

HANSER

Jan Meeth, Michael Schuth

# Bewegungssimulation mit CATIA V5

Grundlagen und praktische Anwendung der kinematischen  
Simulation

ISBN-10: 3-446-41452-5

ISBN-13: 978-3-446-41452-5

Leseprobe

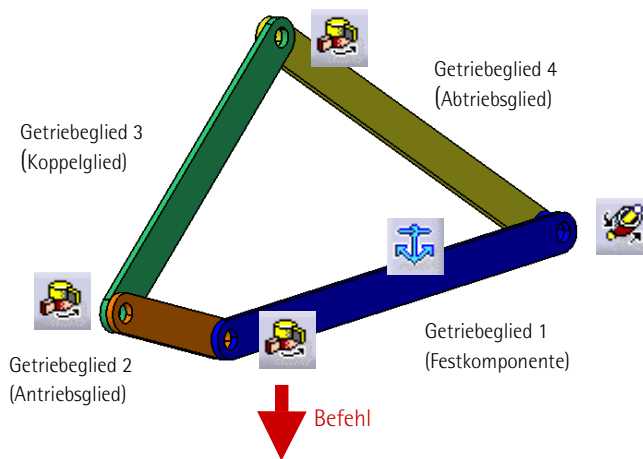
Weitere Informationen oder Bestellungen unter  
<http://www.hanser.de/978-3-446-41452-5>  
sowie im Buchhandel.

### 2.2 Kinematische Simulation einer Viergelenkkette

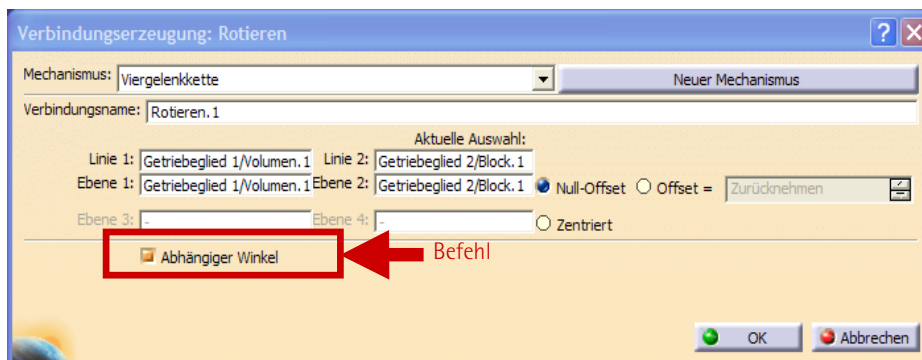
Zu Beginn soll nun das einfache Beispiel der Viergelenkkette aus Bild 1.2 aufgegriffen werden, um das Erstellen einer ersten Bewegungssimulation zu zeigen. Anhand dieses Beispiels werden die grundlegenden Elemente von DMU Kinematics vorgeführt, bevor diese notwendigen Grundlagen auf komplexere Beispiele angewendet werden.

#### 2.2.1 Erstellen eines simulierbaren Mechanismus

Bevor die zu einer Simulation notwendigen Schritte ausführlich dargestellt werden, gibt Bild 2.9 einen Überblick über das Getriebe.



**Bild 2.9:** Festkomponente, kinematische Verbindungen und Befehl zur Simulation der Viergelenkkette



## 2 Einführung in DMU Kinematics

Dazu gehören die Festkomponente, die zu definierenden kinematischen Verbindungen und der notwendige Antrieb, der über den Befehl „Abhängiger Winkel“ definiert wird.

Wenn man eine solche vorhandene Baugruppe mit DMU Kinematics simulieren möchte, müssen einige Voraussetzungen geschaffen werden. Dazu gehören die Festlegung der Festkomponente und die Definition der Verbindungen zwischen den Bauteilen der Baugruppe oder der Getriebeglieder des Getriebes. Außerdem muss, je nach Mechanismus, mindestens ein Befehl, der den Antrieb der Bewegung des Getriebes bewirkt, definiert werden. Die einzelnen Arbeitsschritte zur Bewegungssimulation des Getriebes dieser Viergelenkkette werden nun ausführlich vorgestellt, um exemplarisch den grundlegenden Umgang mit DMU Kinematics vorzustellen. Um das Beispiel in CATIA nachvollziehen zu können, sollte die Baugruppe „Viergelenkkette.CATproduct“ geöffnet werden.

### Übung 2.1: Kinematische Simulation einer Viergelenkkette

#### Schritt 1



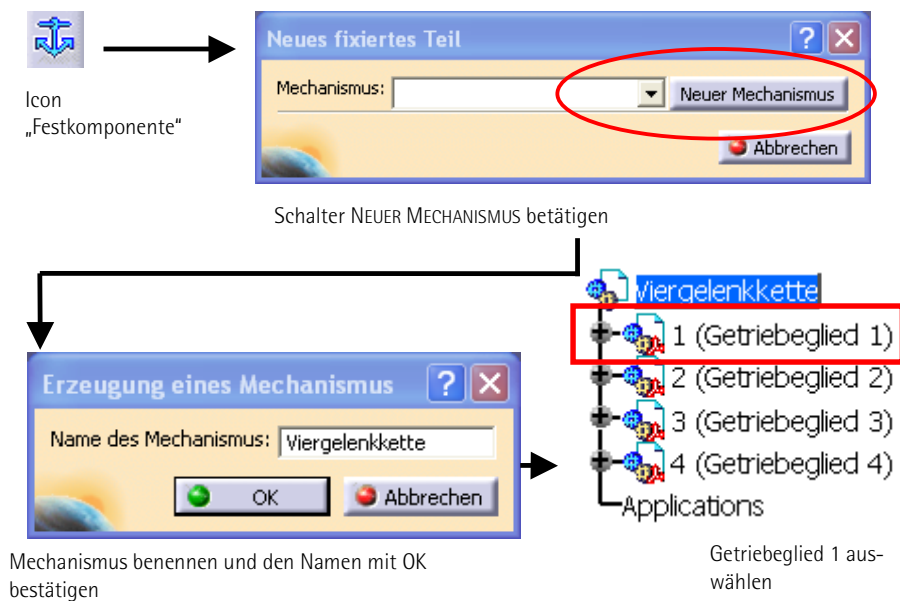
Datei „Viergelenkkette.CATproduct“ öffnen

#### Schritt 2



Definition der Festkomponente und Erstellung eines neuen Mechanismus (s. Bild 2.10)

**Bild 2.10:**  
Definition der Festkomponente und Erstellung eines neuen Mechanismus

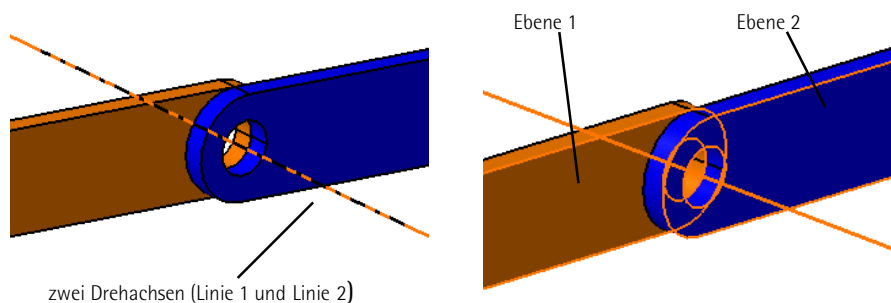


## 2.2 Kinematische Simulation einer Viergelenkkette

Um ein Bauteil als Festkomponente (Gestell) zu definieren, muss das Icon „Fixiertes Teil“ angeklickt werden. Bei einem bereits zuvor erstellten Mechanismus kann dabei direkt die jeweilige Komponente im Geometriebereich oder im Spezifikationsbaum ausgewählt werden, die als Festkomponente definiert werden soll. Da bei diesem Übungsbeispiel noch kein Mechanismus vorhanden ist, muss zunächst ein neuer erstellt und benannt werden. Dazu sollte der Schalter „Neuer Mechanismus“ betätigt werden, wodurch das Dialogfenster „Erzeugung eines Mechanismus“ erscheint. Nach der Benennung des Mechanismus und der Bestätigung mit OK kann das Teil „Getriebeglied 1“ als Festkomponente im Spezifikationsbaum oder direkt im Geometriebereich ausgewählt werden (s. Bild 2.10).

### Schritt 3

Erstellen der ersten kinematischen Verbindung Drehverbindung zwischen Getriebeglied 1 und Getriebeglied 2 und Definition des Befehls. Dazu müssen nach Aufruf der Funktion „Drehverbindung“ je eine automatisch erscheinende Drehachse und jeweils eine Ebene von Getriebeglied 1 und Getriebeglied 2 ausgewählt werden (s. Bild 2.11).

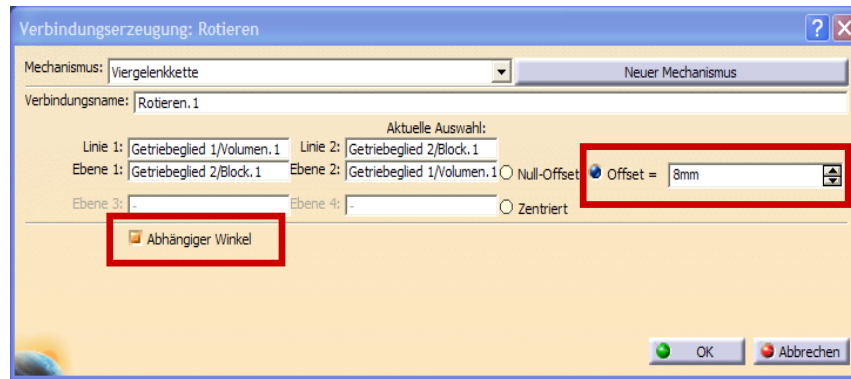


**Bild 2.11:**  
Auswahl der Drehachsen  
und Flächen zur Er-  
zeugung einer Drehver-  
bindung

Um den notwendigen Befehl für den Antrieb des Mechanismus zu generieren, wird hier nur bei dieser ersten Verbindung auch der Befehl „Abhängiger Winkel“ markiert. Zusätzlich sollte nun die Option „Offset“ markiert und der daraufhin angezeigte Wert übernommen werden (Bild 2.12). Dadurch bleiben die in der Übungsdatei für diese Verbindung bereits korrekt positionierten Bauteile in der richtigen Lage, da der vorgegebene Abstand zwischen den ausgewählten Flächen übernommen wird. Nachdem diese Einstellungen vollständig vorgenommen wurden, kann die Verbindungserzeugung: „Rotieren.1“ mit OK abgeschlossen werden. Danach erscheint bereits die Meldung, dass der Mechanismus simuliert werden kann.

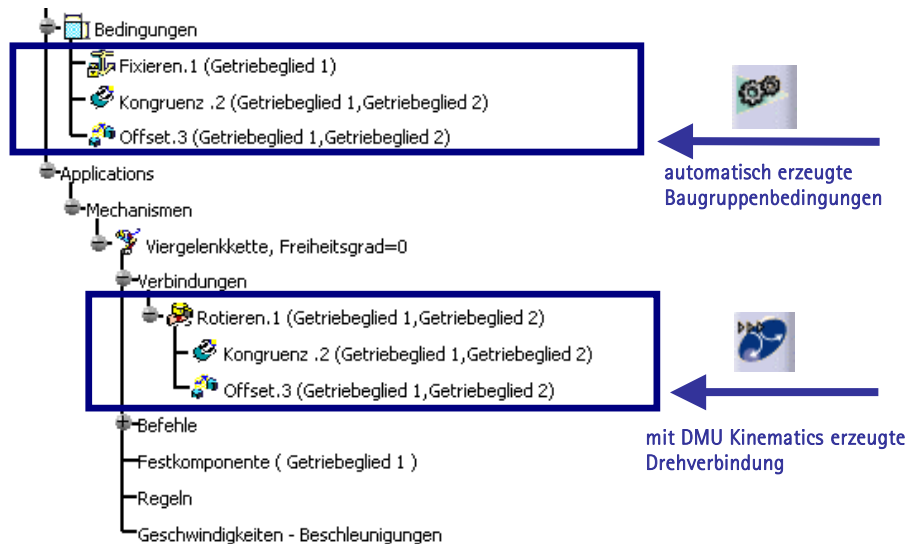
## 2 Einführung in DMU Kinematics

**Bild 2.12:**  
Dialogfenster zur Erzeugung einer Drehverbindung



Diese erstellte Verbindung führt zu einer automatischen Erzeugung der entsprechenden Baugruppenbedingungen, die im Spezifikationsbaum unter Bedingungen und zusätzlich unter „Applications → Mechanismen → Verbindungen → Rotieren.1“ angezeigt werden und durch einen Doppelklick angewählt und geändert werden können (s. Bild 2.13).

**Bild 2.13:**  
Durch kinematische Verbindung automatisch erzeugte Baugruppenbedingungen



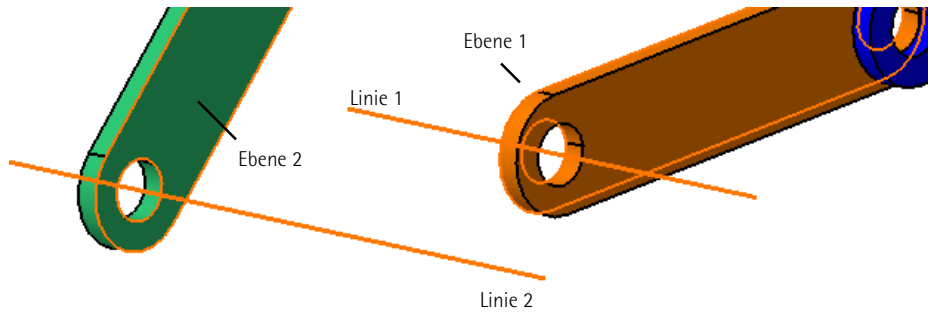
Im Anschluss daran müssen noch drei weitere Drehverbindungen zwischen Getriebeglied 2 und 3 sowie zwischen Getriebeglied 3 und 4 erstellt werden, bei denen auch nach Auswahl der Drehachsen und Flächen nun die Option „Null-Offset“ markiert bleiben sollte. Da der notwendige Antrieb bereits bei der ersten Drehverbindung definiert wurde, muss der Befehl „Abhängiger Winkel“ hier nicht mehr angewählt werden.

## 2.2 Kinematische Simulation einer Viergelenkkette

### Schritt 4

Erstellen einer zweiten Drehverbindung zwischen Getriebeglied 2 und 3

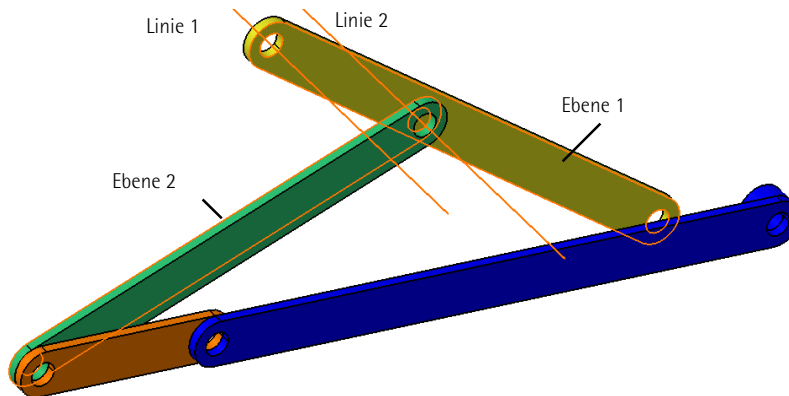
→ Auswahl der beiden unten dargestellten Achsen und Flächen → „Null-Offset“ markiert lassen → OK



### Schritt 5

Erstellen einer dritten Drehverbindung zwischen Getriebeglied 3 und 4

→ Auswahl der beiden unten dargestellten Achsen und Flächen → „Null-Offset“ markiert lassen → OK



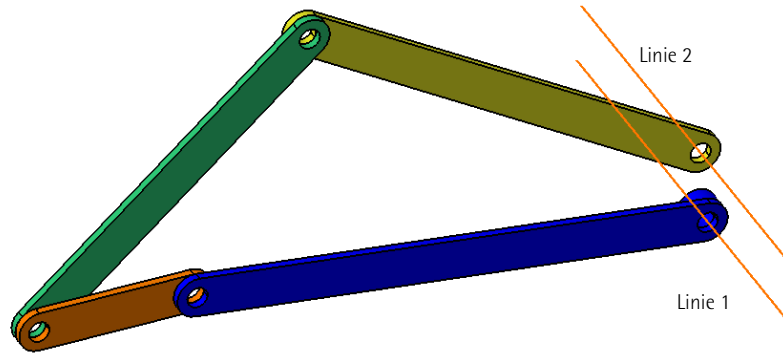
### Schritt 6

Erstellen einer zylindrischen Verbindung zwischen Getriebeglied 4 und 1

→ Auswahl der beiden unten dargestellten Achsen → OK

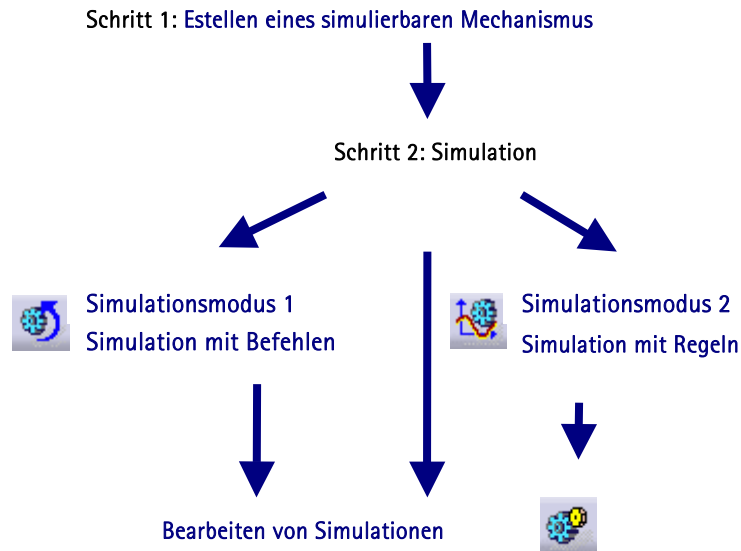


## 2 Einführung in DMU Kinematics



Wenn diese vier kinematischen Verbindungen erstellt worden sind, sind alle vier Gelenke der Viergelenkkette definiert, und die Viergelenkkette ist simulierbar. Zu einer solchen Simulation bietet CATIA mit der „Simulation mit Befehlen“ und der „Simulation mit Regeln“ zwei unterschiedliche Alternativen oder Simulationsmodi (Bild 2.14) an, die nachfolgend erläutert werden. Dabei zeigt sich später, dass man mit der Funktion „Bearbeiten von Simulationen“ (Bild 2.14) problemlos zwischen diesen beiden Simulationsmodi hin- und herschalten kann.

**Bild 2.14:**  
Simulations-modi –  
Simulation mit Befehlen  
und Simulation mit  
Regeln



### 2.2.2 Simulation mit Befehlen

Der erste der beiden Simulationsmodi, den man nach der Erstellung eines simulierbaren Mechanismus anwenden kann, ist die „Simulation mit Befehlen“. Die Funktionen des zugehörigen Dialogfensters „Kinematische Simulation“ sind in Bild 2.15 zusammengefasst. Das verwendete Produkt der Viergelenkkette enthält natürlich nur einen Mechanismus. Wird mit einem Produkt gearbeitet, das mehrere Mechanismen enthält, muss der gewünschte Mechanismus vor dem Starten der „Simulation mit Befehlen“ ausgewählt werden. Darunter wird der eine für diesen Mechanismus der Viergelenkkette notwendige Befehl „Befehl.1“ angezeigt, dessen Wert über die Schieberegler, die Pfeiltasten oder die Tastatur eingestellt werden muss. Ob der Mechanismus bereits sofort während der Einstellung des Befehlswertes oder erst auf eine gesonderte Aufforderung hin simuliert wird, kann vom Benutzer gewählt werden (Bild 2.15). Bei der „Simulation auf Anforderung“ muss man nach Einstellen des Befehlswertes den Ablauf der Simulation über die Videoschaltfläche „Start“ aktivieren. Danach stehen weitere sechs Videoschaltflächen zur Steuerung der Simulation zur Verfügung. Darunter ist beispielsweise auch die Möglichkeit, die Simulation schrittweise vorzuspulen, wobei die Anzahl und damit die Größe der Schritte beliebig eingestellt werden können. Je größer die Anzahl der Schritte, desto langsamer wird die Bewegungssimulation dargestellt. Die Funktion „Sensoren aktivieren“ und „Analyse“, die bei beiden Simulationsmodi zur Verfügung stehen, werden in einem der nächsten Kapitel behandelt. In Bild 2.15 ist die Reihenfolge der grundlegenden Arbeitsschritte bei der „Simulation mit Befehlen“ aufgelistet und soll einen sehr schnellen Einstieg ermöglichen.



Simulationsmodus  
„Simulation mit Befehlen“

Der wesentliche Unterschied von diesem Simulationsmodus zu der „Simulation mit Regeln“ besteht darin, dass hier kein Zusammenhang zwischen einem Befehl oder dem Antrieb und der Zeit vorliegt.

#### Übung 2.2: Simulation mit Befehlen

##### Schritt 1

→ nach Aufruf der Funktion „Simulation mit Befehlen“ das erscheinende Dialogfenster mit dem Schalter MEHR... in der erweiterten Status versetzen → wählen des zu simulierenden Mechanismus, falls notwendig, in diesem Beispiel gibt es natürlich nur einen Mechanismus



##### Schritt 2

→ Wahl zwischen „sofortiger Simulation“ und „Simulation per Anforderung“



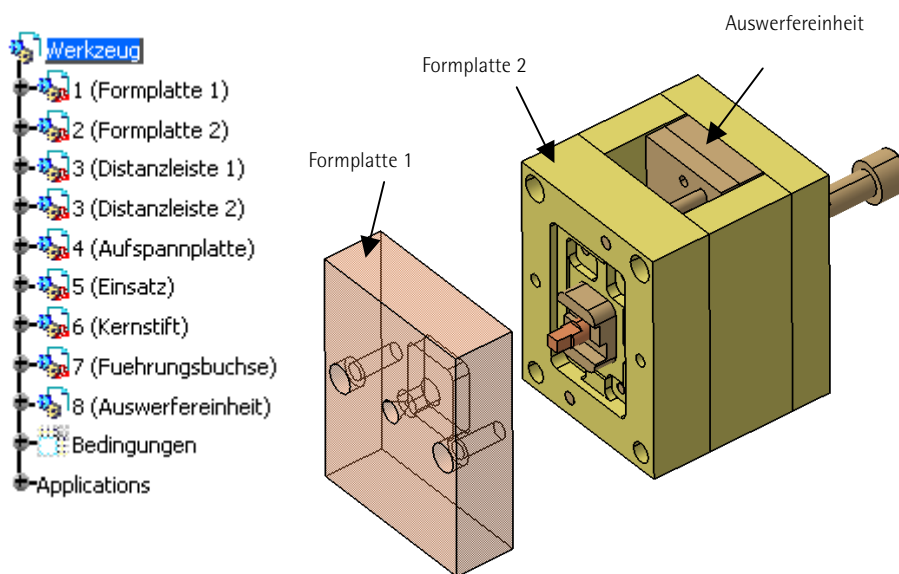


## 4 Übungsbeispiele zum Erstellen und Simulieren von Mechanismen

Das nun folgende Kapitel beinhaltet Beispiele, an denen die Grundlagen aus den vergangenen Kapiteln angewendet werden. Zunächst wird das Erstellen der Getriebe-simulation eines Druckgusswerkzeuges gezeigt und daran anschließend die Simulationen eines Scharniermechanismus und eines Hubkolbenverdichters. In einer weiteren Übung erfolgt die kinematische Simulation einer Gelenkwelle mit der Funktion „Umwandlung von Baugruppenbedingungen“. Als fünftes Beispiel dient eine Ladebordwand. In zwei weiteren Übungen werden die Bewegungssimulation der „Heusinger-Steuerung“ einer Dampflokomotive und die Simulation eines Radladers durchgeführt.

### 4.1 Bewegungssimulation eines Werkzeugs

Mit dem folgenden Übungsbeispiel wird der Bewegungsablauf eines Druckgusswerkzeuges simuliert. Die starr miteinander verbundenen Bauteile sind in dieser Übung bereits über Baugruppenbedingungen positioniert. In DMU Kinematics müssen lediglich einige starre, eine prismatische und zwei zylindrische Verbindungen erstellt werden. Im Rahmen der Übung wird auch die Möglichkeit, Verbindungsgrenzen zu definieren, angewendet.



**Bild 4.1:**  
Mechanismus eines  
Druckgusswerkzeuges

## 4 Übungsbeispiele zum Erstellen und Simulieren von Mechanismen

### Übung 4.1: Bewegungssimulation eines Druckgusswerkzeuges

#### Schritt 1: Öffnen der Beispieldatei „Werkzeug .CATproduct“



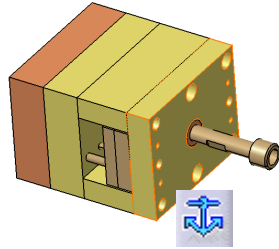
DATEI → ÖFFNEN → Beispieldatei: „Werkzeug“

#### Schritt 2: Definition der Festkomponente



NEUER MECHANISMUS → Mechanismus „Werkzeug“ benennen → OK

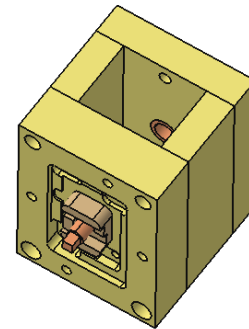
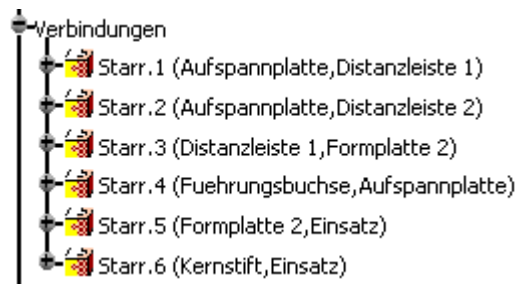
→ Bauteil „Aufspannplatte“ im Geometriebereich oder im Spezifikationsbaum anklicken und als Festkomponente definieren



#### Schritt 3: Erzeugen von sechs starren Verbindungen, um die unten rechts abgebildeten Teile starr miteinander zu verbinden



→ Icon „Starre Verbindung“ doppelt anklicken → dazu jeweils die beiden Bauteile nacheinander im Spezifikationsbaum oder im Geometriebereich auswählen → Verbindungsdefinitionen mit OK bestätigen

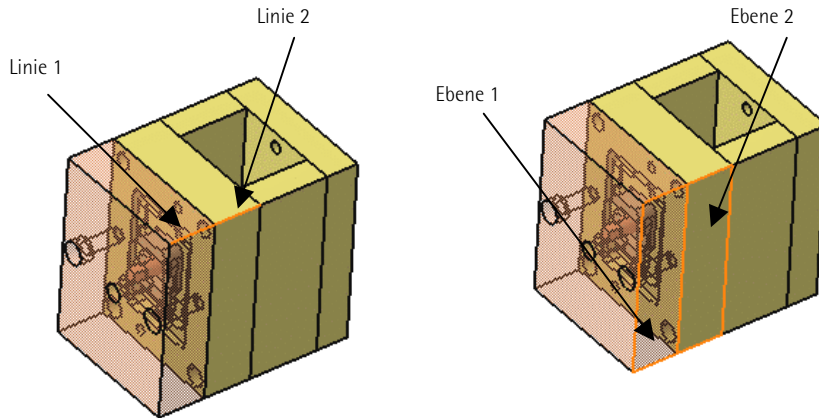


#### Schritt 4: Erzeugen einer prismatischen Verbindung zwischen Formplatte 1 und Formplatte 2



→ die beiden unten dargestellten Linien und Ebenen für die zur Erzeugung der prismatischen Verbindung notwendigen Linie 1 und 2 sowie Ebene 1 und 2 auswählen

## 4.1 Bewegungssimulation eines Werkzeugs



→ den Befehl „Abhängige Länge“ markieren → OK → Meldung: Der Mechanismus kann simuliert werden.

Schritt 5: Erzeugen einer zylindrischen Verbindung zwischen Auswerfeinheit und Formplatte 2, Zylindrisch.8 (Auswerfeinheit, Formplatte)

→ dazu jeweils die dargestellten Mittelachsen der Bohrung und des Auswerferstifts auswählen → OK



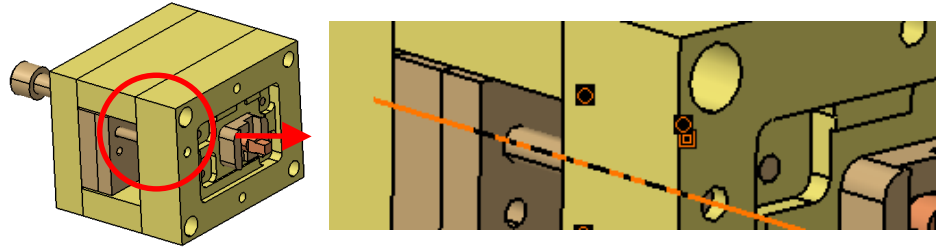
→ den Befehl „Abhängige Länge“ markieren → OK

Schritt 6: Erzeugen einer zweiten zylindrischen Verbindung zwischen Auswerfeinheit und Formplatte 2

→ dazu jeweils die dargestellten Mittelachsen der Bohrung und des Auswerferstifts auswählen → OK



## 4 Übungsbeispiele zum Erstellen und Simulieren von Mechanismen

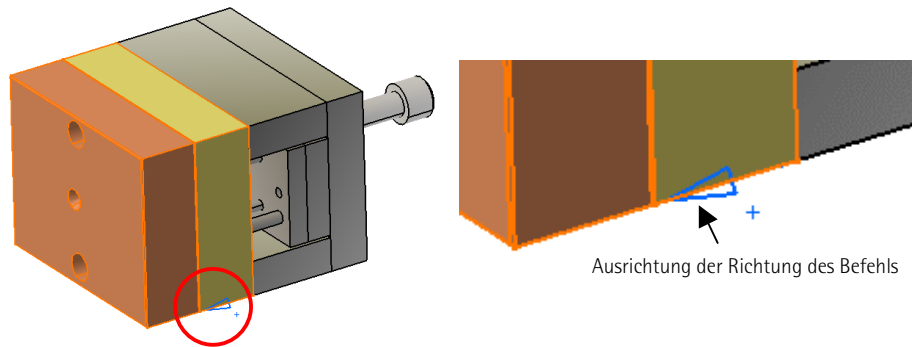


→ Meldung: Der Mechanismus kann simuliert werden.

### Schritt 7: Festlegen der beiden Verbindungslimits oder Verbindungsbegrenzungen für die prismatische Verbindung

→ die in Schritt 4 erstellte prismatische Verbindung doppelt anklicken → den Richtungszeiger wie dargestellt ausrichten und die beiden Verbindungslimits 0 mm und 60mm für Unter- und Obergrenze im Dialogfenster „Verbindungsbearbeitung“ eingeben

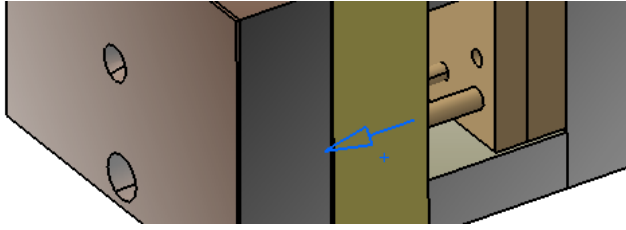
Die Richtung muss so ausgerichtet werden, dass Formplatte 1 bei positiven Befehls-  
werten von Formplatte 2 entfernt.



### Schritt 8: Festlegen der beiden Verbindungsbegrenzungen für eine der beiden erzeugten zylindrischen Verbindungen

→ die in Schritt 4 erstellte prismatische Verbindung doppelt anklicken → den Richtungszeiger wie dargestellt ausrichten und die beiden Verbindungslimits 0 mm und 17 mm für Unter- und Obergrenze im Dialogfenster „Verbindungsbearbeitung“ eingeben

## 4.1 Bewegungssimulation eines Werkzeugs



Verbindungslimits			
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Untergrenze:	0mm	<input checked="" type="checkbox"/> 1. Obergrenze:	17mm
<input type="checkbox"/> 2. Untergrenze:	Zurücknehmen	<input type="checkbox"/> 2. Obergrenze:	Zurücknehmen

Schritt 9: Die definierten Verbindungsgrenzen mit Hilfe der Simulation mit Befehlen testen

→ im erscheinenden Dialogfenster „Sofort“ markieren



Simulation	
<input checked="" type="radio"/> Sofort	<input type="radio"/> Auf Anforderung

→ die Auswerfereinheit über Befehl.1 und die Formplatte 1 mit Befehl.2 mit den Schieberegler in die Endposition bewegen

Befehl.1	0	60	0,0000	...
Befehl.2	0	17	0,0000	...

→ den Schalter ZURÜCKSETZEN betätigen

Wenn dieser Schalter nicht betätigt, wird verbleibt der Mechanismus beim Verlassen der „Simulation mit Regeln“ in der veränderten Position.

Schritt 10: Simulation bearbeiten

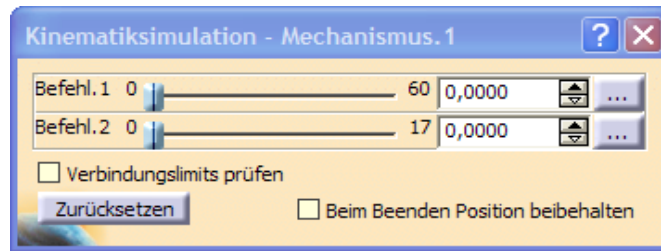
→ im erscheinenden Dialogfenster „Auswählen“ den Mechanismus „Werkzeug“ markieren → OK → darauf erscheinen die beiden Dialogfenster „Simulation bearbeiten“ und das Dialogfenster „Kinematische Simulation – Werkzeug“ (unten abgebildet)



→ Schalter EINFÜGEN im Fenster „Simulation bearbeiten“ wodurch ein Abschnitt eingefügt wird, in dem sich der Mechanismus nicht bewegt. Dadurch entsteht eine Pause beim Ablauf der Simulation, die den Einspritzvorgang des Werkzeuges andeuten soll.

→ den Wert 60 mm für den Befehl.1 mit Schieberegler, den Pfeiltasten oder durch Tastatureingabe einstellen

## 4 Übungsbeispiele zum Erstellen und Simulieren von Mechanismen



→ Schalter EINFÜGEN im Fenster „Simulation bearbeiten“ anklicken

→ den Wert 17 mm für den Befehl.2 mit Schieberegler → Schalter EINFÜGEN im Fenster „Simulation bearbeiten“ anklicken

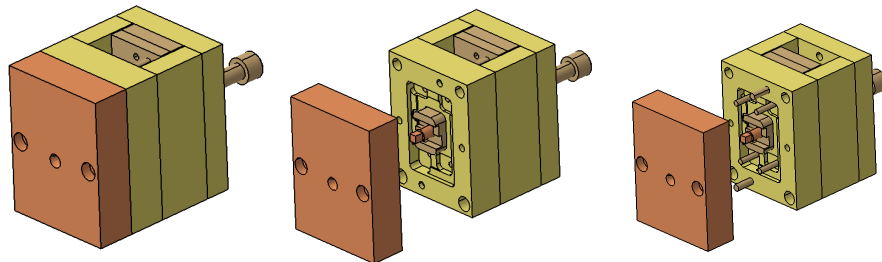
Weitere Steuerung der Simulation über die Videoschaltflächen im Fenster „Simulation bearbeiten“ (s. Kapitel 2.2.4):

z.B. „Sprung zum Start“ (1) → Schleifenmodus wie dargestellt ändern“ (2) → Interpolationsschritt 0,04 eingeben (3) → „Wiedergabe vorwärts“ (4)



→ wenn Schritt 11 wie beschrieben nachvollzogen wurde, durchläuft der Mechanismus die unten dargestellten Positionen.

**Bild 4.2:**  
Ablauf der Bewegungssimulation des Werkzeugs







## 6 Erstellen von Animationen

Mit den beiden Arbeitsumgebungen „Photo Studio“ und „Real Time Rendering“ ermöglicht CATIA V5 das Erstellen von Bildern und Animationen. Diese kann man beispielsweise bei Produktpräsentationen von virtuellen, real noch nicht existierenden Produkten vor der Anfertigung eines möglichen Prototyps oder des möglichen Produktionsstarts verwenden. Eine solche Animation kann aber auch einfach nur der Anschaulichkeit für den Konstrukteur dienen. Er kann dadurch beispielsweise die optische Erscheinung eines konstruierten Produktes besser beurteilen und einschätzen.

Diese Möglichkeiten, die „Photo Studio“ und „Real Time Rendering“ bieten, kann man auch in Verbindung mit „DMU Kinematics“ nutzen, denn es besteht die Möglichkeit, aus erstellten Bewegungssimulationen Filmaufnahmen zu erstellen. Diese können ebenfalls in eine Präsentation integriert werden. Manche Funktionen eines Produktes können durch bewegte Bilder besonders gut deutlich gemacht werden.

Im nun folgenden, abschließenden Kapitel soll gezeigt werden, wie man aus erstellten Bewegungssimulationen solche Animationen aus einer zuvor generierten Bewegungssimulation einer Baugruppe erstellt.

Um fotorealistische Darstellung herstellen zu können, benötigt man die geometrischen Daten der Bauteile, eine Beschreibung der Oberfläche, die in CATIA durch die Materialzuordnung geschieht, eine Umgebung, Beleuchtung und eine Kamera mit der entsprechenden Perspektive. Die dazu notwendigen Funktionen stellt CATIA in den Arbeitsumgebungen „Photo Studio“ und „Real Time Rendering“ zur Verfügung. Im folgenden Kapitel wird die Arbeitsumgebung „Photo Studio“ verwendet.

### 6.1 Vorstellung der Arbeitsumgebung „Photo Studio“



**Bild 6.1:**  
Aufrufen der Arbeitsumgebung „Photo Studio“

### 6.1.1 Die Symbolleiste „Wiedergabe“



Über diese Symbolleiste werden die Eigenschaften und Bedingungen der Aufnahmen von Fotos oder Videos wie Beleuchtung, Umgebung, Größe oder Qualität definiert. Außerdem ermöglicht sie auf verschiedene Arten die Wiedergabe dieser Aufnahmen.

#### Aufnahme erzeugen



Über diese Funktion wird das Dialogfenster „Definition der Filmaufnahme“ geöffnet. Über dieses Dialogfenster können alle für die Erzeugung von Bildern oder Filmaufnahmen relevanten Einstellungen vorgenommen und modifiziert werden. Dazu gehört beispielsweise die Auswahl des Blickpunktes, der Umgebungen oder der bei der Aufnahme verwendeten Lichtquellen. Neben vielen anderen weiteren Einstellungsmöglichkeiten können hier auch Bildgröße und die Art der Ausgabe am Bildschirm oder als Datei ausgewählt werden.

#### Aufnahme wiedergeben



Die zuvor erzeugten Aufnahmen können über diese Funktion wiedergegeben werden. In dem Dialogfenster „Wiedergabe“ muss unter den zuvor erzeugten Aufnahmen diejenige ausgewählt werden, die wiedergegeben werden soll. Dabei werden die für diese Aufnahme geltenden Einstellungen zur Information eingeblendet. Erst nach Betätigung des Schalters OK wird dann die Aufnahme wiedergegeben.

#### Erneute Wiedergabe



Mit „Erneute Wiedergabe“ kann die zuletzt wiedergegebene Aufnahme schneller und ohne weiteren Zwischenschritt sofort angezeigt werden. Bei dem Erzeugen von Aufnahmen müssen vorgenommene Einstellungen oft modifiziert werden, bis das gewünschte Ergebnis erreicht ist. Dabei erweist sich die Funktion „Erneute Wiedergabe“ bei der Kontrolle der Auswirkungen von zuvor geänderten Einstellungen als nützlich.

#### Schnelle Wiedergabe



Diese Funktion ermöglicht eine sehr schnelle Wiedergabe von Aufnahmen. Dabei werden die Aufnahmen in einer niedrigeren Qualität dargestellt.

### 6.1.2 Die Symbolleiste „Animation“



Die Symbolleiste „Animation“ beinhaltet neben der Funktion „Drehsockel erzeugen“ auch die bereits hinreichend bekannte Funktion „Simulation bearbeiten“ (s. Kapitel 2.2.4), die damit standardmäßig auch in der Arbeitsumgebung „Photo Shop“ zur Erzeugung und Bearbeitung von Bewegungssimulationen zur Verfügung steht.

## 6.1 Vorstellung der Arbeitsumgebung „Photo Studio“

### Drehsockel erzeugen

Mit einem Drehsockel können Bauteile oder Baugruppen in einer Filmaufnahme von allen Seiten dargestellt und präsentiert werden, in dem sie sich um zuvor definierte Achsen drehen.



### 6.1.3 Die Symbolleiste „Szeneneditor“

Mit dieser Symbolleiste werden die Szenen für die Aufnahmen definiert. Dabei können verschiedene Umgebungen, Lichtquellen und Kamerapositionen festgelegt werden. Dazu können zwei weitere Symbolleisten zur Erzeugung von Umgebungen und Lichtquellen abgekoppelt werden.



### Kamera erzeugen

Diese Funktion ermöglicht es, verschiedene Kameras zu positionieren, um so bei der Definition von Filmaufnahmen auf verschiedene Perspektiven zurückgreifen zu können.



### Umgebungen und Lichtquellen erzeugen

Zur Erzeugung von Umgebungen und Lichtquellen stellt CATIA V5 folgende Befehle zur Verfügung:



Rechteckige Umgebung erzeugen



Kugelförmige Umgebung erzeugen



Zylindrische Umgebung erzeugen



Umgebung importieren



Scheinwerferlichtquelle



Punktlicht



Richtstrahl



Rechteckige Lichtquelle



Scheibenförmige Lichtquelle



Kugelförmige Lichtquelle



Zylinderförmige Lichtquelle

Symbolleisten zum Erzeugen von Umgebungen und Lichtquellen