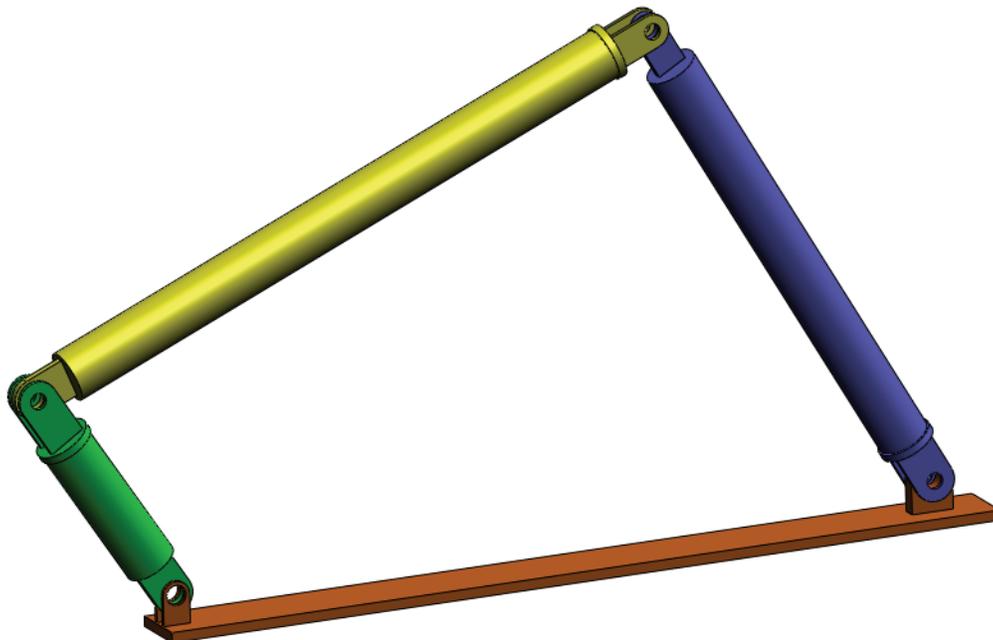




*Konstruktionstechnik  
und Technologie*

# **Einführung in Anwendungen der Bewegungsanalyse mit SolidWorks Motion Arbeitsbuch für Kursteilnehmer**



SolidWorks Corporation  
300 Baker Avenue  
Concord, Massachusetts 01742, USA  
Tel.: +1-800-693-9000

Außerhalb der USA: +1-978-371-5011  
Fax: +1-978-371-7303  
E-Mail: [info@solidworks.com](mailto:info@solidworks.com)  
Internet: <http://www.solidworks.com/education>

© 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, a Dassault Systèmes S.A. company, 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA. All Rights Reserved.

The information and the software discussed in this document are subject to change without notice and are not commitments by Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks).

No material may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, for any purpose without the express written permission of DS SolidWorks.

The software discussed in this document is furnished under a license and may be used or copied only in accordance with the terms of this license. All warranties given by DS SolidWorks as to the software and documentation are set forth in the SolidWorks Corporation License and Subscription Service Agreement, and nothing stated in, or implied by, this document or its contents shall be considered or deemed a modification or amendment of such warranties.

### **Patent Notices for SolidWorks Standard, Premium, Educational, and Professional Products**

U.S. Patents 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,603,486; 6,611,725; 6,844,877; 6,898,560; 6,906,712; 7,079,990; 7,184,044; 7,477,262; 7,502,027; 7,558,705; 7,571,079; 7,590,497; 7,643,027; 7,672,822; 7,688,318; 7,694,238, and foreign patents, (e.g., EP 1,116,190 and JP 3,517,643). U.S. and foreign patents pending.

### **Trademarks and Other Notices for All SolidWorks Products**

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, PDMWorks, eDrawings, and the eDrawings logo are registered trademarks and FeatureManager is a jointly owned registered trademark of DS SolidWorks.

SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation, and SolidWorks 2010 are product names of DS SolidWorks.

CircuitWorks, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst, and XchangeWorks are trademarks of DS SolidWorks.

FeatureWorks is a registered trademark of Geometric Ltd.

Other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

#### **COMMERCIAL COMPUTER SOFTWARE - PROPRIETARY**

U.S. Government Restricted Rights. Use, duplication, or disclosure by the government is subject to restrictions as set forth in FAR 52.227-19 (Commercial Computer Software - Restricted Rights), DFARS 227.7202 (Commercial Computer Software and Commercial Computer Software Documentation), and in the license agreement, as applicable.

Contractor/Manufacturer:

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 USA

### **Copyright Notices for SolidWorks Standard, Premium, Educational, and Professional Products**

Portions of this software © 1990-2010 Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd.

Portions of this software © 1998-2010 Geometric Ltd.

Portions of this software © 1986-2010 mental images GmbH & Co. KG.

Portions of this software © 1996-2010 Microsoft Corporation. All rights reserved.

Portions of this software © 2000-2010 Tech Soft 3D.

Portions of this software © 1998-2010 3Dconnexion.

This software is based in part on the work of the Independent JPEG Group. All Rights Reserved.

Portions of this software incorporate PhysX™ by NVIDIA 2006-2010.

Portions of this software are copyrighted by and are the property of UGS Corp. © 2010.

Portions of this software © 2001 - 2010 Luxology, Inc. All Rights Reserved, Patents Pending.

Portions of this software © 2007 - 2010 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984-2010 Adobe Systems Inc. and its licensors. All rights reserved. Protected by U.S. Patents 5,929,866; 5,943,063; 6,289,364; 6,563,502; 6,639,593; 6,754,382; Patents Pending.

Adobe, the Adobe logo, Acrobat, the Adobe PDF logo, Distiller and Reader are registered trademarks or trademarks of Adobe Systems Inc. in the U.S. and other countries.

For more copyright information, in SolidWorks see **Help > About SolidWorks**.

Other portions of SolidWorks 2010 are licensed from DS SolidWorks licensors.

#### **Copyright Notices for SolidWorks Simulation**

Portions of this software © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System Integration, Inc. All rights reserved.

Portions of this product are distributed under license from DC Micro Development, Copyright © 1994-2005 DC Micro Development, Inc. All rights reserved.

## Zu diesem Kurs

Der Kurs *Einführung in Anwendungen der Bewegungsanalyse mit SolidWorks Motion* und das Begleitmaterial sollen Ihnen helfen, die Verwendung von SolidWorks Motion Simulation in einem schulischen Umfeld zu erlernen. Verfolgt wird dabei ein fähigkeitsbasierter Ansatz zum Erlernen der grundlegenden Konzepte der Kinematik und Dynamik von Starrkörpern.

## Online-Lehrbücher

Der Kurs *Einführung in Anwendungen der Bewegungsanalyse mit SolidWorks Motion* stellt eine Begleitdokumentation dar und wird durch die SolidWorks Motion Online-Lehrbücher ergänzt.

### Zugriff auf die Lehrbücher

Um die Online-Lehrbücher zu öffnen, klicken Sie auf **Hilfe, SolidWorks Lehrbücher, Alle SolidWorks Lehrbücher**. Neben dem SolidWorks Fenster wird ein zweites Fenster mit einer Liste der verfügbaren Lehrbücher eingeblendet. Wenn Sie den Cursor über die Verknüpfungen bewegen, wird unten im Fenster eine Abbildung des jeweiligen Lehrbuchs angezeigt. Klicken Sie auf die gewünschte Verknüpfung, um das entsprechende Lehrbuch zu öffnen.

### Konventionen

Stellen Sie die Bildschirmauflösung für eine optimale Anzeige der Lehrbücher auf 1280 x 1024 ein.

In den Lehrbüchern werden die folgenden Symbole angezeigt:

 Ruft den nächsten Bildschirm im Lehrbuch auf.

 Steht für eine Anmerkung oder einen Tipp. Hierbei handelt es sich nicht um eine Verknüpfung; die Informationen werden rechts neben dem Symbol angezeigt. Anmerkungen und Tipps bieten nützliche Hinweise und beschreiben zeitsparende Verfahren.



 Sie können auf die meisten Symbolleisten-Schaltflächen in den Lektionen klicken, um die entsprechende SolidWorks Schaltfläche einzublenden. Wenn Sie zum ersten Mal auf die Schaltfläche klicken, wird folgende ActiveX-Meldung eingeblendet: Ein ActiveX-Steuerelement auf dieser Seite ist möglicherweise für die Interaktion mit anderen Elementen der Seite nicht sicher. Möchten Sie die Interaktion zulassen? Dies ist eine Standardvorsichtsmaßnahme. Die ActiveX-Steuerelemente in den Online-Lehrbüchern haben keine negativen Auswirkungen auf Ihr System. Wenn Sie auf **Nein** klicken, werden die Scripts für dieses Thema deaktiviert. Klicken Sie auf **Ja**, um die Scripts auszuführen und die Schaltfläche einzublenden.

 Mit **Datei öffnen** und **Option festlegen** wird automatisch die Datei geöffnet bzw. die Option festgelegt.

 **Videobeispiel** zeigt ein Video zu diesem Schritt an.

 **Weitere Informationen über...** stellt eine Verbindung zu weiteren Informationen über ein Thema her. Obwohl diese Informationen zum Durcharbeiten des Lehrbuchs nicht erforderlich sind, bieten sie Zusatzdetails zum jeweiligen Thema.

 **Weshalb...** bildet eine Verknüpfung zu weiteren Informationen über einen Vorgang und die Gründe, weshalb eine bestimmte Methode gewählt wurde. Diese Informationen sind für das Durcharbeiten des Lehrbuchs nicht erforderlich.

### Drucken der Lehrbücher

Bei Bedarf können die Online-Lehrbücher gedruckt werden. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

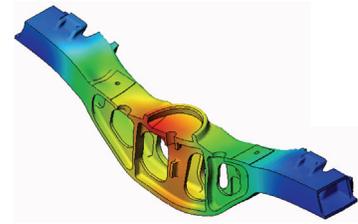
- 1 Klicken Sie auf der Lehrbuch-Navigationssymbolleiste auf **Anzeigen** . Dadurch wird das Inhaltsverzeichnis der Online-Lehrbücher angezeigt.
- 2 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Buch, das die zu druckende Lektion darstellt, und wählen Sie **Drucken** aus dem Kontextmenü. Das Dialogfeld **Hilfethemen drucken** wird angezeigt.
- 3 Wählen Sie **Das ausgewählte Hilfethema samt Unterthemen drucken**, und klicken Sie auf **OK**.
- 4 Wiederholen Sie diesen Vorgang für jede Lektion, die Sie drucken möchten.

### SolidWorks Simulation Produktreihe

---

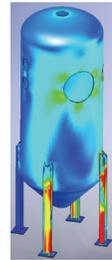
Dieser Kurs konzentriert sich auf die Einführung in die dynamische Analyse von Starrkörpern mit SolidWorks Motion Simulation. Die vollständige Produktreihe deckt jedoch noch weitere wichtige Analysebereiche ab. In den folgenden Abschnitten werden alle SolidWorks Simulation Pakete und Module kurz vorgestellt.

Mit statischen Studien können lineare Spannungsanalysen von Teilen und Baugruppen ausgeführt werden, die statischen Lasten ausgesetzt sind. Dieser Studientyp liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:  
 Hält das Teil den normalen Betriebslasten stand?  
 Ist das Modell überdimensioniert?  
 Kann der Sicherheitsfaktor durch Konstruktionsänderungen erhöht werden?



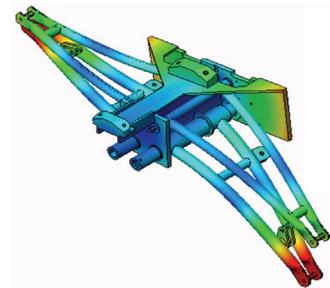
Mit Knickstudien kann die Leistung von dünnen Teilen unter Stauchung analysiert werden. Dieser Studientyp liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:

Die Standfüße des Kessels halten den Fließkräften stand. Sind sie jedoch auch stark genug ausgelegt, um bei einem Stabilitätsverlust nicht zu versagen?  
 Kann mit Änderungen an der Konstruktion die Stabilität der dünnen Komponenten in der Baugruppe sichergestellt werden?



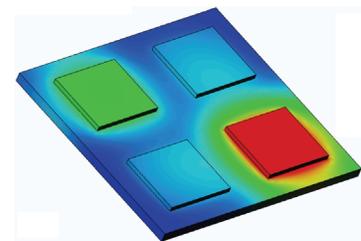
Mit Frequenzstudien können die Eigenschwingungen und –frequenzen analysiert werden. Eine solche Analyse ist nicht nur in der allgemeinen Konstruktion, sondern auch bei vielen statisch oder dynamisch belasteten Komponenten wichtig. Dieser Studientyp liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:

Schwingt das Teil unter den normalen Betriebslasten?  
 Eignen sich die Komponenten aufgrund ihrer Schwingungseigenschaften für die vorgesehene Anwendung?  
 Können die Schwingungseigenschaften durch Konstruktionsänderungen verbessert werden?



Mit thermischen Studien kann die Wärmeübertragung aufgrund von Leitung, Konvektion und Strahlung analysiert werden. Dieser Studientyp liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:

Haben die Temperaturänderungen Auswirkung auf das Modell?  
 Wie verhält sich das Modell in einer Betriebsumgebung mit Temperaturschwankungen?  
 Wie lange dauert es, bis das Modell abkühlt oder überhitzt?  
 Führen Temperaturänderungen zur einer Ausdehnung des Modells?  
 Führen die durch die Temperaturänderung verursachten Spannungen zum Versagen des Produkts? (Zur Beantwortung dieser Frage wird in der Regel eine Kombination aus statischen und thermischen Studien durchgeführt.)



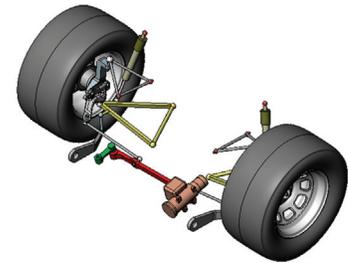
Mit Fallprüfungsstudien wird die Belastung von beweglichen Teilen oder Baugruppen beim Aufprall auf ein Hindernis analysiert. Dieser Studientyp liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:  
Was passiert, wenn das Produkt während des Transports nicht ordnungsgemäß behandelt oder fallen gelassen wird?  
Wie verhält sich das Produkt beim Aufprall auf einen harten Holzfußboden, einen Teppichboden oder einen Betonboden?



Optimierungsstudien werden verwendet, um die Ausgangskonstruktion auf der Grundlage ausgewählter Kriterien, wie z. B. maximale Spannung, Gewicht, optimale Frequenz usw., zu verbessern (optimieren). Dieser Studientyp liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:  
Kann die Form des Modells unter Beibehaltung des Entwurfsplans geändert werden?  
Kann die Konstruktion leichter, kleiner oder kostengünstiger gemacht werden, ohne dass sich dies auf die Leistungsfähigkeit auswirkt?



Mit Ermüdungsstudien kann die Beständigkeit von Teilen und Baugruppen analysiert werden, die über längere Zeiträume wiederholt belastet werden. Dieser Studientyp liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:  
Kann die Lebensdauer des Produkts genau bestimmt werden?  
Lässt sich die Lebensdauer des Produkts durch Änderungen an der aktuellen Konstruktion verlängern?



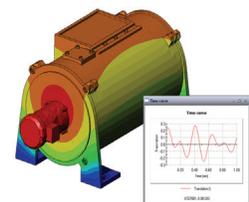
Hält das Modell Kraft- oder Temperaturschwankungen über längere Zeiträume stand?  
Können Konstruktionsänderungen zu einer Minimierung der durch Kraft- oder Temperaturschwankungen verursachten Schäden beitragen?

Mit nichtlinearen Studien kann die Spannung in Teilen oder Baugruppen analysiert werden, die extremen Belastungen und/oder großen Verformungen unterliegen. Dieser Studientyp liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:

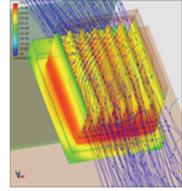


Funktionieren Teile aus Gummi (wie z. B. O-Ringe) wie erwartet unter der gegebenen Belastung?  
Kommt es unter den normalen Betriebsbedingungen zu einer übermäßigen Durchbiegung des Modells?

Mit dynamischen Studien werden Objekte analysiert, die zeitabhängigen Lasten unterliegen. Typische Beispiele dafür sind Fahrzeugkomponenten, die Stoßbeanspruchungen unterliegen, Turbinen, die Schwingungskräften unterliegen, Flugzeugkomponenten, die zufällig einwirkenden Kräften unterliegen, usw. Sowohl lineare (kleine strukturelle Verformungen, Grundmaterialmodelle) als auch nichtlineare Analysen (große strukturelle Verformungen, extreme Belastungen und erweiterte Modelle) stehen hier zur Verfügung. Dieser Studientyp liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:  
Halten die Aufhängungen der Stoßbeanspruchung stand, wenn das Fahrzeug durch ein großes Schlagloch in der Straße fährt? Wie groß ist die Verformung unter diesen Umständen?



Mit Flow Simulation können das Verhalten und die Auswirkung von Fluids analysiert werden, die um oder in Teilen und Baugruppen strömen. Darüberhinaus wird auch die Wärmeübertragung in Fluids und Feststoffen berücksichtigt. Die Druck- und Temperaturergebnisse können anschließend in SolidWorks Simulation Studien übertragen werden, um die Spannungsanalyse durchzuführen. Dieses Modul liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:



Ist die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids zu hoch und führt dies zu Problemen in der Konstruktion?

Ist das Fluid zu warm oder zu kalt?

Ist die Wärmeübertragung im Produkt effizient? Kann sie verbessert werden?

Wie effektiv ist die Konstruktion gegenüber einem durch das System strömenden Fluids?

Mit dem Modul für Verbundstoffe können Strukturen aus Schichtverbundstoffen simuliert werden.

Dieses Modul liefert z. B. Antworten auf folgende typische Fragen:

Versagt das Verbundstoffmodell unter der gegebenen Belastung?

Kann die Struktur mithilfe von Verbundstoffmaterialien

leichter gemacht werden, ohne dass dadurch die Festigkeit und Sicherheit beeinträchtigt werden?

Lösen sich die Schichten des Schichtverbunds auf?





# Grundlegende Funktionen von SolidWorks Motion

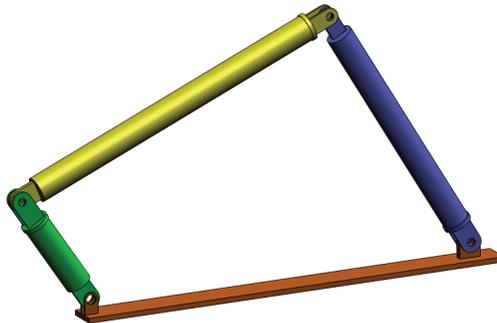
---

## Aktive Lernübung – Bewegungsanalyse eines 4-gliedrigen Mechanismus

---

Verwenden Sie SolidWorks Motion Simulation zur Durchführung einer Bewegungsanalyse der unten abgebildeten Baugruppe 4Bar .SLDASM. Das grüne Glied wird mit einem Drehwinkel von  $45^\circ$  pro Sekunde im Uhrzeigersinn bewegt. Anhand dieses Wertes lassen sich Winkelgeschwindigkeit und -beschleunigung der anderen Glieder als Funktion der Zeit berechnen. Darüber hinaus wird das Drehmoment zur Einleitung dieser Bewegung berechnet (Thema für die Unterrichtsdiskussion).

Die schrittweise Anleitung ist nachfolgend beschrieben.



### Öffnen des Dokuments 4Bar.SLDASM

- 1 Klicken Sie auf **Datei, Öffnen**. Navigieren Sie im Dialogfeld Öffnen zur Baugruppe 4Bar .SLDASM, die sich im entsprechenden Unterordner des Ordners SolidWorks Curriculum\_and\_Courseware\_2009 befindet, und klicken Sie auf **Öffnen** (oder doppelklicken Sie auf das Teil).

### Überprüfen der SolidWorks Motion Zusatzanwendung

Stellen Sie sicher, dass die SolidWorks Motion Zusatzanwendung aktiviert ist.

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

- 1 Klicken Sie auf **Extras, Zusatzanwendungen**. Das Dialogfeld **Zusatzanwendungen** wird angezeigt.
- 2 Stellen Sie sicher, dass die Kontrollkästchen neben SolidWorks Motion aktiviert sind.
- 3 Klicken Sie auf **OK**.

## Überprüfen der SolidWorks Motion Zusatzanwendung

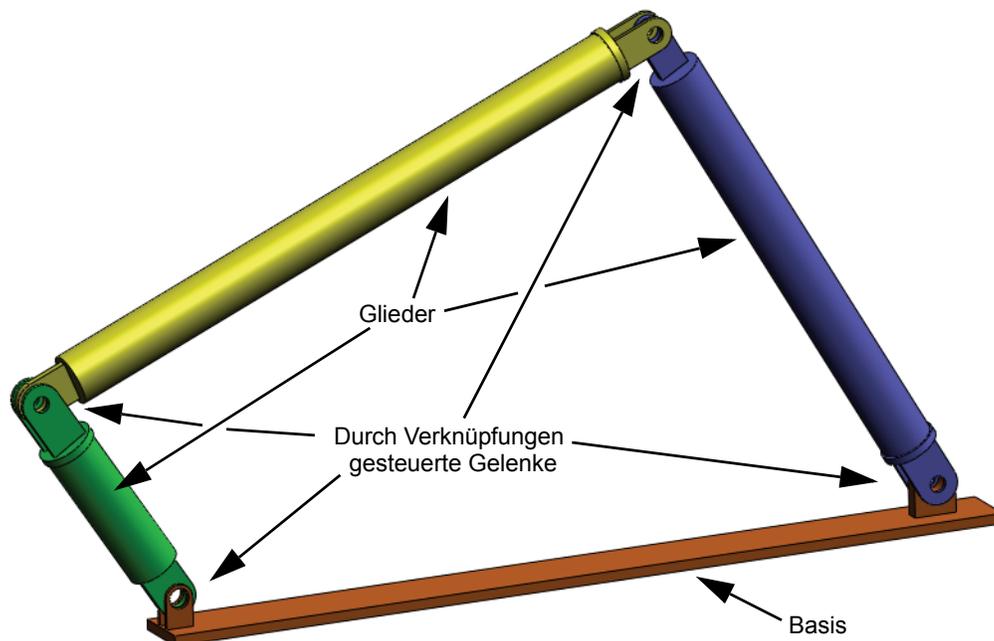
Stellen Sie sicher, dass die SolidWorks Motion Zusatzanwendung aktiviert ist.

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

- 1 Klicken Sie auf **Extras, Zusatzanwendungen**. Das Dialogfeld **Zusatzanwendungen** wird angezeigt.
- 2 Stellen Sie sicher, dass die Kontrollkästchen neben SolidWorks Motion aktiviert sind.
- 3 Klicken Sie auf **OK**.

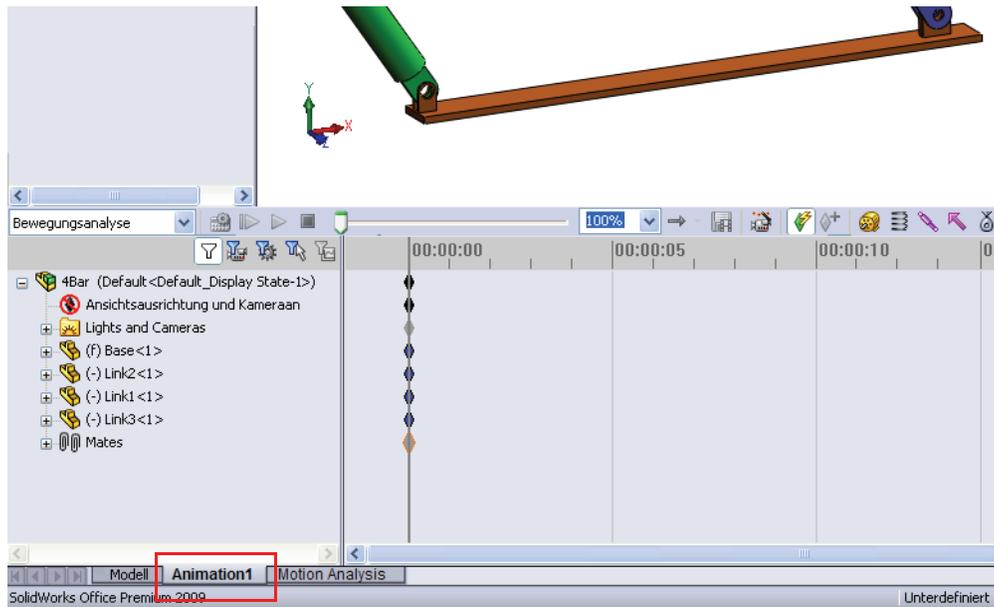
## Modellbeschreibung

Das hier untersuchte Modell repräsentiert einen typischen 4-gliedrigen Mechanismus (eine kinematische Kette aus 4 Gliedern und 4 Gelenken). Das Basisteil ist fixiert und kann nicht bewegt werden. Es verharrt in horizontaler Lage und ist in der Praxis an der Unterlage (einem Gestell) befestigt. Die drei anderen Glieder sind miteinander und mit dem Basisteil durch Stifte verbunden. Die Glieder können sich innerhalb ein und derselben Ebene um die Stifte drehen. Bewegungen außerhalb der Ebene werden verhindert. Bei der Modellierung des Mechanismus in SolidWorks werden Verknüpfungen erzeugt, die dazu dienen, die Bauteile zu positionieren. SolidWorks Motion wandelt diese Verknüpfungen automatisch in interne Gelenke um. Jede Verknüpfung zeichnet sich durch mehrere Freiheitsgrade aus. Eine konzentrische Verknüpfung beispielsweise hat nur zwei Freiheitsgrade (Translation und Drehung um die eigene Achse). Ausführlichere Informationen zu Verknüpfungen und ihren Freiheitsgraden finden Sie in der Online-Hilfe zu SolidWorks Motion Simulation.



## Wechseln zum SolidWorks Motion Manager

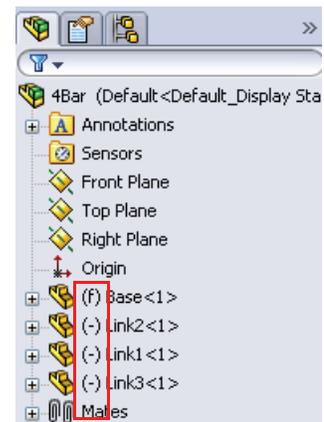
Wechseln Sie zu SolidWorks Motion, indem Sie unten links auf die Registerkarte Bewegungssimulation1 klicken.



SolidWorks Motion basiert auf SolidWorks Animator, so dass der SolidWorks Motion Manager in Funktionsweise und Aussehen sehr SolidWorks Animator ähnelt.

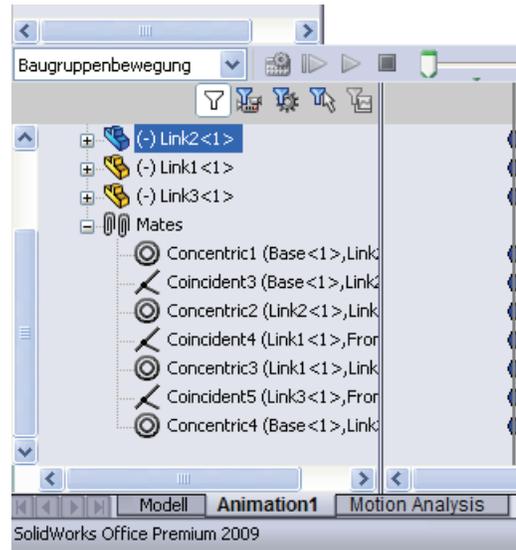
## Fixierte und bewegliche Komponenten

Fixierte und bewegliche Komponenten in SolidWorks Motion werden anhand ihres Status im SolidWorks Modell (**Fixieren/ Fixierung aufheben**) definiert. In diesem Fall ist die Komponente Base (Basis) fixiert, während die anderen drei Glieder frei beweglich sind.



## Automatische Erstellung von internen Gelenken aus SolidWorks Baugruppenverknüpfungen

Die Bewegung des Mechanismus wird vollständig durch die SolidWorks Verknüpfungen definiert.



### Festlegen des Antriebs

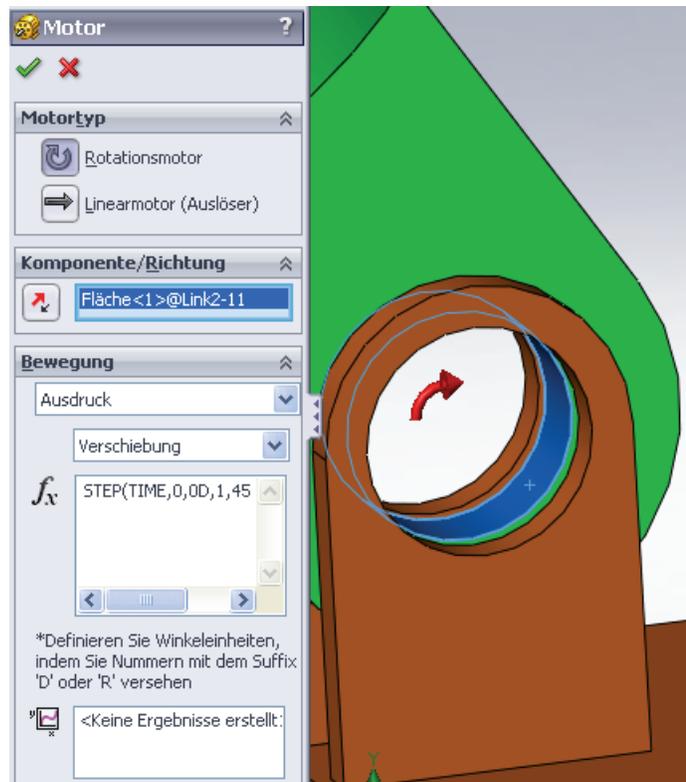
Im nächsten Schritt wird für eines der Glieder eine Bewegung definiert. In diesem Beispiel soll die Komponente `Link2` (Glieder) um  $45^\circ$  im Uhrzeigersinn um die Komponente `Base` (Basis) gedreht werden. Dazu wird auf `Link2` (Glieder) im Bereich der konzentrischen Verknüpfung, die die Stiftverbindung mit der Komponente `Base` (Basis) simuliert, eine Drehbewegung angewendet. Um sicherzustellen, dass `Link2` innerhalb einer Sekunde gleichmäßig um  $45^\circ$  gedreht wird, wird eine Schrittfunction verwendet.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Symbol **Motor** , um das Dialogfeld **Motor** zu öffnen.

Klicken Sie unter **Motortyp** auf **Rotationsmotor**.

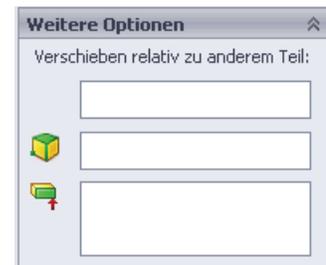
Wählen Sie unter **Komponente/Richtung** die zylindrische Fläche der Komponente **Link2** aus, die über eine Stiftverbindung mit der Komponente **Base** verknüpft ist (siehe Abbildung). Der Mittelpunkt der ausgewählten zylindrischen Fläche bestimmt außerdem die Standardposition des Motors.

Klicken Sie unter **Bewegung** auf **Ausdruck**, **Verschiebung**, und geben Sie die folgende Funktion ein: **STEP(TIME,0,0D,1,45D)**.



Die letzten drei Felder unter **Weitere Optionen** werden verwendet, um die Standardmotorposition zu ändern, die Bewegung in Bezug auf eine andere bewegliche Komponente festzulegen und die lasttragenden Flächen für die SolidWorks Simulation Spannungsanalyse zu definieren.

Da die Komponente **Link2** in Bezug auf die fixierte Komponente **Base** verschoben werden soll, wird das erste Feld **Verschieben relativ zu anderem Teil:** leer gelassen.



Da die Standardposition des Motors, die durch die unter **Komponente/Richtung** angegebene zylindrische Fläche, definiert wird, korrekt ist, bleibt auch das Feld **Motorposition** unter **Weitere Optionen** leer.

Klicken Sie auf **OK**, um das Dialogfeld **Motor** zu schließen.

## Art der Bewegungsanalyse

SolidWorks bietet drei Arten der Baugruppenbewegungssimulation:

- 1 Bei der **Bewegungssimulation** handelt es sich um eine einfache Bewegungssimulation, bei der die Trägheitseigenschaften, Kontaktbedingungen, Kräfte usw. der Komponenten nicht berücksichtigt werden. Diese Art der Simulation eignet sich z. B. zur Überprüfung, dass die richtigen Verknüpfungen verwendet werden.
- 2 Die Option **Basisbewegung** ist realitätsnaher, da z. B. die Trägheitseigenschaften der Komponenten berücksichtigt werden. Extern aufgebrachte Kräfte werden jedoch nicht erkannt.

- 3 **Bewegungsanalyse** ist das fortschrittlichste und umfangreichste Werkzeug zur Bewegungsanalyse und berücksichtigt alle erforderlichen Analyse-Features, wie z. B. Trägheitseigenschaften, externe Kräfte, Kontaktbedingungen, Verknüpfungsreibung usw.

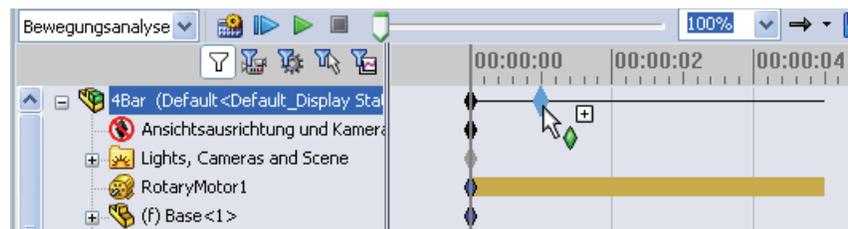
Klicken Sie links im SolidWorks Motion Manager unter **Studientyp** auf **Bewegungsanalyse**.



### Simulationsdauer

Die Dauer der Bewegungssimulation wird durch den obersten Zeitrahmen im SolidWorks Motion Manager gesteuert. Da SolidWorks Motion die Standardanalysedauer auf fünf Sekunden festlegt, muss dieser Wert geändert werden.

Verschieben Sie im obersten Zeitrahmen die Markierung für die Endzeit von fünf Sekunden auf eine Sekunde.



### Ausführen der Simulation

Klicken Sie im SolidWorks Motion Manager auf das Symbol **Berechnen** .

Die Bewegungssimulation wird während der Berechnung angezeigt.

### Visualisieren der Ergebnisse

Erstellen Sie zunächst eine Darstellung der Winkelgeschwindigkeit und -beschleunigung für Link1 (Glied1).

Klicken Sie auf das Symbol **Ergebnisse und Darstellungen** , um das Dialogfeld **Ergebnisse** zu öffnen.

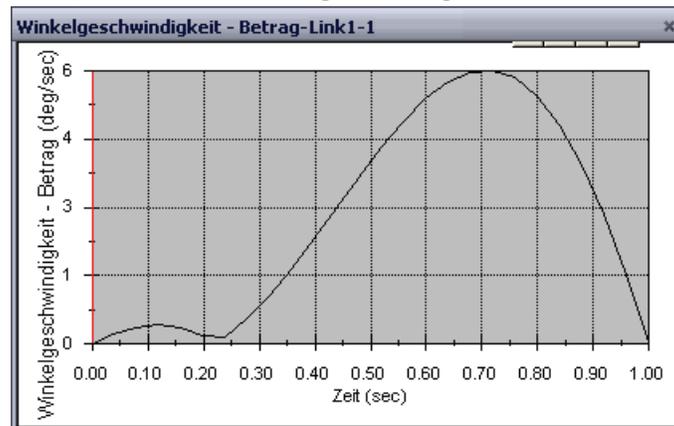
Wählen Sie unter **Ergebnis** die Optionen **Verschiebung/ Geschwindigkeit/ Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit** und **Magnitudo** aus.

Wählen Sie außerdem unter **Ergebnisse** die Komponente **Link1** (Glieder1) aus. (Nach Auswahl einer Verknüpfung oder eines Teils wird in SolidWorks Motion das Standardkoordinatensystem für die Ausgabe der Ergebnisse angezeigt.)

Mit dem Feld **Komponente zur Definition der XYZ-Richtungen (optional)** können die

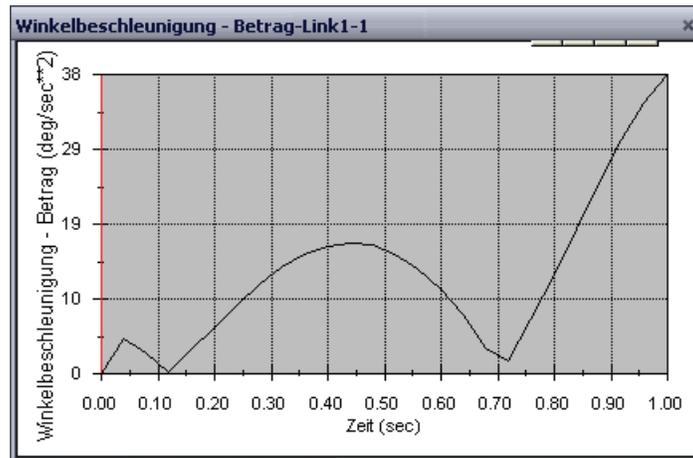
Darstellungsergebnisse auf ein lokales Koordinatensystem einer anderen beweglichen Komponente bezogen werden. Um die Ergebnisse in dem in der Abbildung gezeigten Standardkoordinatensystem darzustellen, lassen Sie dieses Feld leer.

Klicken Sie auf **OK**, um die Darstellung anzuzeigen.



Die Darstellung oben zeigt die Winkelgeschwindigkeit am Massenmittelpunkt von **Link1** in Abhängigkeit zur Zeit.

Wiederholen Sie das vorherige Verfahren, um eine Darstellung der **Größe** der **Winkelbeschleunigung** am Massenmittelpunkt von Link1 zu erstellen.



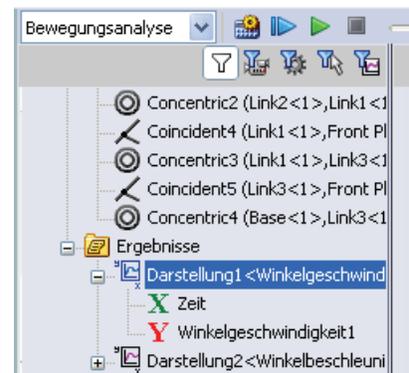
Im Ergebnis betragen die maximale Winkelgeschwindigkeit und die maximale Winkelbeschleunigung 6 Grad/Sek. bzw. 38 Grad/Sek.^2.

Erstellen Sie gleichermaßen die Darstellungen der Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung am Massenmittelpunkt für Link2 und Link3.

### Speichern und Bearbeiten der Ergebnisdarstellungen

Die erstellten Ergebnisdarstellungs-Features werden im neu erstellten Ordner **Ergebnisse** unten im SolidWorks Motion Manager gespeichert.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf ein Darstellungs-Feature, um die Darstellung ein- oder auszublenden oder die Einstellungen zu bearbeiten.



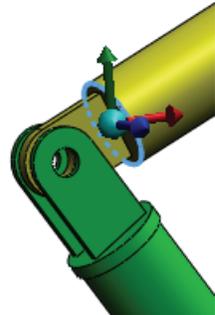
### Erstellen einer Spurkurve

Mit SolidWorks Motion ist es möglich, die Bahn eines beliebigen Körperpunktes eines beliebigen beweglichen Teiles nachzuverfolgen und grafisch darzustellen. Diese Bahn wird als Spurkurve bezeichnet. Sie können eine Spurkurve in Bezug auf ein fixiertes Teil oder in Bezug auf eine bewegliche Komponente in der Baugruppe erstellen. Im Folgenden soll eine Spurkurve für einen Punkt auf der Komponente Link1 erstellt werden.

Klicken Sie zu Erstellung einer Spurkurve mit der rechten Maustaste auf das Symbol **Ergebnisse und Darstellungen**.

Wählen Sie im Dialogfeld **Ergebnisse** die Optionen **Verschiebung/ Geschwindigkeit/ Beschleunigung** und **Bahn verfolgen** aus.

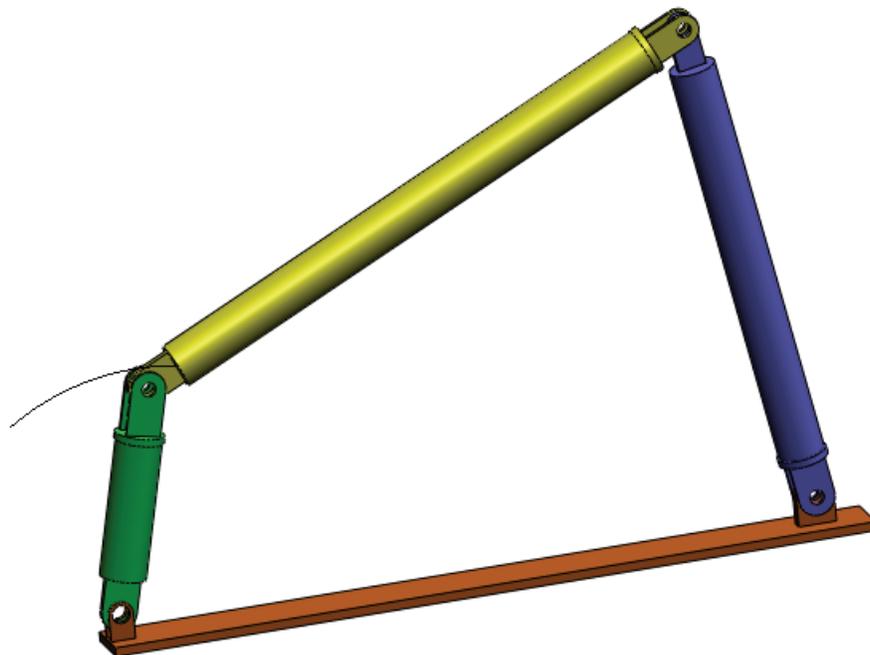
Wählen Sie im ersten Auswahlfeld die runde Kante von **Link1** aus, um den Mittelpunkt des Kreises zu definieren. Der Punkt wird grafisch im Koordinatensystem dargestellt.



Die Spurkurve wird standardmäßig mit Bezug auf die fixierte Komponente **Ground** angezeigt. Um die Spurkurve in Bezug auf die andere bewegliche Komponente darzustellen, muss diese Referenzkomponente im gleichen Auswahlfeld als zweite Komponente ausgewählt werden.

Klicken Sie auf **OK**, um das Dialogfeld **Ergebnisse** zu schließen.

Klicken Sie auf das Symbol **Berechnen**, um die Spurkurve grafisch darzustellen.



Damit ist die erste SolidWorks Motion Simulation fertig gestellt.

## 5-minütiger Test

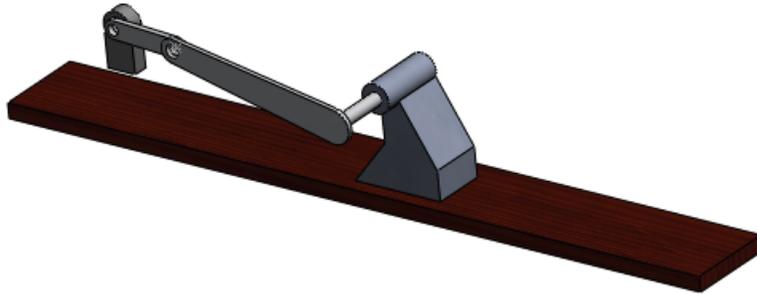
---

1. Wie starten Sie eine SolidWorks Motion Sitzung?
2. Wie wird die SolidWorks Motion Zusatzanwendung aktiviert?
3. Welche Arten der Bewegungsanalyse sind in SolidWorks verfügbar?
4. Was ist in diesem Zusammenhang unter Analyse zu verstehen?
5. Warum ist diese Analyse wichtig?
6. Was wird bei einer SolidWorks Motion Analyse berechnet?
7. Setzt SolidWorks Motion starre oder elastische Teile voraus?
8. Warum ist die Bewegungsanalyse wichtig?
9. Welche wesentlichen Schritte zeichnen eine Bewegungsanalyse aus?
10. Was ist unter einer Spurkurve zu verstehen?
11. Werden SolidWorks Verknüpfungen im SolidWorks Motion Modell verwendet?

## Projekt – Schubkurbel

---

In diesem Projekt soll demonstriert werden, wie sich mit SolidWorks Motion eine Schubkurbel simulieren lässt und wie die Geschwindigkeit und Beschleunigung für den Schwerpunkt des schwingenden Schiebers berechnet werden können.



### Aufgaben

- 1 Öffnen Sie die Baugruppe `SliderCrank.sldasm`, die sich im entsprechenden Unterordner des Ordners `SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2009` befindet, und klicken Sie auf **Öffnen** (oder doppelklicken Sie auf das Teil).
- 2 Überprüfen Sie die fixierten und beweglichen Teile in der Baugruppe.
- 3 Wenden Sie auf die Komponente `Crank` eine gleichmäßige Geschwindigkeit von **360 Grad/Sek.** an. Stellen Sie sicher, dass die Bewegung an der Stiftposition zwischen `BasePart` und `Crank` angegeben wird. (Sie können den Wert **360 Grad/Sek.** direkt im Feld **Motorgeschwindigkeit** eingeben. SolidWorks Motion wandelt dann den Wert in Umdrehungen pro Minute um.)
- 4 Führen Sie die SolidWorks Motion Simulation mit einer Dauer von fünf Sekunden aus.
- 5 Ermitteln Sie die Geschwindigkeit und Beschleunigung für die Komponente `MovingPart`.

## Arbeitsblatt „Begriffe“

---

Name \_\_\_\_\_ Kurs: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

*Anleitung: Tragen Sie an den entsprechenden Leerstellen die richtigen Antworten ein.*

1. Bezeichnung für die Reihenfolge, die sich aus dem Erstellen eines Modells in SolidWorks, dem Fertigen eines Prototyps und dem Testen des Prototyps ergibt:
  
2. Das von SolidWorks Motion zur Bewegungsanalyse verwendete Verfahren:
  
3. Element, das zwei Bauteile verbindet und die Relativbewegung zwischen den beiden Teilen bestimmt:
  
4. Wie viele Freiheitsgrade besitzt ein ungebundener Körper? :
  
5. Wie viele Freiheitsgrade besitzt eine konzentrische Verknüpfung? :
  
6. Wie viele Freiheitsgrade besitzt ein fixiertes Teil? :
  
7. Eine Bahn oder Trajektorie, die jeder Körperpunkt eines sich bewegenden Teils nachvollzieht:
  
8. Welche Form hat die Spurkurve eines schwingenden Zylinders mit dem Bezugssystem Ground? :
  
9. Auf eine konzentrische Verknüpfung anwendbare Bewegungstypen:
  
10. In SolidWorks Motion kann die Bewegung von Zahnrädern simuliert werden durch:
  
11. Mechanismus, der zur Umwandlung einer Drehbewegung in eine lineare Schwingbewegung verwendet wird:
  
12. Verhältnis zwischen dem vom Abtriebsglied ausgeübten Drehmoment und dem zum Antrieb benötigten Drehmoment:

## Quiz

---

Name: \_\_\_\_\_ Kurs: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Anleitung: Beantworten Sie jede Frage, indem Sie die richtige(n) Antwort(en) in den freien Platz im Anschluss an die Frage eintragen.

1. Wie wechseln Sie zwischen dem SolidWorks Motion Manager und dem FeatureManager von SolidWorks?
2. Welche Arten der Bewegungsanalyse lassen sich mit SolidWorks Motion durchführen?
3. Wie werden in SolidWorks Motion automatisch interne Gelenke erstellt?
4. Wie wenden Sie auf eine Teilverknüpfung Bewegung an?
5. Wie sollte einem Teil eine gleichmäßige Drehbewegung innerhalb eines gegebenen Zeitintervalls zugewiesen werden?
6. Wie viele Freiheitsgrade besitzt eine deckungsgleiche Punkt-zu-Punkt-Verknüpfung?
7. Was ist unter einer Spurkurve zu verstehen?
8. Nennen Sie eine Anwendung für die Spurkurve.

