.
2. Wählen Sie das gewünschte Mesh/die gewünschten Meshes in der Ressourcen-Liste aus.
Das Mesh/die Meshes ist/sind markiert und es ist eine Voransicht auf der Darstellungsfläche (3) zu sehen.
3. Betätigen Sie  links neben der Liste der Meshes für die Kollisionsprüfung (5).
Das Mesh/die Meshes erscheint/erscheinen jetzt in der Liste der Collision Meshes (5).
4. Um ein Mesh von der Kollisionsprüfung auszuschließen, selektieren Sie dieses Mesh in der Liste "Dedicated Collision Meshes" und betätigen  oder die Löschtaste <entf>.



Die Kollisionsprüfung erfolgt erst, wenn die Zuordnung der Knoten zu Kollisionsgruppen erfolgt ist. Siehe hierzu [Kap. 7 "Fenster Kollisionsprüfung \(Collision Checking Window\)" auf Seite 43.](#)

5.5 Werkstückknoten (Stock Node)

Der Werkstückknoten repräsentiert ein Werkstück in der Maschine und ist gleichzeitig die Einfügeposition für weitere Werkstücke sowie Spannmittel und Zeichnungen. Dem Knoten kann eine Rohteilgeometrie in Form eines Meshes zugeordnet werden.

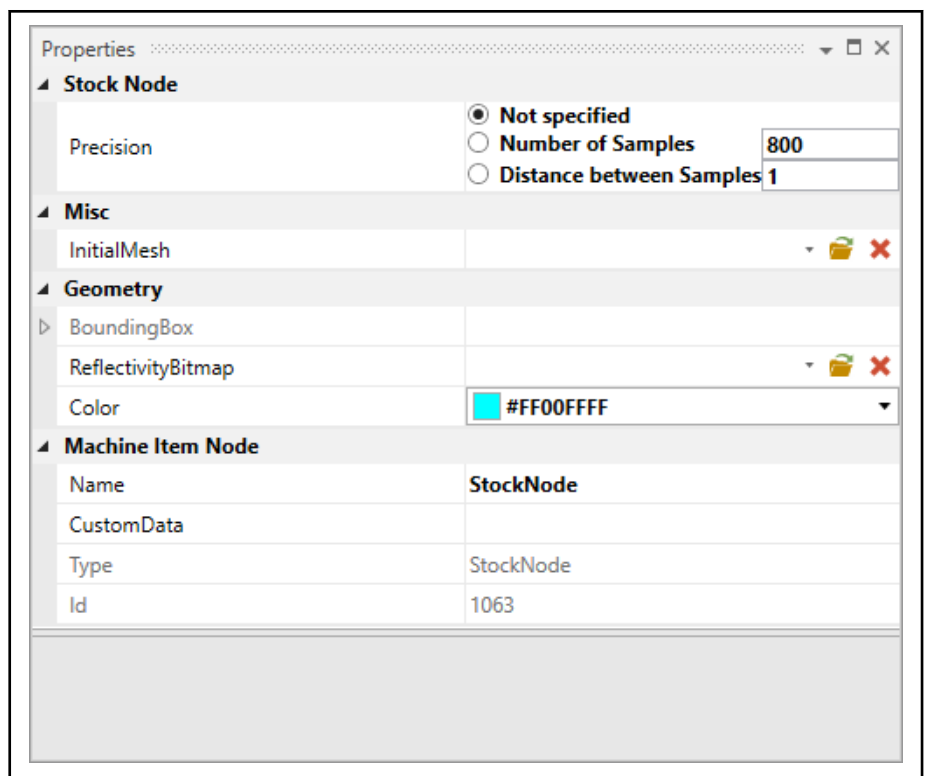









Abb. 5-6: Layout des Fensters "Properties" beim Werkstückknoten

Eigenschaften des Werkstückknotens

Precision	<p>Bestimmt die Genauigkeit des Werkstückmodells ähnlich einer Auflösung in Raumpixel (Samples).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Not specified: nicht angegeben • Number of Samples: Anzahl der Raumpixel pro Diagonale • Distance between Samples: Abstand der Raumpixel in der Längeneinheit <p>Die festgelegte Genauigkeit bezieht sich nur auf das Ausgangswerkstück. Für alle weiteren gilt die Einstellung in den Optionen der Simulation</p>
InitialMesh	<p>Name der Ressource für ein Rohteil, das Ausgangswerkstück. Die Werkzeuge dahinter erlauben</p> <ul style="list-style-type: none"> • : ein Mesh aus den Ressourcen auszuwählen • : eine STL-Datei zu den Ressourcen hinzuzufügen und gleichzeitig dem Knoten zuzuweisen • : das Mesh vom Knoten zu löschen

Fenster Eigenschaften (Properties Window)

BoundingBox	Nach Drücken von  werden alle Abmessungen des einhüllenden Quaders des Ausgangswerkstückes sichtbar
ReflectivityBitmap	<p>Bitmap, um die Reflektion des Umgebungslichtes mit Hell-Dunkel-Übergängen zu simulieren. Die Werkzeuge dahinter erlauben</p> <ul style="list-style-type: none"> : eine Bitmap aus den Ressourcen auszuwählen : eine neue Bitmap zum Knoten und den Ressourcen hinzuzufügen : die Bitmap vom Knoten zu löschen
Color	Zeigt die Farbe des unbearbeiteten Werkstückes an und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation gilt die Roh-teilfarbe aus den Optionen
Name	Eigenname des Knotens
CustomData	Wird aktuell nicht ausgewertet
Type	Typ des Knotens
Id	Eindeutige Identnummer, wird vom System vergeben



Bitte beachten Sie beim Ausfüllen der Eigenschaft "InitialMesh":

Die Definition eines Ausgangswerkstückes ist nur sinnvoll, wenn es sich um ein Vorführ- oder Abnahmewerkstück handelt oder die Maschine vorrangig für die Bearbeitung eines einzigen Werkstückes vorgesehen ist. In der Menüfunktion der Simulation "Rohteil zurücksetzen" steht dann zusätzlich die Funktion "Rohteil erneuern gemäß Maschinenmodell" zur Verfügung.

Bitte beachten Sie beim Ausfüllen der Eigenschaft "Name":

- Vermeiden Sie die Zeichen /, \, ?, %, *, :, ", <, > und #
- Der Name darf maximal 32 Zeichen lang sein. Werden Mehrstückspannungen genutzt mit bis zu 9 zusätzlichen Werkstücken, dann ist die Länge auf 30 Zeichen beschränkt, bei 99 Werkstücken auf 29 und bei 999 auf 28 Zeichen
- Gibt es im Maschinenmodell mehrere Werkstückknoten, dann vergeben Sie die Namen möglichst so, dass die Auswahl eines oder mehrerer Werkstückknoten mit dem Zyklus STOCKSEL effektiv programmierbar ist, ggf. unter Nutzung von Platzhaltern

5.6 Werkzeugknoten (Tool Node)

Der Werkzeugknoten ist eine Werkzeugaufnahmeposition in der Maschine.

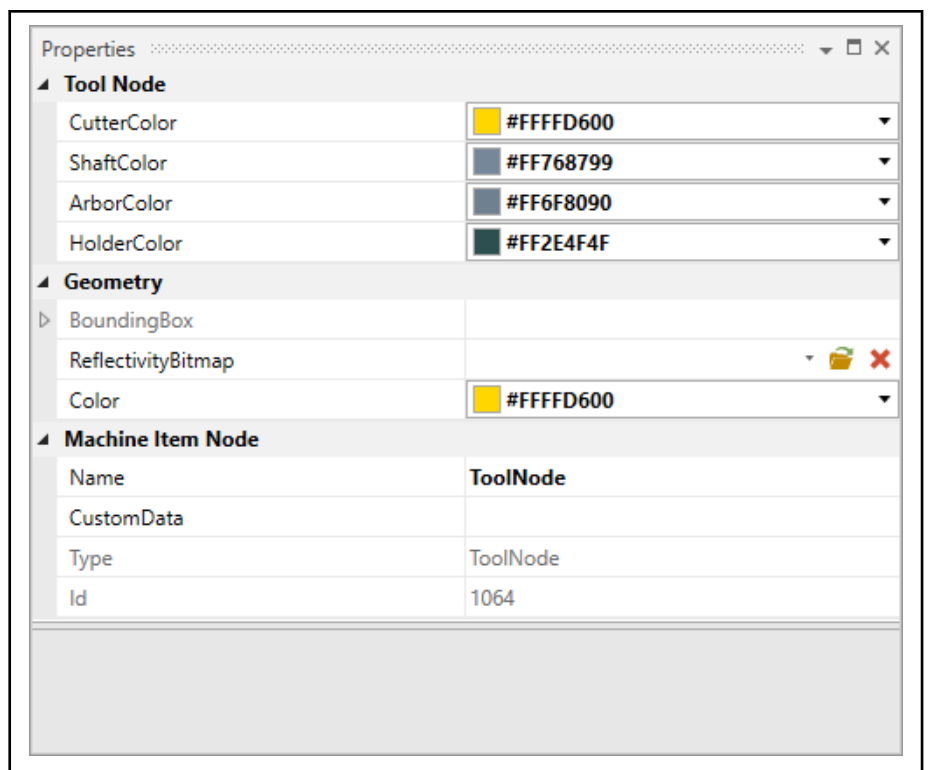






Abb. 5-7: Layout des Fensters "Properties" beim Werkzeugknoten

Eigenschaften des Werkzeugknotens

CutterColor	Zeigt die Farbe für den Schneidenteil des Werkzeuges und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
ShaftColor	Zeigt die Farbe für den Werkzeugschaft und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
ArborColor	Zeigt die Farbe für das Futter oder ein ähnliches Spannmittel an und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
HolderColor	Zeigt die Farbe für den Werkzeughalter an und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
BoundingBox	Nach Drücken von  werden alle Abmessungen des einhüllenden Quaders sichtbar

ReflectivityBitmap	<p>Bitmap, um die Reflektion des Umgebungslichtes mit hellen und dunklen Abschnitten zu simulieren. Die Werkzeuge dahinter erlauben</p> <ul style="list-style-type: none"> : eine Bitmap aus den Ressourcen auszuwählen : eine neue Bitmap zum Knoten und den Ressourcen hinzuzufügen : die Bitmap vom Knoten zu löschen
Color	<p>Zeigt die Farbe an und öffnet den Farbdialog.</p> <p>Hier ohne Bedeutung</p>
Name	Eigenname des Knotens
CustomData	Wird aktuell nicht ausgewertet
Type	Typ des Knotens
Id	Eindeutige Identnummer, wird vom System vergeben

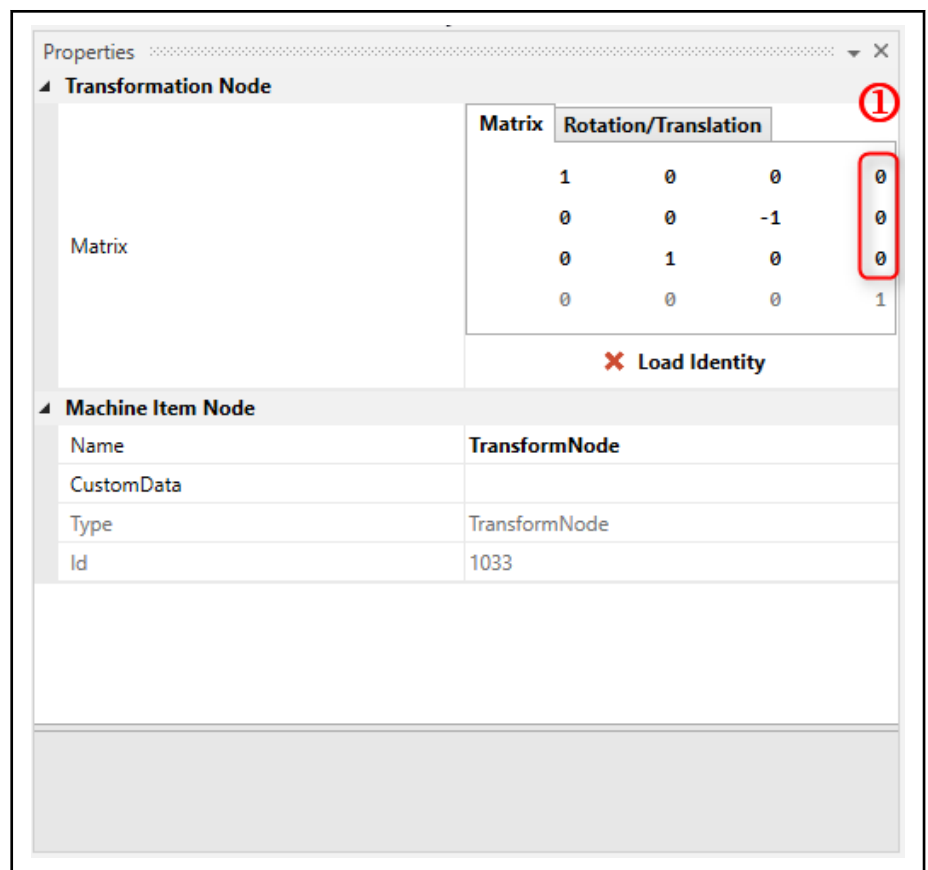


Bitte beachten Sie beim Ausfüllen der Eigenschaft "Name":

Bei mehreren Werkzeugaufnahmen im Maschinenmodell sollten Sie den Namen so vergeben, dass Sie aus ihm leicht die Platznummer in einem Revolver, die Kanalnummer und andere Informationen gewinnen können. Dies erleichtert die applikative Anpassung durch den ausführbaren Code in der Werkzeuganbindung innerhalb der Optionen der Simulation und erlaubt die Mehrfachverwendung dieses Codes.

5.7 Transformationsknoten (Transformation Node)

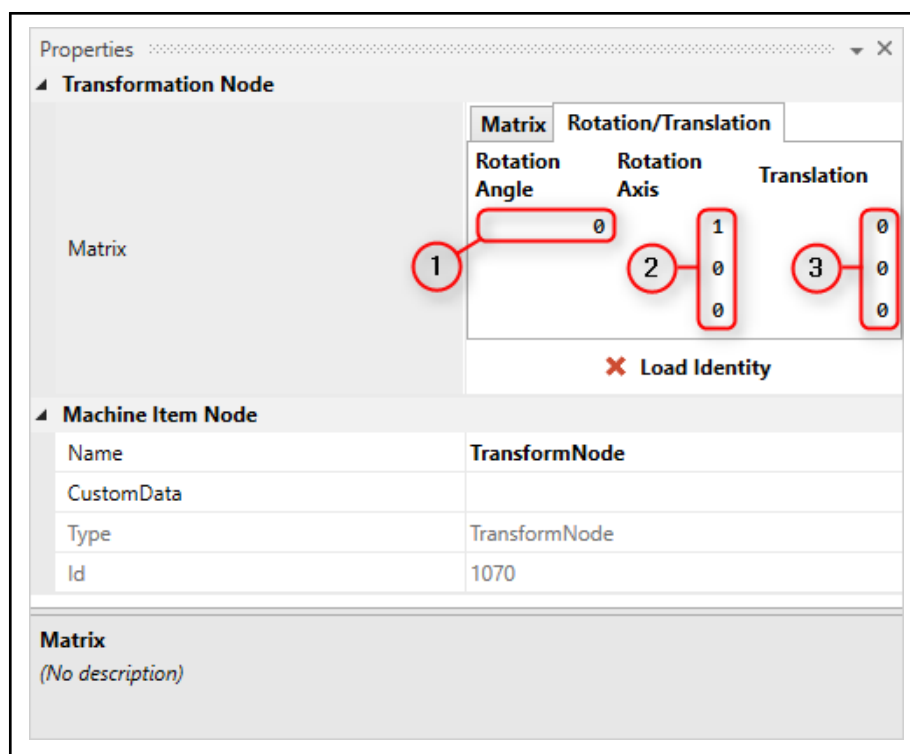
Ein Transformationsknoten steht für die Transformation von einem Koordinatensystem in ein anderes Koordinatensystem. Die Transformation wird entweder durch eine Translation und/oder eine Rotation zusammen mit dem Drehwinkel um die Achse definiert, oder direkt durch die Matrix-Elemente.



1 Verschiebungen X, Y, Z

Abb. 5-8: Definition der Transformation direkt über die Matrix

Fenster Eigenschaften (Properties Window)



- 1 Rotationswinkel
- 2 Zuordnung der Rotation zu X, Y, Z
- 3 Verschiebung X, Y, Z

Abb. 5-9: Definition der Transformation über Rotationswinkel und Verschiebung

Eigenschaften des Transformationsknotens

Matrix, Reiter Matrix (Transformation als Matrix)	Zeigt die Elemente einer 4x4-Matrix. "Load Identity" aktiviert die Einheitsmatrix
Matrix, Reiter Rotation/Translation	Definiert die Matrix über Drehwinkel, Drehachse und/oder Verschiebungen: <ul style="list-style-type: none"> • Unter "Rotation Angle" (1) geben Sie den Winkel an. • Unter "Rotation Axis" stehen drei Eingabefelder (2) untereinander für die Achsen X, Y und Z zur Verfügung. Tragen Sie eine 1 bzw. -1 bei der Achse ein, um welche die Drehung auszuführen ist, bei den anderen jeweils 0 • Unter "Translation Axis" stehen drei Eingabefelder (3) untereinander für die Verschiebung in X, Y und Z zur Verfügung
Name	Eigenname des Knotens
CustomData	Wird aktuell nicht ausgewertet

Type	Typ des Knotens
Id	Eindeutige Identnummer, wird vom System vergeben



1. Bauen Sie Ihr Maschinenmodell vorzugsweise so auf, dass der Koordinatenursprung des Modells mit dem Maschinennullpunkt übereinstimmt. Die Richtungen der linearen Achsen sollten mit den Achsrichtungen innerhalb des Modells übereinstimmen.
2. Sollte sich bei Befolgung der Regel 1 eine Anordnung der Maschine in Weltkoordinaten ergeben, die nicht der natürlichen Aufstellung entspricht (z.B. die Maschine steht Kopf), dann fügen Sie direkt unter dem Maschinendefinitionsknoten einen Transformationsknoten ein, welcher die gewünschte Lage des gesamten Modells herstellt.
3. Die Meshes für Maschinenmodelle besitzen häufig Nullpunkte und Koordinatensystemausrichtungen, die nicht zur Regel 1 passen. Fügen Sie Transformationsknoten zur Kompensation dieser Unzulänglichkeiten ausschließlich als Elternknoten der Maschinengeometrieknoten ein. Vermeiden Sie Transformationsknoten innerhalb der Kinematikette zwischen Werkstückknoten und Werkzeugknoten.

5.8 Spannfutterknoten (Chuck Node)

Ein Spannfutterknoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum, der ein Spannfutter repräsentiert.

Siehe Anhang [Kap. 13 "Anhang 2: Knotenstruktur für ein Dreibackenfutter"](#) auf [Seite 67](#) für eine ausführliche Beschreibung der Knotenstruktur innerhalb des Kinematikbaums für ein Dreibackenfutter.

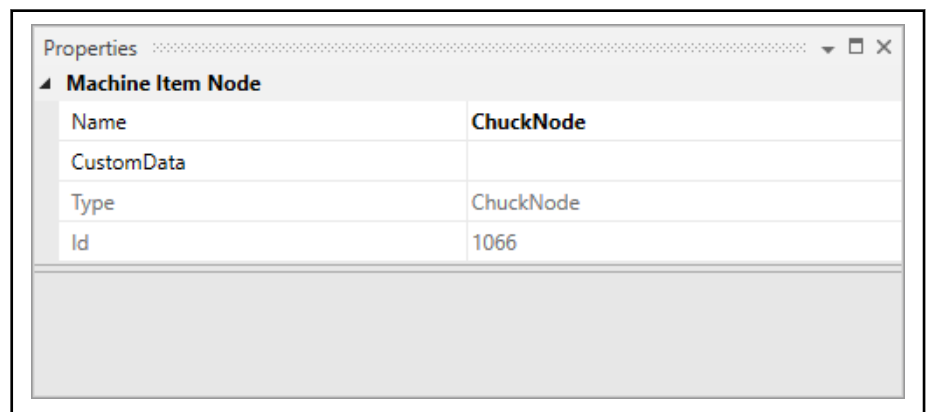


Abb. 5-10: Layout des Fensters "Properties" beim Spannfutterknoten

5.9 Dummy-Klemmknoten (Dummy Clamp Node)

Ein Dummy-Klemmknoten ist ein logischer Knoten im Kinematikbaum, der für die Fixierung des Werkstücks ohne nähere Beschreibung der Klemmeinrichtung verwendet wird.

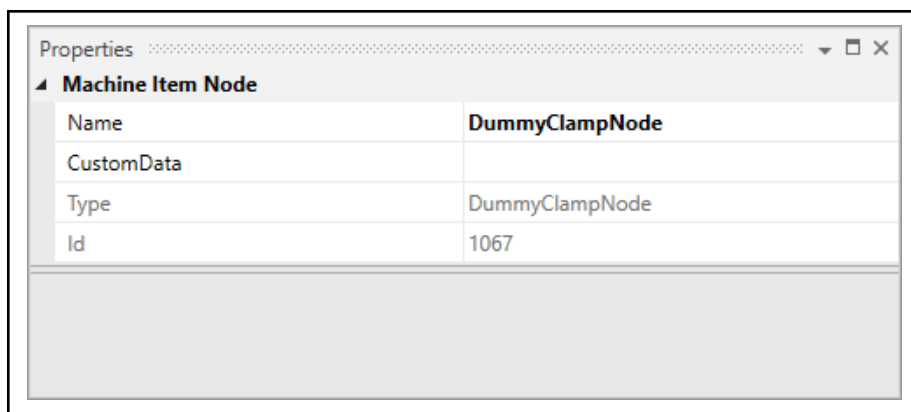


Abb. 5-11: Layout des Fensters "Properties" beim Dummy-Klemmknoten



Im Allgemeinen benötigt die Simulation keinen explizit definierten Dummy-Klemmknoten. Dieser Knotentyp wird im Bedarfsfall von der Simulation automatisch eingefügt.

5.10 Reitstockknoten (Tail Stock Node)

Der Reitstockknoten repräsentiert eine Reitstockspitze im Kinematikbaum. Der Reitstockknoten ist noch nicht implementiert.

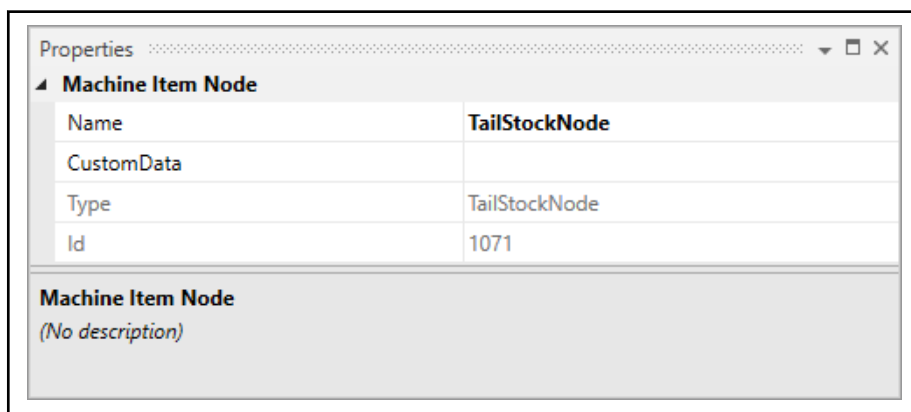


Abb. 5-12: Layout des Fensters "Properties" beim Reitstockknoten

5.11 Lünettenknoten (Steady Rest Node)

Der Lünettenknoten repräsentiert eine Lünette zur radialen Unterstützung schlanker Drehwerkstücke. Ein Knoten im Kinematikbaum, der für eine Lünette steht.

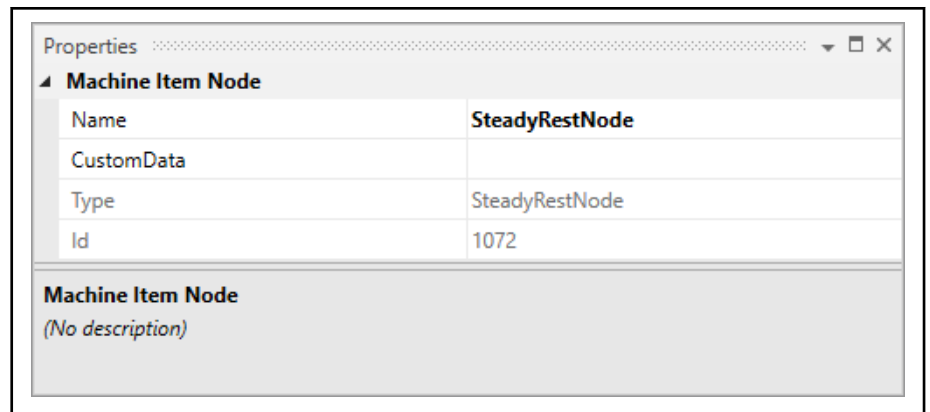


Abb. 5-13: Layout des Fensters "Properties" beim Lünettenknoten

5.12 Spannbackenknoten (Chuck Jaw Node)

Der Spannbackenknoten repräsentiert eine Spannbacke im Kinematikbaum.

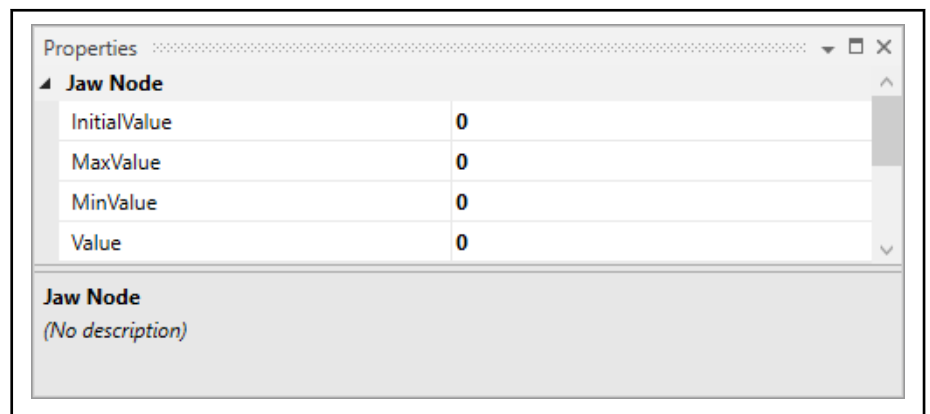


Abb. 5-14: Layout des Fensters "Properties" beim Spannbackenknoten

5.13 Lünettenbackenknoten (Steady Rest Jaw Node)

Ein Lünettenbackenknoten repräsentiert eine Lünettenbacke im Kinematikbaum.

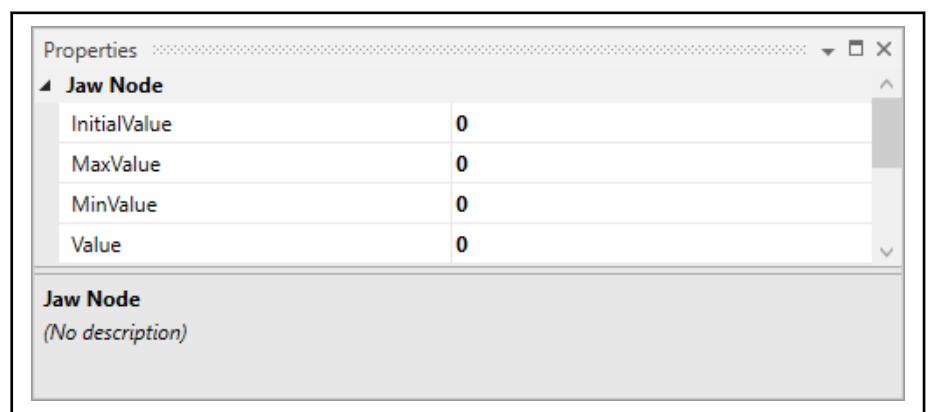


Abb. 5-15: Layout des Fensters "Properties" beim Lünettenbackenknoten

5.14 Werkzeugmesstasterknoten (Tactile Tool Setting Node)

Der Werkzeugmesstasterknoten repräsentiert eine physische Komponente der Maschine, bei der eine Kollision mit einer Werkzeugschneide seitens der

Simulation nicht als Kollision registriert wird. Der Knoten wird durch eine Mesh-Geometriedatei definiert und ist immer sichtbar. Es ist auch möglich, eine bestimmte Farbe für das Mesh festzulegen und das Reflektionsverhalten zu bestimmen.

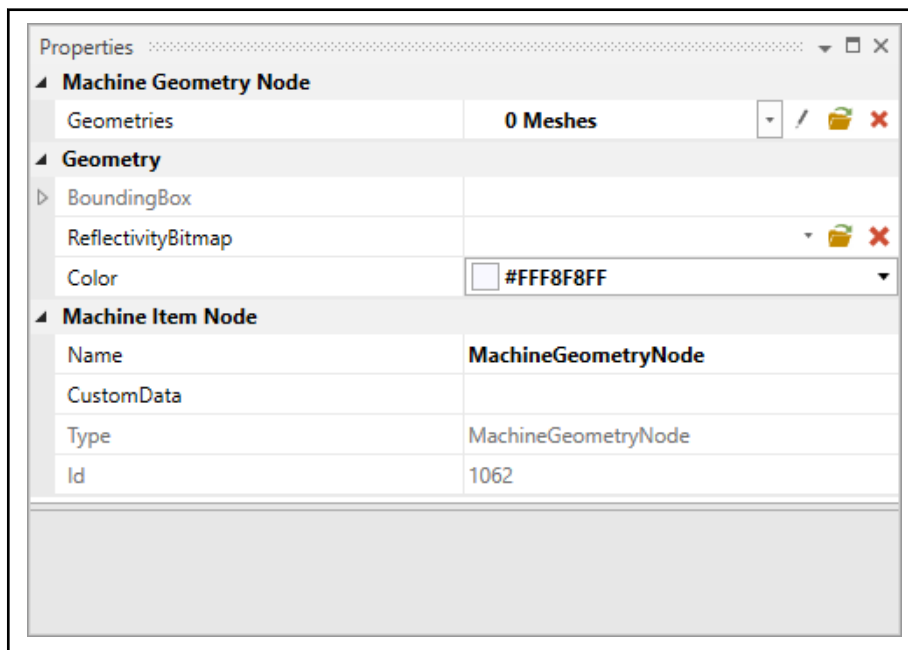


Abb. 5-16: Layout des Fensters "Properties" beim Werkzeugmesstasterknoten

5.15 Drahtführungsknoten (Wire Guide Node)

Der Drahtführungsknoten repräsentiert eine physische Maschinenkomponente für das Drahterodieren. Der Knoten wird durch eine Mesh-Geometriedatei definiert. Es ist auch möglich, eine bestimmte Farbe für das Mesh festzulegen und das Reflektionsverhalten zu bestimmen.

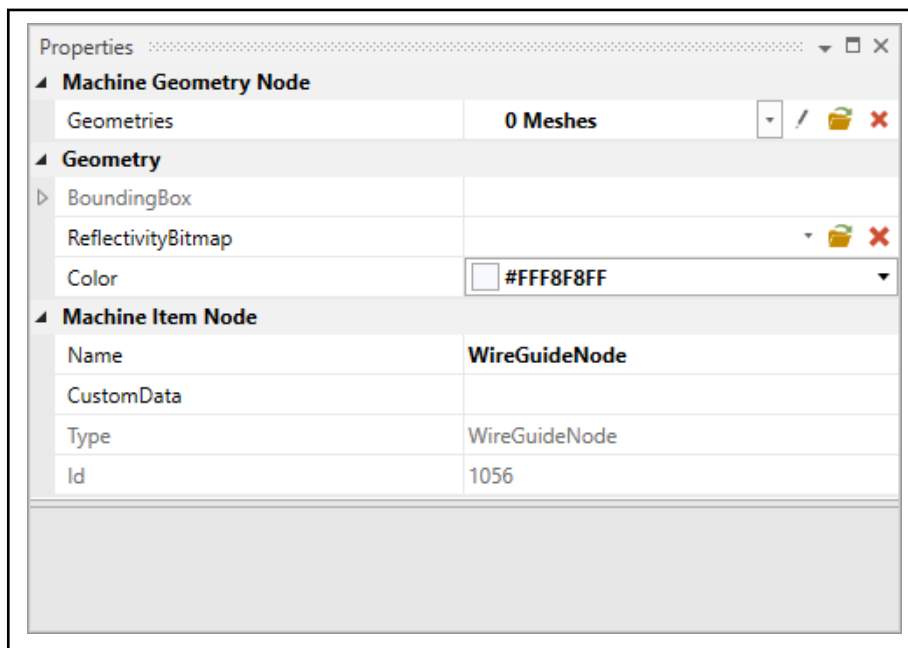


Abb. 5-17: Layout des Fensters "Properties" beim Drahtführungsknoten

5.16 Drahtwerkzeugknoten (Wire Tool Node)

Der Drahtwerkzeugknoten ist eine Werkzeugaufnahme-position in der Maschine für Drahterodieren.

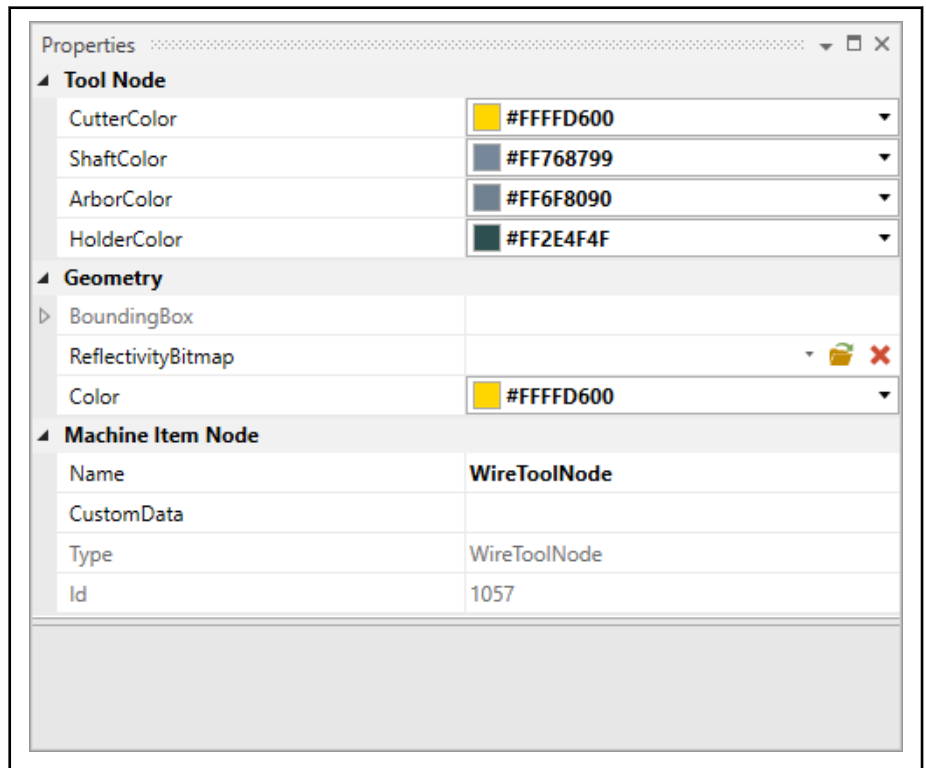






Abb. 5-18: Layout des Fensters "Properties" beim Drahtwerkzeugknoten

Eigenschaften des Drahtwerkzeugknotens

CutterColor	Zeigt die Farbe für den Schneidenteil des Werkzeuges und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
ShaftColor	Zeigt die Farbe für den Werkzeugschaft und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
ArborColor	Zeigt die Farbe für das Futter oder ein ähnliches Spannmittel an und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
HolderColor	Zeigt die Farbe für den Werkzeughalter an und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt

BoundingBox	Nach Drücken von  werden alle Abmessungen des einhüllenden Quaders sichtbar
ReflectivityBitmap	<p>Bitmap, um die Reflektion des Umgebungslichtes mit hellen und dunklen Abschnitten zu simulieren. Die Werkzeuge dahinter erlauben</p> <ul style="list-style-type: none"> • : eine Bitmap aus den Ressourcen auszuwählen • : eine neue Bitmap zum Knoten und den Ressourcen hinzuzufügen • : die Bitmap vom Knoten zu löschen
Color	<p>Zeigt die Farbe an und öffnet den Farbdialog.</p> <p>Hier ohne Bedeutung</p>
Name	Eigenname des Knotens
CustomData	Wird aktuell nicht ausgewertet
Type	Typ des Knotens
Id	Eindeutige Identnummer, wird vom System vergeben

5.17 Additiver Werkzeugknoten (Additive Tool Node)

Der additive Werkzeugknoten ist eine Aufnahmeposition in der Maschine für Werkzeuge zum Materialauftrag (3D-Druck, Auftragschweißen u.a.).

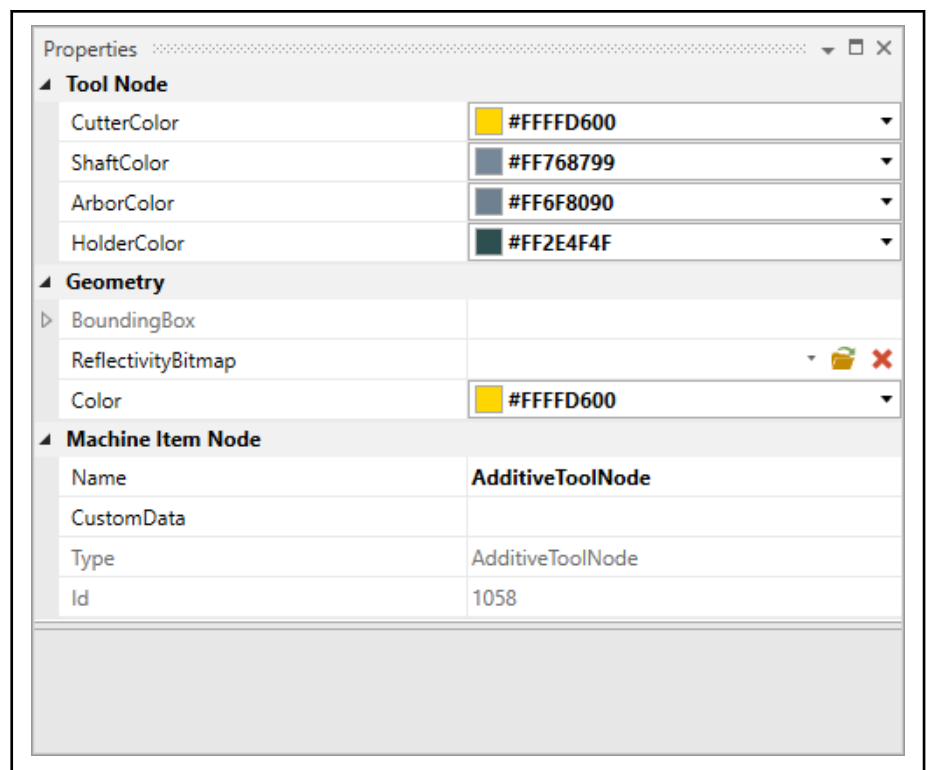






Abb. 5-19: Layout des Fensters "Properties" beim additiven Werkzeugknoten

Eigenschaften des additiven Werkzeugknotens

CutterColor	Zeigt die Farbe für den Schneidenteil des Werkzeuges und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
ShaftColor	Zeigt die Farbe für den Werkzeugschaft und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
ArborColor	Zeigt die Farbe für das Futter oder ein ähnliches Spannmittel an und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
HolderColor	Zeigt die Farbe für den Werkzeughalter an und öffnet den Farbdialog. Innerhalb der Simulation wird die Farbe von den Optionen der Simulation bestimmt
BoundingBox	Nach Drücken von  werden alle Abmessungen des einhüllenden Quaders sichtbar

ReflectivityBitmap	<p>Bitmap, um die Reflektion des Umgebungslichtes mit hellen und dunklen Abschnitten zu simulieren. Die Werkzeuge dahinter erlauben</p> <ul style="list-style-type: none"> : eine Bitmap aus den Ressourcen auszuwählen : eine neue Bitmap zum Knoten und den Ressourcen hinzuzufügen : die Bitmap vom Knoten zu löschen
Color	<p>Zeigt die Farbe an und öffnet den Farbdialog.</p> <p>Hier ohne Bedeutung</p>
Name	Eigenname des Knotens
CustomData	Wird aktuell nicht ausgewertet
Type	Typ des Knotens
Id	Eindeutige Identnummer, wird vom System vergeben



In der Simulation ist die Entscheidung, ob es sich bei einem Werkzeug um ein additives Werkzeug handelt, vom Werkzeugtyp im Werkzeugmanagement der MTX abhängig und wird am Werkzeugknoten dargestellt. Additive Werkzeugknoten müssen somit nicht im Maschinenmodell vereinbart werden bzw. Werkzeugknoten und additive Werkzeugknoten werden gleich behandelt.

5.18 Virtueller Knoten (Virtual Node)

Der virtuelle Knoten steht für ein virtuelles Objekt in der Maschine, das auf ein physisches Objekt in der Maschine verweist. Der virtuelle Knoten wird durch eine Farbe und/oder eine Reflektionsbitmap bestimmt.

6 Fenster Achssteuerung (Axis Control Window)

Das Achssteuerungsfenster beinhaltet die Translations- und Drehachsen, die im aktuellen Maschinenmodell definiert sind. Das Fenster zeigt die Grenzwerte für jede Achse an. Der aktuelle Wert kann innerhalb der Grenzwerte mittels eines Schiebereglers oder durch direkte Eingabe in das Wertefeld angepasst werden.

Der Umfang der angezeigten Achsen kann durch Eingabe von Zeichen im Feld "Filter für Achsnamen" eingeschränkt werden, indem nur die Achsen eingeschlossen werden, in deren Namen die Zeichen im Filter enthalten sind.

Durch Anpassung des Achswertes im Steuerungsfenster wird das Maschinenmodell automatisch aktualisiert und zeigt den aktualisierten Wert an. Dadurch kann das Kinematikmaschinenmodell noch vor Durchführung von Simulationen überprüft werden.

Die Schaltfläche 

öffnet ein Untermenü mit den nachfolgend genannten Funktionen, die sich auf **alle angezeigten Achsen** auswirken:

- Reset all to initial value:
Die Achsen werden auf den Initialwert bewegt, der im Eigenschaftsfenster der Achsknoten eingestellt ist.
- Reset all to zero:
Die Achsen werden auf die Koordinate Null bewegt.

Bei einer Rundachse kann **Is Spinning** angehakt werden, wodurch die Rundachse in den Spindelmodus versetzt wird. Die Kindobjekte der Rundachse werden in diesem Fall als Hüllkörper dargestellt.

Im folgenden Beispiel sind X, Y und Z die Linearachsen und B und C die Rundachsen im Maschinenmodell.

Fenster Achssteuerung (Axis Control Window)



- 1 Filter für Achsnamen
- 2 Achspositionen zurücksetzen
- 3 Achsposition zurücksetzen auf initial Value
- 4 Achsposition übernehmen initial Value
- 5 Spindelmode

Abb. 6-1: Fenster Achssteuerung

7 Fenster Kollisionsprüfung (Collision Checking Window)

Mithilfe der Kollisionsprüfung "Collision Checking" können alle Maschinenmodellkomponenten definiert werden, die auf eine Kollision überprüft werden sollen.

Die zu überprüfenden Knoten werden innerhalb einer Kollisionsgruppe ausgewählt. Der Benutzer kann eine beliebige Anzahl an Gruppen erstellen, die die zu überprüfenden Knoten enthalten.

Das folgende Beispiel zeigt eine einzelne Kollisionsgruppe, in der die Bewegung des Werkstücks "Stock", des Tisches "Table" und des Bauteils "Subtable" um die B- und C-Drehachse auf Kollision mit der Werkzeug- und Maschinengeometrieverschiebung in Richtung der Z-Achse überprüft wird. Jedes auf der linken Seite angehakte Objekt kann ein möglicher Kollisionspartner eines der rechts angehakten Objekte sein.

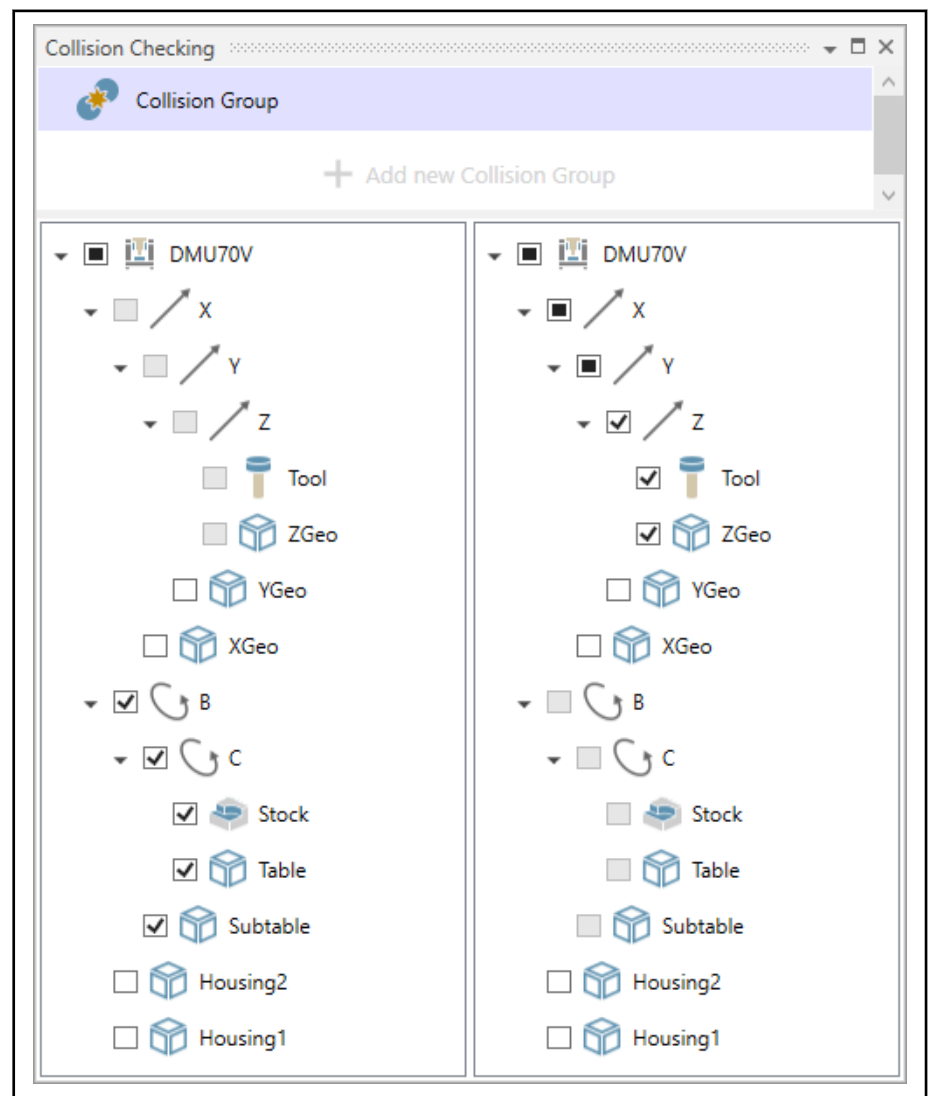


Abb. 7-1: Fenster Kollisionsprüfung



Für eine performante Kollisionsprüfung sollten in den Kollisionsgruppen nur die Objekte ausgewählt werden, die in der Realität miteinander kollidieren können. Nutzen Sie ggf. bei Maschinengeometrieknoten vereinfachte "Dedicated Collision Meshes".

8 Fenster Ressourcen (Resources Window)

Mithilfe des Fensters "Resources" können alle Maschinengeometriekomponenten innerhalb des Maschinenmodells überprüft werden.

Die Maschinengeometrie der einzelnen Komponenten wird im unteren Teil des Fensters angezeigt. Per Maus kann die Ansicht verändert werden.

Zusätzlich dazu kann die Anzahl der Dreiecke, die für die Darstellung der Maschinengeometrie verwendet werden, für die betreffende Maschinenkomponente reduziert werden. Dies ist bei der Kollisionsprüfung von Geometrieknoten im Kinematikmaschinenmodell sehr wichtig (vereinfachtes "Collision Mesh").

Reduzierung der Meshgeometrie

1. Wählen Sie die Komponente im Ressourcenfenster ("Resources window") per rechten Mausklick aus.
2. Wählen Sie die Funktion **Reduce Mesh** im Kontextmenü

Die Mesh-Darstellung ist optimiert.

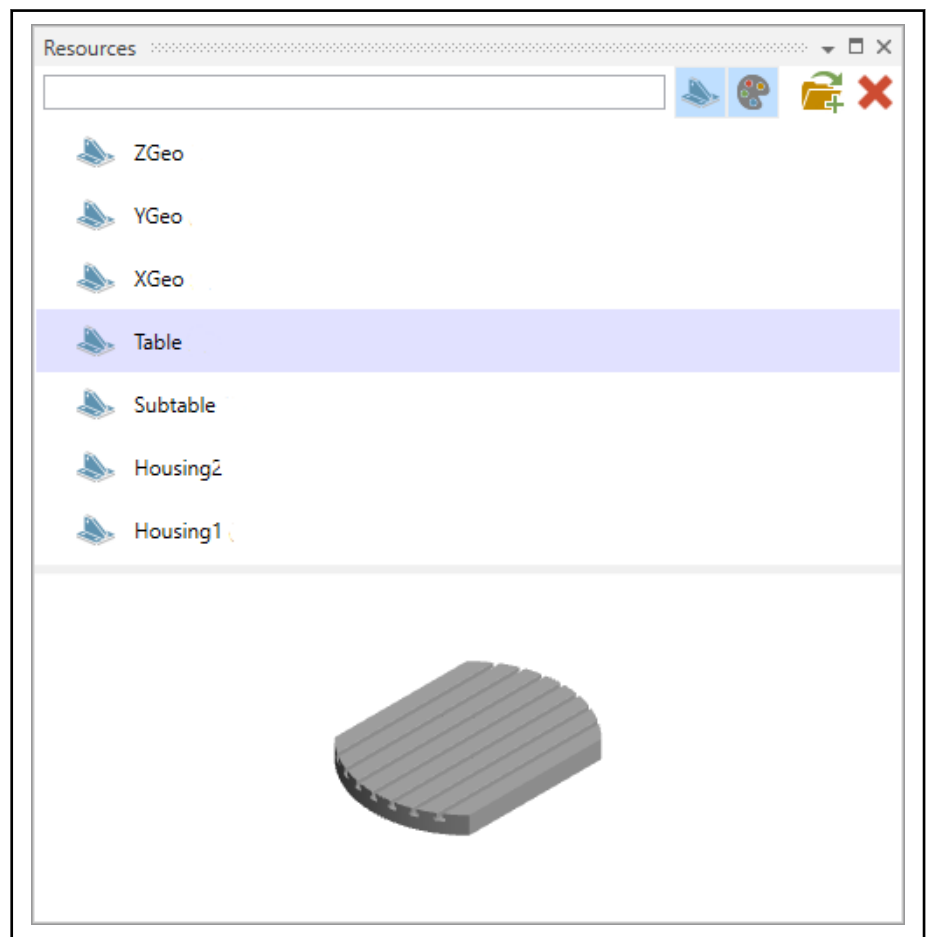


Abb. 8-1: Fenster Ressourcen

9 Werkzeugfenster (Toolbox Window)

Das Werkzeugfenster ("Toolbox window") enthält eine komplette Liste der Knotentypen mit Beschreibungen.

Knoten können durch Auswahl eines Knotentyps aus dem Werkzeugfenster erstellt werden. Der Knoten kann mit Hilfe von "Drag&Drop" auf einen bereits bestehenden Knoten in der Baumansicht gezogen werden. Ein Kindknoten wird an dieser Position im Kinematikbaum erstellt.

Optional wählen Sie einen Knoten in der Baumansicht aus. Per Doppelklick auf den Knotentyp im Werkzeugfenster, wird der neue Kindknoten unter dem ausgewählten Knoten in der Baumansicht angelegt.

Siehe Abschnitt [Kap. 4.3 "Menü zur Erstellung von Knoten"](#) auf [Seite 16](#) für die komplette Liste der Knotentypen.

10 Log-Fenster (Log Window)

Das Log-Fenster enthält die Sitzungshistorie aller mittels des Virtual Machine Builders durchgeführten Aktionen.



Im Log-Fenster wird ebenfalls jede Warnmeldung des Kinematikmaschinenmodells angezeigt.

11 Einstellungen (Settings)

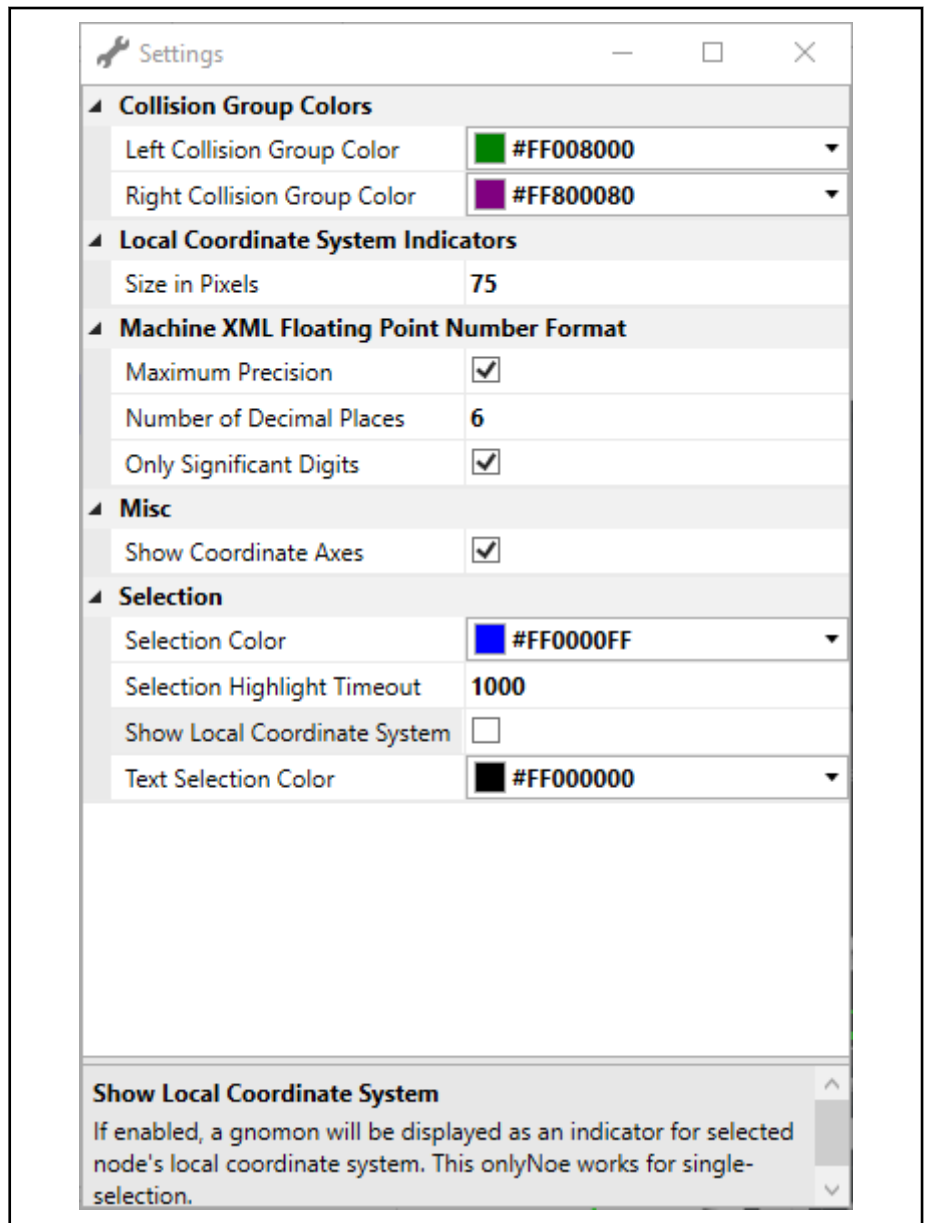


Abb. 11-1: Einstellungen

Im Dialog "Einstellungen" (Settings) können Benutzereinstellungen für den Virtual Machine Builder ausgewählt werden:

- **Left/Right Collision Group Color:**
Farbe für die Elemente einer Kollisionsgruppe auf der linken bzw. rechten Seite im Fenster Kollisionsprüfung (siehe [Kap. 7 "Fenster Kollisionsprüfung \(Collision Checking Window\)"](#) auf Seite 43)
- **Size in Pixels:**
Länge einer Achse des Koordinatendreiecks für das lokale Koordinatensystem
- **Maximum Precision:**

Einstellungen (Settings)

- Wenn angehakt, dann werden die maximal mögliche Anzahl von Nachkommastellen in die Maschinenmodelldatei geschrieben und die Einstellung "Number of Decimal Places" und "Only Significant Digits" ignoriert.
- Number of Decimal Places:
Gibt die maximale Zahl an Nachkommastellen in der Maschinenmodelldatei an.
- Only Significant Digits:
Wenn angehakt, dann werden die rechten Nullen in den Nachkommastellen nicht in die Maschinenmodelldatei geschrieben.
- Show Coordinate Axes: Schaltet die Darstellung der Achsskalen zu bzw. ab
- Selection Color:
Farbe des/der im "Tree View" selektierten Maschinengeometrieknoten(s)
- Selection Highlight Timeout:
Zeitspanne in Millisekunden zwischen dem Markieren zweier unterschiedlicher, selektierter Knoten
- Show Local Coordinate System:
Wenn angehakt, dann wird am selektierten Knoten das aktuelle lokale Koordinatensystem mit einem Koordinatendreieck angezeigt, dessen Ursprung mit dem Nullpunkt übereinstimmt. Das lokale Koordinatensystem ist nach Selektieren mehrerer Knoten unsichtbar.
- Text Selection Color:
Textfarbe des Namens des/der selektierten Knoten(s) im "Tree View".

12 Anhang 1: Anwendungsbeispiel zum Aufbau einer Maschinenkinematik

12.1 Aufgabenstellung

Ziele Im Rahmen der Installation des Virtual Machine Builder werden Daten für ein Übungsbeispiel zum Aufbau eines Simulationsmodells einer vereinfachten Werkzeugmaschine mit 4-Achs-Kinematik bereitgestellt ([Abb. 12-1 "Simulationsmodell 4-Achs-Kinematik für Übungsbeispiel" auf Seite 53](#)).

Anhand des Übungsbeispiels soll folgendes vertieft werden:

- Aufbau einer Kinematikstruktur mit den erforderlichen Elementen
- Verknüpfung von 3D-Geometriedaten der Maschine mit der Kinematik
- Prüfen und Einstellen der Kinematik hinsichtlich der Achseigenschaften
- Definition der Kollisionsbeziehungen der Geometrien

Daten zum Beispiel Das komplette Übungsbeispiel finden Sie im Unterordner "Demo", nachdem Sie im Dateieexplorer den im Installationsordner des Virtual Machine Builders vorhandenen ShortCut "_LinkToCommonAppData" angeklickt haben. Von dort können Sie entweder die CAD-Daten für ein neu zu erstellendes, eigenes Maschinenmodell (wie es in den folgenden Abschnitten beschrieben wird) oder das fertige Maschinenmodell Demo.xml als Basis für beliebige Modifikationen verwenden.

Maschinen-Layout

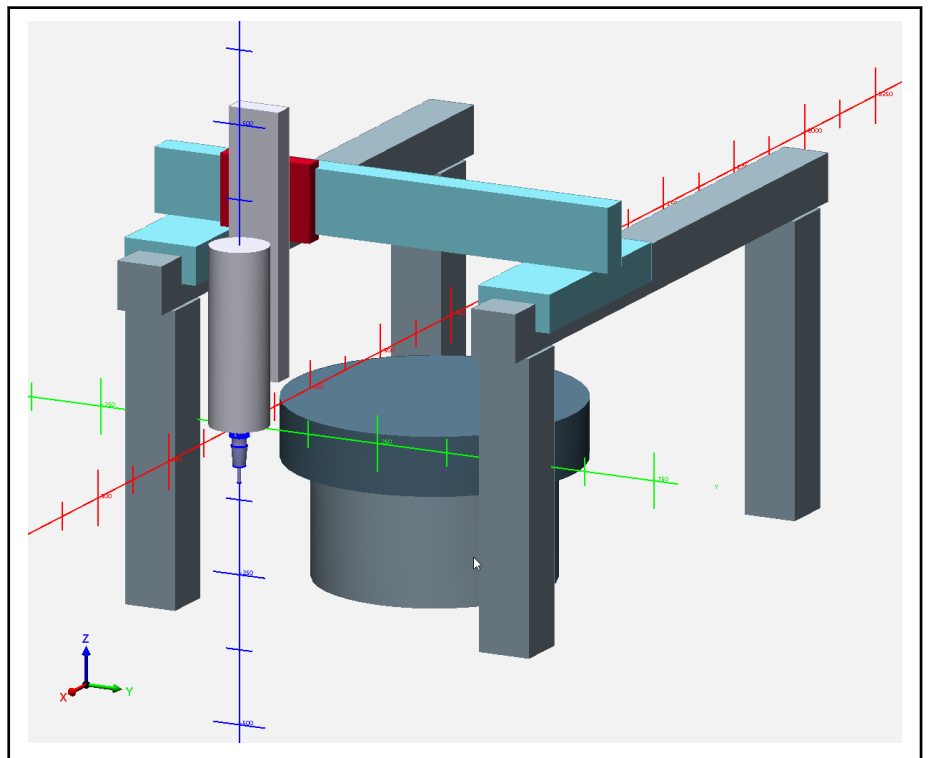


Abb. 12-1: Simulationsmodell 4-Achs-Kinematik für Übungsbeispiel

12.2 Aufbau der Kinematikstruktur

Dieser Schritt dient dazu, die kinematischen Beziehungen der Maschine in einer Baumstruktur abzubilden.

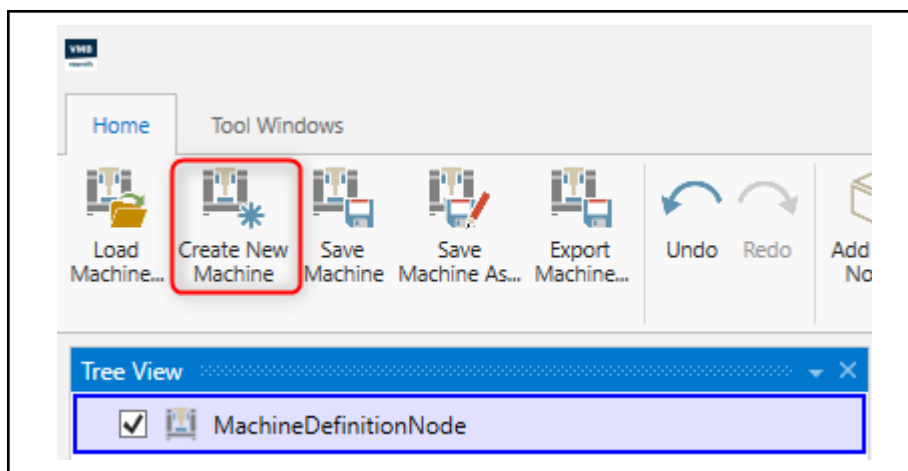
Maschinendefinition anlegen

Abb. 12-2: Erzeugen des Wurzelknotens der Kinematik

Selektieren Sie den Wurzelknoten und vergeben Sie im Fenster "Properties" einen neuen Namen (Abb. 12-3 "Umbenennen des Wurzelknotens" auf Seite 54).

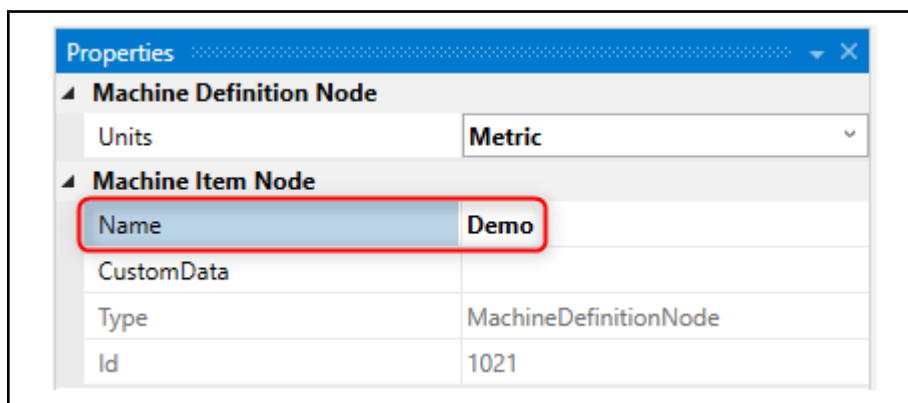


Abb. 12-3: Umbenennen des Wurzelknotens

Kinematikstruktur definieren

Über die in den Kapiteln [Kap. 4 "Fenster Baumansicht \(Tree View Window\)"](#) auf Seite 11 und [Kap. 5 "Fenster Eigenschaften \(Properties Window\)"](#) auf Seite 19 beschriebenen Knotentypen für Linear- und Rundachsen sowie deren Eigenschaftsfenstern bauen Sie zunächst die Grundkinematik auf, wie sie in [Abb. 12-4 "Kinematikstruktur für das Übungsbeispiel"](#) auf Seite 55 dargestellt ist. Dafür klicken Sie jeweils mit der rechten Maustaste auf den Knoten, der einen Unterknoten erhalten soll und wählen "Add Child Node".

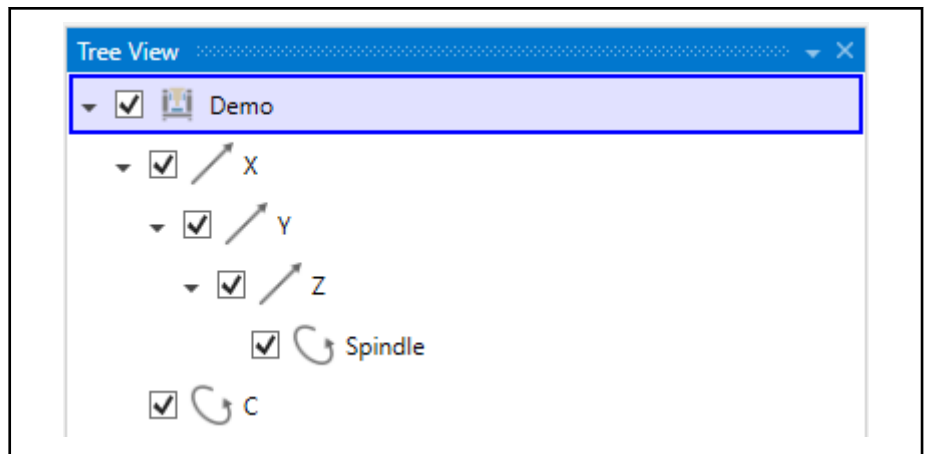


Abb. 12-4: Kinematikstruktur für das Übungsbeispiel

Für Linear- und Rundachsen stehen die Knotentypen "TranslationAxisNode" und "RotationAxisNode" zur Verfügung. Nach Erzeugen eines Knotens vergeben Sie im Fenster "Properties" jeweils einen der Achsbezeichnung entsprechenden Namen (X, Y, Z, C, Spindle). Außerdem definieren Sie in den Feldern "Axis" die Bewegungsrichtung der Achsen.



Beachten Sie dazu die Hinweise in den Kapiteln [Kap. 5.2 "Rundachsknoten \(Rotation Axis Node\)"](#) auf Seite 19 und [Kap. 5.3 "Linearachsknoten \(Translation Axis Node\)"](#) auf Seite 21. Eine visuelle Kontrolle auf korrekt definierte Achsrichtungen und Verfahrenswege ist nach der Verknüpfung der Kinematik mit Geometrieobjekten möglich.

Axis Node	
Axis	0 0 1
ChannelId	0
InitialValue	0
MaxValue	500
MinValue	-500
Value	0

Machine Item Node	
Name	Z
CustomData	
Type	TranslationAxisNode
Id	1004

Abb. 12-5: Einstellen von Bewegungsrichtung und Namen einer Achse

Maschinengeometrienknoten hinzufügen

Um Geometriedaten in die Kinematikstruktur einzubinden, werden "MachineGeometryNodes" verwendet. Die Position und Orientierung dieser Geometriedaten entspricht ihrer ursprünglichen Generierungslage während des CAD-Exports. Um sie nachträglich positionieren zu können, müssen sogenannte "TransformNodes" in die Kinematikstruktur integriert werden (Abfolge: Elternknoten → TransformNode → MachineGeometryNode). Ergänzen Sie den Kinematikbaum des Übungsbeispiels gemäß der Struktur in [Abb. 12-6 "Kinematikstruktur mit Transformations- und Geometrienknoten"](#) auf Seite 56.



Abb. 12-6: Kinematikstruktur mit Transformations- und Geometrieknoten

Um ortsfeste Geometrien (d.h. Geometrien, die sich nicht mit Achsen mitbewegen) in die Kinematik einbauen zu können, werden Transformations- und Geometrieknoten benötigt, die direkt mit dem Wurzelknoten verknüpft sind. Legen Sie diese im Übungsbeispiel gemäß [Abb. 12-7 "Strukturelemente für ortsfeste Geometrien"](#) auf Seite 56 an.

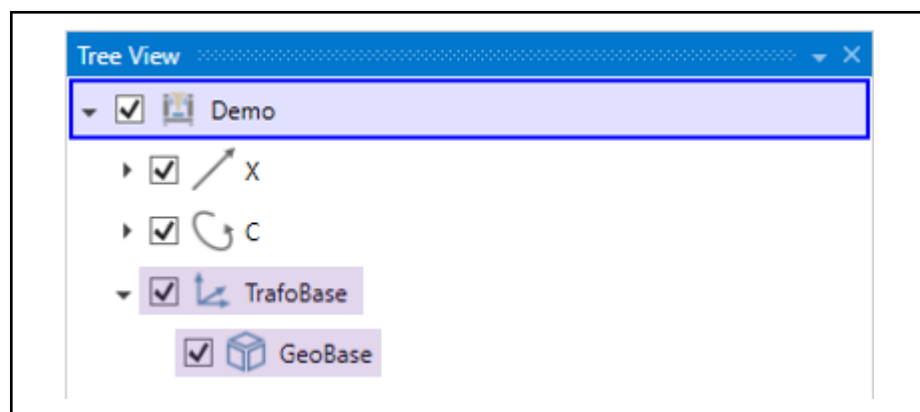


Abb. 12-7: Strukturelemente für ortsfeste Geometrien

Werkzeug- und Werkstückknoten

Vergleichbar mit einer realen Werkzeugmaschine benötigt auch ein Maschinenmodell Strukturelemente zur Aufnahme von Werkzeug und Werkstück. Für das korrekte Funktionieren des Modells hinsichtlich Materialauftrag, Materialabtrag, Kollisionserkennung oder der Bahndarstellung muss über den Kinematikbaum eine durchgängige Verbindung zwischen Werkzeug- und

Werkstückaufnahme gewährleistet sein. Als Strukturelemente stehen dafür "ToolNode" und "StockNode" zur Verfügung. Vervollständigen Sie das Übungsbeispiel mit diesen Elementen gemäß [Abb. 12-8 "Kinematikstruktur mit Werkzeug- und Werkstückknoten"](#) auf Seite 57.



Abb. 12-8: Kinematikstruktur mit Werkzeug- und Werkstückknoten

Speichern

Die für das Übungsbeispiel benötigte Kinematikstruktur ist nun komplett. Speichern Sie diese Struktur über "Save Machine As" ([Abb. 12-9 "Speichern des Kinematikmodells"](#) auf Seite 58).

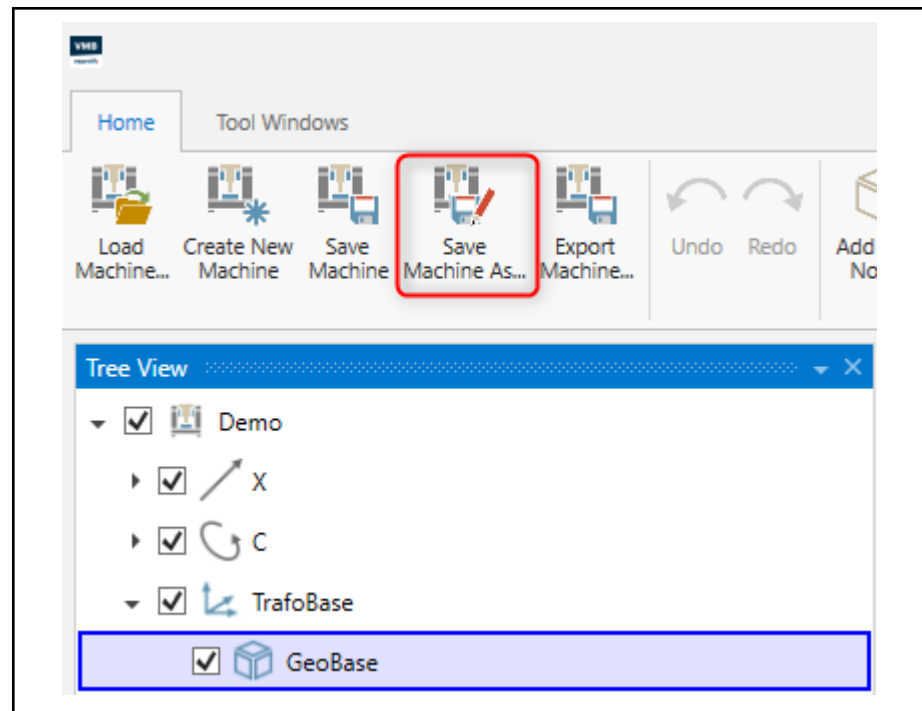


Abb. 12-9: Speichern des Kinematikmodells

12.3 Verknüpfen der Kinematik mit Geometriedaten

Um eine Maschine virtuell darzustellen und eine Kollisionsprüfung realisieren zu können, werden 3D-CAD-Daten der relevanten, physischen Komponenten benötigt (Arbeitsraum der Maschine, Spannvorrichtung, Werkzeuge, Werkstück). In diesem Kapitel erfahren Sie, wie Sie CAD-Daten mit der Kinematikstruktur verknüpfen und deren Eigenschaften anpassen.



Die im Übungsbeispiel verwendeten Daten finden Sie im Unterordner "Demo", nachdem Sie im Dateieexplorer den im Installationsordner des Virtual Machine Builders vorhandenen Link "_Link-ToCommonAppData" betätigt haben. Dort liegen sowohl einzelne Geometriedateien, als auch die fertige Maschinenmodelldatei "Demo.xml".

Geometrieknoten selektieren

Im ersten Schritt laden Sie die ortsfesten Geometrien des Maschinengestells und des Aufspanntisches. Selektieren Sie dazu im Kinematikbaum den Knoten "GeoBase" vom Typ MachineGeometryNode ([Abb. 12-10 "Selektieren des Geometrieknotens" auf Seite 59](#))

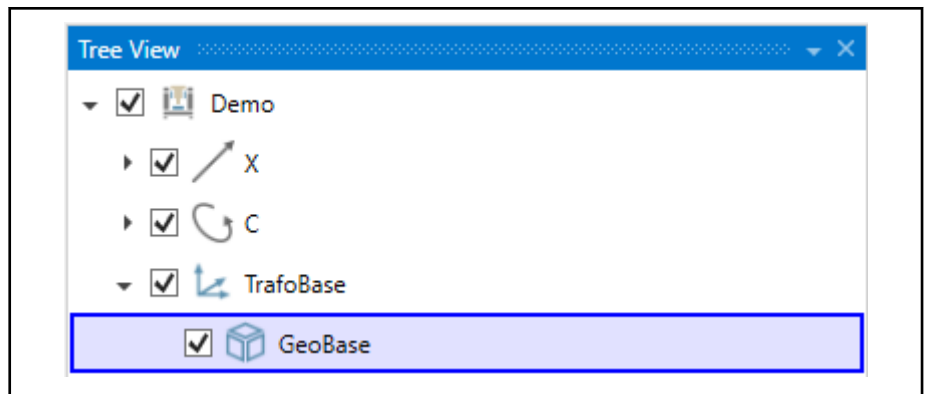


Abb. 12-10: Selektieren des Geometrienotens

Eigenschaften des Geometrienotens

Im Fenster "Properties" haben Sie die Möglichkeit, eine oder mehrere Geometrieobjekte mit dem Geometrienoten zu verknüpfen und Objekteigenschaften zu vergeben. Über den Eintrag "Color" besteht beispielsweise die Möglichkeit, die Farb- und Sichtbarkeitseigenschaften der Geometrieobjekte anzupassen. Die Farbdefinition kann über eine Farbtafel, den RGB-Wert oder eine Hexadezimalzahl vereinbart werden. Darüber hinaus ist die Transparenz der Objekte einstellbar (Abb. 12-11 "Auswahl und Farbgebung von Geometriedaten" auf Seite 59)



Beachten Sie dazu, dass die Farb- und Sichtbarkeitseigenschaften für alle Objekte des Geometrienotens gelten. Die Vergabe unterschiedlicher Eigenschaften erfordert daher das Anlegen mehrerer Geometrienoten.

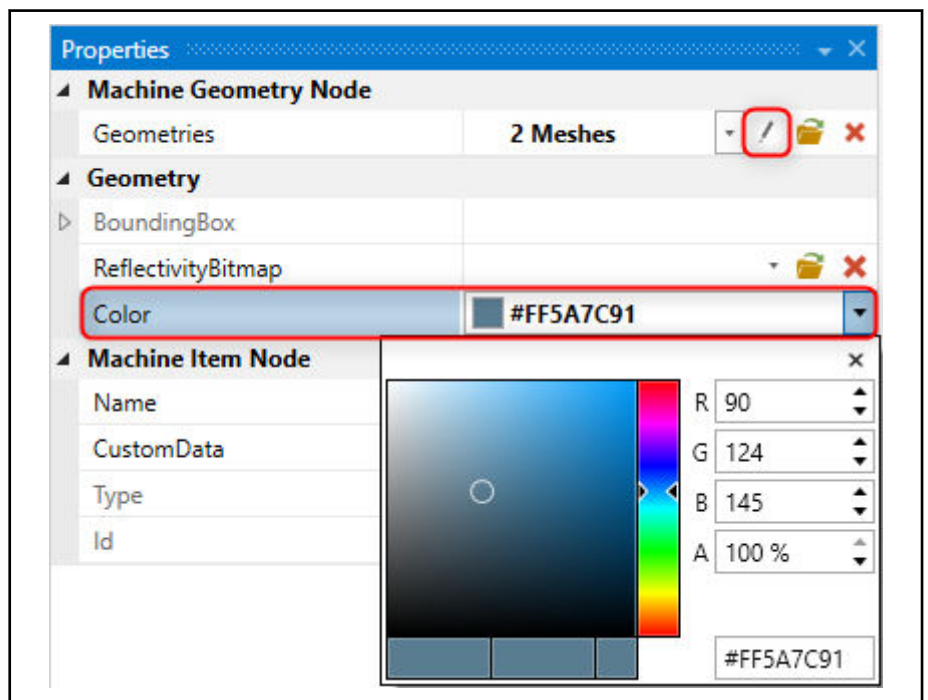



Abb. 12-11: Auswahl und Farbgebung von Geometriedaten

Mesh(es) zuordnen

Über die Schaltfläche  gelangen Sie in den "Machine Geometry Mesh Set Editor" (Abb. 12-12 "Machine Geometry Mesh Set Editor zum Verknüpfen von Geometrieobjekten mit Geometrienoten" auf Seite 60). Mit diesem Editor können eine Liste aller Geometriedateien angelegt/verwaltet und aus

dieser Liste einzelne oder mehrere Objekte mit dem Geometrie-knoten verknüpft werden. Ein Voransichtsfenster erleichtert die Auswahl. Über das Anklicken der Pfeile können Objekte dem Knoten hinzugefügt oder entfernt werden.



Als Dateiformat der Geometrieobjekte ist das Format STL erforderlich, das die meisten CAD-Systeme exportieren können. Beim Erzeugen einer STL-Datei wird aus der Originalgeometrie eine facettierte Geometrie abgeleitet. D.h., die Objektgeometrie wird über Dreiecksflächen angenähert. Beachten Sie daher, dass eine geringe Exportgenauigkeit zu groben, ungenauen Objekten führt, was sich negativ auf die Kollisionsüberwachung auswirkt. Eine sehr große Exportgenauigkeit führt hingegen zu einer beträchtlichen Anzahl an Dreiecksflächen und stellt höhere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Simulationsrechners. Es gilt daher, einen akzeptablen Kompromiss zu finden.

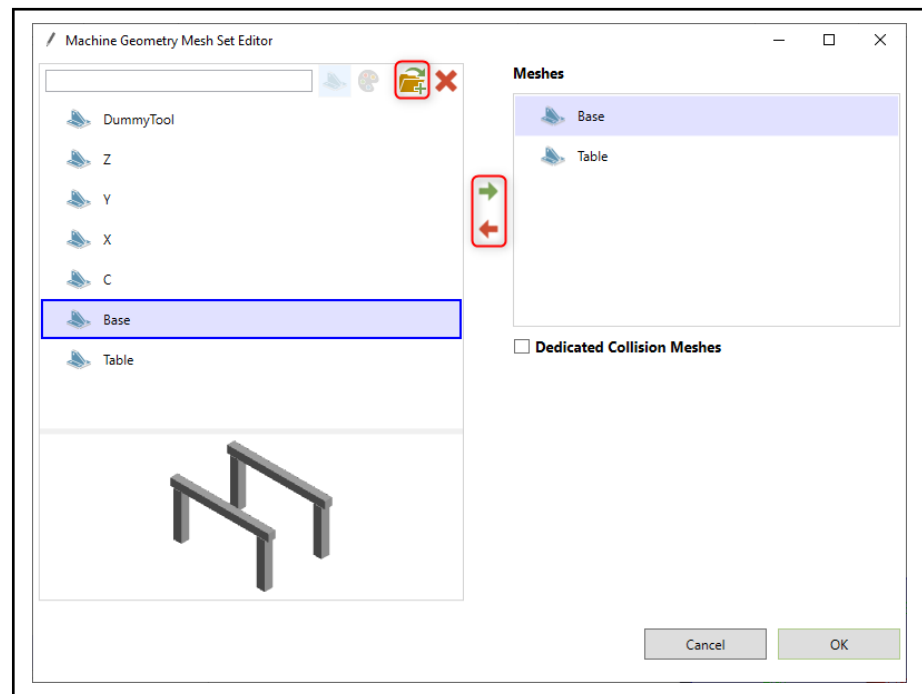


Abb. 12-12: Machine Geometry Mesh Set Editor zum Verknüpfen von Geometrieobjekten mit Geometrie-knoten

Ergänzen Sie nun der Reihe nach alle weiteren Geometrien mit den dazugehörigen Geometriedateien und legen Sie deren Eigenschaften fest.



- Um die Auswahl der Datei zu vereinfachen, besitzen die im Übungsbeispiel benötigten Geometrien Dateinamen, die mit den Achsnamen der Kinematik korrespondieren.
- Optional können Sie in den Werkstückknoten ein "Initial Mesh" (hier "InitialStock.stl") laden und parallel zum Werkzeugknoten einen weiteren MachineGeometryNode hinzufügen, den Sie mit der Geometriedatei "DummyTool.stl" verknüpfen.

Die zusätzlichen Geometrien an Werkstück- und Werkzeugknoten zeigen Ihnen die Lage der lokalen Koordinatensysteme an und können Ihnen dabei helfen:

- Die Geometrien in die gewünschte Lage zu übergeordneten Koordinatensystemen zu bringen, indem Sie die Matrix des unmittelbar übergeordneten Transformationsknotens anpassen
- Die im Folgekapitel beschriebenen Kinematikeigenschaften der Achsen einzustellen.

Der zusätzliche Geometrieknoten mit der Werkzeuggeometrie ist spätestens bei der Fertigstellung des Maschinenmodells zu löschen.

Das lokale Koordinatensystem wird Ihnen nach Selektieren eines Objekts im "Tree View"-Fenster angezeigt. Dazu ist in "Settings" **Show Local Coordinate System** anzuhaken (siehe [Kap. 11 "Einstellungen \(Settings\)" auf Seite 51](#)). In der folgenden Abbildung wird das lokale Koordinatensystem am Werkstückknoten durch ein Koordinatendreibein und eine Werkzeuggrafik visualisiert. Die Lage des lokalen Koordinatensystems am Werkstückknoten wird über ein "InitialMesh" angezeigt.

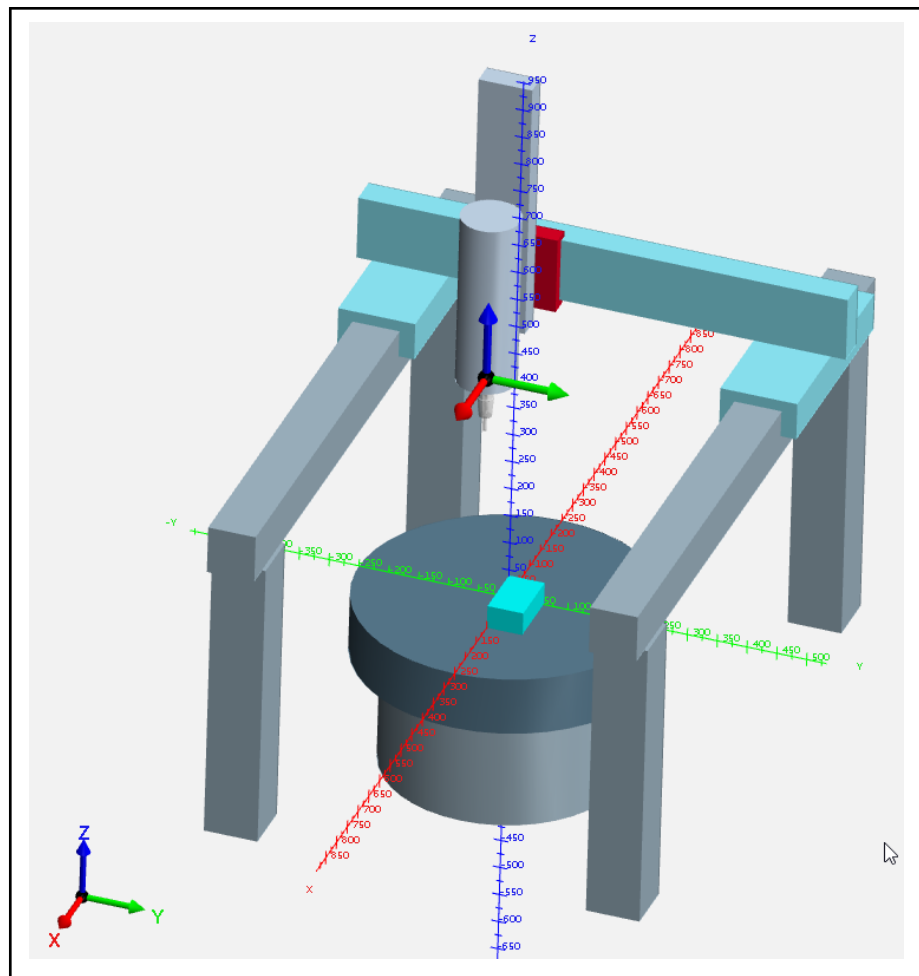


Abb. 12-13: Lokales Koordinatensystem am Werkzeugknoten und InitialMesh am Werkstückknoten

12.4 Prüfen und Einstellen von Achseigenschaften der Kinematik

Axis Control Fenster

Nachdem die Kinematikstruktur mit Geometrieobjekten versehen ist, sollten die Achsen auf korrekte Konfiguration geprüft und eingestellt werden, da nun eine unmittelbare visuelle Kontrolle der Achsbewegungen möglich ist. Zum Bewegen der Kinematik verwenden Sie das Fenster "Axis Control" (siehe [Kap. 6 "Fenster Achssteuerung \(Axis Control Window\)" auf Seite 41](#)). Achsen können über Schieberegler, Werteeingabe oder Schalter verfahren werden. Mit **Is Spinning** wird eine Rundachse in Rotation versetzt.

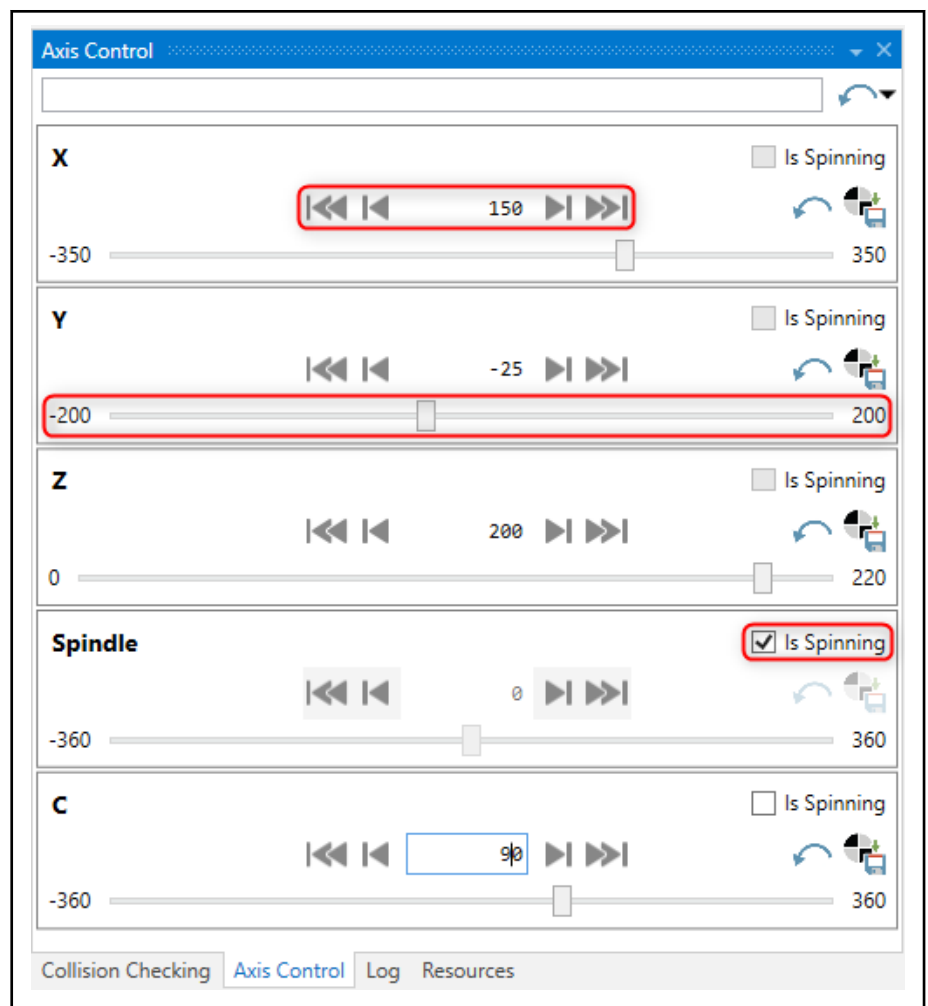


Abb. 12-14: Verfahren von Kinematikachsen

Fenster Properties der Achsen

Die Korrektur bzw. Einstellung einer Achse erfolgt nach deren Selektion im Kinematikbaum über das Fenster "Properties". Über den Eintrag "Axis" legen Sie fest, in welche Richtung die Achse zeigt. Im Beispiel [Abb. 12-15 "Definition von Achseigenschaften am Beispiel der Y-Achse"](#) auf Seite 64 wurde die Einstellung 0 - 1 - 0 gewählt, da die Y-Achse in Richtung der Y-Achse des kartesischen Weltkoordinatensystems zeigt.

Über die Einträge "InitialValue", "MaxValue" und "MinValue" können Sie die Ausgangsposition und die Verfahrenswegsgrenzen der Achsen definieren (siehe Kapitel [Kap. 5 "Fenster Eigenschaften \(Properties Window\)"](#) auf Seite 19 und [Kap. 5.3 "Linearachsknoten \(Translation Axis Node\)"](#) auf Seite 21).



Die Verfahrensdefinition ist nützlich, um im Virtual Machine Builder eine realitätsnahe, visuelle Überprüfung der Kinematik vorzunehmen. Im späteren Simulationsbetrieb spielen die Werte keine Rolle, da der NC-Kern die Einhaltung des Fahrbereiches überwacht.

Properties	
Axis Node	
Axis	0 1 0
ChannelId	0
InitialValue	0
MaxValue	200
MinValue	-200
Value	0
Machine Item Node	
Name	Y
CustomData	
Type	TranslationAxisNode
Id	1009

Abb. 12-15: Definition von Achseigenschaften am Beispiel der Y-Achse

Bei einer Rundachse ist die Lage eines Punktes der Rotationsachse im lokalen Koordinatensystem anzugeben (X, Y, und Z in den Eingabefeldern hinter "RotationPoint"). Bei einer endlos drehenden Achse (wie in diesem Beispiel die den Rundtisch bewegende C-Achse) ist **RolloverEnabled** anzuhaken. Da die C-Achse das Werkstück bewegt, die Achse folglich entgegen der positiven Drehrichtung um Z gerichtet ist, wird im dritten Feld hinter "Axis" "-1" eingetragen.

Properties	
Rotation Axis Node	
RotationPoint	0 0 0
RolloverEnabled	<input checked="" type="checkbox"/>
Axis Node	
Axis	0 0 -1
ChannelId	0
InitialValue	0
MaxValue	360
MinValue	-360
Value	90
Machine Item Node	
Name	C
CustomData	
Type	RotationAxisNode
Id	1021

Abb. 12-16: Definition von Achseigenschaften am Beispiel der C-Achse

12.5 Kollisionsbeziehungen für ein Maschinenmodell definieren

Die Kollisionsüberwachung ist ein zentraler Baustein der CNC-Simulation. Die korrekte Funktion erfordert, die im Modell vorkommenden Geometrieobjekte den richtigen Kollisionsgruppen zuzuordnen. Während des Simulationslaufs werden alle Objekte auf der linken Seite einer Kollisionsgruppe mit allen



Beim Speichern des Modells über "Save Machine (As)" wird lediglich die Modelldatei gespeichert. Die Geometriedateien bleiben am ursprünglichen Ort. In der Modelldatei sind sie über absolute Pfadangaben verknüpft. Über "Export Machine" werden Kopien der Geometriedateien im Zielordner angelegt und diese in der Modelldatei verknüpft (relative Pfadangaben).

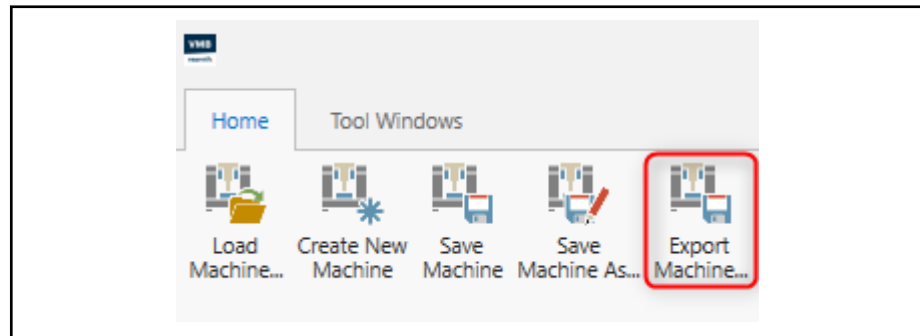


Abb. 12-18: Exportieren des Maschinenmodells

Der über "Export Machine" erzeugte Ordner enthält sämtliche zum Simulationsmodell gehörende Dateien in der für die Nutzung in der NC-Simulation passenden Struktur. Das Maschinenmodell wird versionsabhängig in unterschiedlicher Weise für die Simulation bereitgestellt. Siehe auch ["Bereitstellen des Maschinenmodells in der NC-Simulation"](#) auf Seite 7.

13 Anhang 2: Knotenstruktur für ein Dreibackenfutter

In diesem Kapitel wird beispielhaft die Knotenstruktur für ein Dreibackenfutter beschrieben. Die Struktur ist Bestandteil des Kinematikbaums.

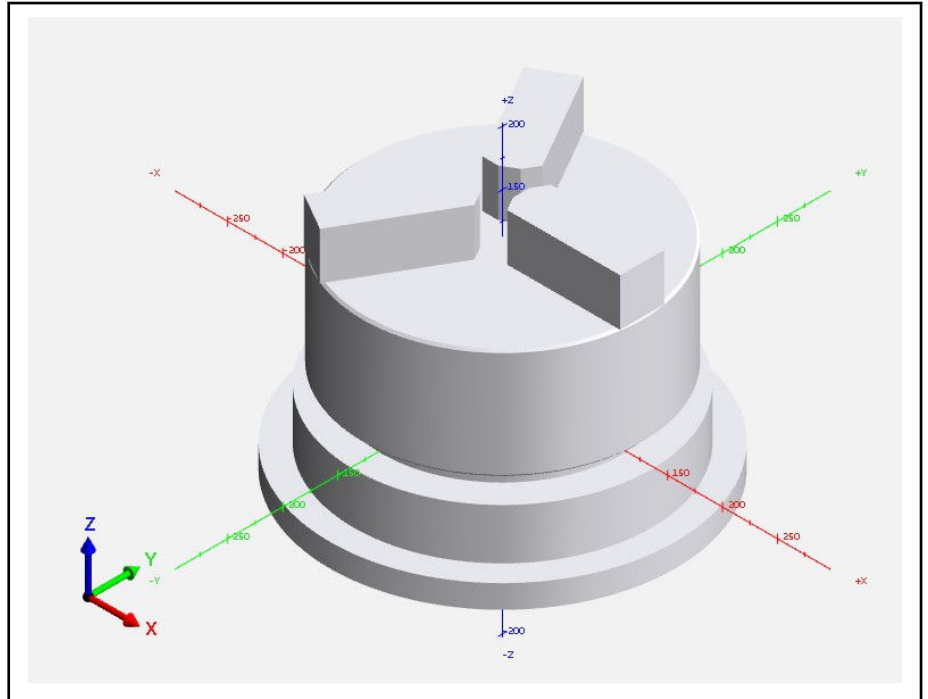


Abb. 13-1: Gesamtansicht Dreibackenfutter

Beschreibung der Knotenstruktur innerhalb des Kinematikbaums für ein Dreibackenfutter.

Wählen Sie "Create New Machine" um den Kinematikbaum für ein Dreibackenfutter zu erstellen. Dadurch wird der Wurzelknoten der "Maschine" erstellt und die untergeordneten Kindknoten können hinzugefügt werden, um das Dreibackenfutter vollständig abzubilden.

Wählen Sie den Maschinendefinitionsknoten ("Machine Definition Node") und passen Sie den Namen des Knotens wie folgt an.

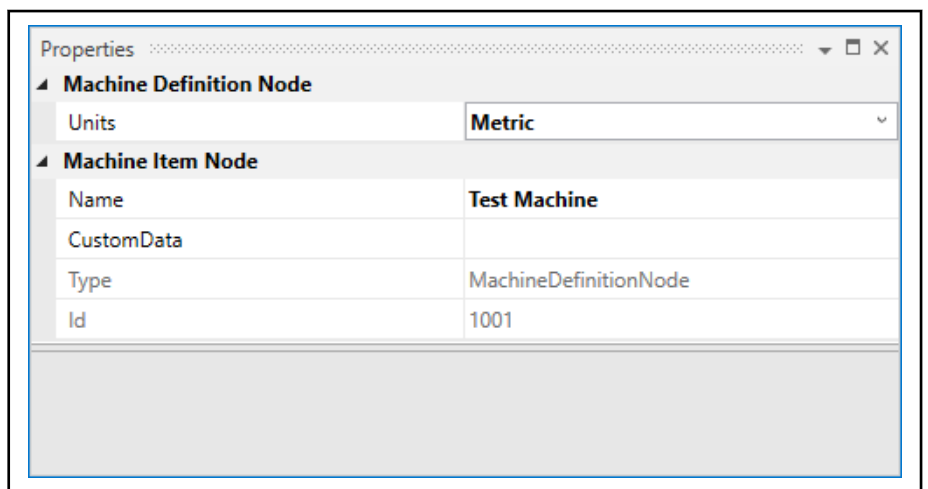


Abb. 13-2: Fenster "Properties" des Maschinendefinitionsknotens

Zur Definition der Werkstückspindel wird der Menüpunkt "Add Child Node" verwendet um einen Rundachsknoten zu erstellen, dessen Name "C" und dessen Rotationsachse die Z-Achse ist.

Anhang 2: Knotenstruktur für ein Dreibackenfutter

Die minimalen und maximalen Werte des Rundachsknotens werden auf -1000 und +1000 gesetzt.

Properties			
Rotation Axis Node			
RotationPoint	0	0	0
RolloverEnabled	<input type="checkbox"/>		
Axis Node			
Axis	0	0	1
ChannelId	0		
InitialValue	0		
MaxValue	1000		
MinValue	-1000		
Value	0		
Machine Item Node			
Name	C		
CustomData			
Type	RotationAxisNode		
Id	1002		
Rotation Axis Node (No description)			

Abb. 13-3: Fenster "Properties" des Rundachsknotens für die Werkstückspindel

Um die Position des Futters längs der Spindel anpassen zu können, folgt auf den Rundachsknoten ein Transformationsknoten. Dieser Knoten entspricht der Transformation eines Koordinatensystems in ein anderes Koordinatensystem. Jeder Kindknoten wird in Bezug auf das Koordinatensystem dieses Elternknotens definiert.

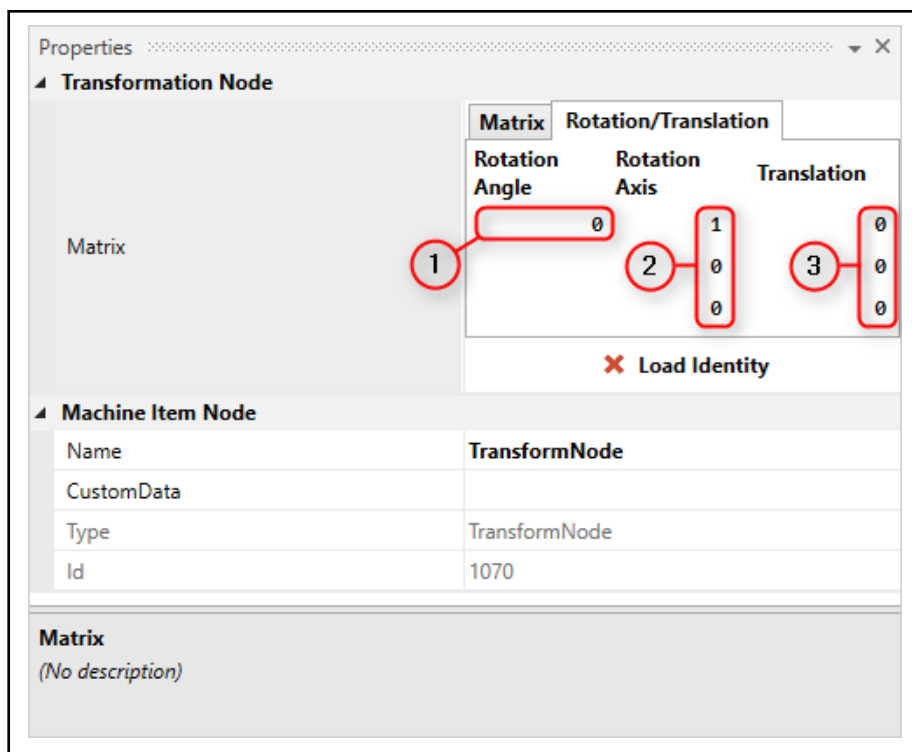


Abb. 13-4: Fenster "Properties" für den Transformationsknoten oberhalb des Futters

Der Spannfutterknoten sowie die Spannfuttergeometrie werden erstellt. In einem ersten Schritt wird der Spannfutterknoten als Kindknoten zur Rundachse der Werkstückspindel bzw. dem ihm untergeordneten Transformationsknoten hinzugefügt.

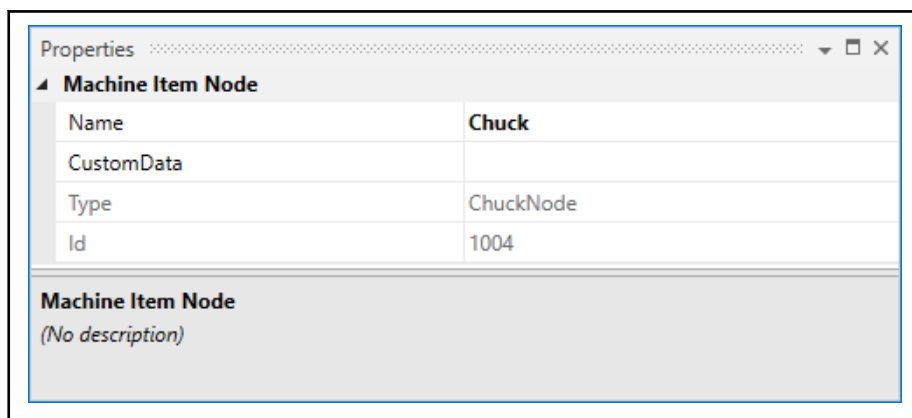


Abb. 13-5: Fenster "Properties" des Spannfutterknotens

Die Spannfuttergeometrie ("Chuck Geo") wird als Kindknoten des Spannfutterknotens hinzugefügt. Als nächstes wird die Geometriedatei "chuck.stl" ausgewählt, die die Mesh-Geometrie des Spannfuttermodells enthält.

Anhang 2: Knotenstruktur für ein Dreibackenfutter

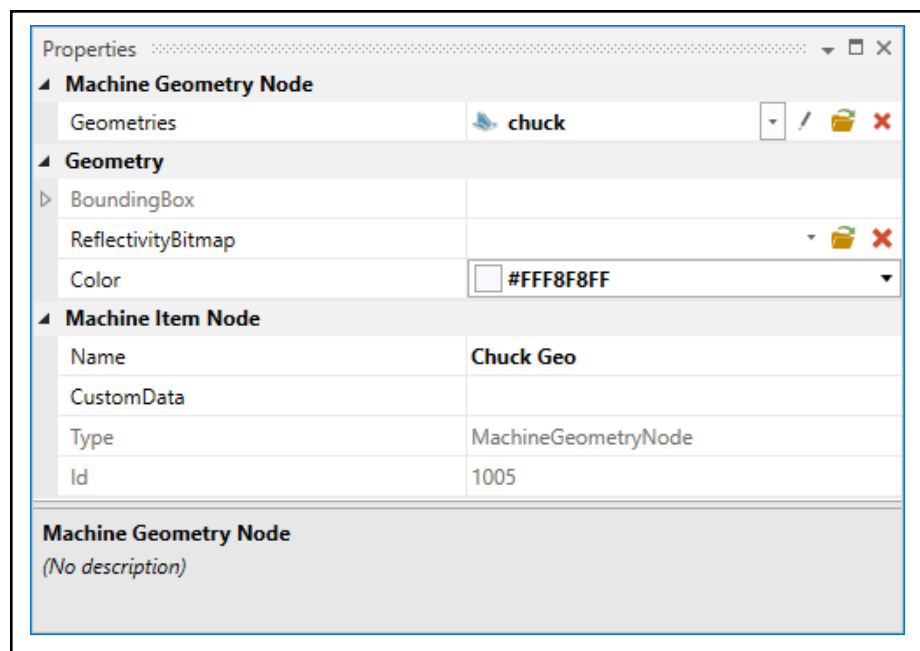


Abb. 13-6: Fenster "Properties" des Maschinengeometrieknotens mit der Spannfuttergeometrie

Im nächsten Schritt kann der Benutzer die Spannbackenknotenstruktur als Teilbaum des bereits definierten Spannfutterknotens anlegen. Hier soll ein Dreibackenfutter angelegt werden, daher wird die erste Spannbacke wie folgt angelegt.

Zunächst muss ein Transformationsknoten für Spannbacke 1 ("Chuck Jaw 1") erstellt werden, damit jeder Kindknoten in Relation zu dem Koordinatensystem dieses Elternknotens definiert ist.

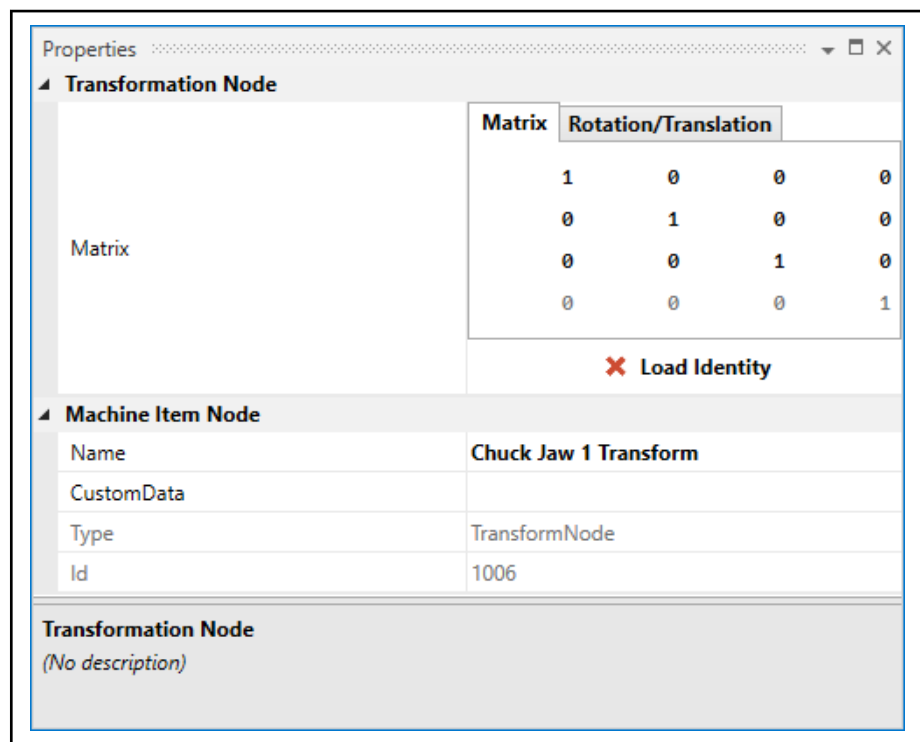


Abb. 13-7: Fenster "Properties" für den Transformationsknoten zur ersten Spannbacke bei 0°

Im nächsten Schritt legen Sie den Spannbackenknoten ("Chuck Jaw Node", "Chuck Jaw 1") als Kindknoten des bereits definierten Transformationsknotens ("Chuck Jaw 1 Transform") an.

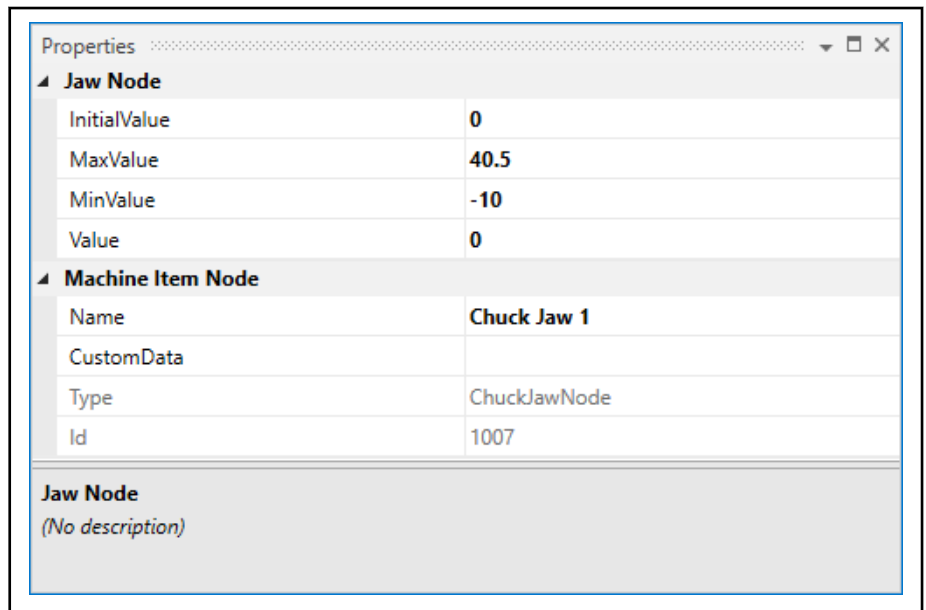


Abb. 13-8: Fenster "Properties" für den Spannbackenknoten zur ersten Backe

Die Maschinengeometrie "Chuck Jaw 1 Geo" wird als Kindknoten von "Chuck Jaw 1" angelegt. "chuck_jaw.stl" enthält die Mesh-Geometriedatei.

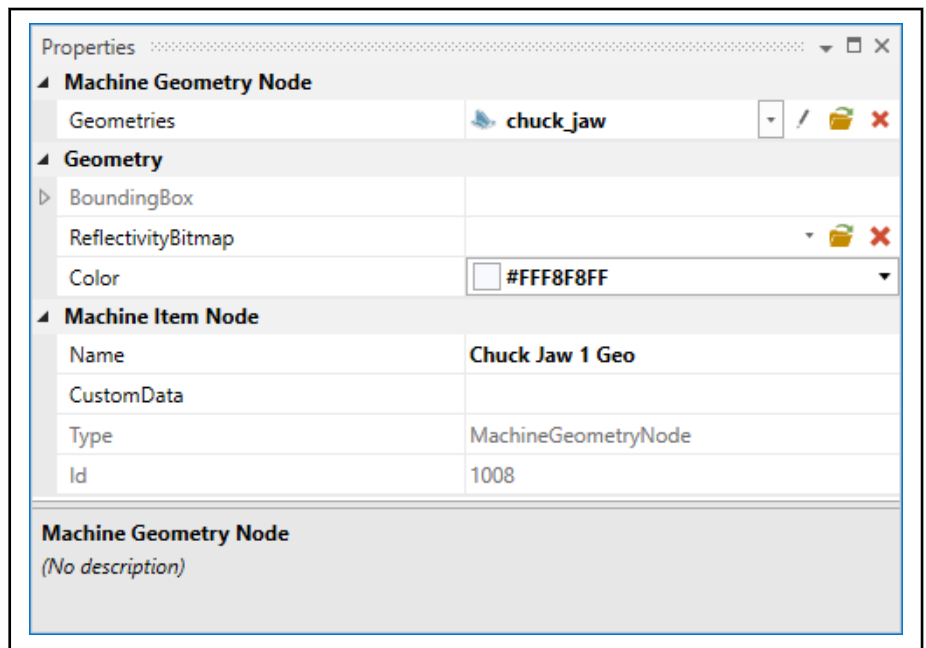


Abb. 13-9: Fenster "Properties" des Maschinengeometrieknotens für die Spannbacke 1

So wie der "Chuck Jaw 1" Teilbaum erstellt wurde, werden auch die Teilbäume für "Chuck Jaw 2" mit derselben Geometriedatei "chuck_jaw.stl", die die Mesh-Geometrie enthält, erstellt.

Anhang 2: Knotenstruktur für ein Dreibackenfutter

Properties

▲ **Transformation Node**

Matrix

Rotation Angle	Rotation Axis	Translation
120	0	0
	0	0
	1	0

✖ Load Identity

▲ **Machine Item Node**

Name	Chuck Jaw 2 Transform
CustomData	
Type	TransformNode
Id	1009

Matrix
(No description)

Abb. 13-10: Fenster "Properties" für den Transformationsknoten zur zweiten Spannbacke bei 120°

Der verwendete Transformationsknoten ist wichtig, da die Rotation um 120 Grad um die Z-Achse sicherstellt, dass die Translationswerte (innerhalb der Grenzen "MinValue" und "MaxValue") korrekt sind, um die Backenbewegung in Richtung des Einheitsvektors (1,0,0) im lokalen Koordinatensystem durchzuführen.

Properties

▲ **Jaw Node**

InitialValue	0
MaxValue	40.5
MinValue	-10
Value	0

▲ **Machine Item Node**

Name	Chuck Jaw 2
CustomData	
Type	ChuckJawNode
Id	1010

Jaw Node
(No description)

Abb. 13-11: Fenster "Properties" für den Spannbackenknoten zur zweiten Backe

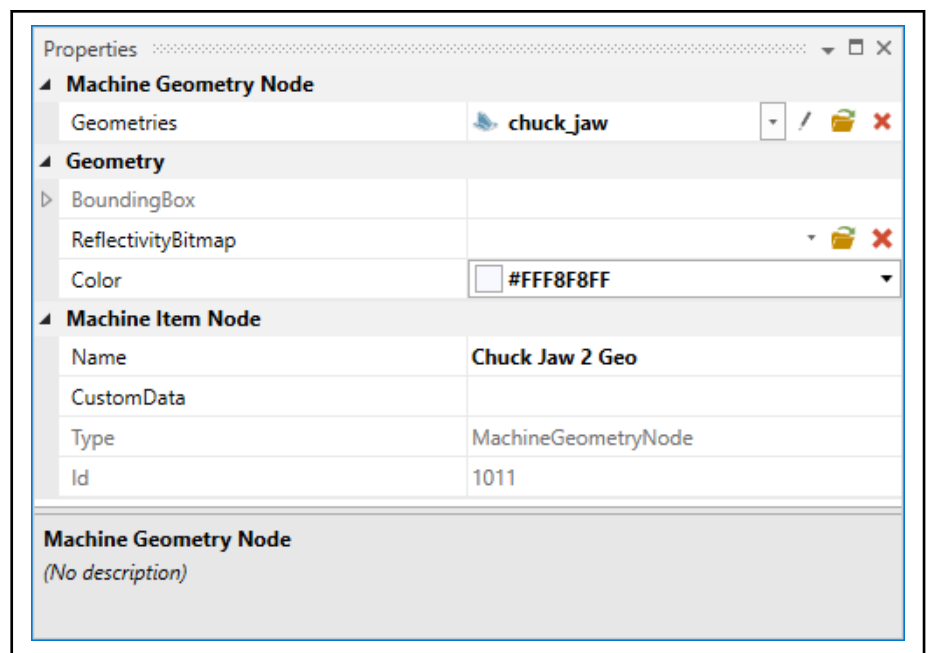


Abb. 13-12: Fenster "Properties" des Maschinengeometrienknotens für die Spannbacke 2

Der Teilbaum für "Chuck Jaw 3" wird mit derselben Geometriedatei "chuck_jaw.stl" erstellt, die die Mesh-Geometrie enthält.

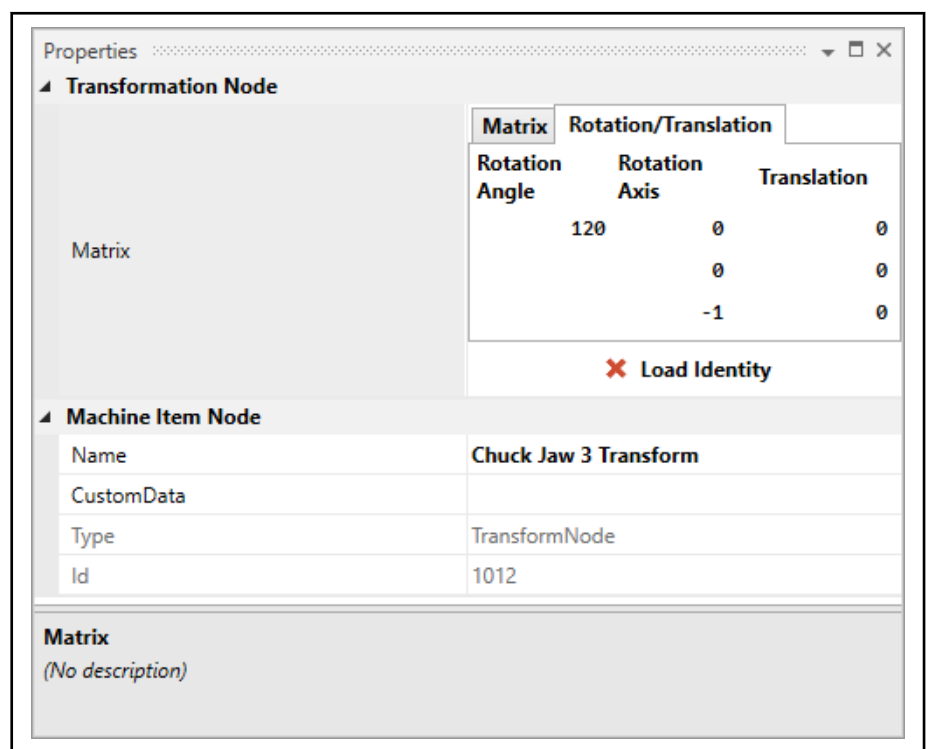


Abb. 13-13: Fenster "Properties" für den Transformationsknoten zur dritten Spannbacke bei -120°

Anhang 2: Knotenstruktur für ein Dreibackenfutter

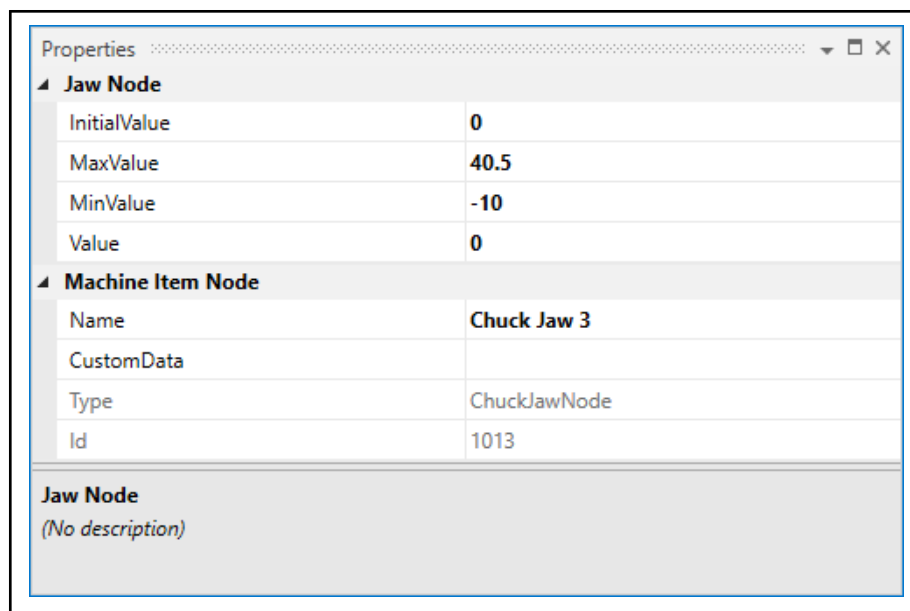


Abb. 13-14: Fenster "Properties" für den Spannbackenknoten zur dritten Backe

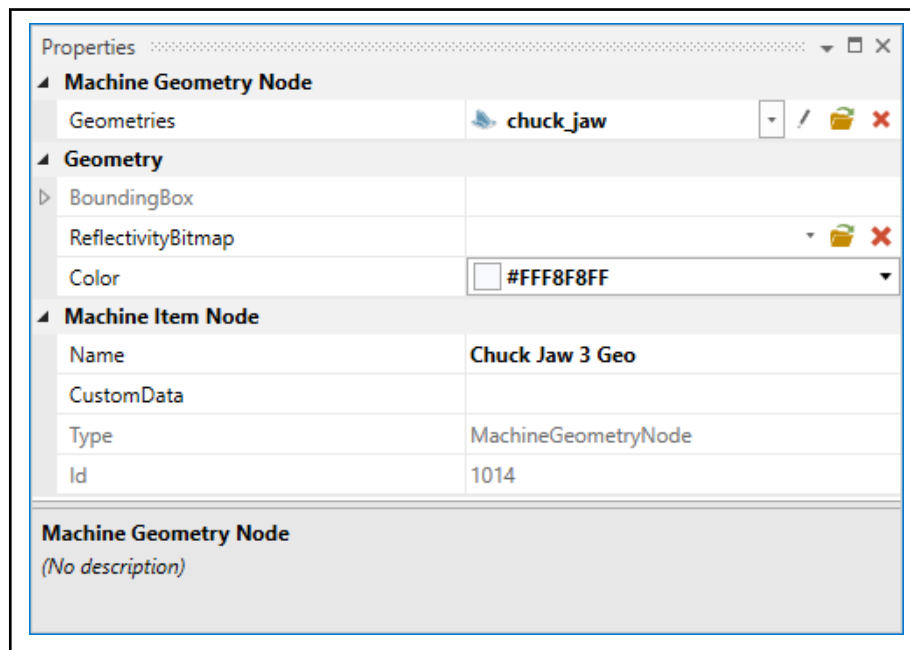


Abb. 13-15: Fenster "Properties" des Maschinengeometrieknotens für die Spannbacke 3

Damit ist der kinematische Teilbaum für das Dreibackenfutter fertiggestellt, wie im Folgenden gezeigt.

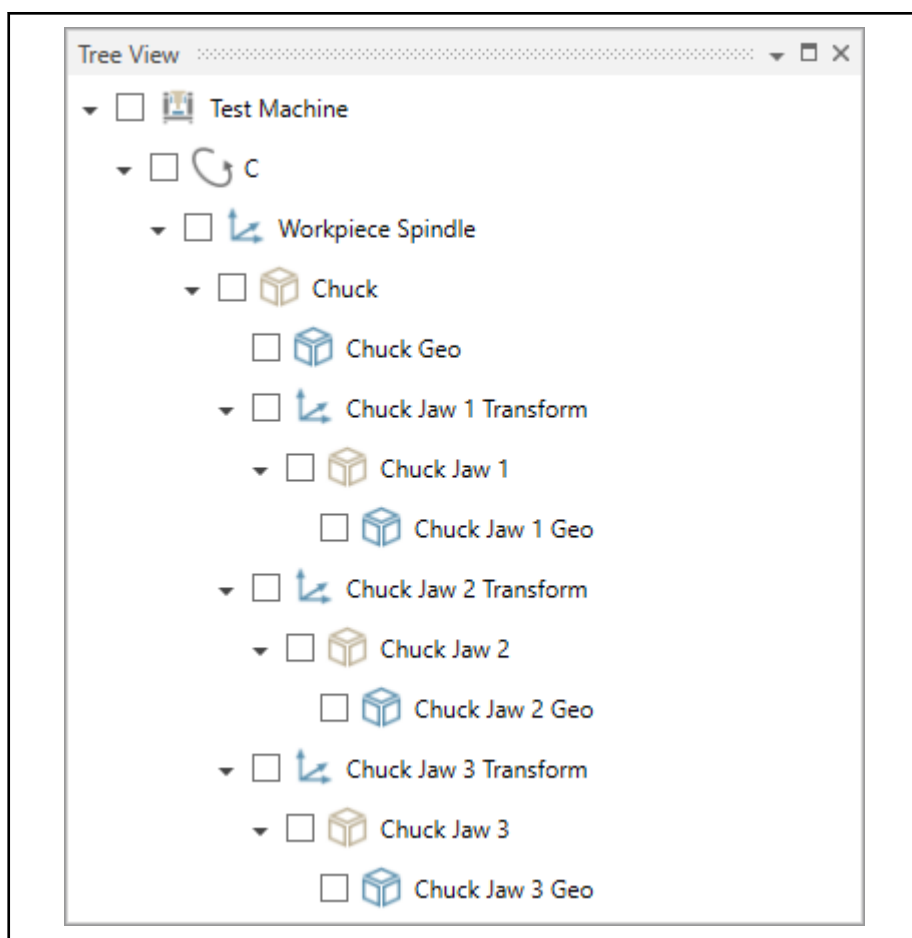


Abb. 13-16: Kinematikbaum Dreibackenfutter

Der "Wert" (Value), der in jedem der drei Spannbackenknoten angegeben ist, kann separat angepasst werden. Die Position der jeweiligen Backe wird dann entsprechend aktualisiert. Die folgende Abbildung zeigt das Beispiel mit allen drei Spannbacken in der Endposition.

14 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

Anwendungsbeispiel zum Aufbau einer Maschinenkinematik..... 53

D

Dokumentation

Änderungsverlauf..... 1

F

Fenster Eigenschaften..... 19

H

Helpdesk..... 77

Home..... 5

Hotline..... 77

I

VirtualMachineBuilder

WireGuideNode..... 36

K

Knotenstruktur für ein Dreibackenfutter..... 67

M

Menü zur Erstellung von Knoten..... 16

Menüleiste..... 5

P

Pop-up Menü..... 14

Properties Window..... 19

S

Service-Hotline..... 77

Support..... 77

U

Überblick..... 3

V

Virtual Machine Builder

AdditiveToolNode..... 14, 38

Axis Control..... 41

ChuckJawNode..... 13, 35

ChuckNode..... 12, 33, 69

Collision Checking..... 43

DummyClampNode..... 12, 33

Home..... 5

Lizenz..... 3

Log..... 49

MachineDefinitionNode..... 11, 19

MachineGeometryNode..... 11, 22

Menü zur Erstellung von Knoten..... 16

Menüleiste..... 5

Pop-up Menü..... 14

Properties Window..... 19

Resources..... 45

RotationAxisNode..... 11, 19

Settings..... 51

SteadyRestJawNode..... 13, 35

SteadyRestNode..... 12, 1

StockNode..... 11, 26

TactileToolSettingNode..... 14, 35

TailStockNode..... 12, 34

Toolbox..... 47

ToolNode..... 11, 28

TransformationNode..... 11, 30

TranslationAxisNode..... 21

Tree View..... 11

Überblick..... 3

VirtualNode..... 40

Werkzeugfenster..... 8

WireGuideNode..... 14

WireToolNode..... 14, 37

Virtual Machine Machine Builder

VirtualNode..... 14

W

Werkzeugfenster..... 8

Z

Zu dieser Dokumentation..... 1

Notizen

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



R911396687