



**SIEMENS**



**Lern-/Lehrunterlage**

Siemens Automation Cooperates with Education (SCE) | Ab NX MCD V12/TIA Portal V15.0

**DigitalTwin@Education Modul 150-005**

Erstellung eines dynamischen 3D-Modells mithilfe des CAE-Systems Mechatronics Concept Designer

[siemens.de/sce](https://www.siemens.de/sce)

**SIEMENS**

Global Industry  
Partner of  
WorldSkills  
International



worldskills

## Passende SCE Trainer Pakete zu dieser Lern-/Lehrunterlage

### SIMATIC STEP 7 Software for Training (inkl. PLCSIM Advanced)

- **SIMATIC STEP 7 Professional V15 - Einzel-Lizenz**  
Bestellnr.: 6ES7822-1AA05-4YA5
- **SIMATIC STEP 7 Professional V15 - 6er Klassenraum-Lizenz**  
Bestellnr.: 6ES7822-1BA05-4YA5
- **SIMATIC STEP 7 Professional V15 - 6er Upgrade-Lizenz**  
Bestellnr.: 6ES7822-1AA05-4YE5
- **SIMATIC STEP 7 Professional V15 - 20er Studenten-Lizenz**  
Bestellnr.: 6ES7822-1AC05-4YA5

### Software SIMATIC WinCC Engineering/Runtime Advanced im TIA Portal

- **SIMATIC WinCC Advanced V15 - 6er Klassenraum-Lizenz**  
6AV2102-0AA05-0AS5
- **Upgrade SIMATIC WinCC Advanced V15 - 6er Klassenraum-Lizenz**  
6AV2102-4AA05-0AS5
- **SIMATIC WinCC Advanced V15 - 20er Studenten-Lizenz**  
6AV2102-0AA05-0AS7

### NX V12.0 Educational Bundle (Schulen, Hochschulen, nicht für betriebliche Ausbildungsstätten)

- **Ansprechpartner:** [academics.plm@siemens.com](mailto:academics.plm@siemens.com)

## Weitere Informationen rund um SCE

[siemens.de/sce](https://www.siemens.de/sce)

## Verwendungshinweis

Die SCE Lern-/Lehrunterlage für die durchgängige Automatisierungslösung Totally Integrated Automation (TIA) wurde für das Programm "Siemens Automation Cooperates with Education (SCE)" speziell zu Ausbildungszwecken für öffentliche Bildungs- und F&E-Einrichtungen erstellt. Siemens übernimmt bezüglich des Inhalts keine Gewähr.

Diese Unterlage darf nur für die Erstausbildung an Siemens Produkten/Systemen verwendet werden. D. h. Sie kann ganz oder teilweise kopiert und an die Auszubildenden/Studierenden zur Nutzung im Rahmen deren Ausbildung/Studiums ausgehändigt werden. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage und Mitteilung Ihres Inhalts ist innerhalb öffentlicher Aus- und Weiterbildungsstätten für Zwecke der Ausbildung oder im Rahmen des Studiums gestattet.

Ausnahmen bedürfen der schriftlichen Genehmigung durch Siemens. Alle Anfragen hierzu an [scesupportfinder.i-ia@siemens.com](mailto:scesupportfinder.i-ia@siemens.com).

Zuwendungen verpflichtet zu Schadensersatz. Alle Rechte auch der Übersetzung sind vorbehalten, insbesondere für den Fall der Patentierung oder GM-Eintragung.

Der Einsatz für Industriekunden-Kurse ist explizit nicht erlaubt. Einer kommerziellen Nutzung der Unterlagen stimmen wir nicht zu.

Wir danken der HS Darmstadt, besonders Herrn Heiko Weibert, M.Sc. und Herrn Prof. Dr.-Ing. Stephan Simons und allen weiteren Beteiligten für die Unterstützung bei der Erstellung dieser SCE Lern-/Lehrunterlage.

# Inhaltsverzeichnis

1	Zielstellung.....	9
2	Voraussetzung .....	9
3	Benötigte Hardware und Software .....	10
4	Theorie .....	11
4.1	Dynamisches 3D-Modell .....	11
4.2	Dynamische Eigenschaften in Mechatronics Concept Designer .....	12
4.2.1	Dynamische und mechanische Eigenschaften in Mechatronics Concept Designer.....	13
4.2.2	Dynamische und elektrische Eigenschaften in Mechatronics Concept Designer.....	15
4.3	Simulationsfähigkeit von Mechatronics Concept Designer.....	16
5	Aufgabenstellung .....	19
6	Planung .....	19
7	Strukturierte Schritt-für-Schritt-Anleitung.....	20
7.1	Öffnen einer Baugruppe in der Anwendung Mechatronics Concept Designer .....	21
7.2	Definition der Starrkörper.....	25
7.3	Festlegen der festen Verbindungen .....	30
7.4	Zuweisung von Kollisionsflächen durch Kollisionskörper .....	33
7.4.1	Erstellen eines Kollisionskörpers für WorkpieceCube .....	34
7.4.2	Erstellen eines Kollisionskörpers für WorkpieceCylinder.....	40
7.4.3	Erstellen von Kollisionskörpern für ConveyorShort .....	41
7.4.4	Erstellen von Kollisionskörpern für ConveyorLong.....	44
7.4.5	Erstellen von Kollisionskörpern für den Abschiebekopf.....	44
7.4.6	Erstellen von Kollisionskörpern für die Container.....	46
7.5	Definition eines Schubgelenks für den Abschieber.....	49
7.6	Positionsregler für Abschieber .....	53
7.7	Festlegen von Transportflächen für die Förderbänder .....	57
7.8	Geschwindigkeitsregler für Förderbänder.....	60
7.9	Kollisionssensoren für die Lichtschranken und Begrenzungsschalter .....	64
7.10	Objektquellen für die Werkstücke.....	70
8	Checkliste – Schritt-für-Schritt-Anleitung.....	74
9	Weiterführende Informationen .....	75

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Überblick benötigter Soft- und Hardwarekomponenten in diesem Modul .....	10
Abbildung 2: Anwendung "Mechatronics Concept Designer" in NX mit Kennzeichnungen für Erläuterungen der Bereiche im Text .....	12
Abbildung 3: Hinzufügen eines dynamischen Attributs zur Laufzeitüberwachung .....	17
Abbildung 4: Laufzeitüberwachung mit Möglichkeit zur Parameteranpassung und -überwachung .....	18
Abbildung 5: Befehlssuche im NX-Menü, in Orange hinterlegt .....	20
Abbildung 6: Öffnen einer Baugruppe in NX .....	21
Abbildung 7: Öffnen von MCD in NX .....	22
Abbildung 8: Starten einer Simulation in MCD .....	23
Abbildung 9: Stoppen einer Simulation in MCD .....	24
Abbildung 10: Erstellen eines Starrkörpers in MCD – Objektauswahl, Masse und Trägheit .....	25
Abbildung 11: Erstellen eines Starrkörpers in MCD – Namensgebung .....	26
Abbildung 12: Simulation eines Starrkörpers in MCD.....	27
Abbildung 13: Simulation aller Starrkörper in MCD .....	29
Abbildung 14: Erstellen einer festen Verbindung in MCD – Befehl aufrufen .....	30
Abbildung 15: Erstellen einer festen Verbindung in MCD – Starrkörper und Namen auswählen .....	31
Abbildung 16: Simulation einer festen Verbindung in MCD .....	32
Abbildung 17: Simulation aller festen Verbindungen in MCD .....	33
Abbildung 18: Ausblenden aller Komponenten und Einblenden einer einzelnen Komponente .....	34
Abbildung 19: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube - Kollisionsobjekte auswählen .....	35
Abbildung 20: Selektieren einer Fläche in MCD.....	35
Abbildung 21: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube – Selektion weiterer Flächen.....	36
Abbildung 22: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube – Drehen der Ansicht und Auswahl der verbleibenden Kollisionsobjekte .....	37
Abbildung 23: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube – Kollisionsform festlegen .....	38
Abbildung 24: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube – Weitere Einstellungen und den Namen festlegen.....	39
Abbildung 25: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube – Einblenden der Baugruppe .....	40
Abbildung 26: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCylinder .....	41
Abbildung 27: Erstellen eines Kollisionskörpers für die plane Fläche von conveyorShort .....	42

Abbildung 28: Transportband mit hervorgehobenen Rollenenden in Rot.....	43
Abbildung 29: Erstellen des Kollisionskörpers für den Stempel des Abschiebekopfs.....	45
Abbildung 30: Erstellen des Kollisionskörpers für den Führungszylinder des Abschiebekopfs.....	46
Abbildung 31: Kollisionsflächen der Container aus unterschiedlichen Blickwinkeln .....	47
Abbildung 32: Erstellen eines Kollisionskörpers für einen Container .....	48
Abbildung 33: Simulation der Kollisionskörper in MCD .....	49
Abbildung 34: Erstellen eines Schubgelenks für den Abschieber – Auswahl der Starrkörper und des Verlaufsvektors.....	50
Abbildung 35: Erstellen eines Schubgelenks für den Abschieber – Spiegeln des Verlaufsvektors .....	51
Abbildung 36: Erstellen eines Schubgelenks für den Abschieber – Schub-Begrenzungen einführen .....	52
Abbildung 37: Simulation des Schubgelenks in MCD.....	53
Abbildung 38: Erstellen eines Positionsreglers zum Ausfahren für den Abschieber.....	54
Abbildung 39: Simulation des ersten Positionsreglers von dem Abschieber .....	55
Abbildung 40: Simulation der Positionsregler des Abschiebers – Ausfahren ist aktiv.....	56
Abbildung 41: Simulation der Positionsregler des Abschiebers – Einfahren ist aktiv.....	57
Abbildung 42: Erstellen einer Transportfläche für das Förderband conveyorShort – Auswahl der Förderfläche .....	58
Abbildung 43: Erstellen einer Transportfläche für das Förderband conveyorShort – Fahrvektor angeben .....	59
Abbildung 44: Simulation der Transportflächen in MCD .....	60
Abbildung 45: Erstellen eines Geschwindigkeitsreglers für ein Förderband.....	61
Abbildung 46: Simulation der Geschwindigkeitsregler über Laufzeitüberwachung vorbereiten .....	62
Abbildung 47: Simulation der Geschwindigkeitsregler in MCD .....	63
Abbildung 48: Modelle gleichen Typs in Baugruppe entpacken.....	64
Abbildung 49: Erstellen des Kollisionssensors zum Zählen aller Werkstücke – Auswahl des Kollisionsobjekts und der Kollisionsform.....	65
Abbildung 50: Erstellen des Kollisionssensors zum Zählen aller Werkstücke – Weitere Einstellungen und Namen festlegen.....	66
Abbildung 51: Überblick über alle Kollisionssensoren in der Sortieranlage.....	68
Abbildung 52: Verhalten der Kollisionssensoren der Lichtschranken während der Simulation .....	69
Abbildung 53: Verhalten der Kollisionssensoren der Begrenzungsschalter während der Simulation .....	70
Abbildung 54: Erstellen einer Objektquelle für ein Werkstück .....	71

Abbildung 55: Simulation der Objektquellen in MCD.....72

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Checkliste der "Erstellung eines dynamischen 3D-Modells mithilfe des CAE-Systems Mechatronics Concept Designer" .....74

# Erstellung eines dynamischen 3D-Modells mithilfe des CAE-Systems Mechatronics Concept Designer

## 1 Zielstellung

In Modul 4 der Workshop-Reihe DigitalTwin@Education haben Sie erste Schritte in der Konstruktion von 3D-Modellen durchgeführt. Sie konnten erfolgreich alle nötigen Einzelmodelle der Sortieranlage konstruieren. Diese wurden anschließend in einer Baugruppe eingefügt und positioniert, sodass Sie dem Erscheinungsbild des bereitgestellten Modells aus Modul 1 gleichen.

Ziel dieses Moduls soll es sein, Ihre statischen Modelle mit dynamischen Eigenschaften zu versehen, um physikalische Simulationen zu ermöglichen. Dazu werden Sie grundlegende Arbeiten und Funktionsweisen in der NX-Erweiterung Mechatronics Concept Designer (MCD) kennenlernen.

## 2 Voraussetzung

Für dieses Modul sollten Sie Ihr Wissen über statische Modelle auffrischen. Sie sollten sich daher im Vorfeld mit Modul 4 dieser Workshop-Reihe beschäftigt haben. Um die dynamischen Abläufe des Modells nachvollziehen zu können, sollte Ihnen die Funktionsweise der Sortieranlage geläufig sein. Nähere Beschreibungen hierzu entnehmen Sie insbesondere aus Modul 1 dieser Workshop-Reihe.

### 3 Benötigte Hardware und Software

Für dieses Modul werden folgende Komponenten benötigt:

- 1 Engineering Station:** Voraussetzungen sind Hardware und Betriebssystem (für weitere Informationen: siehe ReadMe/Liesmich auf den TIA Portal Installations-DVDs sowie im NX-Softwarepaket)
- 2 Software NX mit Erweiterung Mechatronics Concept Designer - ab V12.0**

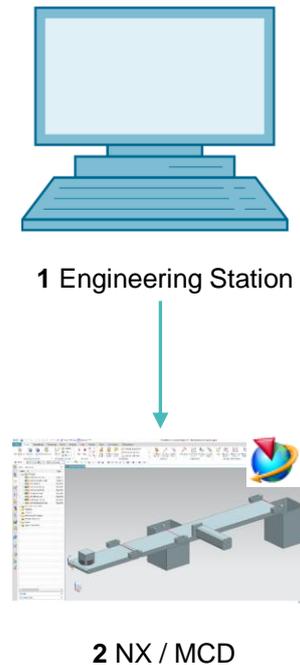


Abbildung 1: Überblick benötigter Soft- und Hardwarekomponenten in diesem Modul

Anhand von [Abbildung 1](#) wird deutlich, dass die Engineering Station die einzige Hardwarekomponente des Systems darstellt. Die restlichen Komponenten basieren ausschließlich auf Software.

## 4 Theorie

### 4.1 Dynamisches 3D-Modell

Auf Basis eines statischen 3D-Modells lässt sich in Mechatronics Concept Designer ein dynamisches 3D-Modell erstellen. Dies geschieht durch die Definition dynamischer Eigenschaften in einem statischen Modell. Dynamische Eigenschaften beschreiben beispielsweise das Verhalten von Körpern unter Einfluss der Gravitation oder die Reaktion eines Modells unter Einwirkung von Kräften. Die Dynamisierung ermöglicht somit eine Simulation, wie Sie sie in den Modulen 1-3 dieser Workshop-Reihe bereits verwendet haben.

Es ist allerdings NICHT möglich ein dynamisches Modell zu erstellen, wenn kein statisches 3D-Modell vorhanden ist.

Bei der Dynamisierung ist der Detaillierungsgrad in dem statischen 3D-Modell zwingendes Kriterium zur Bestimmung der Güte eines digitalen Zwillings. Je detaillierter das statische Modell ausgearbeitet wurde, desto ähnlicher kann es sich bei einer nachfolgenden Dynamisierung dem Verhalten einer realen Anlage annähern. Wie bereits erwähnt, ist es jedoch nicht möglich dynamische Eigenschaften auf nicht-statische Objekte zuzuweisen.

Als endgültiges Kriterium für den Detaillierungsgrad zählt das dynamische Verhalten eines 3D-Modells selbst. Auch wenn man ein sehr präzises statisches Modell erstellt hat, muss ein angemessener Grad an Dynamisierung vorhanden sein. Dabei ist es nicht nötig jedes statische Modell mit allen möglichen dynamischen Eigenschaften auszustatten. Im Gegenteil sollte man sich bei dem digitalen Zwilling im Klaren sein, was genau abgebildet werden soll und nur für diesen Anwendungsfall relevante Dynamisierungen in dem Modell einführen. Je mehr dynamische Eigenschaften definiert werden, desto höher fällt die benötigte Rechenkapazität zur Simulation aus.

Vor dem Erstellen eines 3D-Modells ist es also wichtig, klare Vorgaben über die abzudeckenden Aufgaben und Funktionen der zu konstruierenden Anlage oder Komponenten zu definieren. Nur dadurch ist eine realistische Einschätzung des Aufwands zur Erstellung des dynamischen Modells sowie der Rechenkapazität zur Durchführung der Simulation möglich.

## 4.2 Dynamische Eigenschaften in Mechatronics Concept Designer

Der Mechatronics Concept Designer ist eine Erweiterung für NX. Mit dieser kann man auf die zuvor in NX erstellten statischen Modelle dynamische Eigenschaften zuweisen, sodass diese innerhalb einer Simulation einem definierten physikalischen Verhalten folgen. Möglich ist dies durch die Verwendung einer integrierten "physics engine", welche die Berechnung von physikalischen und kinematischen Eigenschaften ausführt. In [Kapitel 4.2.1](#) und [4.2.2](#) werden einige der möglichen dynamischen Eigenschaften des Programms aufgelistet und kurz erläutert, soweit diese zur Bearbeitung dieses Moduls erforderlich sind.

Die Arbeitsoberfläche von Mechatronics Concept Designer ist in [Abbildung 2](#) dargestellt. Zum Öffnen dieser Anwendung suchen Sie über die bereits bekannte Befehlsuche am oberen rechten Bildschirmteil nach der Anwendung "Mechatronics Concept Designer".

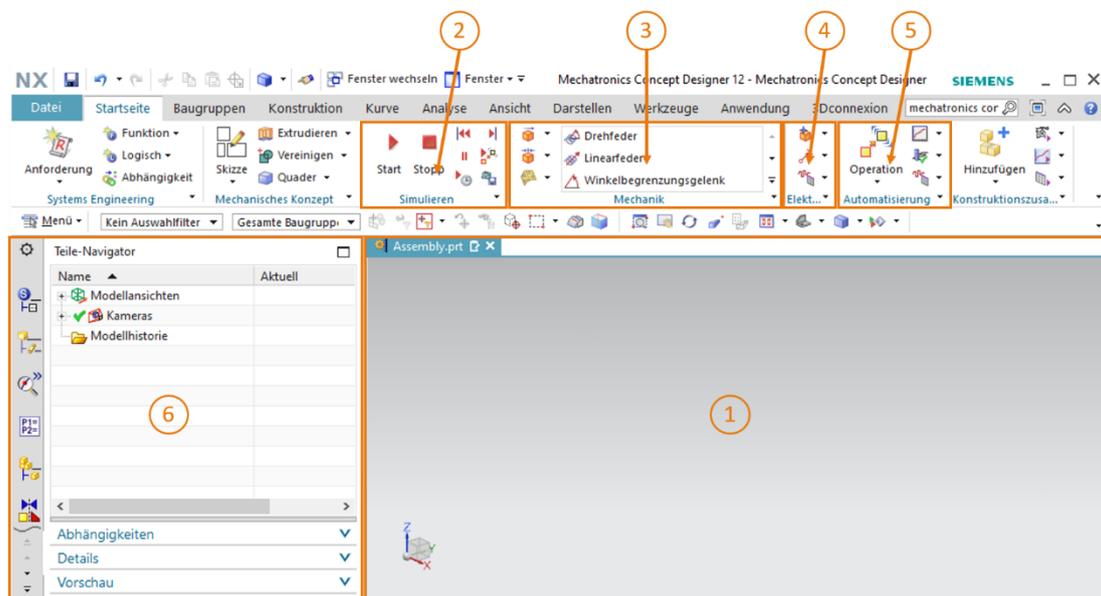


Abbildung 2: Anwendung "Mechatronics Concept Designer" in NX mit Kennzeichnungen für Erläuterungen der Bereiche im Text

Um für ein Modell dynamische Eigenschaften definieren zu können, kommen in dieser Anwendung folgende Fenster zum Einsatz:

- Im zentralen Bildschirm (siehe [Abbildung 2](#), Bereich 1) befindet sich wieder die dreidimensionale Arbeitsoberfläche. Hier lassen sich beispielsweise Flächen von Modellen selektieren für das Zuordnen von dynamischen Eigenschaften.
- In einem mittleren Teil der Menüleiste (siehe [Abbildung 2](#), Bereich 2) können Sie die Simulation Ihres Modells in der Anwendung steuern.
- In einem weiteren mittleren Teil der Menüleiste (siehe [Abbildung 2](#), Bereich 3) sind alle dynamischen Eigenschaften von Mechatronics Concept Designer aus dem Bereich der Mechanik aufgelistet. Dazu zählen unter anderem Starr- und Kollisionskörper, welche in [Kapitel 4.2.1](#) näher erläutert werden.

- Die dynamischen Eigenschaften aus dem Bereich der Elektrik finden Sie in der Menüleiste direkt neben den dynamischen Eigenschaften der Mechanik (siehe [Abbildung 2](#), Bereich 4). Hier werden hauptsächlich Sensoren und Regelungen aufgeführt. Die hiervon relevanten Eigenschaften für dieses Modul werden in [Kapitel 4.2.2](#) beschrieben.
- Die dynamischen Eigenschaften aus dem Bereich der Automatisierung sind ebenfalls in der Menüleiste gelistet (siehe [Abbildung 2](#), Bereich 5). Zu diesen Eigenschaften zählen Bewegungsprofile oder auch Signalzuordnungen für eine Steuerung durch externe Programme, wie beispielsweise PLCSIM Advanced. Diese Funktionalitäten finden in diesem Modul keine Verwendung.
- Über die Ressourcenleiste auf dem linken Bildschirmteil (siehe [Abbildung 2](#), Bereich 6) können Sie unter anderem den Physik-Navigator aufrufen, womit sich alle physikalischen Eigenschaften einer Baugruppe oder eines Modells anzeigen lassen. Außerdem kann man über die Laufzeitüberwachung bei einer gestarteten Simulation Werte der physikalischen Eigenschaften ändern. Die Laufzeitüberwachung wird in [Kapitel 4.3](#) erläutert.

#### 4.2.1 Dynamische und mechanische Eigenschaften in Mechatronics Concept Designer

In diesem Kapitel werden einige dynamische Eigenschaften aus der Mechanik beschrieben, welche für die Dynamisierung der Sortieranlage in diesem Modul erforderlich sind. Diese Zusammenstellung soll vorab einen kleinen Überblick über die Arten und Funktionen der mechanischen Dynamik in Mechatronics Concept Designer geben.

- Mit der Funktion **Starrkörper**  ist es möglich, ein statisches Modell als beweglichen Körper zu definieren. Dazu wird diesem Modell ein Starrkörper mit einer Masse zugeordnet, welcher auf Kräfteinwirkungen von außen reagieren kann. Ohne die Zuweisung eines Starrkörpers an einen Körper, bleibt dieser unbeweglich.
- Ein Modell oder eine Fläche eines Modells kann als **Kollisionskörper**  angegeben werden. Dadurch erhalten das Modell bzw. die Fläche eines Modells die Möglichkeit mit anderen Modellen zu kollidieren, welche ebenfalls als Kollisionskörper festgelegt wurden. Auf welche Art diese miteinander kollidieren, hängt zum Großteil von der verwendeten Kollisionsform für das Modell ab. Eine Auflistung der möglichen Kollisionsformen, samt kurzer Beschreibung, finden Sie in der Onlinehilfe von NX (siehe [Kapitel 9](#), Link [1]). Beachten Sie, dass zum Erstellen eines Kollisionskörpers kein Starrkörper des Modells existieren muss.
- Durch die Funktion **Feste Verbindung**  kann ein Starrkörper davor bewahrt werden, eine vorgeschriebene Position im Raum zu verlassen. Mit einer festen Verbindung werden alle Freiheitsgrade eines Starrkörpers festgesetzt, wodurch jegliche Bewegung unterbunden wird.



- Über die Funktion **Objektquelle** kann ein Starrkörper im Laufe einer Simulation als neue Instanz des Körpers automatisch generiert werden. Dadurch können mehrere Instanzen eines Starrkörpers innerhalb einer Simulation nebeneinander und vollkommen eigenständig existieren. Das Erzeugen einer neuen Instanz kann dabei sowohl auf zeitlicher als auch auf ereignis-gesteuerter Basis ausgelöst werden.



- In der Funktion **Objektsenke** kann ein Kollisionskörper ausgewählt werden. Sollte während einer Simulation ein Körper aus einer Objektquelle mit diesem Kollisionskörper in Berührung kommen, wird dieses Objekt wieder entfernt. Dadurch verschwindet nur diese eine Instanz aus der Objektquelle, alle weiteren bleiben erhalten.



- Mit einer **Transportfläche** kann eine beliebige plane Fläche zu einem Transportband umgewandelt werden. Auf diesem können Körper mit Kollisionsflächen in eine vorgegebene Richtung transportiert werden. Dabei kann eine Bewegung nicht nur geradlinig, sondern auch kreisförmig ausgeführt werden.



- Das **Schubgelenk** erlaubt es einem Starrkörper, bezogen auf einen weiteren Starrkörper, eine Verschiebung entlang eines Vektors auszuführen. Weitere Bewegungen in anderen Richtungen werden unterbunden.

## 4.2.2 Dynamische und elektrische Eigenschaften in Mechatronics Concept Designer

Einen Überblick über die dynamischen Eigenschaften aus der Elektrik, welche für die Dynamisierung der Sortieranlage in diesem Modul relevant sind, finden Sie nachfolgend beschrieben.

- Durch Definition eines **Kollisionssensors**  kann eine Komponente in einer Baugruppe Kollisionen mit einem Kollisionskörper feststellen. Dieses meist boolesche Signal ermöglicht Reaktionen auf bestimmte Sachverhalte.
- Mit dem Erstellen von einem **Positionsregler**  kann ein Aktuator entlang einer vorgegebenen Achse bis zu einer definierten Position verschoben werden. Dafür muss als Aktuator ein bereits bestehendes Modell mit einer kinematischen Komponente ausgewählt werden, wie z. B. ein Schubgelenk oder eine Transportfläche.
- Über die Funktion **Geschwindigkeitsregler**  kann ein Aktuator entlang einer vorgegebenen Achse mit einer angegebenen Geschwindigkeit verfahren werden. Dafür müssen Sie als Aktuator ein bereits bestehendes Modell mit einer kinematischen Komponente auswählen, wie z. B. ein Schubgelenk oder eine Transportfläche.



### HINWEIS

Für weitere Informationen zu anderen dynamischen Eigenschaften im Mechatronics Concept Designer können Sie in der Online-Hilfe nach entsprechenden Einträgen recherchieren (siehe [Kapitel 9](#), Link [2]).

Hier empfiehlt es sich jedoch nach den englischen Begrifflichkeiten zu suchen, da die deutschen Begriffe nur sehr unvollständig enthalten sind.

### 4.3 Simulationsfähigkeit von Mechatronics Concept Designer

Mithilfe einer "physics engine" ist es in Mechatronics Concept Designer möglich, Simulationen von Modellen und Körpern mit physikalischen und kinematischen Attributen durchzuführen. Es bestehen einige Funktionen zum Steuern einer Simulation. Zu den wichtigsten Befehlen gehören:

- Das **Starten einer Simulation** , wodurch die Modelle und Körper nach Ihren jeweiligen, definierten dynamischen Eigenschaften agieren. Dies beinhaltet ebenfalls die Interaktion mit anderen Modellen, welche mit dynamischen Attributen ausgestattet sind.
- Das **Stoppen einer Simulation**  zum Beenden des Simulationsmodus.

Es sollte beachtet werden, dass eine Simulation je nach Umfang und Detailtiefe der eingebunden physikalischen Eigenschaften die Performance Ihrer Engineering-PCs stark beeinträchtigen kann. Aus diesem Grund sollten Sie versuchen, immer nur so viele Eigenschaften zu simulieren, wie Sie es zum Testen Ihres dynamischen 3D-Modells benötigen.

Zur Prüfung Ihrer eingefügten Dynamisierung empfiehlt es sich im ersten Schritt auf die

**Laufzeitüberwachung**  in Mechatronics Concept Designer zurückzugreifen. Mit diesem ist es möglich, während einer aktiven Simulation, Eingabeparameter von physikalischen Eigenschaften zu verändern und Änderungen von Ausgabeparametern zu überprüfen. Als Eingabeparameter kann z. B. die Soll-Position eines Positionsreglers vorgegeben werden. Als Ausgabeparameter ist beispielsweise das Erkennen einer Kollision an einem Kollisionssensor zu sehen.

## Abschnitt: Hinzufügen & Steuern einer Eigenschaft in der Simulation

Zum Hinzufügen einer physikalischen Eigenschaft zur Laufzeitüberwachung öffnen Sie in der

Ressourcenleiste den Menüpunkt **"Physik-Navigator"**  (siehe [Abbildung 3](#), Schritt 1).

Führen Sie auf der gewünschten Eigenschaft einen Rechtsklick aus und wählen Sie den Befehl **"Zu Inspektor hinzufügen"** aus (siehe [Abbildung 3](#), Schritt 2).

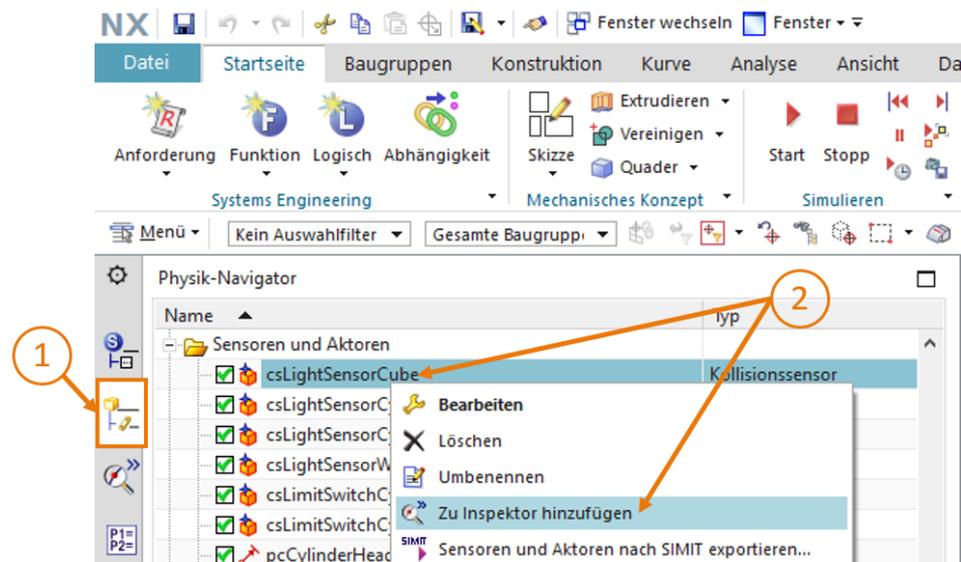


Abbildung 3: Hinzufügen eines dynamischen Attributs zur Laufzeitüberwachung

Wechseln Sie in den Reiter "Laufzeitüberwachung"  (siehe [Abbildung 4](#), Schritt 1). Dort haben Sie eine Übersicht über alle von Ihnen hinzugefügten dynamischen Eigenschaften, welche Sie beobachten wollen. Während einer Simulation ist es möglich, Eingabeparameter zu ändern. Diese können sowohl vom Datentyp Bool als auch vom Datentyp Real sein (siehe [Abbildung 4](#), Schritt 2).

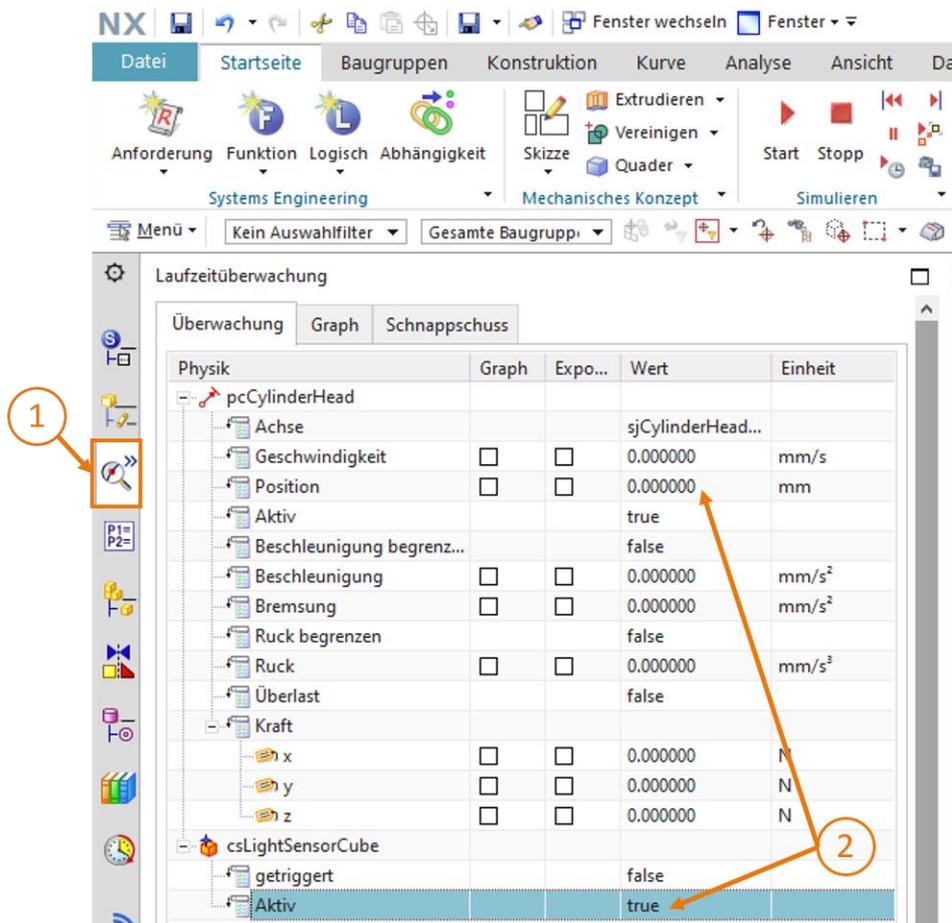


Abbildung 4: Laufzeitüberwachung mit Möglichkeit zur Parameteranpassung und -überwachung

Zum Entfernen von Informationen aus der Laufzeitüberwachung, führen Sie einen Rechtsklick auf die gewünschte Eigenschaft aus und klicken Sie den Punkt "Entfernen".

## 5 Aufgabenstellung

In diesem Modul sollen Sie Ihr in Modul 4 erstelltes statisches 3D-Modell der Sortieranlage um dynamische Eigenschaften erweitern, welche zur virtuellen Inbetriebnahme notwendig sind.

Dazu werden Sie die NX-Anwendung Mechatronics Concept Designer (MCD) einsetzen. Hiermit können Sie die physikalischen Attribute einzelner Modelle definieren und Interaktionen zu anderen Modellen festlegen. Dadurch lernen Sie die Funktionalität verschiedener dynamischer Elemente in MCD kennen. Mithilfe der in MCD integrierten Simulationsumgebung können Sie anschließend das Verhalten Ihres Modells testen.

## 6 Planung

Dieses dynamische 3D-Modell setzt mindestens die Version **V12.0** des CAD-Systems **NX** voraus. Das Zusatzmodul **Mechatronics Concept Designer (MCD)** muss ebenfalls in NX vorhanden sein.

Sie benötigen Kenntnisse über statische 3D-Modelle, welche Sie sich in Modul 4 aneignen konnten.

Bei Unklarheiten bzgl. der Arbeitsweise der Sortieranlage sollten Sie sich den Theorieteil des [Kapitels 4.2](#) aus **Modul 1** erneut ansehen.

Bei der Benennung der verschiedenen dynamischen Eigenschaften wurde auf den "**Leitfaden Standardisierung**" von Siemens zurückgegriffen. Diesen können Sie in [Kapitel 9](#) unter dem angegebenen Link [2], finden.

Die Programmierung der SPS, die Visualisierung sowie das Erzeugen einer virtuellen SPS für Simulationszwecke sind nicht Inhalt dieses Moduls.

## 7 Strukturierte Schritt-für-Schritt-Anleitung

Mit diesem Modul wird das Projekt "150-005\_DigitalTwinAtEducation\_NX\_dynModel" bereitgestellt. Das Projekt besteht aus zwei Ordnern:

- "fullStatModel" beinhaltet das gesamte statische 3D-Modell der Sortieranlage aus Modul 4. Sie können dieses Modell für dieses Modul einsetzen, wenn Ihre Ergebnisse aus Modul 4 unvollständig sind.
- "fullDynModel" enthält die Lösung zu dem vorliegenden Modul als Hilfestellung, falls Sie an einem Schritt nicht weiterkommen.

Sofern Sie im Laufe des Moduls einen Befehl oder eine Anwendung nicht in der Entwicklungsumgebung finden, sei an dieser Stelle nochmals auf die Befehlssuche hingewiesen. Diese befindet sich, wie in [Abbildung 5](#) dargestellt, im oberen rechten Bildschirmteil der NX-Benutzeroberfläche.

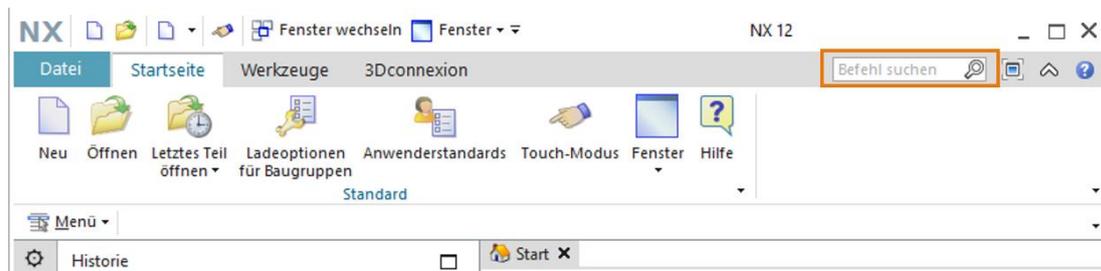


Abbildung 5: Befehlssuche im NX-Menü, in Orange hinterlegt

Aus den gefundenen Vorschlägen können Sie sich den passenden Befehl aussuchen. NX zeigt Ihnen dabei auch an, wo Sie den Befehl finden, sodass Sie ihn in Zukunft auch direkt aus dem Menü anwählen können.

**WICHTIG:** Mit neuen Versionen von NX verändert sich die Oberfläche und die Anordnung verschiedener Befehle in den Menüs. Außerdem kann jeder Benutzer eine benutzerdefinierte Oberfläche erstellen. Während die nachfolgenden Beschreibungen die Standard-Oberfläche von NX12.0 abbilden, kann sich das in Ihrer Version unterscheiden. **Sollten Sie daher einen Befehl nicht an den beschriebenen Positionen im Fenster finden, nutzen Sie die Befehlssuche.**

Weiterhin sollten Sie beachten, dass diese Beschreibung nur als Lösungsvorschlag dient. Es gibt unzählige Möglichkeiten in MCD dynamisches Verhalten darzustellen. Es wurde versucht ein nachvollziehbares Vorgehen zu beschreiben, welches ohne Komplikationen mit einer virtuellen SPS aus den Modulen 1-3 interagieren kann. Selbstverständlich können Sie hier auch selbst verschiedene Möglichkeiten ausprobieren.

Beachten Sie, dass bestimmte Stellen in Form von Abschnitten hervorgehoben sind. Da im Laufe dieser Beschreibung häufig auf diese Bereiche verwiesen wird, sollen diese Markierungen als Orientierungshilfe dienen.

## 7.1 Öffnen einer Baugruppe in der Anwendung Mechatronics Concept Designer

In diesem Kapitel sollen Sie Ihre Baugruppe aus Modul 4 in NX öffnen und die Anwendung Mechatronics Concept Designer (MCD) starten.

Gehen Sie dabei, wie folgt vor:

- Erstellen Sie auf Ihrem Betriebssystem eine Kopie Ihrer in Modul 4 erstellten Modelle und speichern Sie diese in einem neuen Ordner auf Ihrem Dateisystem ab. Falls Sie ein unvollständiges statisches Modell haben, können Sie auch, wie in [Kapitel 7](#) erwähnt, auf das bereitgestellte Projekt „fullStatModel“ zurückgreifen und von diesem Ordner eine Arbeitskopie erstellen.
- Starten Sie NX und warten Sie, bis sich das Programm geöffnet hat und Sie die Startseite sehen. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Öffnen“ (siehe [Abbildung 6](#), Schritt 1) und navigieren Sie zu Ihrem zuvor erstellten Ordner. Sie sehen jetzt die in Modul 4 erstellten Teile. Selektieren Sie die Baugruppe „assSortingPlant“, welche das vollständige statische 3D-Modell der Sortieranlage beinhaltet (siehe [Abbildung 6](#), Schritt 2). Wählen Sie die Option „Teilweise geladen“ aus (siehe [Abbildung 6](#), Schritt 3), damit nur die Modelle der Einzelkomponenten der Baugruppe geladen werden, nicht aber zusätzliche Zeichnungen oder Koordinatensysteme. Bestätigen Sie Ihre Auswahl schließlich mit einem Klick auf „OK“ (siehe [Abbildung 6](#), Schritt 4).

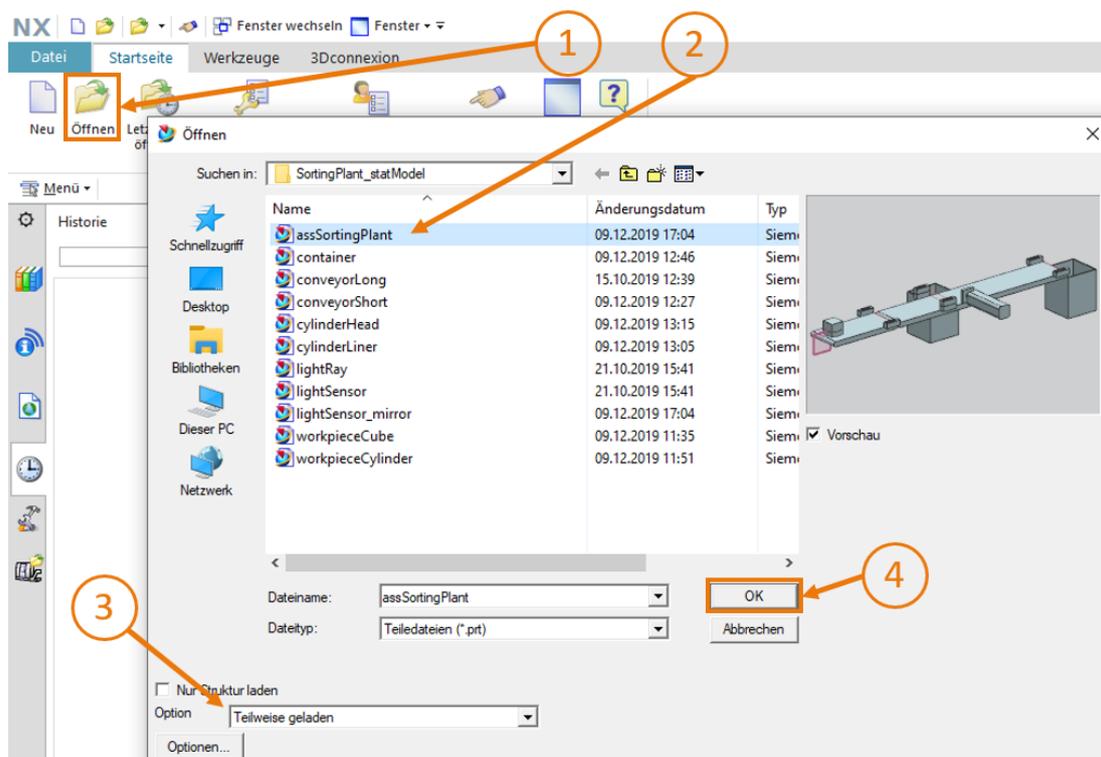


Abbildung 6: Öffnen einer Baugruppe in NX

→ Nachdem sich die Baugruppe geöffnet hat, sollten Sie im dreidimensionalen Arbeitsbereich das Abbild der Sortieranlage sehen. In der Kopfzeile des Programms können Sie erkennen, dass noch die NX-Anwendung "Konstruktion" aktiv ist (siehe [Abbildung 7](#), orange eingerahmt). Zur Dynamisierung der Sortieranlage müssen Sie zur Anwendung "Mechatronics Concept Designer" wechseln. Suchen Sie in der Befehlsuche nach dieser Erweiterung und bestätigen Sie mit einem Klick den Anwendungswechsel (siehe [Abbildung 7](#), Schritt 1).

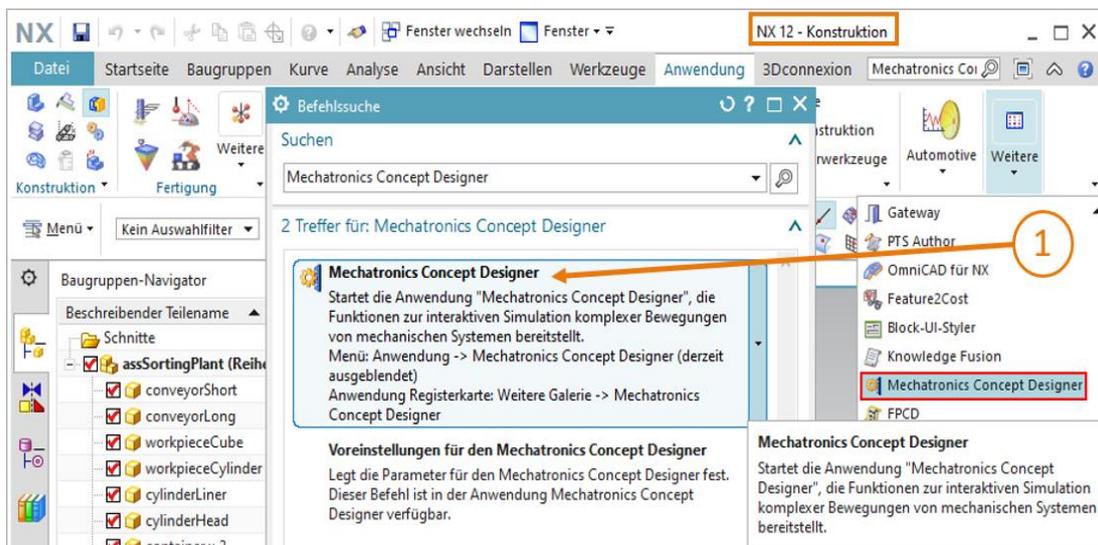


Abbildung 7: Öffnen von MCD in NX

## Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD

→ Sie können anschließend an der Kopfzeile feststellen, dass die Anwendung "Mechatronics Concept Designer" aktiv ist. Wechseln Sie in den Reiter "Startseite" (siehe [Abbildung 8](#), Schritt 1). Es erscheint eine Entwicklungsumgebung, welche bereits in [Kapitel 4.2](#) vorgestellt wurde. Starten Sie durch einen Klick auf die Schaltfläche "Starten"  in dem Menüabschnitt "Simulieren" die Simulation der Sortieranlage (siehe [Abbildung 8](#), Schritt 2).

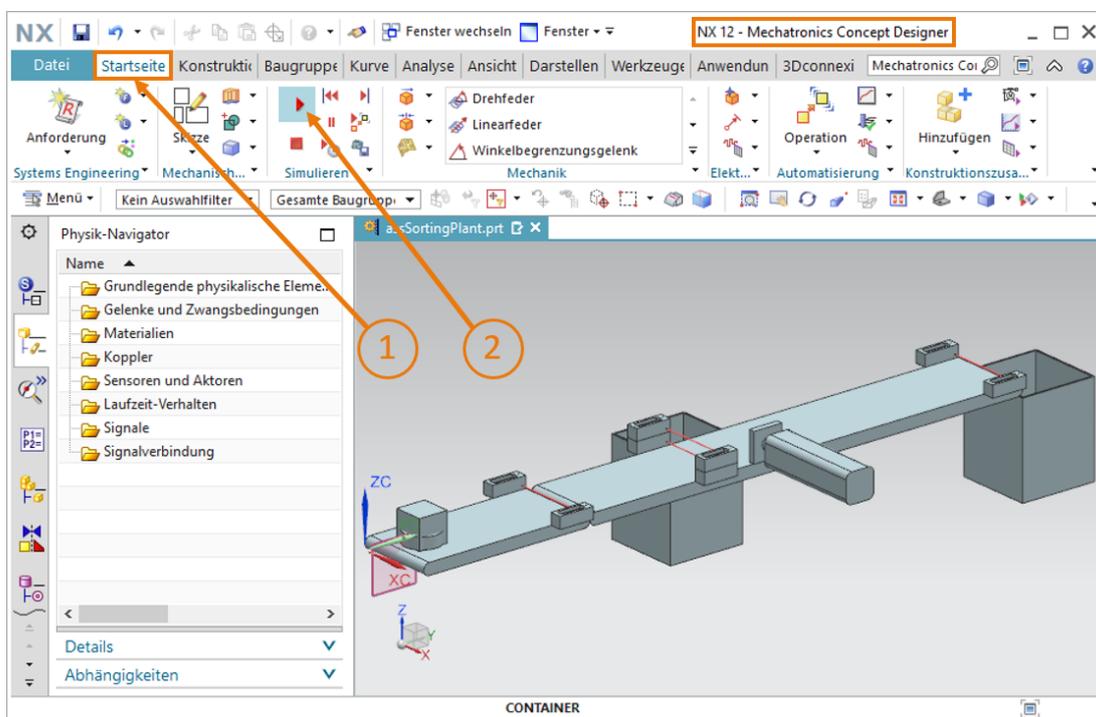


Abbildung 8: Starten einer Simulation in MCD

→ Eine laufende Simulation können Sie an der Fußzeile des Programms erkennen, da dort die bereits vergangene Simulationszeit angezeigt wird (siehe [Abbildung 9](#), orange umrahmt). Sie können hierbei feststellen, dass sich die Baugruppe in der dreidimensionalen Arbeitsoberfläche nicht verändert. Zwar haben Sie bereits MCD geöffnet, aber es wurden noch keinerlei physikalische und kinematische Eigenschaften definiert. Stoppen Sie wieder die Simulation durch einen Klick auf die Schaltfläche "Stoppen"  (siehe [Abbildung 9](#), Schritt 1).

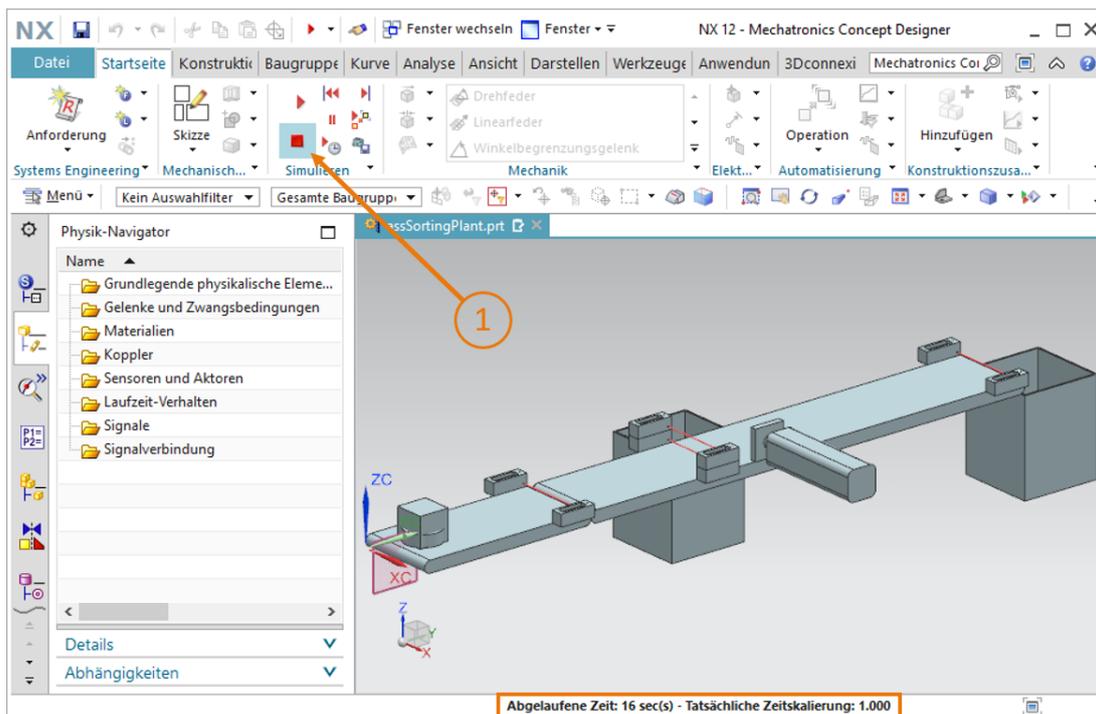


Abbildung 9: Stoppen einer Simulation in MCD

## 7.2 Definition der Starrkörper

Als erste physikalische Grundeigenschaft sollen Sie Ihre Einzelkomponenten als Starrkörper definieren.

→ Weisen Sie im ersten Schritt der Komponente "**conveyorShort**" die Eigenschaft "Starrkörper" zu. Selektieren Sie dazu in der Menüleiste "Mechanik" den Befehl "**Starrkörper**" (siehe [Abbildung 10](#), Schritt 1). Alternativ können Sie selbstverständlich auch den Befehl über die Befehlsuche aufrufen. Es öffnet sich das Fenster "Starrkörper". In diesem Fenster müssen Sie zuerst das Objekt auswählen, welches zum Starrkörper ertüchtigt werden soll. Klicken Sie dazu zunächst unter dem Befehlspunkt "**Starrkörperobjekt**" auf die Schaltfläche "**Objekt auswählen**" (siehe [Abbildung 10](#), Schritt 2). Navigieren Sie in der Ressourcenleiste am linken Bildschirmteil zu dem Reiter

**Baugruppen-Navigator** . Selektieren Sie aus dem Auswahlmenü unter der Baugruppe "assSortingPlant" das Modell "**conveyorShort**" (siehe [Abbildung 10](#), Schritt 3). Belassen Sie in dem Befehlsfenster unter dem Punkt "**Masse und Trägheit**" die Volumenanalyse auf "**Automatisch**" (siehe [Abbildung 10](#), Schritt 4).

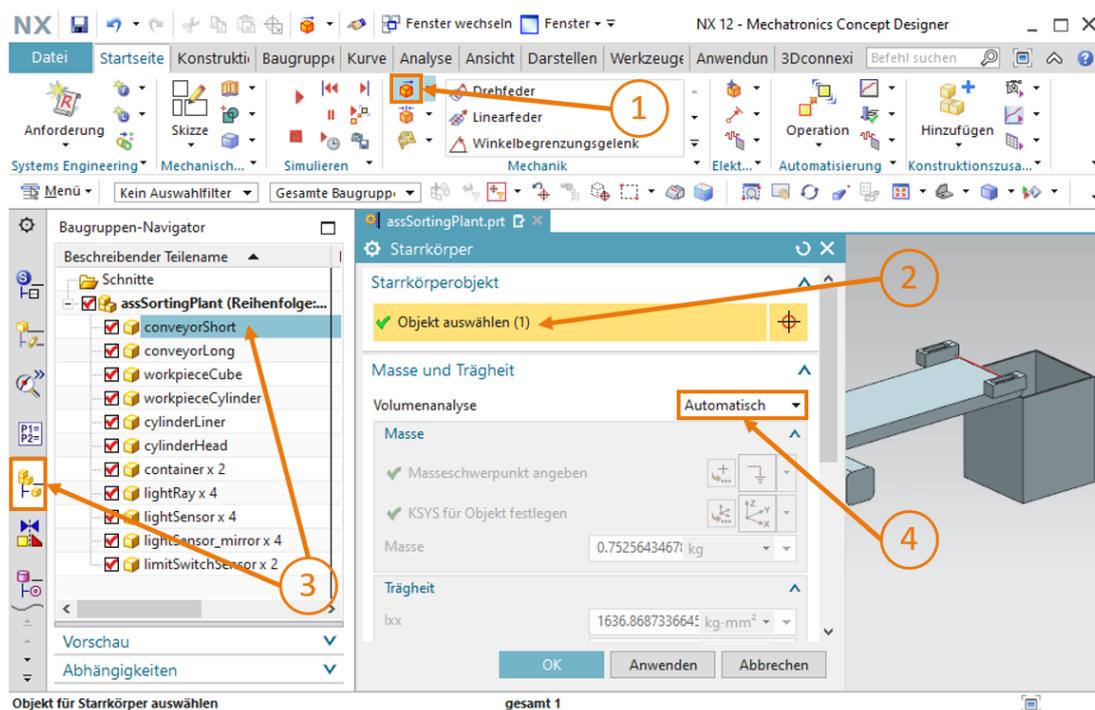


Abbildung 10: Erstellen eines Starrkörpers in MCD – Objektauswahl, Masse und Trägheit

- Geben Sie als Namen "rbConveyorShort" vor (siehe [Abbildung 11](#), Schritt 1) und bestätigen Sie Ihre Einstellungen durch Betätigen der Schaltfläche "OK" (siehe [Abbildung 11](#), Schritt 2). Das vorangestellte Kürzel "rb" steht hierbei für "rigid body", die englische Bezeichnung für Starrkörper.

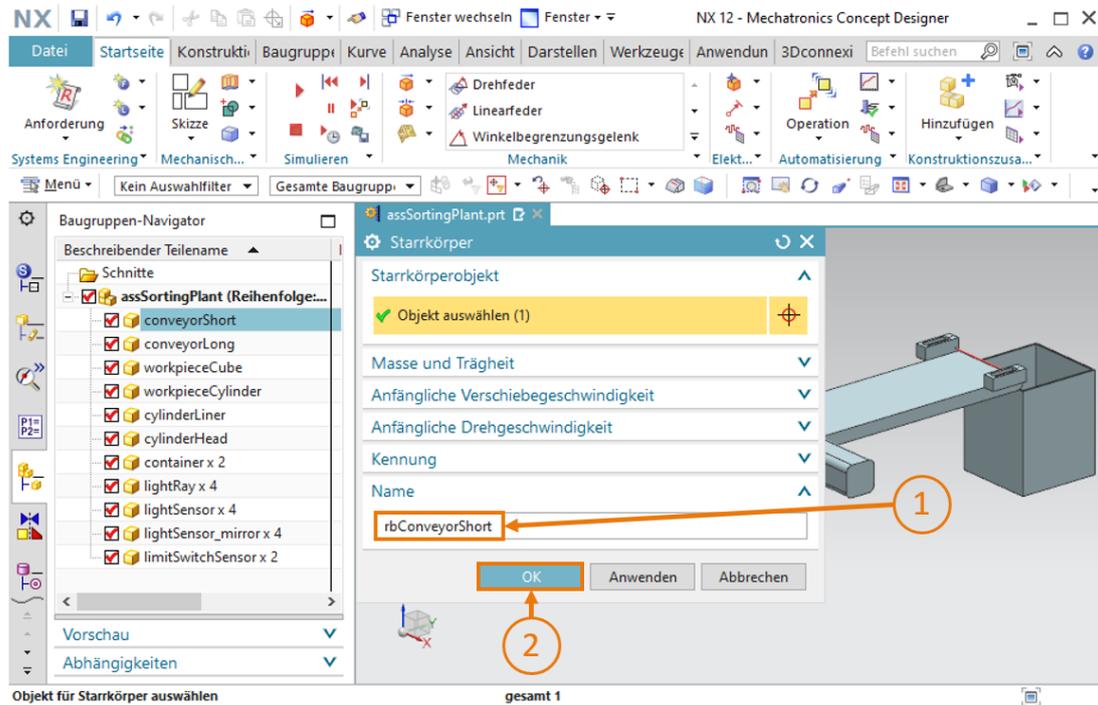


Abbildung 11: Erstellen eines Starrkörpers in MCD – Namensgebung

→ Starten Sie eine Simulation, wie in [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**" erläutert. Sie sollten bemerken, dass mit dem Start der Simulation das Transportband "conveyorShort" nach unten fällt. Durch die Definition als Starrkörper wurde dem Transportband eine Masse zugewiesen. Aufgrund der Gravitationskräfte fällt das Transportband in der Simulation nach unten, wie in [Abbildung 12](#) dargestellt. Stoppen Sie wieder die Simulation.

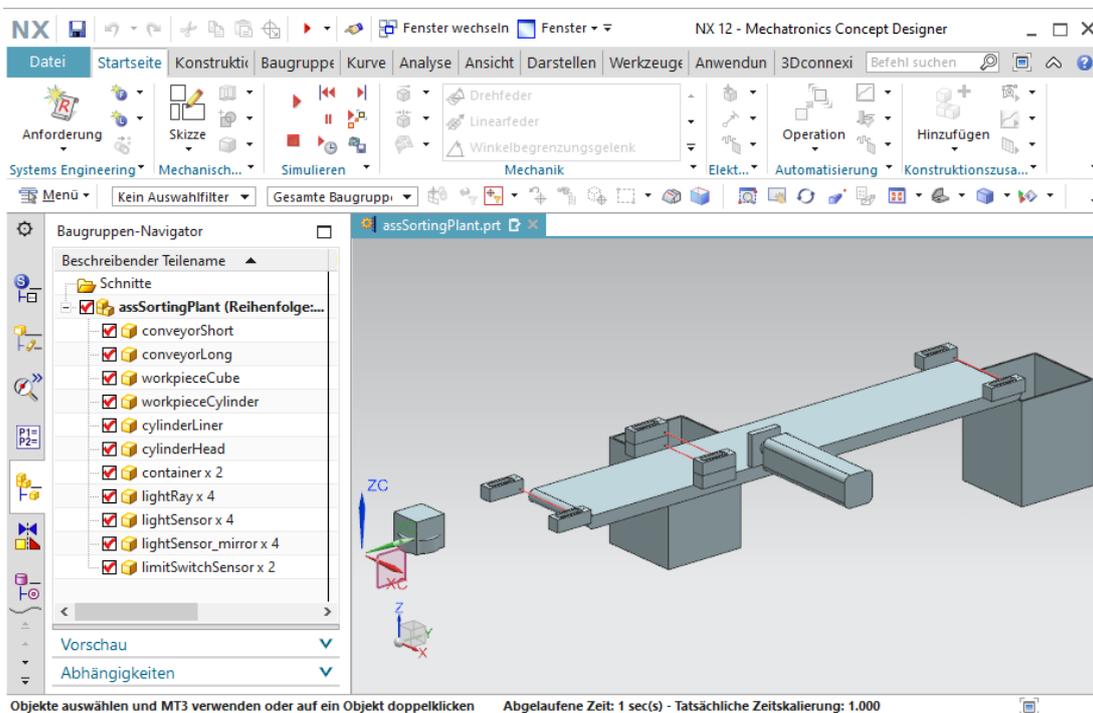


Abbildung 12: Simulation eines Starrkörpers in MCD

Damit haben Sie Ihre erste dynamische Eigenschaft dem statischen 3D-Modell der Sortieranlage zugewiesen. Speichern Sie Ihr Projekt durch Klicken auf das Speichern-

Symbol .

→ Erzeugen Sie für die folgenden Komponenten weitere Starrkörper nach den vorangegangenen Beschreibungen dieses Kapitels:

- **"conveyorLong"** als Starrkörper mit dem Namen **"rbConveyorLong"**
- **"workpieceCube"** als Starrkörper mit dem Namen **"rbWorkpieceCube"**
- **"workpieceCylinder"** als Starrkörper mit dem Namen **"rbWorkpieceCylinder"**
- **"cylinderLiner"** als Starrkörper mit dem Namen **"rbCylinderLiner"**
- **"cylinderHead"** als Starrkörper mit dem Namen **"rbCylinderHead"**
- **"container"** als Starrkörper mit dem Namen **"rbContainer"**

Da die Lichtschranken in der Sortieranlage nur als reine Sensoren dienen, die keinen mechanischen Einfluss auf andere Komponenten ausüben sollen, wird für diese Komponenten auf eine Definition als Starrkörper verzichtet. Durch Weglassen von unnötigen physikalischen Eigenschaften kann Ihr dynamisches Modell während einer Simulation möglichst performant bleiben.

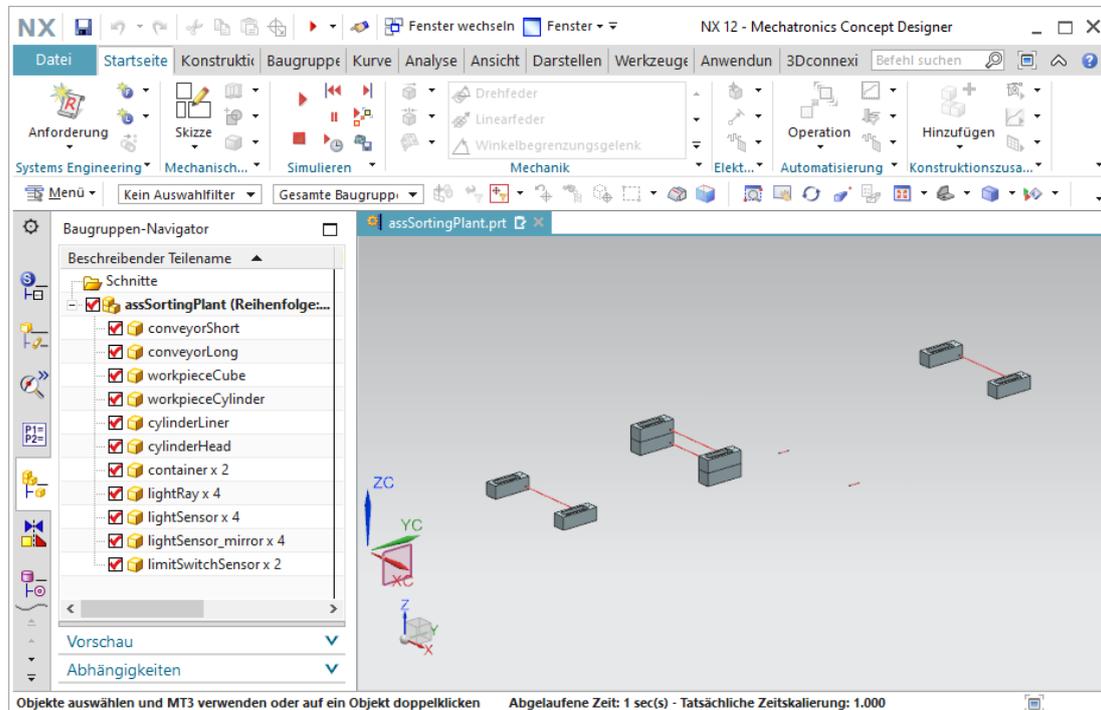


#### HINWEIS

Die meisten dynamischen Befehle in NX besitzen neben der Schaltfläche "<OK>" auch die Schaltfläche "Anwenden".

- Mit einem Klick auf "<OK>" werden die letzten Einstellungen übernommen und das entsprechende Befehlsfenster wird daraufhin geschlossen.
- Der Klick auf "Anwenden" übernimmt ebenfalls die letzten Einstellungen. Das Fenster bleibt dabei aber geöffnet.

→ Starten Sie, wie in [Kapitel 7.1](#), "Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD" beschrieben, eine Simulation der Sortieranlage. Es sollten dabei alle Komponenten, mit Ausnahme der Lichtschranken, eine Masse besitzen und somit aus dem dargestellten Bereich fallen. Stoppen Sie die Simulation und speichern Sie das Projekt durch Klicken auf das Speichern-Symbol .



## HINWEIS

In diesem Lösungsansatz wurde für jede dynamische Eigenschaft eine einheitliche Namenskonvention befolgt:

- Die Namen sind in der "CamelCasing"-Schreibweise verfasst, wie es der Standardisierungsleitfaden der Firma Siemens vorsieht (siehe [Kapitel 9](#), Link [3]).
- Jede Bezeichnung beginnt mit einem Kürzel der entsprechenden dynamischen Eigenschaft in englischer Sprache (z. B. "rb" = rigid body; "ts" = transport surface).
- Direkt im Anschluss wird das primäre Element durch den Komponentennamen angegeben, wie bspw. "conveyorShort".
- Sollten Beziehungen zwischen verschiedenen Komponenten definiert werden, sollen diese durch einen Unterstrich "\_" getrennt werden (z. B. "cylinderLiner\_cylinderHead").

Abbildung 13: Simulation aller Starrkörper in MCD

## 7.3 Festlegen der festen Verbindungen

Selbstverständlich ist es nicht gewünscht, dass bestimmte Körper vom Transportband herunterfallen. Deshalb müssen Transportbänder, Container sowie Abschieber auf ein und derselben Position verbleiben. Dies ist durch Definition einer weiteren dynamischen Eigenschaft möglich: die "Feste Verbindung".

Zum Anlegen einer festen Verbindung sind folgende Schritte durchzuführen:

→ Navigieren Sie in der Menüleiste "Mechanik" zu dem Befehl "**Feste Verbindung**" und klicken Sie darauf (siehe [Abbildung 14](#), Schritt 1).

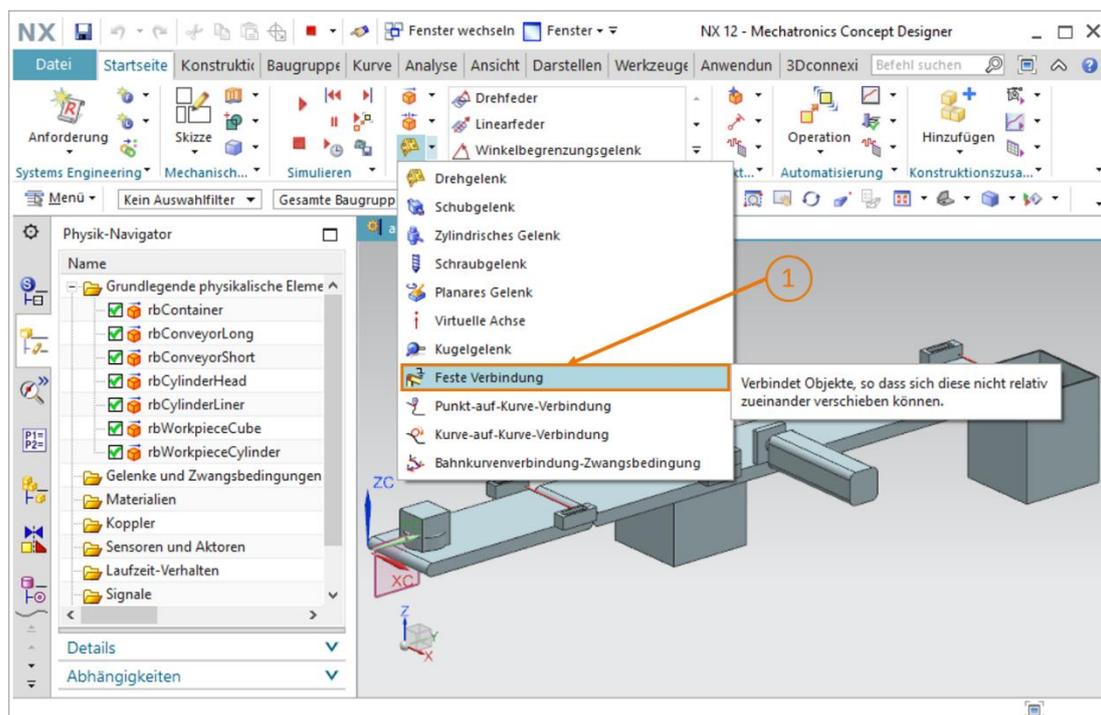


Abbildung 14: Erstellen einer festen Verbindung in MCD – Befehl aufrufen

→ Es öffnet sich das Fenster "Feste Verbindung". Für diese Eigenschaft ist mindestens ein zugrundeliegender Starrkörper erforderlich, welcher im Raum fixiert wird. Klicken Sie in den Reiter Starrkörper und selektieren Sie die Schaltfläche **"Anhang auswählen"** (siehe [Abbildung 15](#), Schritt 1). Navigieren Sie in der Ressourcenleiste zu dem Menüpunkt **"Physik-Navigator"**  und wählen Sie Ihren in [Kapitel 7.2](#) erstellten Starrkörper **"rbConveyorShort"** aus (siehe [Abbildung 15](#), Schritt 2). Vergeben Sie anschließend noch den Namen **"fjConveyorShort"** für diese neue Eigenschaft (siehe [Abbildung 15](#), Schritt 3) und bestätigen Sie Ihre Einstellungen durch Betätigen der Schaltfläche **"OK"** (siehe [Abbildung 15](#), Schritt 4). Das Präfix "fj" steht dabei für die englische Bezeichnung "fixed joint".

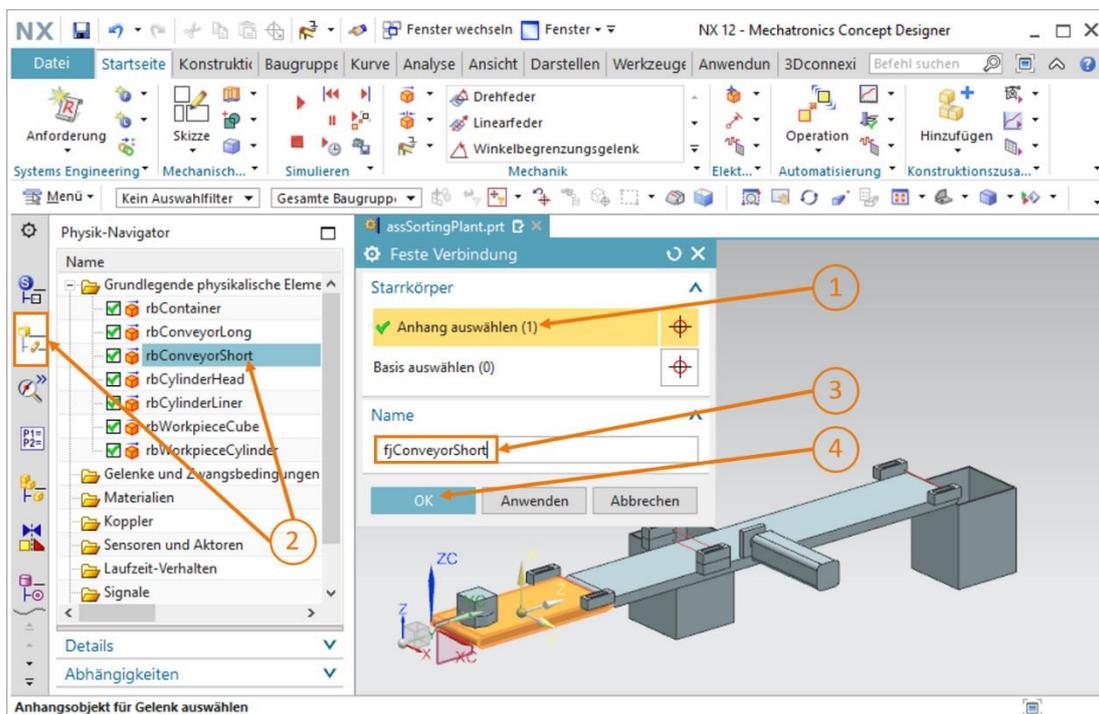


Abbildung 15: Erstellen einer festen Verbindung in MCD – Starrkörper und Namen auswählen



**HINWEIS**

Bei der Eigenschaft "Feste Verbindung" hat die Auswahl einer Basis zur Folge, dass sich die Feste Verbindung nur auf die Verbindung zu dem anderen, ausgewählten Starrkörper bezieht. Wird, wie oben durchgeführt, keine Basis ausgewählt, geschieht die feste Verbindung mit dem Hintergrund.

→ Starten Sie, wie in [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**" beschrieben, eine Simulation. Sie können erkennen, dass der Starrkörper des Transportbands "ConveyorShort" auf seiner Position verbleibt (siehe [Abbildung 16](#)). Stoppen Sie die Simulation. Speichern Sie das Projekt durch Klicken auf das Speichern-Symbol .

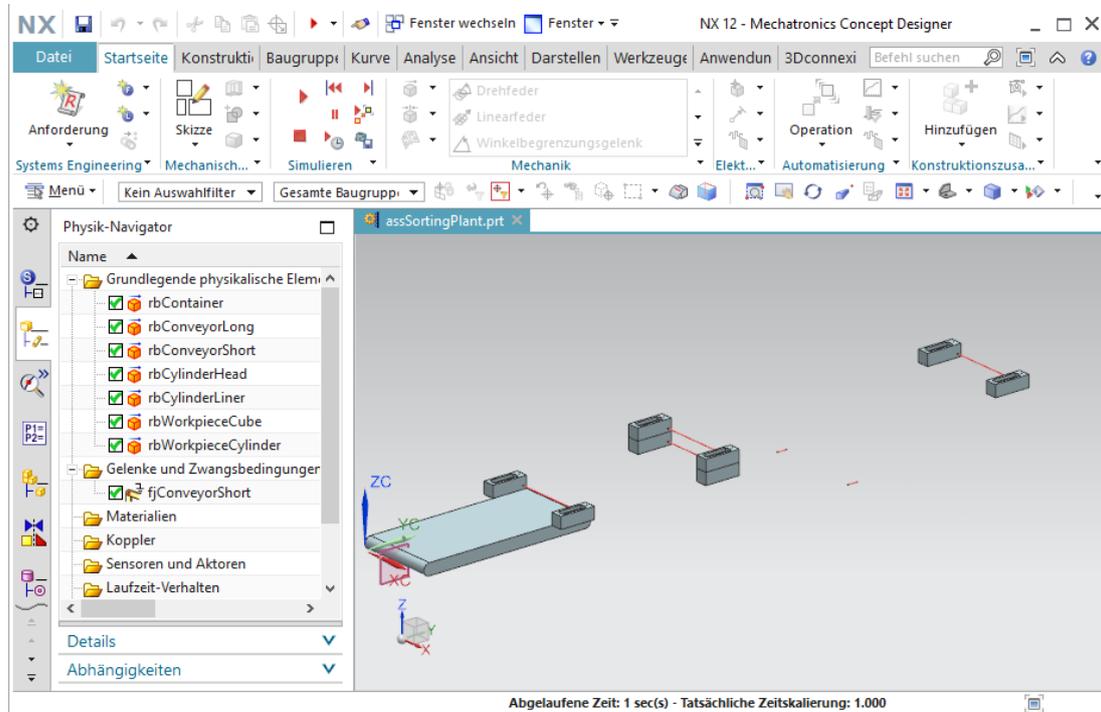


Abbildung 16: Simulation einer festen Verbindung in MCD

- Fügen Sie die weiteren nötigen festen Verbindungen in Ihre Baugruppe ein.
- Für "rbConveyorLong" eine feste Verbindung, namens "**fjConveyorLong**"
  - Für "rbCylinderLiner" eine feste Verbindung, namens "**fjCylinderLiner**"
  - Für "rbContainer" eine feste Verbindung, namens "**fjContainer**".

Sowohl die beiden Werkstücke als auch der Abschiebekopf sollen bewegliche Teile bleiben, weswegen diese Modelle keine feste Verbindung erhalten sollen.

→ Starten Sie erneut eine Simulation, wie in [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**" beschrieben. Es sollten die beiden Transportbänder, beide Container und die Abschiebebasis an Ihrer Position fixiert bleiben (siehe [Abbildung 17](#)). Stoppen Sie schließlich die Simulation und speichern Sie das Projekt durch Klicken auf das Speichern-

Symbol .

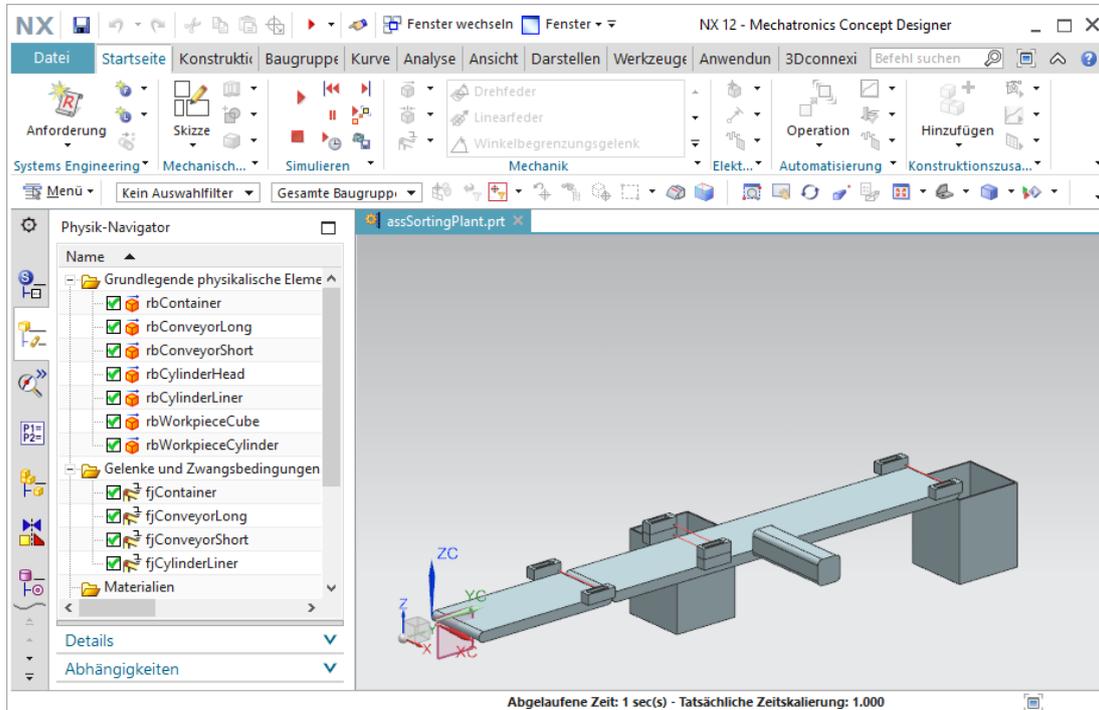


Abbildung 17: Simulation aller festen Verbindungen in MCD

## 7.4 Zuweisung von Kollisionsflächen durch Kollisionskörper

Im derzeitigen Zwischenstand der Baugruppe sind noch keine Interaktionen zwischen verschiedenen Modellen definiert worden. Die grundlegendste und wichtigste Interaktionseigenschaft in MCD ist der Kollisionskörper. Eine Kollisionsfläche an einem Kollisionskörper führt dazu, dass Sie entsprechend auf andere Kollisionsflächen reagieren kann. Dies geschieht meist durch Abstoßung. In den folgenden Kapiteln wird auf die Erstellung der nötigen Kollisionskörper für die Sortieranlage näher eingegangen.

## 7.4.1 Erstellen eines Kollisionskörpers für WorkpieceCube

Um einen Kollisionskörper für "workpieceCube" zu erstellen, gehen Sie wie folgt vor:

### Abschnitt: Aus- / Einblenden von Komponenten und Baugruppen

→ Blenden Sie zunächst alle Komponenten, außer der Komponente "workpieceCube" aus.

Gehen Sie dazu über die Ressourcenleiste in das Menü "**Baugruppen-Navigator**"  (siehe [Abbildung 18](#), Schritt 1). Klicken Sie auf das **rote Häkchen**  vor der Baugruppe "assSortingPlant", um alle Modelle in der Arbeitsoberfläche auszublenden (siehe [Abbildung 18](#), Schritt 2). Es sollte sich jetzt vor jeder Komponente ein ausgegrautes Häkchen  befinden und die dreidimensionale Arbeitsoberfläche zeigt keinen Körper mehr an. Aktivieren Sie die Ansicht von dem Werkstück "workpieceCube", indem Sie auf das **graue Häkchen** dieser Einzelkomponente klicken (siehe [Abbildung 18](#), Schritt 3). Dieses sollte sich danach rot verfärben und in der Arbeitsoberfläche erscheint als einziges Modell das selektierte Werkstück. Wechseln Sie in die trimetrische Ansicht, wodurch Sie den Körper vollständig sehen können, wie in [Abbildung 18](#), Schritt 4 dargestellt.

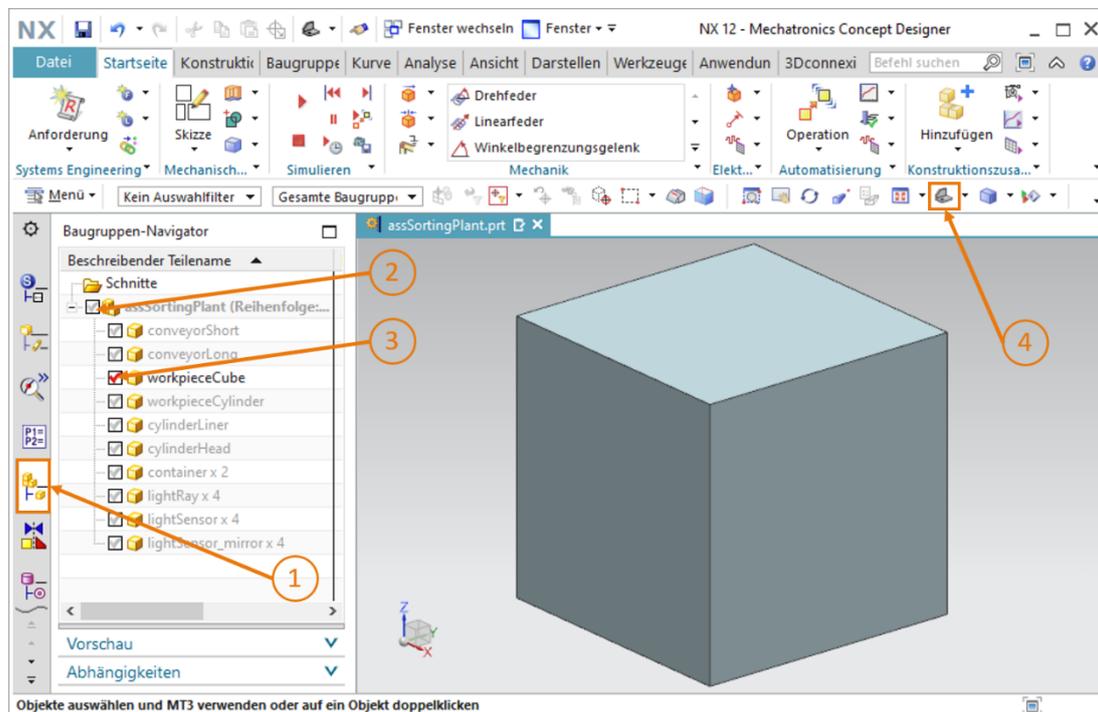


Abbildung 18: Ausblenden aller Komponenten und Einblenden einer einzelnen Komponente

→ Aktivieren Sie aus der Menüleiste "Mechanik" oder über die Befehlsuche den Befehl "Kollisionskörper" (siehe [Abbildung 19](#), Schritt 1). Es öffnet sich das Fenster "Kollisionskörper". Im ersten Schritt müssen Sie alle Objekte auswählen, welche den Kollisionskörper abbilden sollen. Dies können beispielsweise verschiedene Flächen eines Körpers sein. Klicken Sie dazu im Reiter "Kollisionskörper-Objekt" auf die Schaltfläche "Objekt auswählen", wie in [Abbildung 19](#), Schritt 2 dargestellt. Navigieren Sie im dreidimensionalen Bereich zu der ersten Fläche des Körpers (siehe [Abbildung 19](#), Schritt 3).

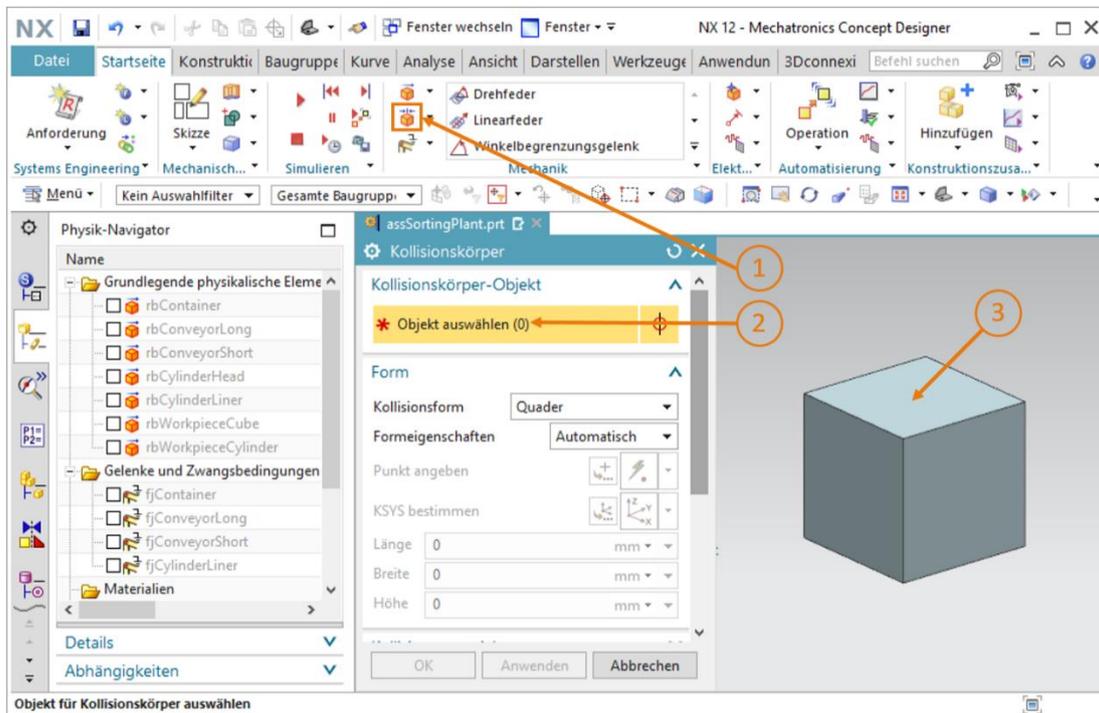


Abbildung 19: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube - Kollisionsobjekte auswählen

→ Sofern Ihre Maus nicht auf einen Teil des Körpers zeigt, wird dieses in der NX-typischen grauen Farbe dargestellt (siehe [Abbildung 20](#), links). Wenn Sie mit Ihrer Maus über eine Fläche gelangen, wird diese in Rot hervorgehoben (siehe [Abbildung 20](#), mittig). Klicken Sie auf diese Fläche. Die selektierte Fläche wird anschließend in Orange dargestellt (siehe [Abbildung 20](#), rechts).

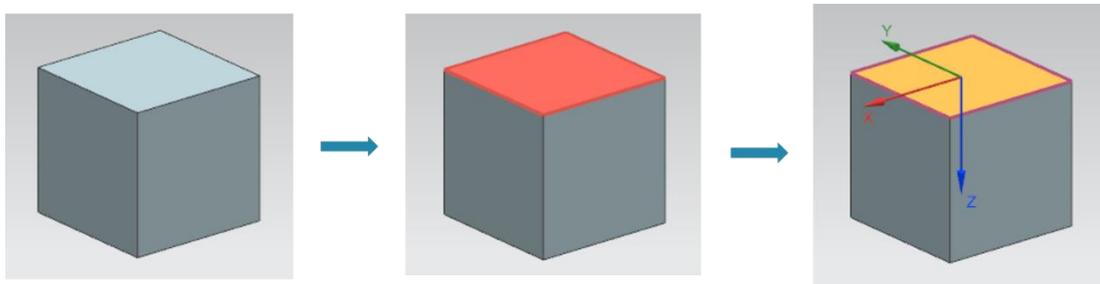


Abbildung 20: Selektieren einer Fläche in MCD

## Abschnitt: Drehen eines Modells in MCD

- Wählen Sie die beiden anderen sichtbaren Flächen des Quaders aus (siehe [Abbildung 21](#), Schritt 1). Sie sollten auf insgesamt drei Flächen kommen (siehe Klammerausdruck in der Schaltfläche "Objekt auswählen"). Um auch die verbleibenden Flächen des Körpers sehen zu können, müssen Sie die Ansicht verändern. Klicken Sie dazu auf die Schaltfläche "Drehen" , um das Modell zu rotieren (siehe [Abbildung 21](#), Schritt 2).

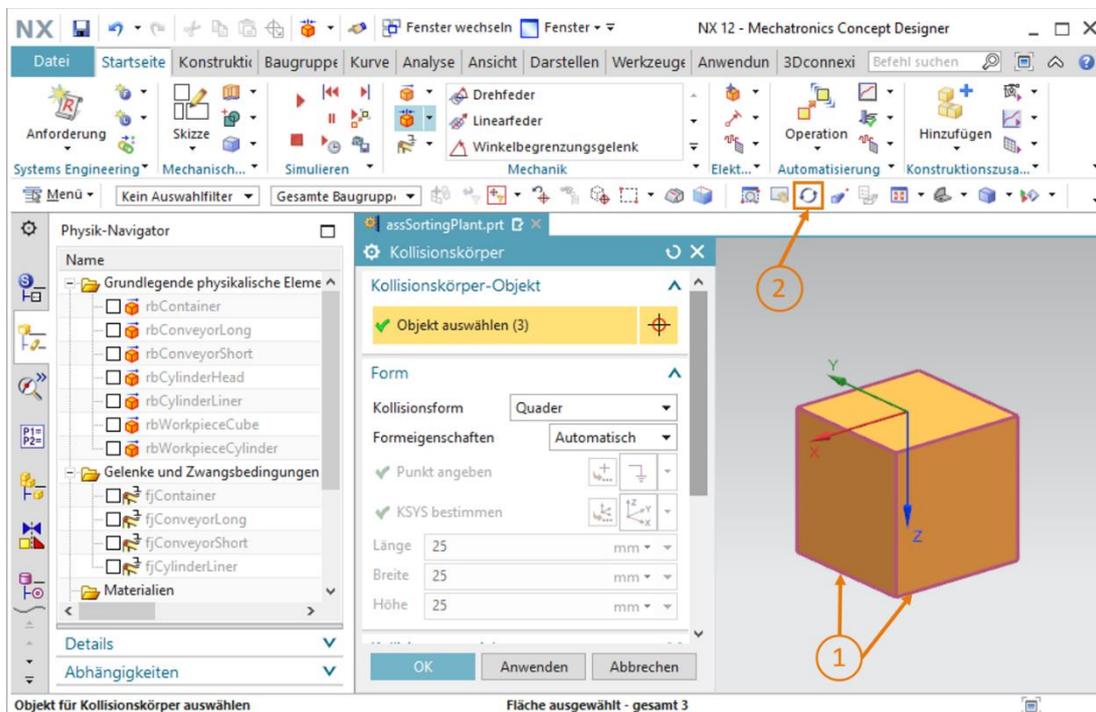


Abbildung 21: Erstellen des Kollisionkörpers für workpieceCube – Selektion weiterer Flächen

→ Drehen Sie nun den Körper, indem Sie mit der linken Taste Ihrer Maus in die Mitte der Arbeitsfläche klicken, die Taste gedrückt halten und die Maus nach unten ziehen (siehe [Abbildung 22](#), Schritt 1). Sie können nach einiger Zeit die drei nicht-selektierten Flächen sehen, wie in [Abbildung 22](#) dargestellt. Beenden Sie den Rotations-Modus durch einen Klick auf die Schaltfläche "Drehen" (siehe [Abbildung 22](#), Schritt 2). Wählen Sie die verbleibenden drei Flächen aus, welche in [Abbildung 22](#), Schritt 3 angezeigt sind. Wechseln Sie anschließend zurück in die trimetrische Ansicht (siehe [Abbildung 22](#), Schritt 4).

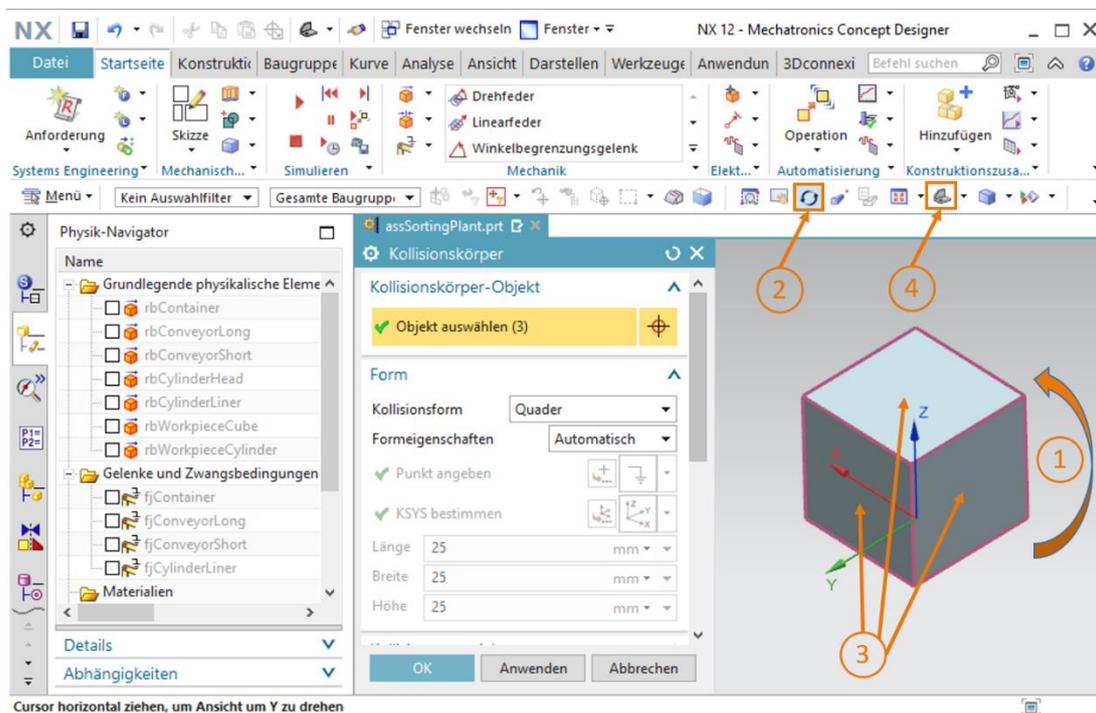


Abbildung 22: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube – Drehen der Ansicht und Auswahl der verbleibenden Kollisionsobjekte

→ In dem Fenster "Kollisionskörper" lassen sich im Reiter "Form" verschiedene Kollisionsformen auswählen. Eine Erklärung hierzu finden Sie in [Kapitel 4.2.1](#). Wählen Sie hier den "**Quader**" als Kollisionsform für den Würfel aus, da MCD den Kollisionskörper mit dieser Form nur mit geringen Leistungsverlusten simulieren kann (siehe [Abbildung 23](#), Schritt 1).

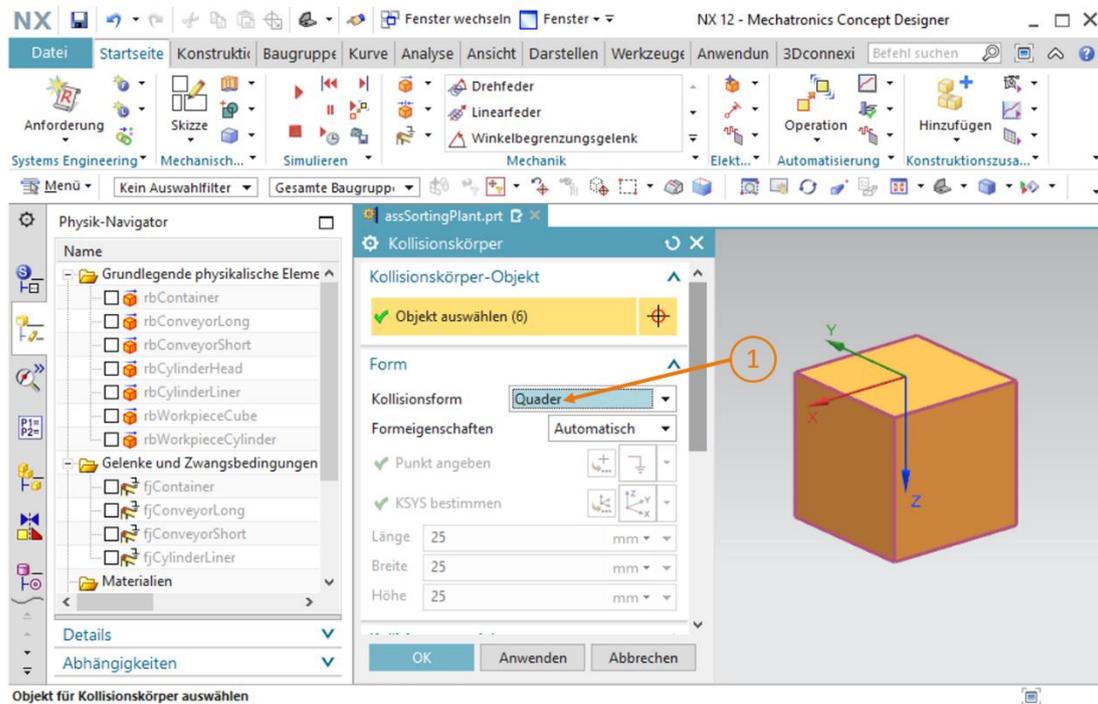


Abbildung 23: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube – Kollisionsform festlegen

→ Scrollen Sie im Befehlsfenster nach unten, um weitere Reiter zu sehen. Belassen Sie im Reiter "Kollisionsmaterial" als ausgewähltes Material das "Standardmaterial" (siehe [Abbildung 24](#), Schritt 1). Die **Kategorie**, welche im Punkt "Kategorie" angegeben ist, verbleibt bei dem Wert "0" (siehe [Abbildung 24](#), Schritt 2). Stellen Sie sicher, dass bei den weiteren Kollisionseinstellungen die Häkchen bei den Einstellungen "Bei Kollision hervorheben" und "Haften bei Kollision" **nicht gesetzt** sind (siehe [Abbildung 24](#), Schritt 3). Mit der Vergabe des Namens "cbWorkpieceCube", wie in [Abbildung 24](#), Schritt 4 hervorgehoben, können Sie die Erstellung des Kollisionskörpers mit einem Klick auf die Schaltfläche "OK" abschließen (siehe [Abbildung 24](#), Schritt 5). Das Präfix "cb" steht dabei für "collision body", die englische Bezeichnung für Kollisionskörper.

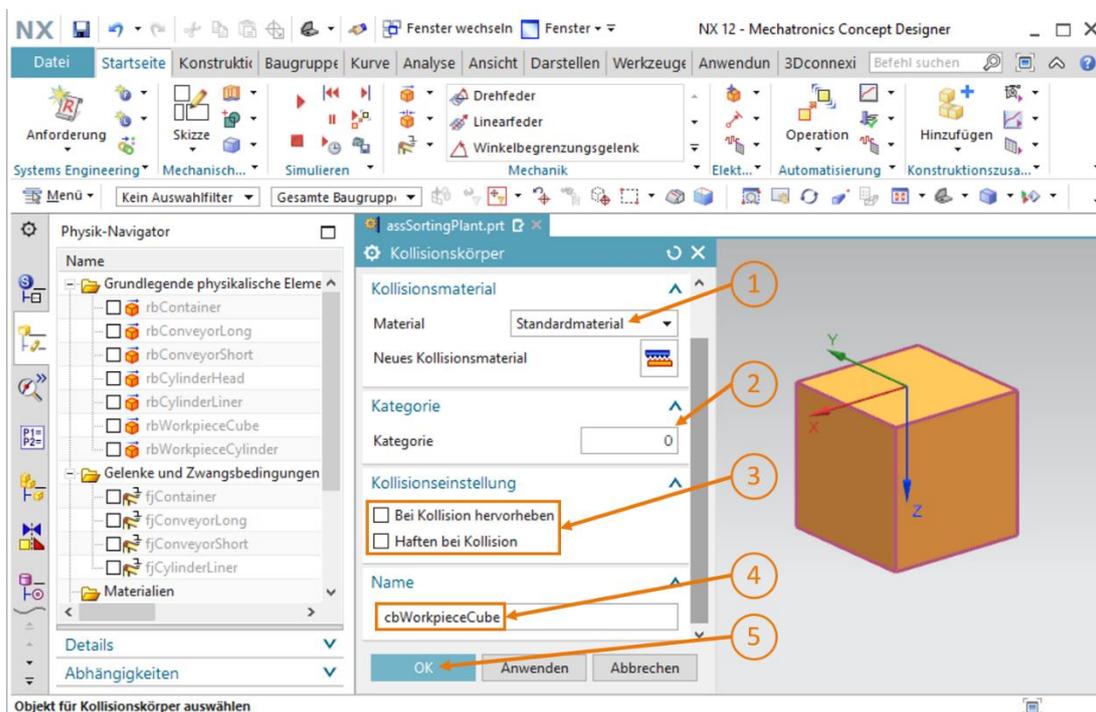


Abbildung 24: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube – Weitere Einstellungen und den Namen festlegen

→ Aktivieren Sie, wie bereits in "**Abschnitt: Aus-/Einblenden von Komponenten und Baugruppen**" beschrieben, im Untermenü "Baugruppen-Navigator" aus der Ressourcenleiste die Baugruppe "**assSortingPlant**" mittels eines Klicks auf das graue Häkchen (siehe [Abbildung 25](#), Schritt 1 + 2). Wechseln Sie anschließend in die trimetrische Ansicht, sodass Sie wieder Ihr vollständiges Modell sehen (siehe [Abbildung 25](#), Schritt 3).

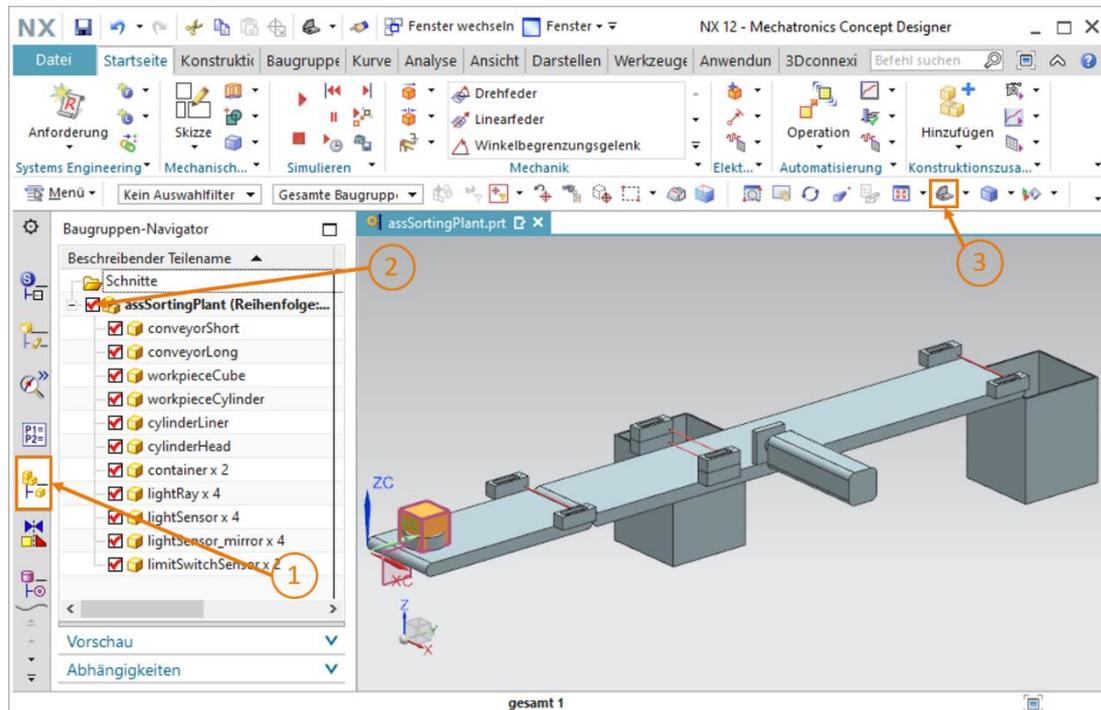


Abbildung 25: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCube – Einblenden der Baugruppe

Damit ist Ihr erster Kollisionskörper erstellt. Speichern Sie Ihre Baugruppe per Klick auf das

Speichern-Symbol  ab.

## 7.4.2 Erstellen eines Kollisionskörpers für WorkpieceCylinder

Beim Erstellen eines Kollisionskörpers für "workpieceCylinder" kann ähnlich verfahren werden, wie bereits in [Kapitel 7.4.1](#) beschrieben.

- Zuerst müssen alle Komponenten außer "workpieceCylinder" ausgeblendet werden. Nutzen Sie dafür das Vorgehen aus [Kapitel 7.4.1](#), "**Abschnitt: Aus- / Einblenden von Komponenten und Baugruppen**".
- Anschließend müssen Sie wieder den Befehl "**Kollisionskörper**" aktivieren. Selektieren Sie als Kollisionskörper-Objekte alle Flächen des Modells "workpieceCylinder" nach demselben Prinzip, analog [Kapitel 7.4.1](#). Zum Drehen der Komponente gehen Sie wie in [Kapitel 7.4.1](#), "**Abschnitt: Drehen eines Modells in MCD**" beschrieben vor. Sie sollten auf insgesamt **drei Flächen** kommen.

→ Da es sich um ein zylinderförmiges Werkstück handelt, muss als Kollisionsform ein "Zylinder" ausgewählt werden (siehe [Abbildung 26](#), Schritt 1).

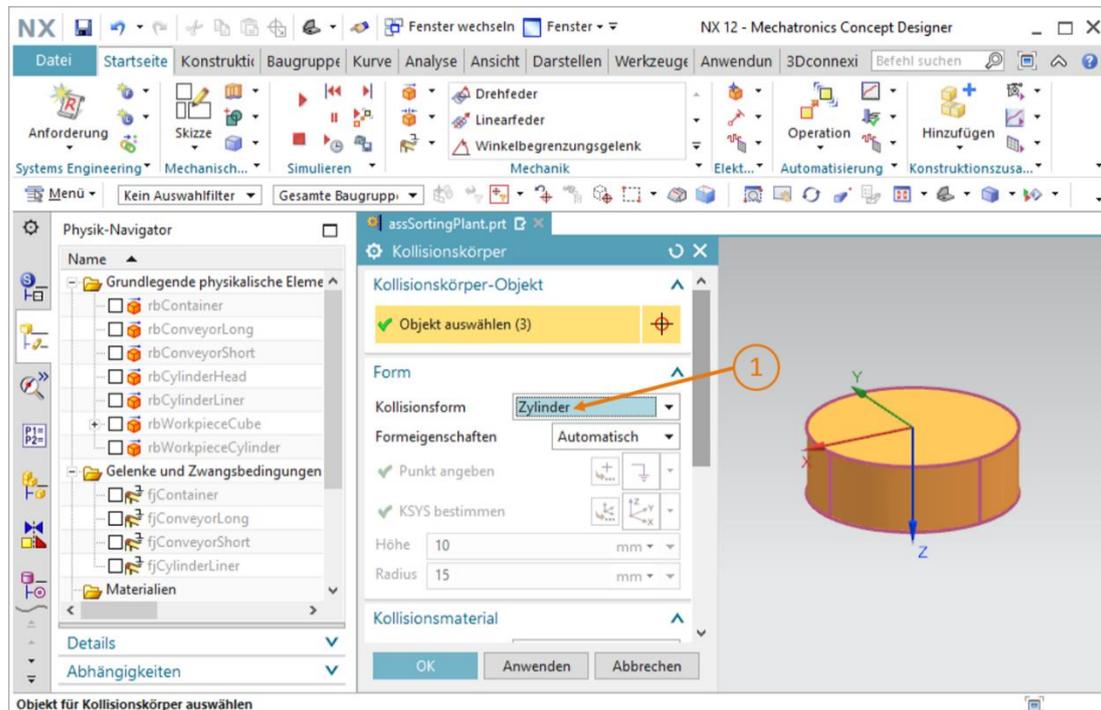


Abbildung 26: Erstellen des Kollisionskörpers für workpieceCylinder

→ Bei den verbleibenden Einstellungen gehen Sie, wie in [Kapitel 7.4.1](#) erläutert vor. Geben Sie allerdings als Namen für den Kollisionskörper "cbWorkpieceCylinder" vor.

→ Blenden Sie zum Abschluss wieder die gesamte Baugruppe, wie in [Kapitel 7.4.1](#), "Abschnitt: Aus- / Einblenden von Komponenten und Baugruppen" angegeben, ein und wechseln Sie in die trimetrische Ansicht. Speichern Sie die Sortieranlage durch Betätigen des Speichern-Symbols .

### 7.4.3 Erstellen von Kollisionskörpern für ConveyorShort

In diesem Kapitel sollen Sie die Kollisionskörper für die Transportfläche "conveyorShort" erstellen. Da es sich bei diesem Bauteil, verglichen mit den Werkstücken aus [Kapitel 7.4.1](#) und [7.4.2](#), um keinen einfachen geometrischen Körper handelt, müssen für dieses Modell mehrere Kollisionskörper erstellt werden. Für jedes Modell können somit mehrere Kollisionskörper existieren.

→ Zuerst sollten Sie, wie in [Kapitel 7.4.1](#), "Abschnitt: Aus-/Einblenden von Komponenten und Baugruppen" erläutert, alle Modelle der Baugruppe mit Ausnahme von "conveyorShort" ausblenden. Verändern Sie außerdem die Darstellung des Modells auf die "Oben"-Ansicht



**Kollisionskörper für plane Transportfläche bestimmen:**

→ Beginnen Sie mit der Definition eines Kollisionskörpers für die plane Transportfläche. Das Vorgehen ist sehr ähnlich zu den Beschreibungen aus [Kapitel 7.4.1](#). Öffnen Sie den Befehl "Kollisionskörper". Navigieren Sie in dem Befehlsfenster "Kollisionskörper" in das Untermenü "Kollisionskörper-Objekt" und klicken Sie auf die Schaltfläche "Objekt auswählen" (siehe [Abbildung 27](#), Schritt 1). Selektieren Sie im dreidimensionalen Bereich die **obere plane Transportfläche** (siehe [Abbildung 27](#), Schritt 2). Wählen Sie als Kollisionsform den "Quader" aus, wie in [Abbildung 27](#), Schritt 3 dargestellt. Belassen Sie für die verbleibenden Einstellungen die Standardwerte, wie in [Kapitel 7.4.1](#) beschrieben. Zum Schluss vergeben Sie als Namen für diesen Kollisionskörper "cbConveyorShortPlane" und bestätigen Sie die Einstellungen mit einem Klick auf die Schaltfläche "OK".

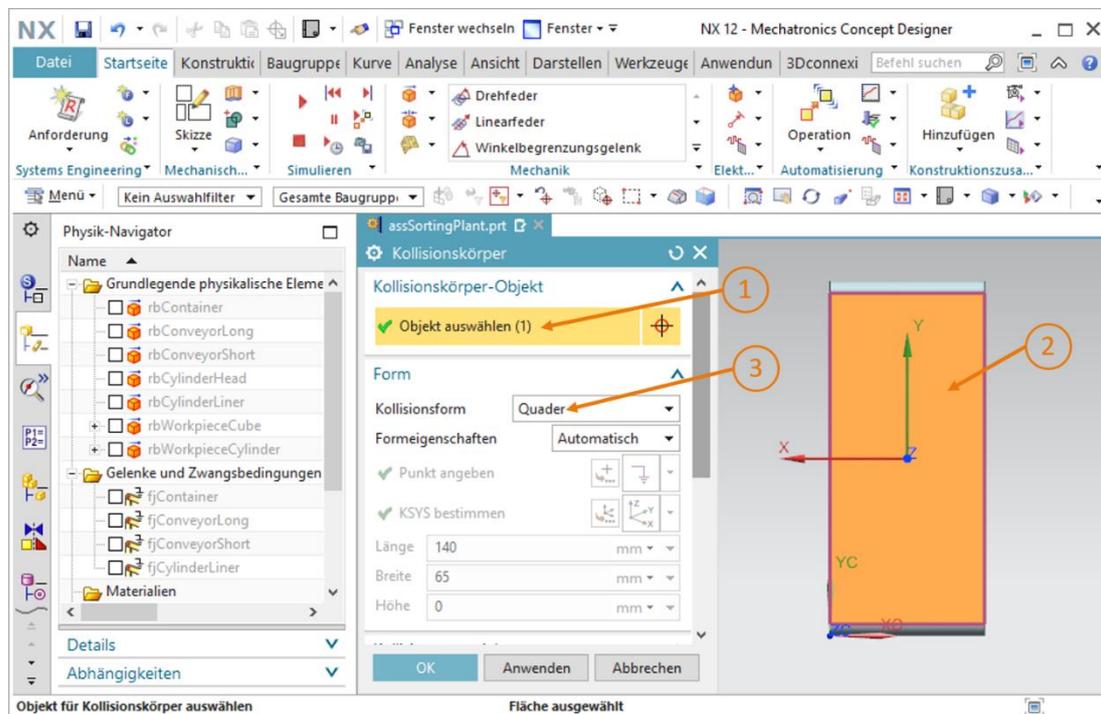


Abbildung 27: Erstellen eines Kollisionskörpers für die plane Fläche von conveyorShort

### Kollisionskörper für Rollen des Transportbands bestimmen:

Weitere Kollisionskörper sind die vordere und die hintere Rolle des Transportbands, wie in [Abbildung 28](#) illustriert. Die Grundform für diese Rollenenden sind zylinderförmig. Beachten Sie, dass für jedes Ende ein eigener Kollisionskörper erstellt werden muss.

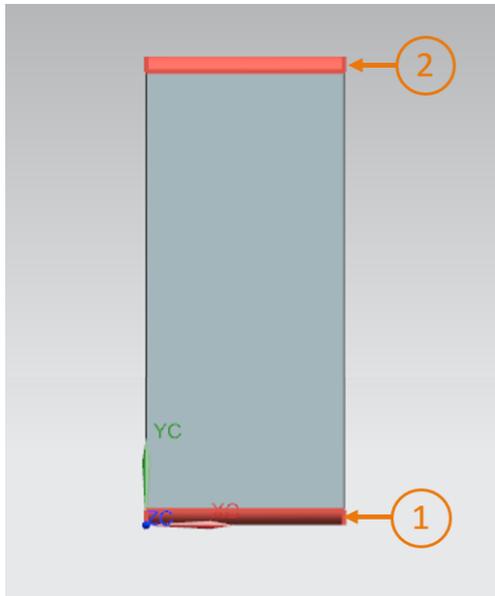


Abbildung 28: Transportband mit hervorgehobenen Rollenenden in Rot

- Beginnen Sie mit dem vorderen Rollenende. Öffnen Sie dazu wieder das Befehlsfenster "**Kollisionskörper**". Wählen Sie als Objekt das **vordere Rollenende** aus (siehe [Abbildung 28](#), Schritt 1) und als Kollisionsform "**Zylinder**". Vergeben Sie als Namen für diesen Kollisionskörper "**cbConveyorShortStart**" und schließen Sie die Erstellung ab.
- Fahren Sie jetzt mit dem hinteren Rollenende fort. Öffnen Sie den Befehl "**Kollisionskörper**". Als Objekt wird das **hintere Rollenende** ausgewählt (siehe [Abbildung 28](#), Schritt 2), als Kollisionsform wird "**Zylinder**" angegeben. Geben Sie diesem Kollisionskörper den Namen "**cbConveyorShortEnd**" und schließen Sie die Erstellung ab.
- Damit haben Sie insgesamt drei Kollisionskörper für dieses Transportband erzeugt. Folgen Sie [Kapitel 7.4.1](#), "**Abschnitt: Aus-/Einblenden von Komponenten und Baugruppen**", um wieder die gesamte Baugruppe einzublenden. Wechseln Sie zurück in die trimetrische Ansicht. Speichern Sie Ihr Projekt durch Betätigen des Speichern-Symbols .

#### 7.4.4 Erstellen von Kollisionskörpern für ConveyorLong

Wie schon bei conveyorShort in [Kapitel 7.4.3](#) erläutert, soll auch die Komponente "conveyorLong" aus drei Kollisionskörpern bestehen: der planen Transportfläche sowie beider Rollenenden. Nutzen Sie dazu dasselbe Vorgehen, gemäß [Kapitel 7.4.3](#). Stellen Sie dafür ausschließlich conveyorLong in der dreidimensionalen Arbeitsfläche dar. Als Namen der Kollisionskörper verwenden Sie für die plane Transportfläche "**cbConveyorLongPlane**" sowie für die beiden Rollenenden "**cbConveyorLongStart**" und "**cbConveyorLongEnd**". Wechseln schließlich in die trimetrische Ansichtsform zurück und speichern Sie Ihr Projekt durch Klicken auf das Speichern-Symbol .

#### 7.4.5 Erstellen von Kollisionskörpern für den Abschiebekopf

Der Abschiebekopf besteht aus zwei zusammengesetzten Körpern, nämlich einem Quader und einem Zylinder. Daher werden für diese Komponente zwei Kollisionskörper benötigt, welche einfache geometrische Formen annehmen können.

Gehen Sie dafür folgendermaßen vor:

- Blenden Sie alle Modelle der Baugruppe mit Ausnahme der Komponente "cylinderHead" aus. Nutzen Sie dazu die Beschreibungen aus [Kapitel 7.4.1](#), "**Abschnitt: Aus-/Einblenden von Komponenten und Baugruppen**".

→ Erzeugen Sie im ersten Schritt einen Kollisionskörper für den Stempel. D.h. den Quader des Abschiebekopfs, welcher die Werkstücke abschieben wird. Öffnen Sie den Befehl "Kollisionskörper". Wählen Sie als Kollisionskörper-Objekte alle sechs Flächen des Quaders aus (siehe [Abbildung 29](#), Schritt 1 + 2). Nutzen Sie hierfür wieder die Möglichkeit das Objekt zu drehen, wie in [Kapitel 7.4.1](#), "Abschnitt: Drehen eines Modells in MCD" erläutert. Wählen Sie als Kollisionsform "Quader" aus, wie in [Abbildung 29](#), Schritt 3 dargestellt. Alle anderen Einstellungen sollen genau, wie in den vorhergehenden Kapiteln gewählt werden. Geben Sie als Namen "cbCylinderHeadWorkpiece" an. Bestätigen Sie Ihre Eingaben mit einem Klick auf die Schaltfläche "OK".

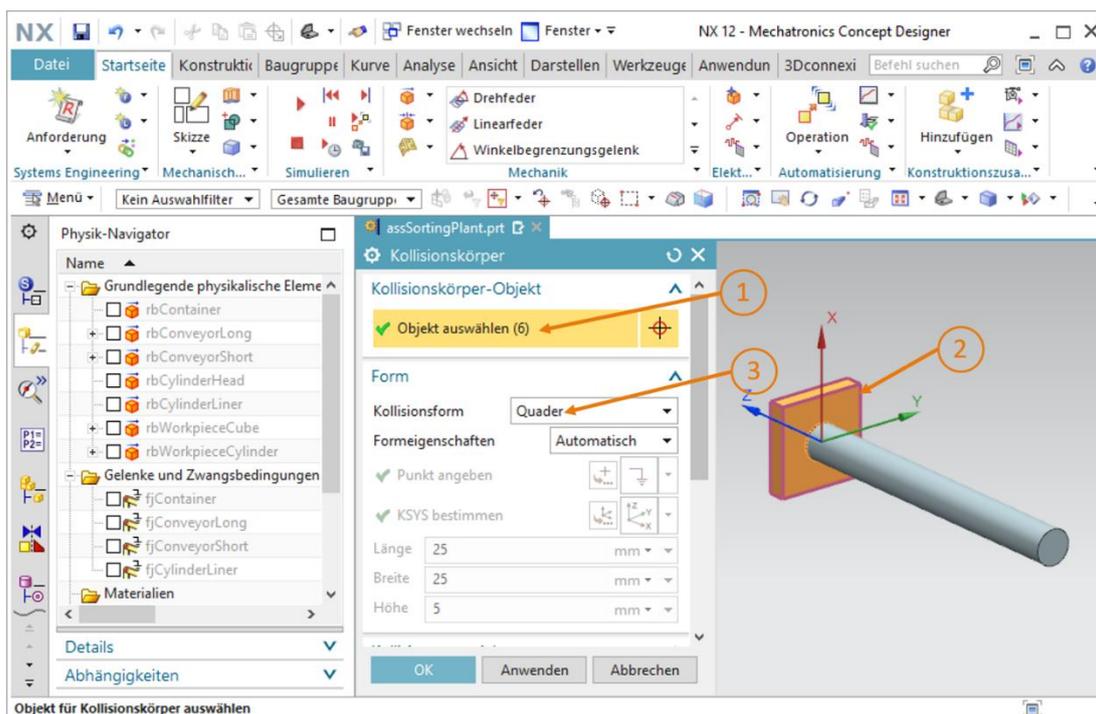


Abbildung 29: Erstellen des Kollisionskörpers für den Stempel des Abschiebekopfs

→ Erstellen Sie für die zylinderförmige Führung des Abschiebekopfs ebenfalls einen Kollisionskörper, da prinzipiell eine Kollision der Führung zu einem Werkstück möglich ist. Öffnen Sie dafür den Befehl "Kollisionskörper" und selektieren Sie als Kollisionsobjekte die **zylinderförmige Fläche** (siehe [Abbildung 30](#), Schritt 1 + 2). Weisen Sie diesem Körper die Kollisionsform "Zylinder" zu (siehe [Abbildung 30](#), Schritt 3) und vergeben Sie den Namen "cbCylinderHeadLiner". Bestätigen Sie diese Einstellungen mit einem Klick auf die Schaltfläche "OK".

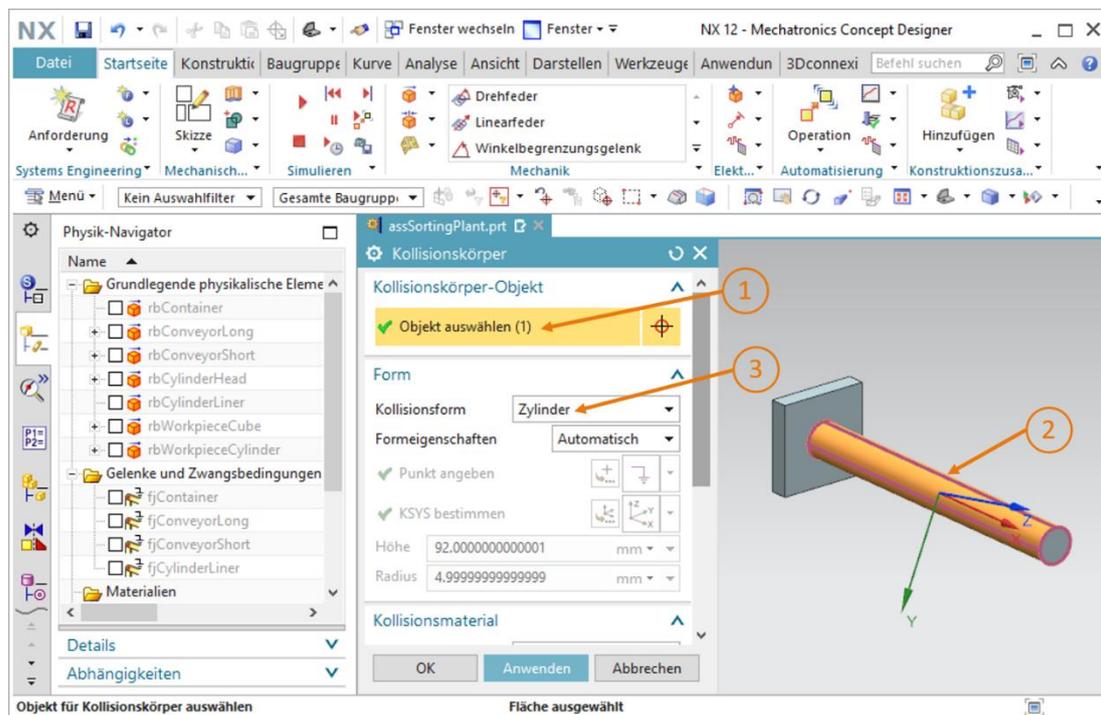


Abbildung 30: Erstellen des Kollisionskörpers für den Führungszylinder des Abschiebekopfs

→ Jetzt sind die Kollisionskörper für den Abschiebekopf definiert. Zum Abschluss blenden Sie wieder alle Komponenten der Baugruppe ein, wie in [Kapitel 7.4.1](#), "**Abschnitt: Aus-/Einblenden von Komponenten und Baugruppen**" beschrieben. Wechseln Sie zurück in die trimetrische Ansicht und speichern Sie Ihr Projekt durch Betätigen des Speichern-

Symbols .

## 7.4.6 Erstellen von Kollisionskörpern für die Container

Die beiden Container benötigen zum Auffangen der aussortierten Werkstücke ebenso Kollisionsflächen. Diese beschränken sich auf den Innenraum beider Körper. Gehen Sie für die Erstellung beider Kollisionskörper wie folgt vor:

→ Außer den Containern sollen alle übrigen Teile der Baugruppe ausgeblendet werden. Nutzen Sie dazu die Erläuterungen aus [Kapitel 7.4.1](#), "**Abschnitt: Aus-/Einblenden von Komponenten und Baugruppen**". Sie sehen im Anschluss die beiden Container Ihrer Baugruppe in der dreidimensionalen Oberfläche.

Wie oben bereits angemerkt, geht es in diesem Modell ausschließlich darum, die Körper im Inneren des Containers zu halten. Daher müssen Sie auch nur die Flächen innerhalb des Containers auswählen, welche mit den Werkstücken in Berührung kommen können. Aus [Abbildung 31](#) ist ersichtlich, dass sechs Flächen dafür auszuwählen sind. Fünf Flächen bilden den Container innen ab (siehe [Abbildung 31](#), Flächen 1 – 5), während eine Fläche den oberen Rahmen bildet (siehe [Abbildung 31](#), Fläche 6).

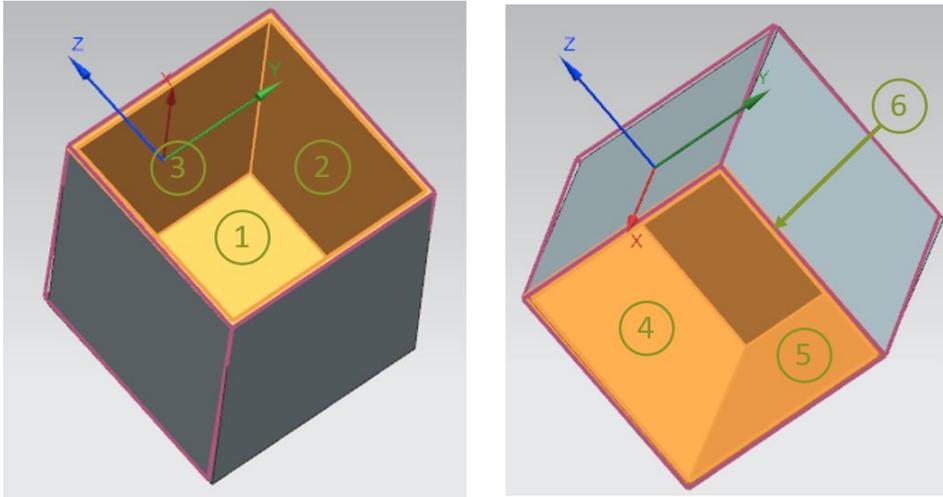


Abbildung 31: Kollisionsflächen der Container aus unterschiedlichen Blickwinkeln

- Erstellen Sie zunächst einen Kollisionskörper für den ersten Container, in den die Werkstücke "workpieceCylinder" durch den Abschieber aussortiert werden. Öffnen Sie dazu den Befehl "Kollisionskörper". Nachdem Sie in dem Befehlsfenster die Schaltfläche "**Objekte auswählen**" betätigt haben, wählen Sie die **sechs Flächen**, wie in [Abbildung 31](#) dargestellt, aus (siehe [Abbildung 32](#), Schritt 1 + 2). Wählen Sie als Kollisionsform ein "**Netz**" aus, mit einem Konvexfaktor von "**1.00**", wie in [Abbildung 32](#), Schritt 3 vorgegeben. Sie müssen hier auf das Netz zurückgreifen, da Sie einen Innenkörper darstellen wollen, welchen Sie mit einer einfachen geometrischen Form nicht darstellen können. Allerdings benötigt diese Kollisionsform bei einer Simulation eine höhere Rechenkapazität als die einfachen Formen. Geben Sie als Namen "**cbContainerCylinder**" vor und bestätigen Sie die Einstellungen mit per Klick auf die Schaltfläche "**OK**".

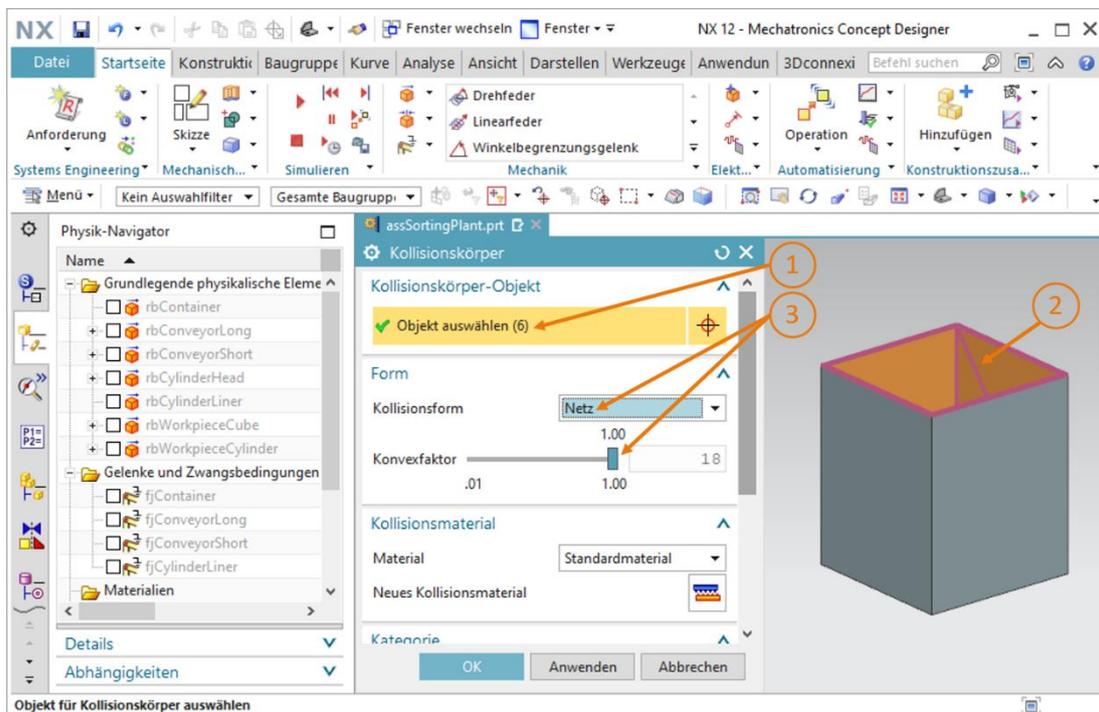


Abbildung 32: Erstellen eines Kollisionskörpers für einen Container

- Verfahren Sie für den zweiten Container bei der Festlegung der Kollisionskörper genauso, wie beim ersten Container. Verwenden Sie als Namen für diesen Kollisionskörper "**cbContainerCube**" und beenden Sie die Einstellungen durch Betätigen der Schaltfläche "**OK**".
- Nach Fertigstellen dieser Kollisionskörper können Sie wieder die gesamte Baugruppe einblenden, wie in [Kapitel 7.4.1](#), "**Abschnitt: Aus-/Einblenden von Komponenten und Baugruppen**" beschrieben. Wechseln Sie in die Ansicht "Trimetrisch" und speichern Sie Ihr Projekt durch Speichern  ab.

→ Damit haben Sie alle nötigen Kollisionskörper für die Sortieranlage erstellt. Überprüfen Sie das Verhalten Ihrer Baugruppe durch Starten einer Simulation. Folgen Sie dazu den Beschreibungen aus [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**". Sie sollten sehen, dass die beiden Werkstücke auf dem kurzen Transportband liegen bleiben (siehe [Abbildung 33](#)). Durch Definition der Kollisionsflächen interagieren deren Flächen miteinander und stoßen sich ab. Jedoch fällt weiterhin der Abschiebekopf aus dem Bild.

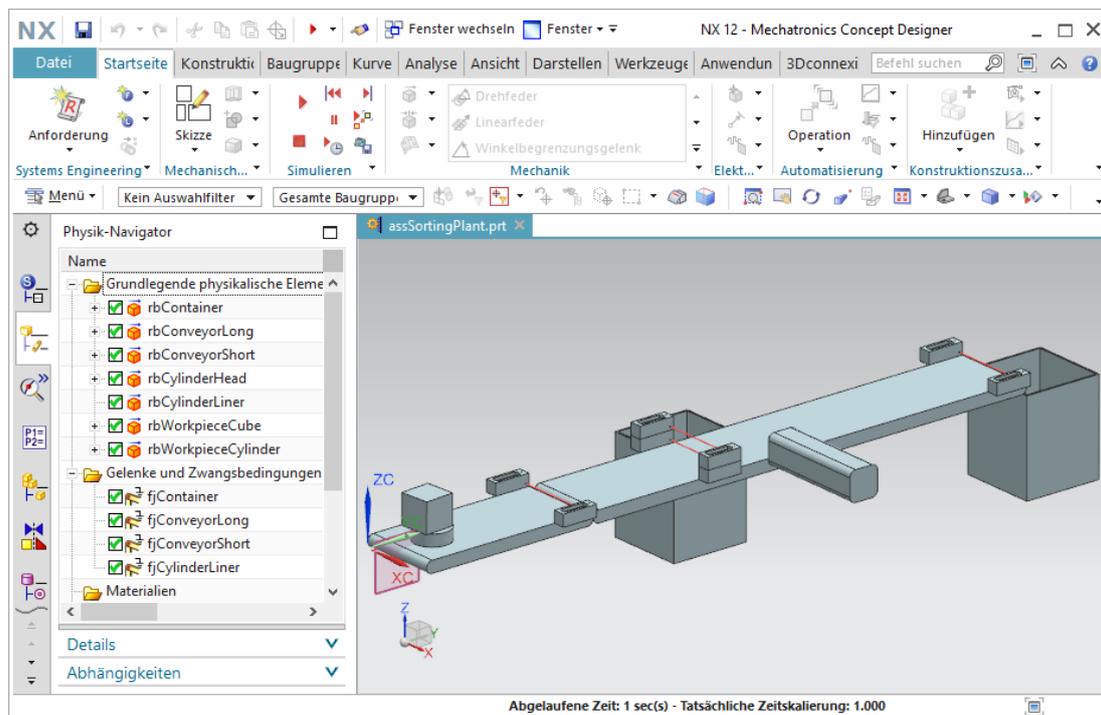


Abbildung 33: Simulation der Kollisionskörper in MCD

Stoppen Sie die Simulation und speichern Sie ihr gesamtes Projekt ab, indem Sie auf die Schaltfläche "Speichern"  in der Menüleiste klicken.

## 7.5 Definition eines Schubgelenks für den Abschieber

Um den Abschiebekopf vor dem Herunterfallen zu bewahren und ihn seiner Funktion gemäß zum Abschieben von Werkstücken einzusetzen, sollen Sie den Kopf des Abschiebers als Schubgelenk definieren. Dies erlaubt das Verfahren eines Starrkörpers entlang eines Vektors.

Befolgen Sie für die Erstellung eines Schubgelenks die folgenden Schritte:

→ Suchen Sie in der Menüleiste "Mechanik" oder über die Befehlsuche den Befehl "**Schubgelenk**". Betätigen Sie die entsprechende Schaltfläche, wodurch sich das Befehlsfenster "Schubgelenk" öffnet (siehe [Abbildung 34](#), Schritt 1). Hier müssen Sie zunächst im Untermenü Starrkörper zwei Starrkörper auswählen.

- Der Anhang wählt den Starrkörper aus, welcher entlang eines definierten Vektors verfahren soll.
- Die Basis stellt den Starrkörper dar, mit dem der Anhang verbunden wird.

Somit muss als **Anhang** der Starrkörper von dem Kopf des Abschiebers "**rbCylinderHead**" (siehe [Abbildung 34](#), Schritt 2 + 3) ausgewählt werden. Als **Basis** fungiert der Starrkörper von dem Führungszylinder des Abschiebers "**rbCylinderLiner**" (siehe [Abbildung 34](#), Schritt 4 + 5). Beide Starrkörper können Sie in der Ressourcenleiste, unter dem Reiter "Physik-Navigator",

auswählen. Selektieren Sie anschließend im Reiter "Achse und Versatz" des Befehlsfensters die Schaltfläche "**Achsvektor angeben**", womit der Verschiebevektor festgelegt wird (siehe [Abbildung 34](#), Schritt 6). Wählen Sie hierfür die **X-Achse** im dreidimensionalen Arbeitsbereich aus (siehe [Abbildung 34](#), Schritt 7).

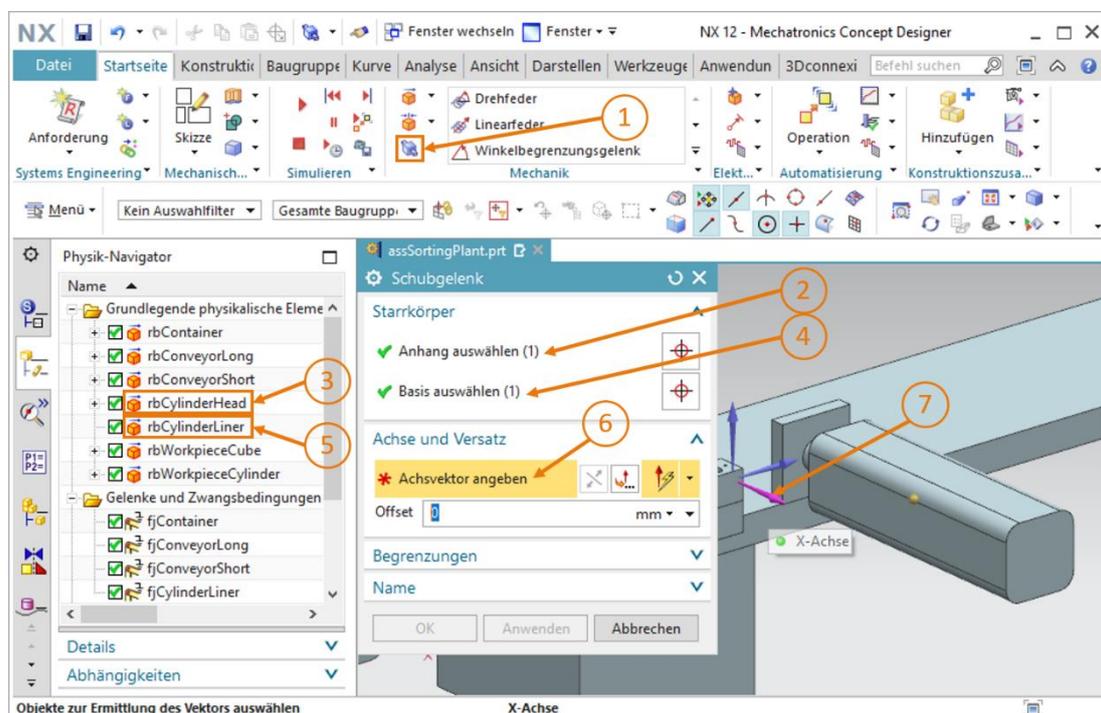


Abbildung 34: Erstellen eines Schubgelenks für den Abschieber – Auswahl der Starrkörper und des Verlaufsvektors

→ Sie können anhand des orangenen Pfeils entlang des Abschiebers erkennen, in welche Richtung sich der Abschieber bewegen würde. Spiegeln Sie den Verlaufsvektor durch einen Klick auf die Schaltfläche "Richtung umkehren" , da der Abschieber aus der Grundstellung heraus ausgefahren werden soll (siehe [Abbildung 35](#), Schritt 1).

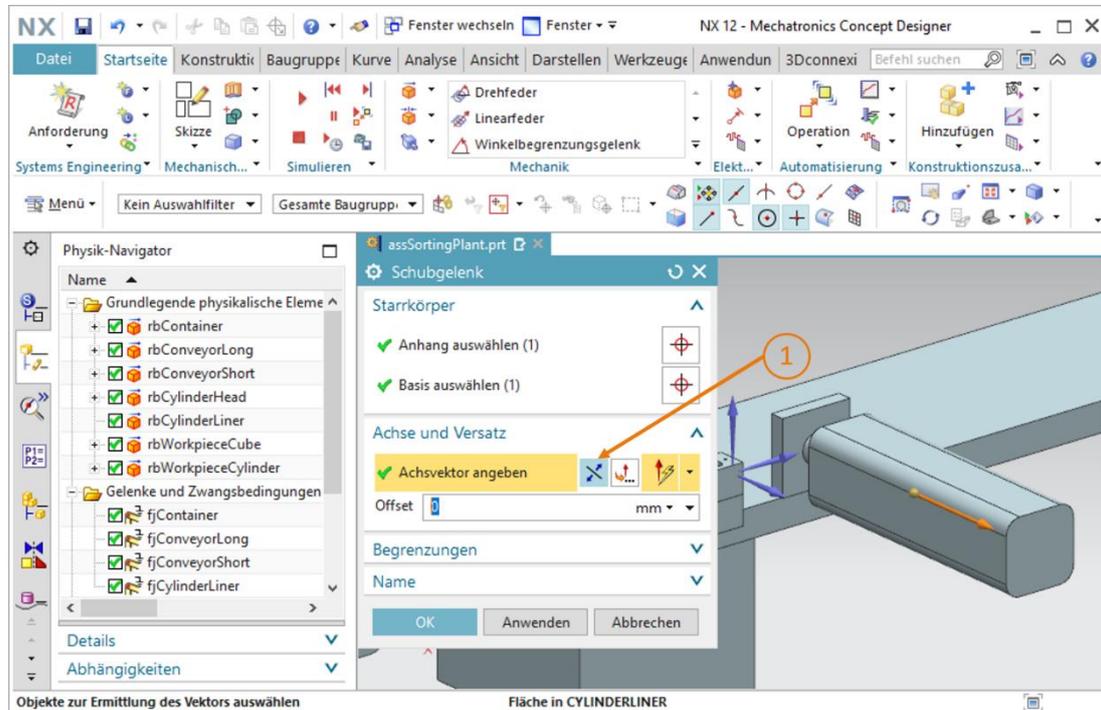


Abbildung 35: Erstellen eines Schubgelenks für den Abschieber – Spiegeln des Verlaufsvektors

→ Im Untermenü "Begrenzungen" können Sie die maximale Aus- und Einfahrposition angeben. Die **obere Grenze** soll **79 mm** betragen, die **untere Grenze** liegt bei **0 mm** (siehe [Abbildung 36](#), Schritt 1). Geben Sie als Namen "**sjCylinderHead\_CylinderLiner**" vor (siehe [Abbildung 36](#), Schritt 2) und beenden Sie die Erstellung mit einem Klick auf die Schaltfläche "OK" (siehe [Abbildung 36](#), Schritt 3). Dabei steht das Präfix "sj" für die englische Bezeichnung "sliding joint".

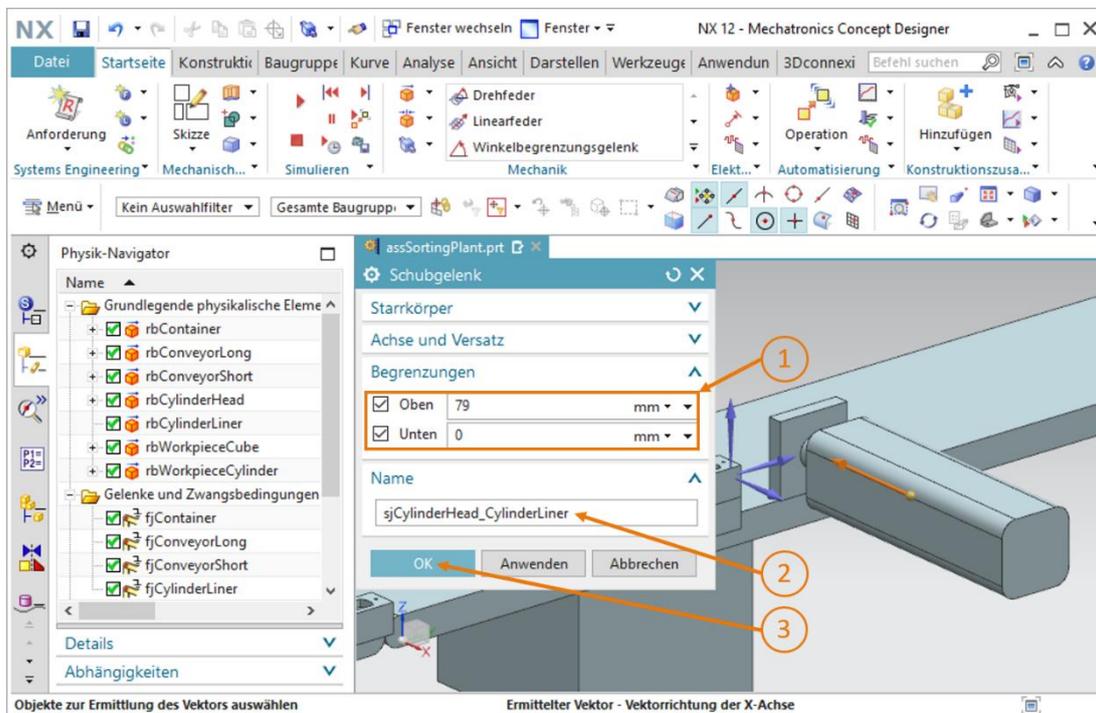


Abbildung 36: Erstellen eines Schubgelenks für den Abschieber – Schub-Begrenzungen einführen

→ Starten Sie wieder eine Simulation, wie in [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**" beschrieben. Sie können erkennen, dass der Kopf des Abschieber seine Position nicht verlässt und in der Basis des Abschiebers verbleibt (siehe [Abbildung 37](#)). Im nächsten Schritt soll ein kontrolliertes Verschieben des Abschiebekopfs realisiert werden.

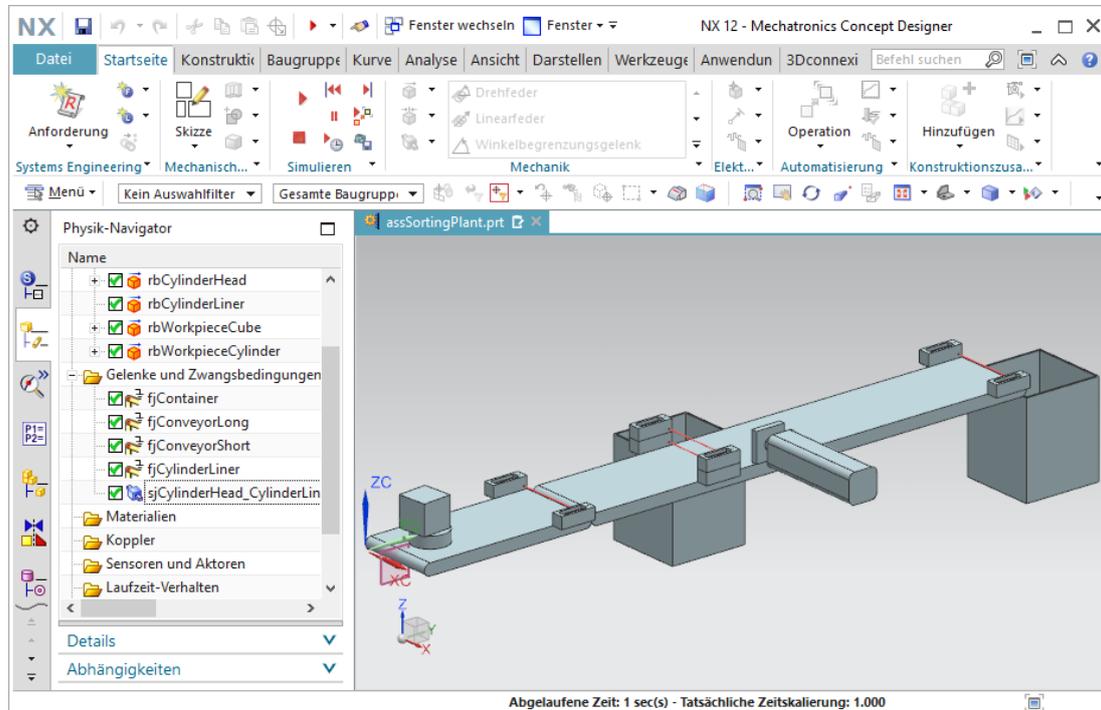


Abbildung 37: Simulation des Schubgelenks in MCD

Stoppen Sie die Simulation und speichern Sie ihr Projekt mittels Klicks auf die Speichern-Schaltfläche .

## 7.6 Positionsregler für Abschieber

Für ein kontrolliertes Verfahren des Abschiebekopfs sollen Sie auf eine weitere dynamische Eigenschaft zurückgreifen: den Positionsregler. Unter Angabe einer Position, samt einer vorgewählten Geschwindigkeit, ist es möglich, ein bewegliches Element, wie ein Schubgelenk, koordiniert zu verfahren. Der Abschieber hat zwei Verfah-Prozesse: das Ausfahren und das Einfahren des Abschiebekopfs. Für jeden der beiden Verfah-Prozesse muss ein eigener Positionsregler implementiert werden. Zum Erstellen beider Positionsregler, gehen Sie wie folgt vor:

### Erstellen des Positionsreglers zum Ausfahren des Abschiebers:

→ Navigieren Sie in die Menüleiste "Elektrik" und selektieren Sie unter dem Dropdown-Menü für Aktoren den Befehl "**Positionsregler**" (siehe [Abbildung 38](#), Schritt 1). Es öffnet sich das Befehlsfenster "Positionsregler". Unter dem Reiter "**Physik-Objekt**" wählen Sie Ihr in [Kapitel 7.5](#) erstelltes **Schubgelenk** aus (siehe [Abbildung 38](#), Schritt 2 + 3). Geben Sie im Reiter "Zwangsbedingungen" die folgenden Werte für die Parameter vor:

- Eine **Soll-Position** von **80 mm** und eine **Ausfahrgeschwindigkeit** von **80 mm/s** (siehe [Abbildung 38](#), Schritt 4)
- "**Beschleunigung begrenzen**" aktivieren Sie mit einem Wert von **10000 mm/s<sup>2</sup>** für die maximale Beschleunigung und für die maximale Verlangsamung (siehe [Abbildung 38](#), Schritt 5)
- "**Kraft begrenzen**" aktivieren mit einem Wert von **100 N** für die Vorwärtskraft und für die rückwärtige Kraft (siehe [Abbildung 38](#), Schritt 6)

Mit diesen Werten ist es möglich den Kopf des Abschiebers ohne große Zeitverluste zu seiner maximalen Ausfahr-Position zu verfahren. Vergeben Sie für diese Eigenschaft den Namen "**pcCylinderHeadExtend**" und schließen Sie die Erstellung durch einen Klick auf "OK" ab. Das Präfix "pc" steht dabei für die englische Bezeichnung "position control".

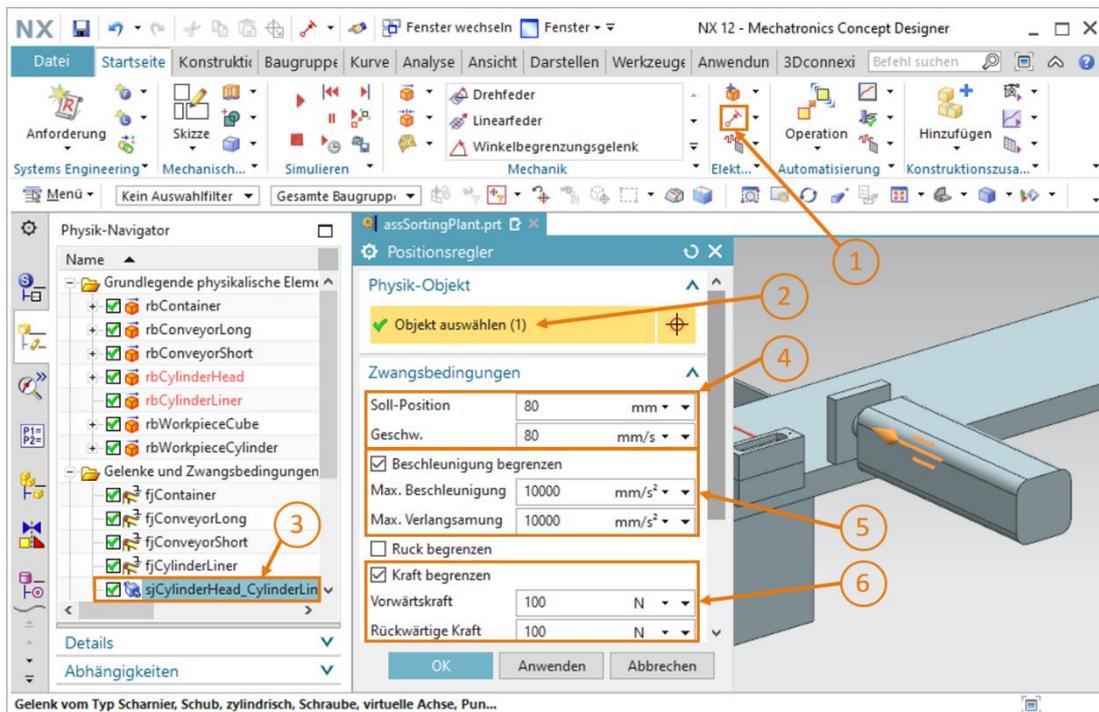


Abbildung 38: Erstellen eines Positionsreglers zum Ausfahren für den Abschieber

- Starten Sie eine Simulation. Eine Beschreibung hierzu finden Sie in [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**". Hierbei können Sie erkennen, dass der Kopf des Abschiebers vollständig ausfährt (siehe [Abbildung 39](#)). Zum Einfahren müssen Sie einen weiteren Positionsregler erstellen.

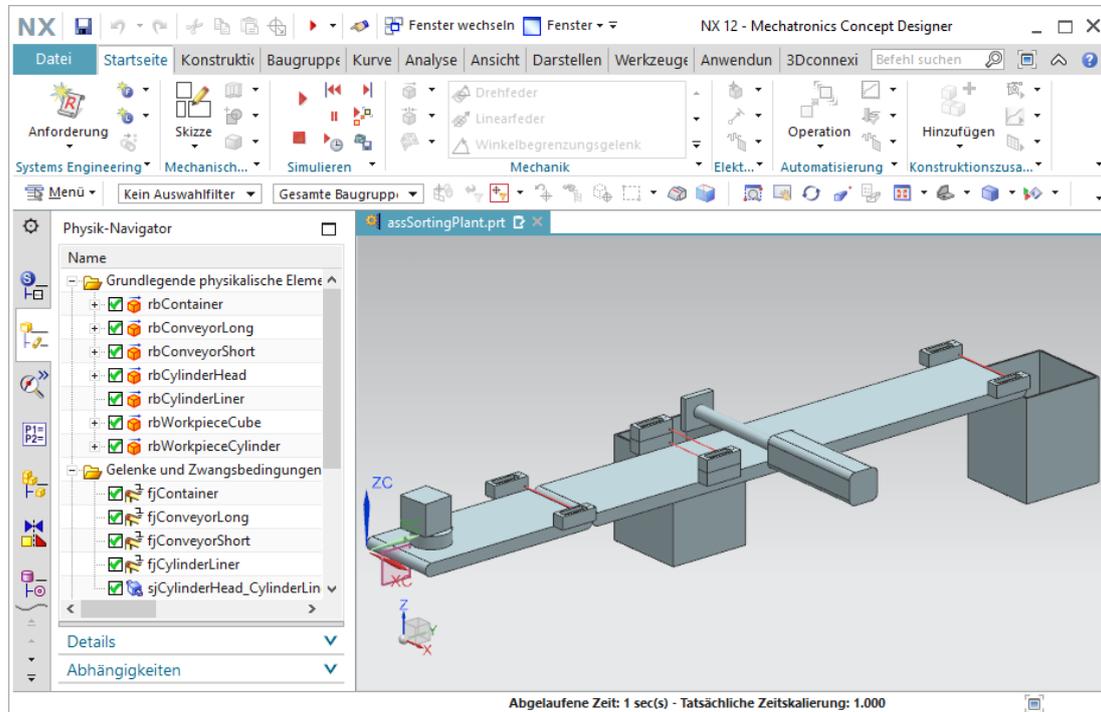


Abbildung 39: Simulation des ersten Positionsreglers von dem Abschieber

Stoppen Sie die Simulation und speichern Sie Ihr Projekt per Klick auf die "Speichern" – Schaltfläche .

### Erstellen des Positionsreglers zum Einfahren des Abschiebers:

- Verfahren Sie bei der Erstellung des zweiten Positionsreglers analog zur bereits beschriebenen Erstellung des ersten Positionsreglers "des Abschiebers". Achten Sie jedoch darauf, dass Sie als **Soll-Position** einen Wert von **0 mm** vorgeben. Die übrigen Werte sind identisch zum vorhergehenden Positionsregler. Geben Sie als Namen "**pcCylinderHeadRetract**" vor und bestätigen Sie Ihre Einstellungen via Klick auf die Schaltfläche "OK".
- Führen Sie jetzt erneut eine Simulation durch. Bevor Sie dies tun, stellen Sie jedoch die beiden Positionsregler "pcCylinderHeadExtend" und "pcCylinderHeadRetract" für die Laufzeitüberwachung bereit. Folgen Sie hier den Anweisungen aus [Kapitel 4.3](#), "**Abschnitt: Hinzufügen & Steuern einer Eigenschaft in der Simulation**".

→ Wenn Sie die Simulation starten, wie in [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**" erläutert, sollte Ihnen auffallen, dass sich der Kopf des Abschiebers zunächst nicht bewegt. Anhand der Laufzeitüberwachung können Sie erkennen, dass sowohl der Positionsregler für das Aus- als auch für das Einfahren des Abschiebekopfs aktiv ist. Dadurch konkurrieren beide Befehle, sodass keine Veränderung ersichtlich ist. Sobald Sie jedoch das "**Aktiv**"-Signal von "**pcCylinderHeadRetract**" auf "**false**" setzen, fährt der Kopf des Abschiebers vollständig aus (siehe [Abbildung 40](#), Schritt 1).

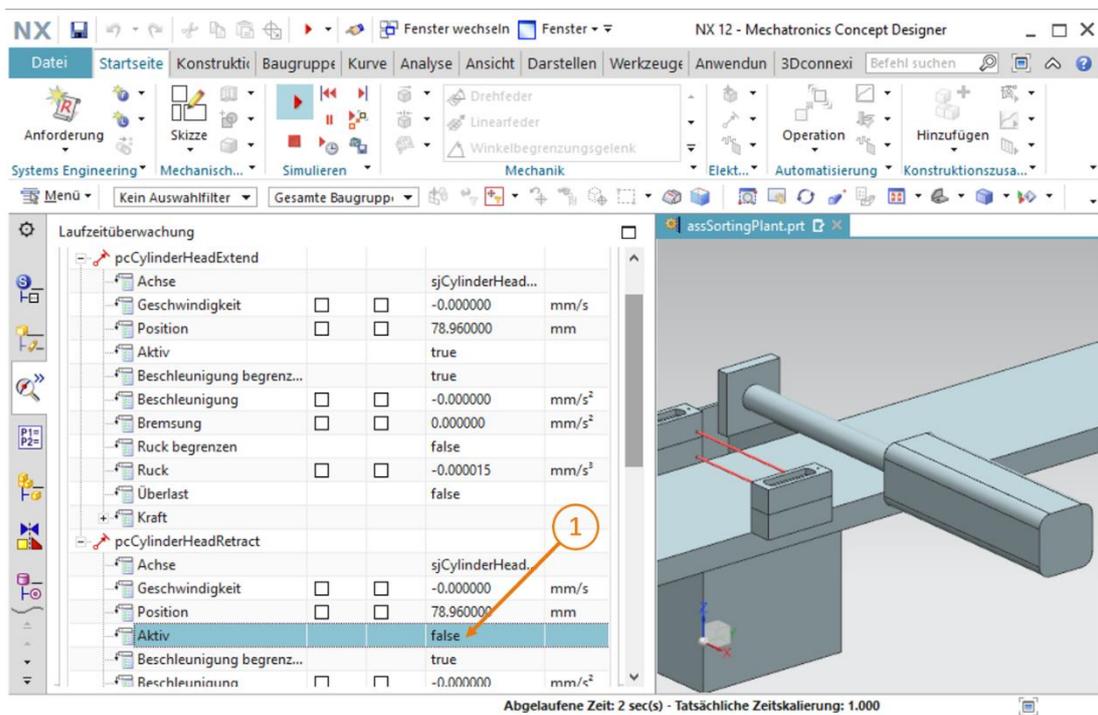


Abbildung 40: Simulation der Positionsregler des Abschiebers – Ausfahren ist aktiv

→ Wenn Sie hingegen das **Ausfahren wieder deaktivieren** und stattdessen das **Aktiv-Signal** von "**pcCylinderHeadRetract**" auf den Wert "**true**" setzen, so wird der Abschiebekopf wieder einfahren (siehe [Abbildung 41](#), Schritt 1).

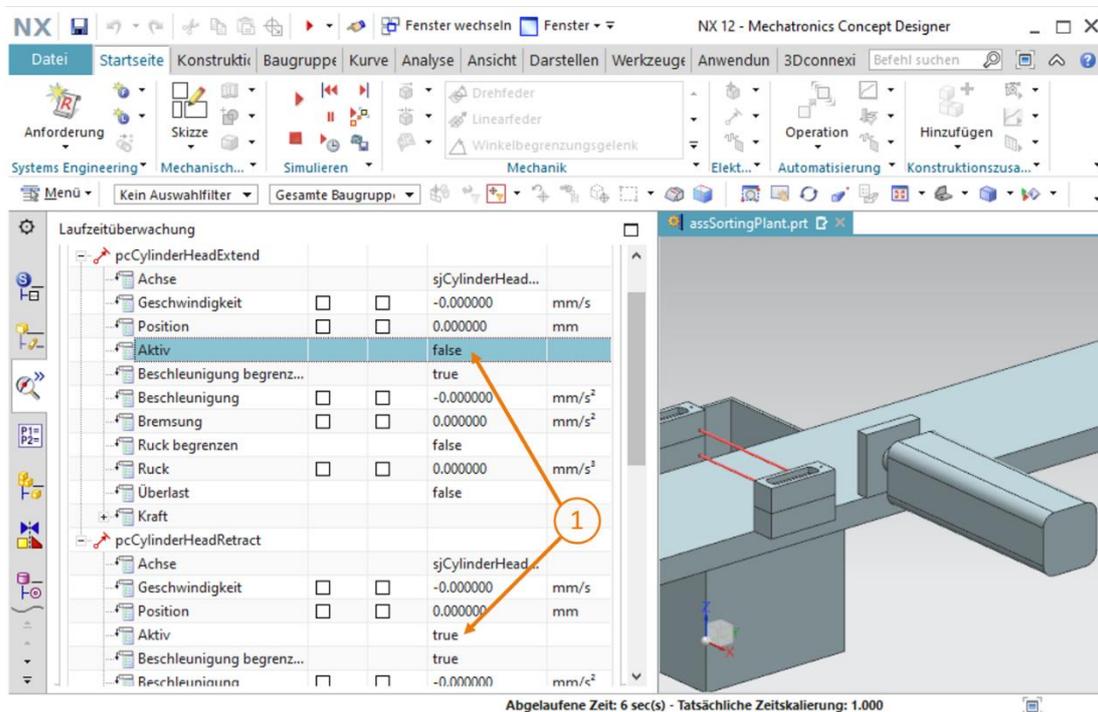


Abbildung 41: Simulation der Positionsregler des Abschiebers – Einfahren ist aktiv

Dadurch lässt sich der Abschieber steuern. In [Kapitel 7.9](#) werden Sie später noch die Begrenzungsschalter für die Abschiebeeinheit mit einem Sensorsignal versehen. Stoppen Sie die Simulation und speichern Sie Ihr Projekt durch Betätigen der Schaltfläche "Speichern"



## 7.7 Festlegen von Transportflächen für die Förderbänder

Zwar können Sie mit Ihrem bisherigen Zwischenstand alle Körper im Raum halten und miteinander interagieren lassen, jedoch sind momentan mit Ausnahme der Positionsregler des Abschiebekopfs keine gesteuerten Bewegungen möglich. In diesem Kapitel sollen Sie für die beiden Förderbänder Transportflächen einfügen, wodurch die Werkstücke entlang des Sortierprozesses geführt werden können. Nutzen Sie dazu folgendes Vorgehen:

### Erstellen einer Transportfläche für ConveyorShort:

→ Öffnen Sie über die Menüleiste "Mechanik" oder über die Befehlsuche den Befehl "Transportfläche". Im ersten Befehlspunkt müssen Sie die Förderflächen eines Körpers auswählen. Nutzen Sie hierfür **die plane Fläche des Transportbands conveyorShort**, wie in [Abbildung 42](#), Schritt 2 dargestellt.

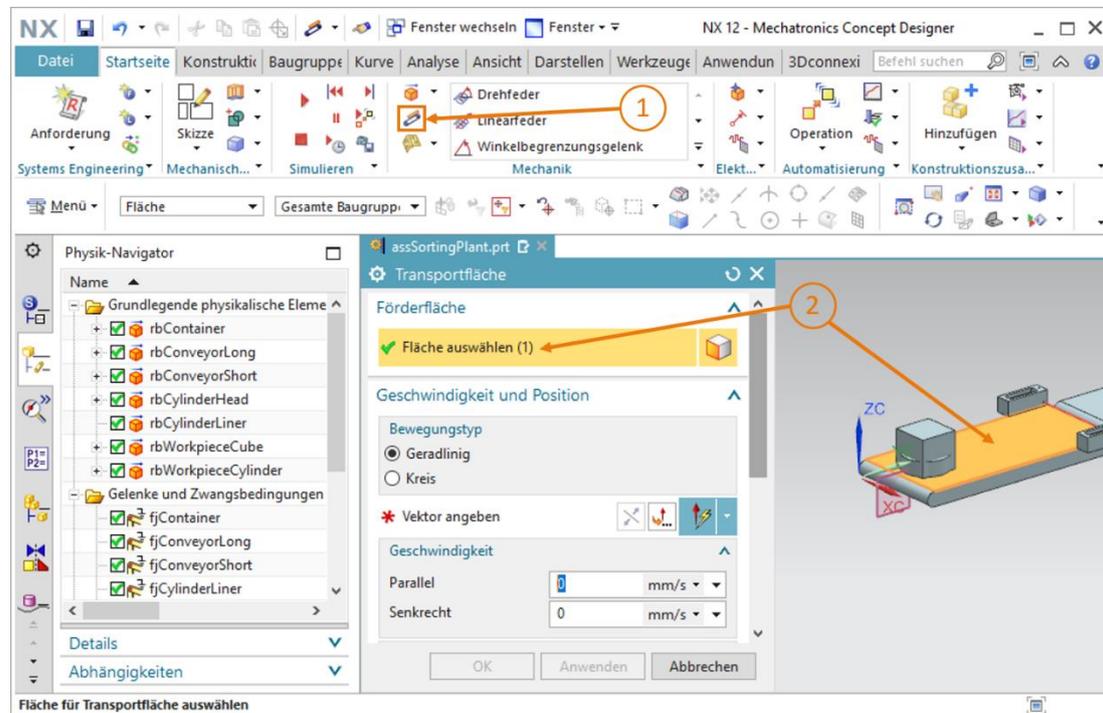


Abbildung 42: Erstellen einer Transportfläche für das Förderband conveyorShort – Auswahl der Förderfläche

→ In einem weiteren Schritt müssen Sie den Vektor angeben, welcher die Verfahrrichtung angibt. Dies ist in diesem Modell entlang der Y-Achse. Selektieren Sie hierfür die Schaltfläche **"Vektor angeben"** unter dem Befehlspunkt "Geschwindigkeit und Position" und klicken Sie anschließend in der dreidimensionalen Arbeitsoberfläche auf den angezeigten Vektor **"Y-Achse"** (siehe [Abbildung 43](#), Schritt 1). Belassen Sie dabei die Geschwindigkeit und die Anfangsposition auf Ihren Standardwerten. Geben Sie als Namen **"tsConveyorShort"** vor und schließen Sie diese Erstellung mit einem Klick auf die Schaltfläche "OK" ab. Dabei steht das Präfix "ts" für die englische Bezeichnung "transport surface".

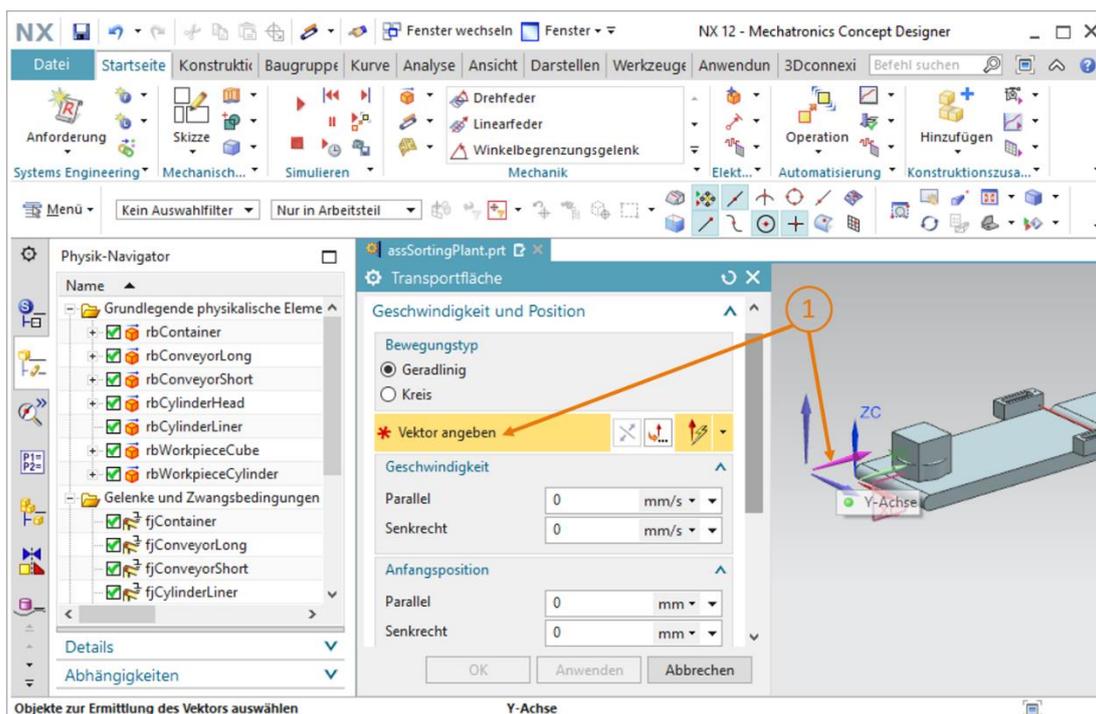


Abbildung 43: Erstellen einer Transportfläche für das Förderband conveyorShort – Verfahrvektor angeben

### Erstellen einer Transportfläche für ConveyorLong:

→ Verfahren Sie für die Erstellung einer Transportfläche für ConveyorLong genauso, wie Sie es bereits für ConveyorShort vorgenommen haben. Wählen Sie als Förderfläche stattdessen die **plane Fläche des Körpers conveyorLong** aus.

→ Starten Sie eine Simulation, wie in [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**" erläutert. In der Simulation können Sie keine Veränderung zur vorhergehenden Simulation aus [Kapitel 7.6](#) feststellen (siehe [Abbildung 44](#)). Dies liegt daran, dass die Geschwindigkeit der Förderbänder noch nicht geregelt wird. Dies wird erst im folgenden Kapitel behandelt.

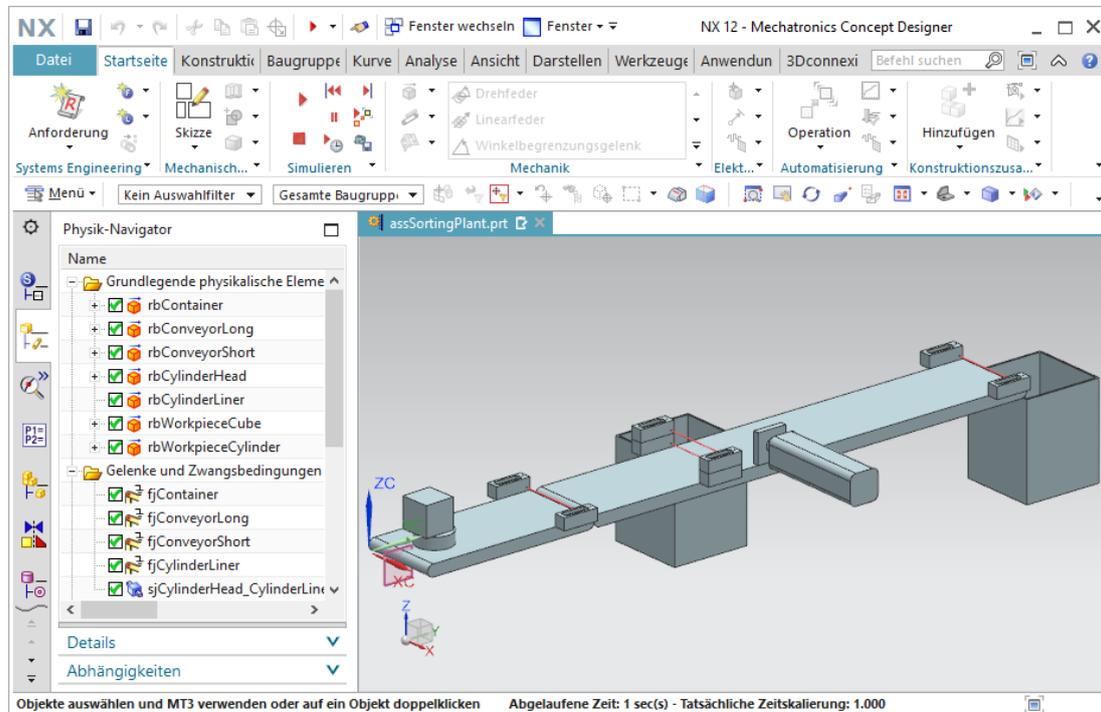


Abbildung 44: Simulation der Transportflächen in MCD

Stoppen Sie wieder die Simulation und speichern Sie Ihr Projekt durch einen Klick auf die Schaltfläche "Speichern"  ab.

## 7.8 Geschwindigkeitsregler für Förderbänder

Um die Förderbänder steuern zu können, sollen Sie auf die dynamische Eigenschaft "Geschwindigkeitsregler" zurückgreifen. Dazu sollen Sie je Förderband zwei Geschwindigkeitsregler erstellen. Ein Regler soll für das Verfahren des Förderbands mit konstanter Geschwindigkeit sorgen, während der andere ein Steuern mit variabler Geschwindigkeit ermöglicht. Nutzen Sie zur Erstellung dieser dynamischen Eigenschaften folgenden Leitfaden:

### Geschwindigkeitsregler für das Förderband conveyorShort:

→ Beginnen Sie mit der Erstellung des Geschwindigkeitsreglers zur Vorgabe einer konstanten Geschwindigkeit. Starten Sie dazu in der Menüleiste "Elektrik" oder über die Befehlsuche den Befehl "**Geschwindigkeitsregler**" (siehe [Abbildung 45](#), Schritt 1). Dadurch öffnet sich das Befehlsfenster "Geschwindigkeitsregler". Ähnlich wie bei dem Positionsregler aus [Kapitel 7.6](#) wird als Physik-Objekt ein bewegliches Element Ihrer Baugruppe benötigt, für das die Geschwindigkeit gelten soll. Dies ist in diesem Fall Ihre Transportfläche "**tsConveyorShort**", welche Sie wie in [Abbildung 45](#), Schritt 2 angegeben, auswählen sollen. Die Richtung soll "**Parallel**" zu dem Vektor der Transportfläche verlaufen (siehe [Abbildung 45](#), Schritt 3). Geben Sie als Zwangsbedingung eine konstante Geschwindigkeit von **50 mm/s** vor (siehe [Abbildung 45](#), Schritt 4). Vergeben Sie den Namen "**scConveyorShortConstSpeed**" (siehe [Abbildung 45](#), Schritt 5) und schließen Sie die Erstellung durch einen Klick auf die Schaltfläche "OK" ab. Das Präfix "sc" steht dabei für "speed control", der englischen Bezeichnung für Geschwindigkeitskontrolle.

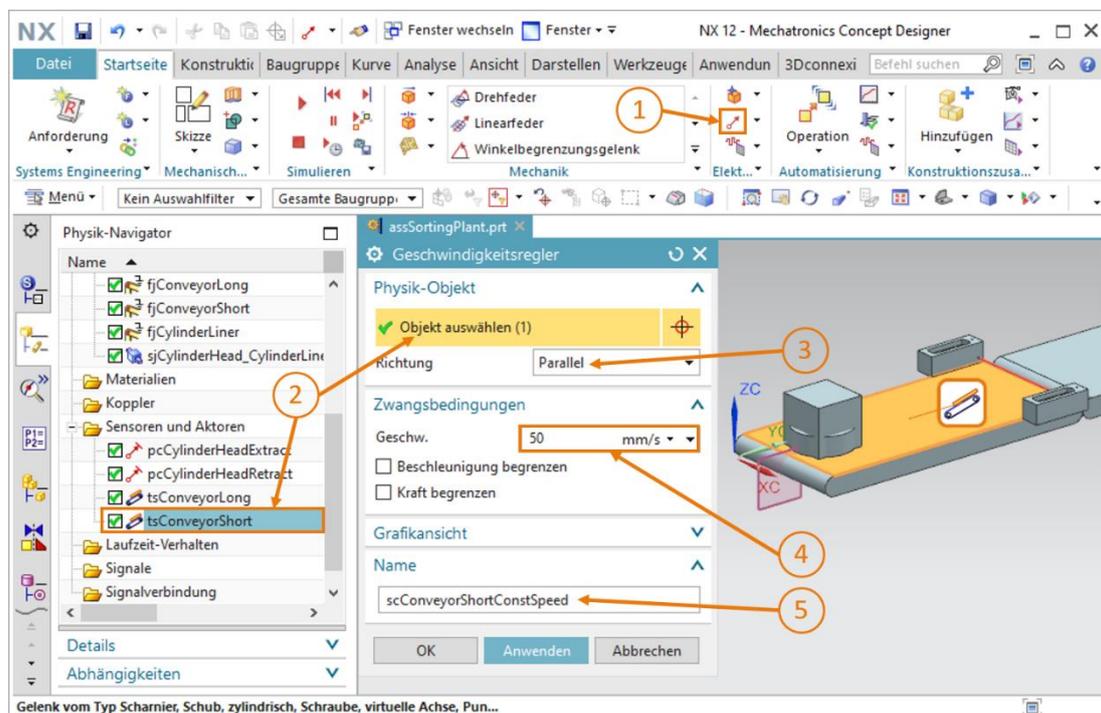


Abbildung 45: Erstellen eines Geschwindigkeitsreglers für ein Förderband

→ Fahren Sie mit der Erstellung des zweiten Geschwindigkeitsreglers für ConveyorShort zum Verfahren des Transportbands mit einer variablen Geschwindigkeit fort. Gehen Sie dafür genauso vor, wie bei der Erstellung des ersten Reglers. Wählen Sie hierbei ebenfalls die Transportfläche "tsConveyorShort" bei der Richtung "Parallel" aus. Damit beim Aktivieren der Regelung das Transportband nicht verfährt, geben Sie jedoch keine Geschwindigkeit als Zwangsbedingung vor, d.h. Wert = **0 mm/s**. Die Geschwindigkeit kann anschließend von dem Nutzer im Laufe einer Simulation variabel eingestellt werden. Als Namen wählen Sie "**scConveyorShortVarSpeed**" aus.

### Geschwindigkeitsregler für das Förderband conveyorLong:

- Gehen Sie für die beiden Geschwindigkeitsregler von conveyorLong nach demselben Prinzip vor, wie für das Förderband conveyorShort. Nutzen Sie hierfür allerdings die Transportfläche "tsConveyorLong" als Physik-Objekt.
- Damit sind alle Geschwindigkeitsregler für die Förderbänder definiert worden. Simulieren Sie das Resultat. Zuvor fügen Sie jedoch Ihre in diesem Kapitel erstellten Geschwindigkeitsregler zur Laufzeitüberwachung hinzu. Gehen Sie dazu wie in [Kapitel 4.3](#), "Abschnitt: Hinzufügen & Steuern einer Eigenschaft in der Simulation" beschrieben vor. Führen Sie im Reiter Laufzeitüberwachung der Ressourcenleiste vor dem Start der Simulation noch folgende Änderungen durch (teilweise in [Abbildung 46](#) dargestellt):
- Bei **scConveyorShortConstSpeed** setzen Sie das **Aktiv**-Signal auf den Wert "false"
  - Bei **scConveyorShortVarSpeed** setzen Sie das **Aktiv**-Signal auf den Wert "false" sowie die **Geschwindigkeit auf 5 mm/s**.
  - Bei **scConveyorLongConstSpeed** setzen Sie das **Aktiv**-Signal auf den Wert "false"
  - Bei **scConveyorLongVarSpeed** setzen Sie das **Aktiv**-Signal auf den Wert "false" sowie die **Geschwindigkeit auf 10 mm/s**.

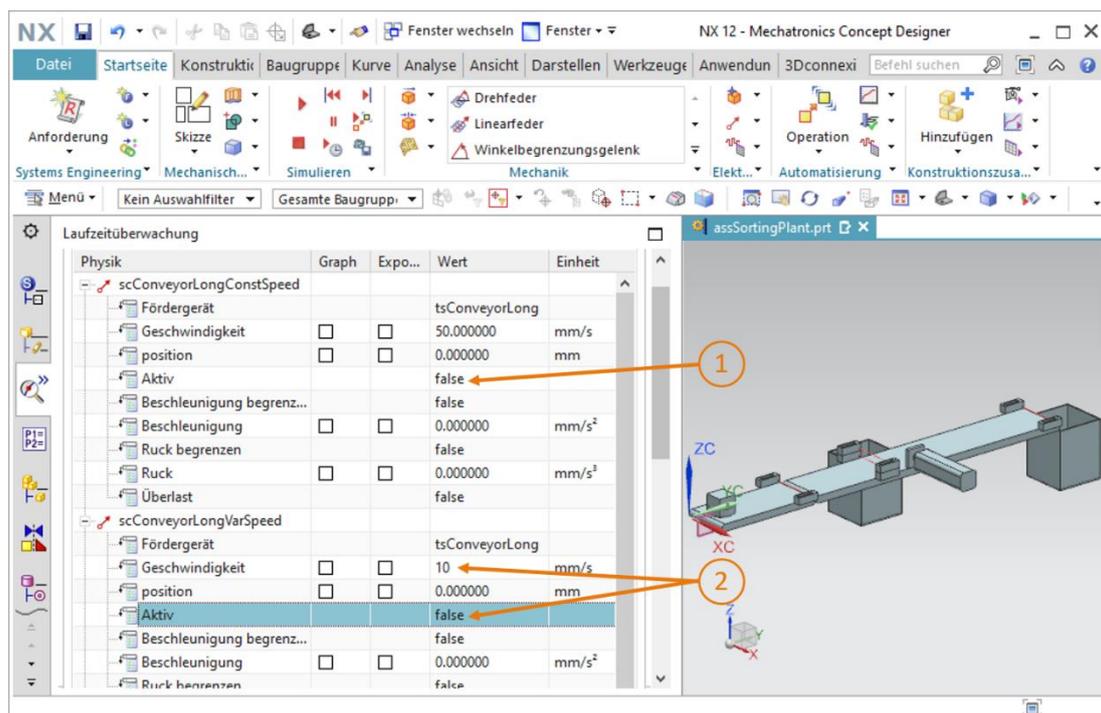


Abbildung 46: Simulation der Geschwindigkeitsregler über Laufzeitüberwachung vorbereiten

- Starten Sie die Simulation, wie in [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**" erläutert. Sie sollten in dem Modell sehen, dass sich noch kein Förderband bewegt.
- Steuern Sie das Signal **Aktiv** des Reglers "**scConveyorShortConstSpeed**" auf den Wert "**true**". Nun sollte sich das Band mit einer Geschwindigkeit von 50 mm/s bewegen. Beobachten Sie dazu den Wert in dem Feld "position".
- Ändern Sie das **Aktiv**-Signal des Reglers "**scConveyorShortConstSpeed**" auf den Wert "**false**" zurück. Trotzdem fährt das Band nach wie vor mit der konstanten Geschwindigkeit von 50 mm/s weiter. Dies liegt daran, dass die Geschwindigkeitsvorgabe mit der Wegnahme des Aktiv-Signals nicht zurückgesetzt wird.
- Geben Sie für das Signal **Aktiv** des Reglers "**scConveyorShortVarSpeed**" den Wert "**true**" vor. Das Band fährt jetzt mit einer Geschwindigkeit von 5 mm/s, wie Sie dies dem System vorgegeben haben. Dies können Sie auch im Feld "position" überprüfen, welches in [Abbildung 47](#), Schritt 1 hervorgehoben ist.
- Testen Sie dasselbe Verhalten mit den Geschwindigkeitsreglern des Transportbands "**conveyorLong**". Hier können Sie ein ähnliches Resultat erwarten. Beobachten Sie auch jeweils die Positionsänderungen, wie in [Abbildung 47](#), Schritt 2 beispielhaft dargestellt ist.

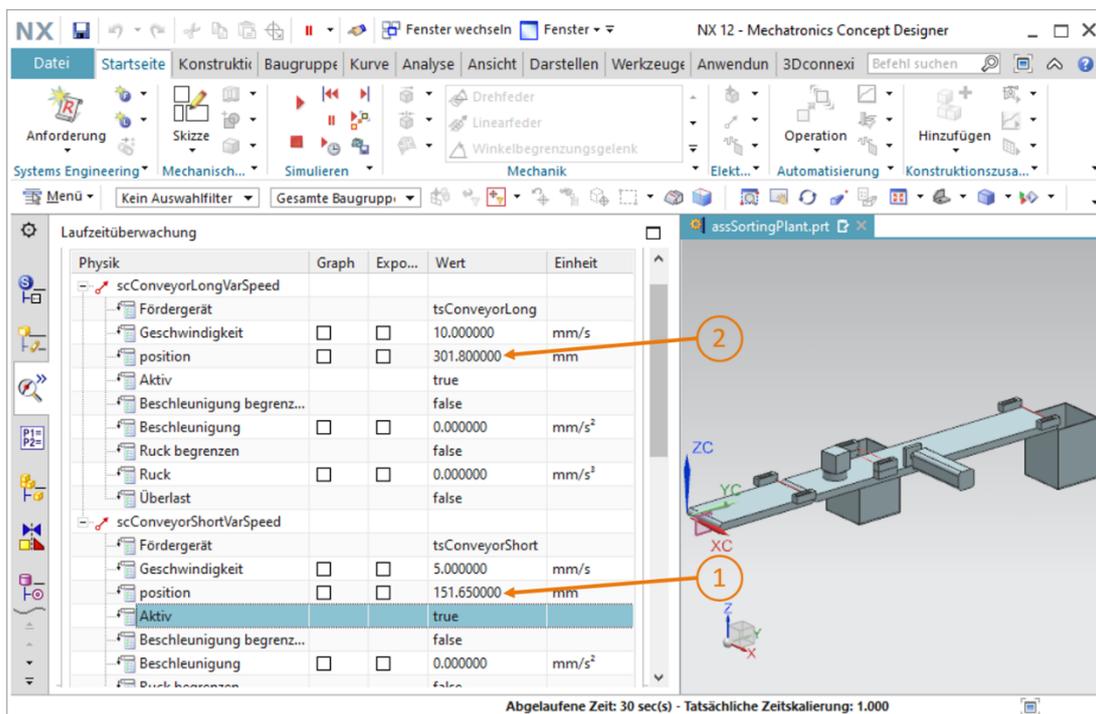


Abbildung 47: Simulation der Geschwindigkeitsregler in MCD

Damit haben Sie die Geschwindigkeitsregler in Ihrer prinzipiellen Funktionalität geprüft. Stoppen Sie die Simulation und speichern Sie Ihr gesamtes Projekt durch Betätigen der

"Speichern"-Schaltfläche .

## 7.9 Kollisionssensoren für die Lichtschranken und Begrenzungsschalter

Mit Ihrem derzeitigen Zwischenstand des dynamischen Modells ist es möglich, die beiden Werkstücke auf den Förderbändern zu transportieren und den Abschieber zu betätigen. Für eine geordnete Sortierung kann aber noch nicht zwischen den verschiedenen Werkstücken unterschieden werden. Außerdem ist noch keine Positionsangabe des Abschiebers nach außen möglich. Für diese Aufgaben sollen Sie die Lichtschranken entlang der Förderbänder sowie die Begrenzungsschalter in dem Abschieber als Kollisionssensoren definieren. Mit diesen Sensoren können Sie erkennen, ab wann es zu einer Kollision mit einem anderen Kollisionskörper kommt. Nutzen Sie zum Erstellen der Kollisionssensoren folgendes Vorgehen:

- Zum Erstellen von einzelnen Kollisionssensoren müssen Sie in der Lage sein, auf einzelne Komponenten in der Baugruppe zuzugreifen. Öffnen Sie hierfür in der Ressourcenleiste den Reiter "**Baugruppen-Navigator**" (siehe [Abbildung 48](#), Schritt 1). Selektieren Sie nacheinander die gepackten Komponenten "**lightRay x4**" und "**limitSwitchSensor x2**" und führen Sie einen Rechtsklick auf diese aus (siehe [Abbildung 48](#), Schritt 2). Betätigen Sie in dem Kontextmenü den Befehl "**Entpacken**" (siehe [Abbildung 48](#), Schritt 3). Damit ist es möglich auf die einzelnen Komponenten ohne Umwege zuzugreifen.

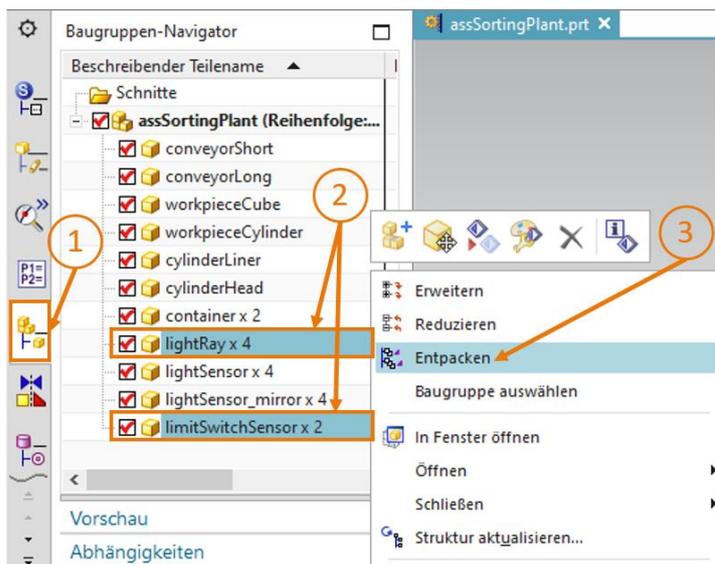


Abbildung 48: Modelle gleichen Typs in Baugruppe entpacken

### HINWEIS

Es wird empfohlen vor Start der nachfolgenden Schritte über den Baugruppen-Navigator die einzelnen Modelle "lightRay" und "limitSwitchSensor" einzeln zu selektieren und sich zu merken, welcher Körper sich wo in Ihrer Baugruppe befindet.

→ Suchen Sie in der Menüleiste "Elektrik" oder in der Befehlsuche den Befehl "**Kollisionssensor**" (siehe [Abbildung 49](#), Schritt 1). Nach einem Klick auf das entsprechende Symbol öffnet sich das Befehlsfenster "Kollisionssensor". Öffnen Sie das Untermenü "Kollisionssensor-Objekt" und klicken Sie auf die Schaltfläche "**Objekt auswählen**" (siehe [Abbildung 49](#), Schritt 2). Selektieren Sie im Baugruppen-Navigator **die Lichtschranke am Ende des ersten Transportbands "conveyorShort"** (siehe [Abbildung 49](#), Schritt 3). Geben Sie im Untermenü "Form" als Kollisionsform die "**Linie**" an.

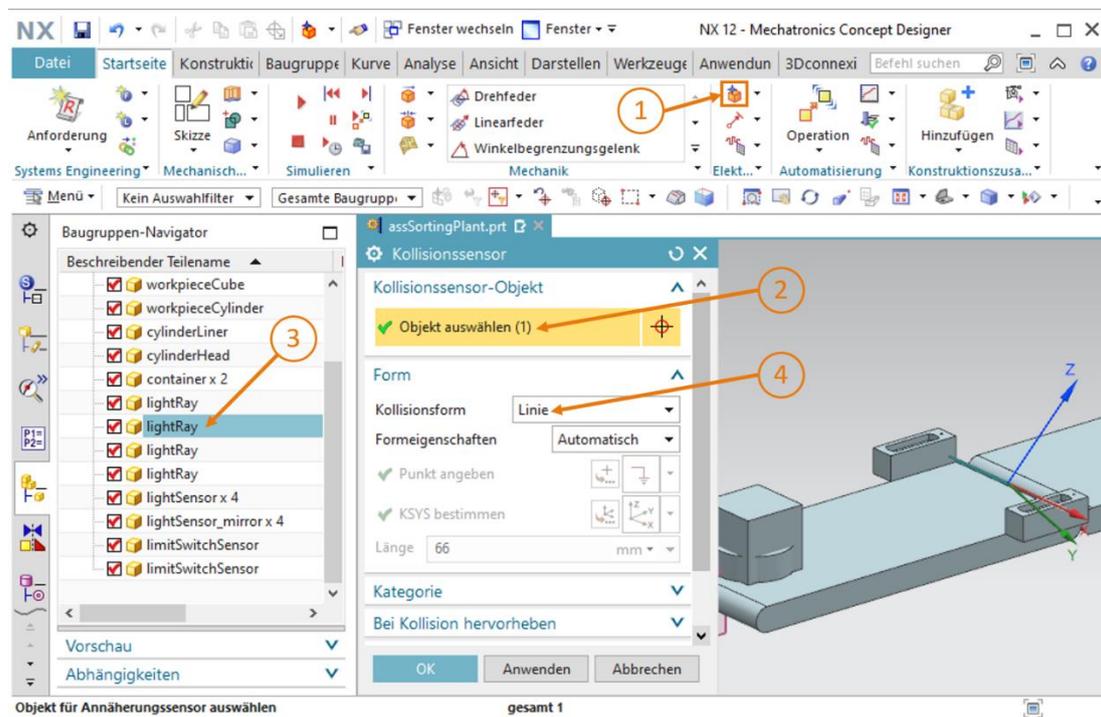


Abbildung 49: Erstellen des Kollisionssensors zum Zählen aller Werkstücke – Auswahl des Kollisionsobjekts und der Kollisionsform

→ Belassen Sie die Kategorie bei dem Wert "0" (siehe [Abbildung 50](#), Schritt 1). Deaktivieren Sie die Einstellung "Bei Kollision hervorheben" (siehe [Abbildung 50](#), Schritt 2). Vergeben Sie zum Schluss noch den Namen "csLightSensorWorkpiece" (siehe [Abbildung 50](#), Schritt 3) und bestätigen Sie Ihre Eingaben durch einen Klick auf die Schaltfläche "OK" (siehe [Abbildung 50](#), Schritt 4). Dabei steht das Präfix "cs" für die englische Bezeichnung "collision sensor".

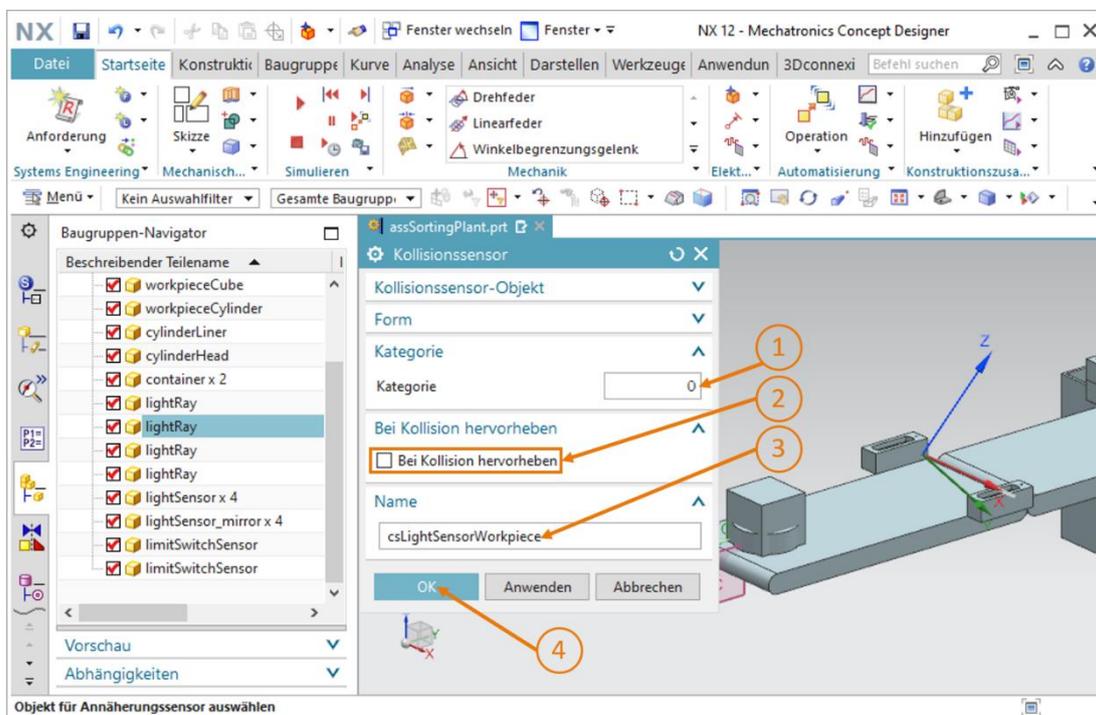


Abbildung 50: Erstellen des Kollisionssensors zum Zählen aller Werkstücke – Weitere Einstellungen und Namen festlegen

→ Damit haben Sie den ersten Kollisionssensor erstellt (hervorgehoben in [Abbildung 51](#), Schritt 1). Definieren Sie die verbleibenden Kollisionssensoren wie folgt:

- Die **untere Lichtschranke in der Mitte des hinteren Transportbands "conveyorLong"** (siehe [Abbildung 51](#), Schritt 2) soll als Kollisionssensor mit dem Namen **"csLightSensor Cylinder"** erzeugt werden, um zylinderförmige Werkstücke erkennen zu können.
- Die **obere Lichtschranke in der Mitte des hinteren Transportbands "conveyorLong"** (siehe [Abbildung 51](#), Schritt 3) soll unter dem Namen **"csLightSensorCylinderTop"** zur zweifelsfreien Unterscheidung von zylinder- und quaderförmigen Werkstücken eingesetzt werden. Dies ist möglich, da die zylinder- und quaderförmigen Werkstücke eine unterschiedliche Höhe aufweisen, sodass die kleineren zylinderförmigen Werkstücke nur die untere Lichtschranke und die größeren quaderförmigen Werkstücke beide Lichtschranken unterbrechen.
- Mit der **Lichtschranke am Ende des langen Transportbands "conveyorLong"** (siehe [Abbildung 51](#), Schritt 4) werden die auf dem Transportband verbliebenen Werkstücke gezählt. Dies werden beim richtigen Aussortieren nur noch quaderförmige Körper sein. Der zugeordnete Kollisionssensor soll **"csLightSensorCube"** lauten.
- Der **Begrenzungssensor am Ende des Abschiebers** (siehe [Abbildung 51](#), Schritt 5) wird feststellen, ob der Abschieber noch nicht vollständig ausgefahren ist. Selektieren Sie in diesem Fall das Kollisionssensor-Objekt im Baugruppen-Navigator **den limitSwitch Sensor am Ende des Abschiebers**. Nennen Sie den Kollisionssensor **"csLimitSwitchCylinderNotExtended"**.
- Der **Begrenzungssensor am Anfang des Abschiebers** (siehe [Abbildung 51](#), Schritt 6) signalisiert, dass der Abschieber vollständig eingefahren ist. Geben Sie diesem Kollisionssensor den Namen **"csLimitSwitchCylinderRetracted"**.

Verfahren Sie dabei genauso, wie bei der Erstellung des ersten Kollisionssensors. Beachten Sie nur die neuen Namen sowie die Auswahl der richtigen Komponenten als Kollisionssensor-Objekte. Es wird empfohlen, dass Sie für die Unterscheidung der beiden Begrenzungsschalter den Abschieber (cylinderHead und cylinderLiner) ausblenden. Gehen Sie dafür wie in [Kapitel 7.4.1](#), "**Abschnitt: Aus-/Einblenden von Komponenten und Baugruppen**" erläutert vor.

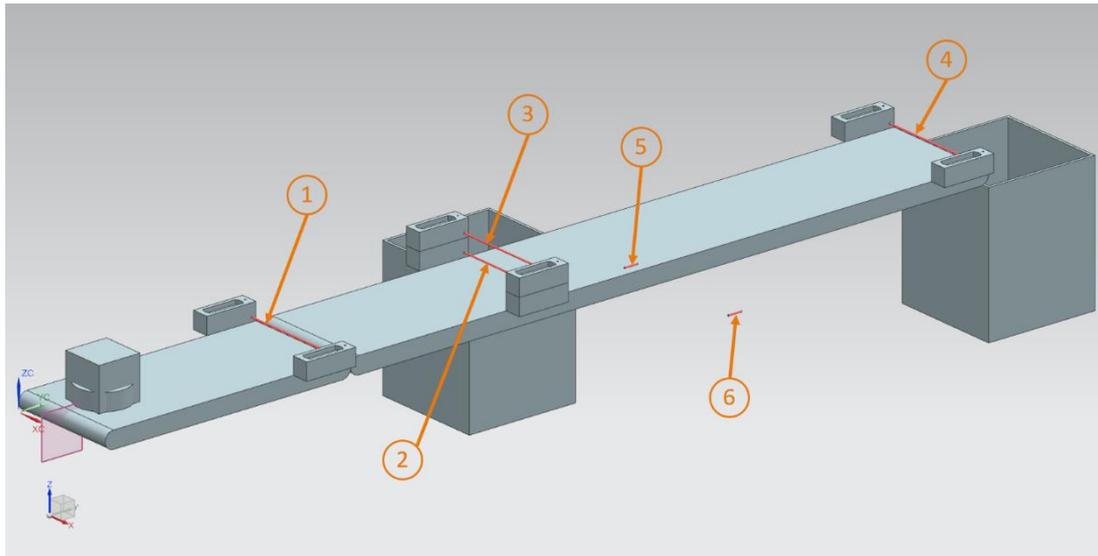


Abbildung 51: Überblick über alle Kollisionssensoren in der Sortieranlage

→ Starten Sie jetzt wieder eine Simulation. Achten Sie vorher darauf, dass Sie wieder alle Komponenten in der Baugruppe eingeblendet haben. Sollten Komponenten in der Baugruppe fehlen, aktivieren Sie diese wieder, wie in [Kapitel 7.4.1](#), "**Abschnitt: Aus-/Einblenden von Komponenten und Baugruppen**" beschrieben. Fügen Sie entsprechend der Erläuterungen aus [Kapitel 4.3](#), "**Abschnitt: Hinzufügen & Steuern einer Eigenschaft in der Simulation**" alle Kollisionssensoren der Laufzeitüberwachung hinzu. Zum Ansteuern der Transportbänder fügen Sie jetzt noch die Geschwindigkeitsregler "**scConveyorShortConstSpeed**", "**scConveyorShortVarSpeed**", "**scConveyorLong ConstSpeed**" sowie "**scConveyorLong VarSpeed**" hinzu. Zum Testen der Begrenzungsschalter sollten Sie die beiden Positionsregler "**pcCylinderHeadExtend**" und "**pcCylinderHeadRetract**" ebenfalls in die Laufzeitüberwachung laden.

→ Starten Sie die Simulation, wie in [Kapitel 7.1](#), "**Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD**" erläutert. Testen Sie zunächst ausschließlich das Verhalten der Lichtschranken der Sortieranlage. Stellen Sie dazu in der Laufzeitüberwachung das **Aktiv**-Signal der Geschwindigkeitsregler "**scConveyorShortConstSpeed**" sowie "**scConveyorLongConstSpeed**" auf "**true**", wiederum das **Aktiv** Signal der beiden anderen Geschwindigkeitsregler auf "**false**". In der Simulation können Sie das Fördern beider Werkstücke erkennen. Beim Durchfahren Ihrer Kollisionssensoren der Lichtschranken (vergleiche [Abbildung 51](#), Schritt 1 – 4) werden die Felder "**getriggert**" des jeweiligen Sensors auf "**true**" gesetzt, andernfalls verbleiben Sie auf "**false**". Dies ist beispielsweise für die erste Lichtschranke "**csLightSensorWorkpiece**" in [Abbildung 52](#), Schritt 1 illustriert.

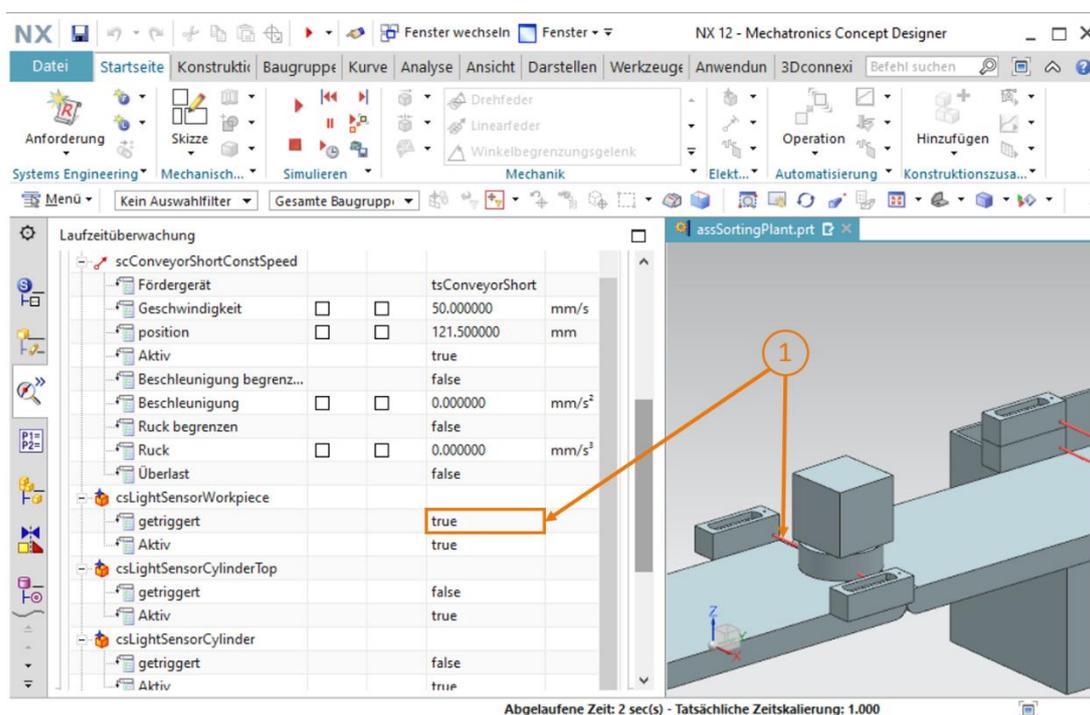


Abbildung 52: Verhalten der Kollisionssensoren der Lichtschranken während der Simulation

→ Betrachten Sie bei dem zweiten Teil der Simulation nur noch die Kollisionssensoren der Begrenzungsschalter und die Positionsregler des Abschiebers. Beim Start der Simulation bleibt der Abschieber eingefahren und **beide Begrenzungsschalter** zeigen einen Wert "true" an. Geben Sie nun in der Laufzeitüberwachung für "pcCylinderHeadRetract" das **Aktiv-Signal "false"** vor, während der Positionsregler "pcCylinderHeadExtend" weiterhin auf den Wert "true" für das Signal "Aktiv" verbleiben soll. Nun schiebt der Abschieber aus. Während der Ausfahrt setzt sich "csLimitSwitchCylinderRetracted" auf "false", "csLimitSwitchCylinderNotExtended" verbleibt auf "true" (siehe [Abbildung 53](#), Schritt 1). Erst mit vollständigem Ausfahren des Abschiebekopfs setzt sich der Kollisionssensor "csLimitSwitchCylinderNotExtended" ebenfalls auf "false".

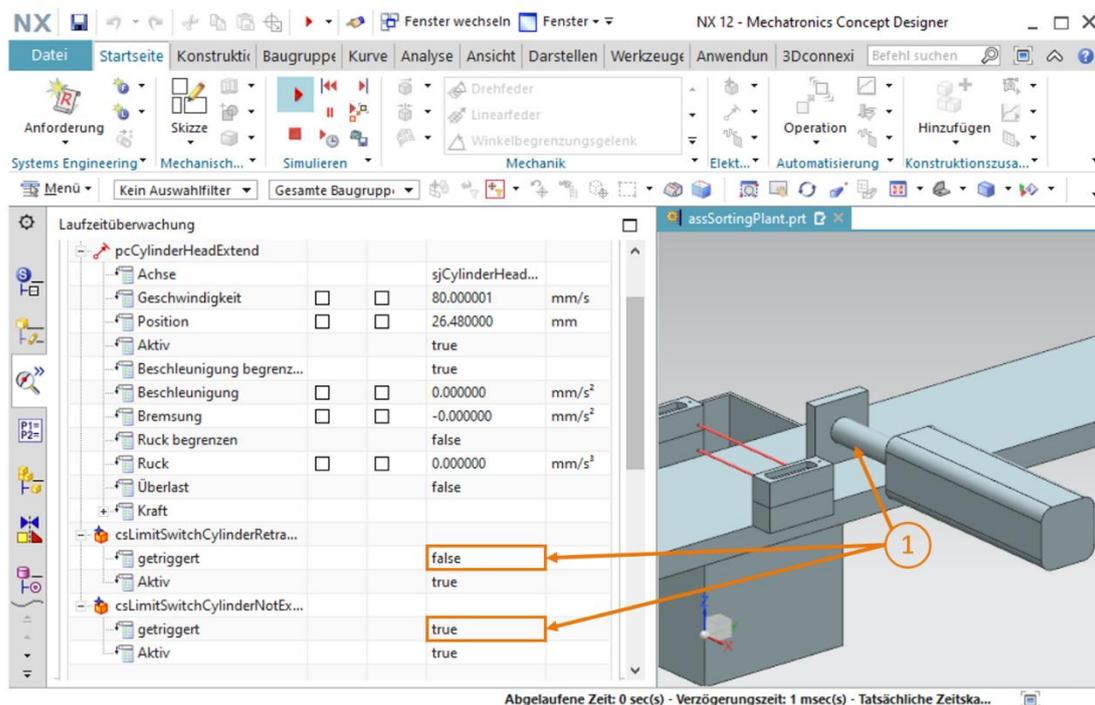


Abbildung 53: Verhalten der Kollisionssensoren der Begrenzungsschalter während der Simulation

Damit reagieren alle Kollisionssensoren erwartungsgemäß. Stoppen Sie die Simulation und speichern Sie Ihr gesamtes Projekt durch Betätigen der Schaltfläche "Speichern"



## 7.10 Objektquellen für die Werkstücke

Nachdem das Befördern der beiden Werkstücke über die Förderbänder und deren Erkennung durch die Kollisionssensoren funktioniert, sollen in regelmäßigen Abständen verschiedene Werkstücke erzeugt werden. Verwenden Sie hierfür die dynamische Eigenschaft "Objektquelle", wodurch ein Starrkörper durch ein Ereignis oder nach Ablauf einer Zeit in einer Simulation als neue Instanz erzeugt wird. Dafür gehen Sie nach den folgenden Schritten vor:

→ Navigieren Sie in der Menüleiste "Mechanik" oder über die Befehlsuche auf den Befehl "Objektquelle" und klicken Sie darauf (siehe [Abbildung 54](#), Schritt 1). Dadurch öffnet sich das entsprechende Befehlsfenster. Selektieren Sie im Untermenü "Zu kopierendes Objekt" die Schaltfläche "Objekt auswählen" (siehe [Abbildung 54](#), Schritt 2). Im Physik-Navigator der Ressourcenleiste wählen Sie als Objekt den Starrkörper "rbWorkpieceCube" aus, damit die Objektquelle quaderförmige Werkstück generiert (siehe [Abbildung 54](#), Schritt 3). Im Punkt "Ereignis kopieren" geben Sie als Auslöser "Zeitbasiert" an, wodurch das Werkstück in regelmäßigen zeitlichen Abständen erzeugt wird. Der **Zeitabstand** soll **10 s** betragen bei einem **Start-Offset** von **0 s** (siehe [Abbildung 54](#), Schritt 4). Vergeben Sie schließlich noch den Namen "**osWorkpieceCube**" (siehe [Abbildung 54](#), Schritt 5) und bestätigen Sie Ihre Einstellungen durch einen Klick auf die Schaltfläche "OK" (siehe [Abbildung 54](#), Schritt 6). Dabei steht das Präfix "os" für die englische Bezeichnung "object source".

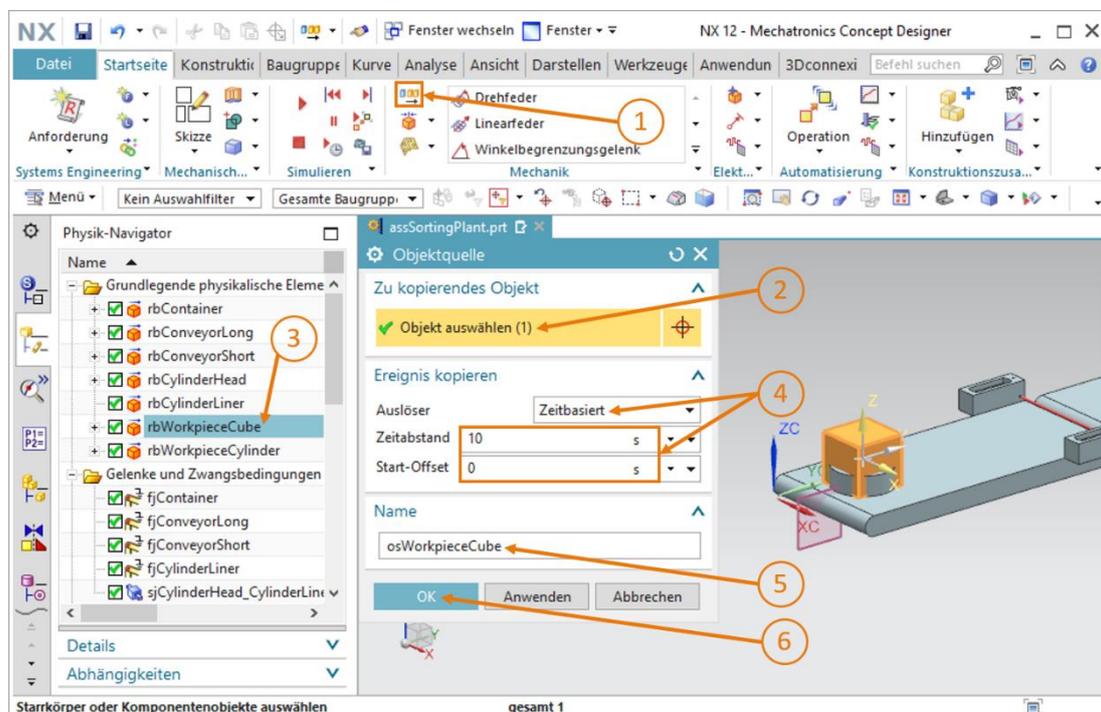


Abbildung 54: Erstellen einer Objektquelle für ein Werkstück

## HINWEIS

Für die Objektquelle wird das Zählen der Zeit intern in MCD ausgeführt. Dadurch ist ein externes Zurücksetzen des Zählers während einer Simulation (also beispielsweise über PLCSim Advanced) nicht ohne weiteres möglich. Von außen kann jedoch durch das Signal "Aktiv" die Generierung neuer Werkstücke unterbunden werden, wovon bisher in den Modulen 1 - 3 dieser Workshop-Reihe Gebrauch gemacht wurde.

- Fügen Sie abschließend noch die Objektquelle für das zylinderförmige Werkstück dem Projekt hinzu. Dazu können Sie prinzipiell so vorgehen, wie für Ihre erste Objektquelle. Selektieren Sie im Unterschied jedoch den Starrkörper **"rbWorkpieceCylinder"** beim Auswählen des zu kopierenden Objekts und geben Sie einen **Start-Offset** von **5 s** an. Dadurch wird das erste zylinderförmige Werkstück erst 5 s nach Start der Simulation generiert. Weitere zylinder-förmige Werkstücke werden danach alle 10 s erzeugt.
- Testen Sie das Verhalten durch Starten einer Simulation. Vorher sollten Sie jedoch die Geschwindigkeitsregler der Transportbänder zu der Laufzeitüberwachung hinzufügen und dafür sorgen, dass ausschließlich die beiden Regler **"scConveyorShortConstSpeed"** und **"scConveyorLongConstSpeed"** aktiv sind. Stellen Sie zusätzlich über die Laufzeitüberwachung nach Hinzufügen beider Objektquellen sicher, dass diese ebenfalls aktiv sind. Gehen Sie dabei vor, wie in [Kapitel 4.3](#), **"Abschnitt: Hinzufügen & Steuern einer Eigenschaft in der Simulation"** beschrieben. Durch Starten der Simulation, wie in [Kapitel 7.1](#), **"Abschnitt: Starten & Stoppen einer Simulation in MCD"** angegeben, können Sie beobachten, wie in einem Abstand von 5 s jeweils ein anderes Werkstück der Simulation hinzugefügt wird (siehe [Abbildung 55](#)).

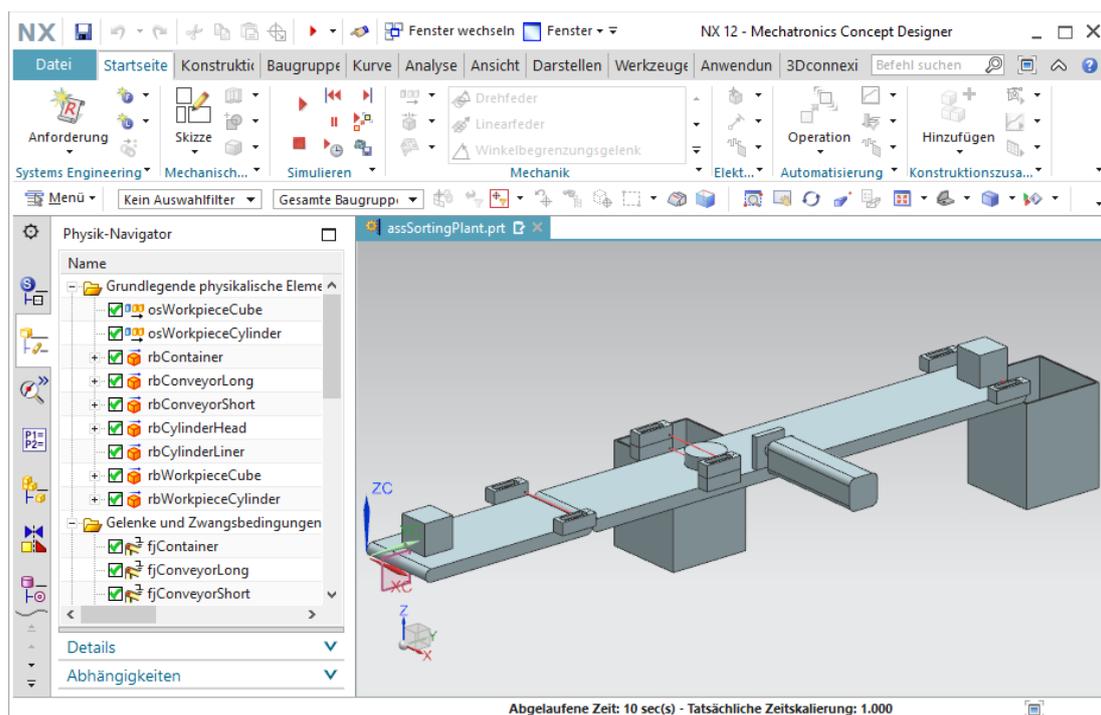


Abbildung 55: Simulation der Objektquellen in MCD

Stoppen Sie die Simulation und speichern Sie Ihr Projekt komplett ab, indem Sie auf die Schaltfläche "Speichern"  drücken.

Für das Entfernen von Objekten in einer Simulation kann man, wie in [Kapitel 4.2.1](#) erklärt, Kollisionssensoren auch als Objektsenke definieren. Dies soll allerdings nicht Teil dieser Workshop-Reihe sein.

Damit haben Sie ein statisches 3D-Modell in ein funktionsfähiges dynamisches 3D-Modell umgewandelt, welches verschiedene dynamische Eigenschaften mit sich bringt. Um diese Eigenschaften extern anzusteuern, müssen Sie eine Verbindung zwischen Ihrem SPS-Programm und dem digitalen Zwilling aufbauen, wodurch die virtuelle Inbetriebnahme abgeschlossen wird. Das erforderliche Vorgehen hierzu erfahren Sie in Modul 6 dieser Workshop-Reihe.

## 8 Checkliste – Schritt-für-Schritt-Anleitung

Die nachfolgende Checkliste hilft den Auszubildenden/Studierenden selbstständig zu überprüfen, ob alle Arbeitsschritte der Schritt-für-Schritt-Anleitung sorgfältig abgearbeitet wurden und ermöglicht eigenständig das Modul erfolgreich abzuschließen.

Nr.	Beschreibung	Geprüft
1	Die Baugruppe "assSortingPlant" mit dem gesamten statischen 3D-Modell wurde erfolgreich in MCD geöffnet.	
2	Alle Starrkörper der Sortieranlage wurden erstellt und das Verhalten durch eine Simulation überprüft.	
3	Die festen Verbindungen der Einzelkomponenten wurden erfolgreich definiert und in der Simulation getestet.	
4	Den Starrkörpern wurden erfolgreich die nötigen Kollisionskörper zugewiesen und deren Verhalten wurde in der Simulation überprüft.	
5	Für den Abschieber wurde ein Schubgelenk erfolgreich definiert, welches in einer Simulation nachgeprüft wurde.	
6	Dem Schubgelenk wurden erfolgreich die nötigen Positionsregler vorgegeben und deren Funktionalität wurde in der Simulation getestet.	
7	In der Sortieranlage wurden erfolgreich Transportflächen für die Förderbänder definiert und simuliert.	
8	Die Geschwindigkeitsregler für die Transportflächen wurden erfolgreich erstellt und in der Simulation geprüft.	
9	Die Kollisionssensoren für die Lichtschranken und für die Begrenzungsschalter des Abschiebers wurden implementiert und in einer Simulation auf Funktionalität erfolgreich getestet.	
10	Für die Werkstücke wurden erfolgreich Objektquellen definiert und in einer Simulation überprüft.	

Tabelle 1: Checkliste der "Erstellung eines dynamischen 3D-Modells mithilfe des CAE-Systems Mechatronics Concept Designer"

## 9 Weiterführende Informationen

Zur Einarbeitung bzw. Vertiefung finden Sie als Orientierungshilfe weiterführende Informationen, wie z.B.: Getting Started, Videos, Tutorials, Apps, Handbücher, Programmierleitfaden und Trial Software/Firmware, unter nachfolgenden Links:

### Vorsicht “Weiterführende Informationen“ – In Vorbereitung

Hier vorab interessante Links:

- [1] [support.industry.siemens.com/cs/document/90885040/programmierleitfaden-f%C3%BCr-s7-1200-s7-1500?dti=0&lc=de-DE](https://support.industry.siemens.com/cs/document/90885040/programmierleitfaden-f%C3%BCr-s7-1200-s7-1500?dti=0&lc=de-DE)
- [2] [support.industry.siemens.com/cs/document/109756737/leitfaden-standardisierung?dti=0&lc=de-DE](https://support.industry.siemens.com/cs/document/109756737/leitfaden-standardisierung?dti=0&lc=de-DE)
- [3] [omg.org/spec/UML/2.5.1/PDF](http://omg.org/spec/UML/2.5.1/PDF)
- [4] [geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-activity-diagrams/](http://geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-activity-diagrams/)
- [5] [geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-state-diagrams/](http://geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-state-diagrams/)

## Weitere Informationen

Siemens Automation Cooperates with Education  
[siemens.de/sce](https://www.siemens.de/sce)

SCE Lern-/Lehrunterlagen  
[siemens.de/sce/module](https://www.siemens.de/sce/module)

SCE Trainer Pakete  
[siemens.de/sce/tp](https://www.siemens.de/sce/tp)

SCE Kontakt Partner  
[siemens.de/sce/contact](https://www.siemens.de/sce/contact)

Digital Enterprise  
[siemens.de/digital-enterprise](https://www.siemens.de/digital-enterprise)

Totally Integrated Automation (TIA)  
[siemens.de/tia](https://www.siemens.de/tia)

TIA Portal  
[siemens.de/tia-portal](https://www.siemens.de/tia-portal)

TIA Selection Tool  
[siemens.de/tia/tia-selection-tool](https://www.siemens.de/tia/tia-selection-tool)

SIMATIC Controller  
[siemens.de/controller](https://www.siemens.de/controller)

SIMATIC Technische Dokumentation  
[siemens.de/simatic-doku](https://www.siemens.de/simatic-doku)

Industry Online Support  
[support.industry.siemens.com](https://support.industry.siemens.com)

Katalog- und Bestellsystem Industry Mall  
[mall.industry.siemens.com](https://mall.industry.siemens.com)

Siemens  
Digital Industries, FA  
Postfach 4848  
90026 Nürnberg  
Deutschland

Änderungen und Irrtümer vorbehalten  
© Siemens 2020

[siemens.de/sce](https://www.siemens.de/sce)