

SolidWorks® 2011

Praktische Einführung in SolidWorks Simulation

Unternehmenssitz
Dassault Systèmes SolidWorks Corp.
300 Baker Avenue
Concord, MA 01742 USA
Telefon: +1-978-371-5011
E-Mail: info@solidworks.com

Hauptsitz Europa
Telefon: +33-(0)4-13-10-80-20
E-Mail: infoeurope@solidworks.com

Niederlassung Deutschland
Telefon: +49-(0)89-612-956-0
E-Mail: infogermany@solidworks.com

© 1995-2009, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, ein Unternehmen der Dassault Systèmes S.A.-Gruppe, 300 Baker Avenue Concord, Massachusetts 01742, USA. Alle Rechte vorbehalten.

Die Informationen in diesem Dokument sowie die behandelte Software können ohne Ankündigung geändert werden und stellen keine Verpflichtungen seitens Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks) dar.

Es ist untersagt, Material ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von DS SolidWorks in irgendeiner Form oder auf irgendeine Weise, elektronisch oder mechanisch, für welchen Zweck auch immer, zu vervielfältigen oder zu übertragen.

Die in diesem Dokument behandelte Software wird unter einer Lizenz ausgeliefert und darf nur in Übereinstimmung mit den Lizenzbestimmungen verwendet und kopiert werden. Alle Gewährleistungen, die von DS SolidWorks in Bezug auf die Software und Dokumentation übernommen werden, sind im SolidWorks Corporation Lizenz- und Subskriptionsdienst-Vertrag festgelegt, und nichts, was in diesem Dokument aufgeführt oder durch dieses Dokument impliziert ist, darf als Modifizierung oder Änderung dieser Gewährleistungen betrachtet werden.

Patenthinweise in Bezug auf die Produkte SolidWorks Standard, SolidWorks Premium und SolidWorks Professional.

US-amerikanische Patente 5.815.154, 6.219.049, 6.219.055, 6.603.486, 6.611.725 und 6.844.977 sowie bestimmte Patente anderer Länder, einschließlich EP 1.116.190 und JP 3.517.643. (US-amerikanische Patente und Patente anderer Länder angemeldet, z.B. EP 1.116.190 und JP 3.517.643). Weitere US-amerikanische Patente und Patente anderer Länder angemeldet.

Marken und andere Hinweise in Bezug auf alle SolidWorks-Produkte.

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, PDMWorks, eDrawings sowie das eDrawings-Logo sind eingetragene Marken und FeatureManager ist eine eingetragene Gemeinschaftsmarke von DS SolidWorks. SolidWorks Enterprise PDM SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation und SolidWorks 2010 sind Produktnamen von DS SolidWorks.

CircuitWorks, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst und XchangeWorks sind Marken von DS SolidWorks. FeatureWorks ist eine eingetragene Marke der Geometric Ltd. Andere Waren- oder Produktbezeichnungen sind Marken der jeweiligen Eigentümer.

KOMMERZIELLE COMPUTER-SOFTWARE – EIGENTUMSRECHTE

Eingeschränkte Rechte der US-Regierung. Die Verwendung, Duplizierung oder Veröffentlichung durch die US-Regierung unterliegt den Beschränkungen gemäß der Definition in FAR 52.227-19 (Commercial Computer Software - Restricted Rights), DFARS 227.7202 (Commercial Computer Software and Commercial Computer Software Documentation) und im Lizenzabkommen, wie zutreffend.

Lieferant/Hersteller:

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

Copyright-Hinweise in Bezug auf die Produkte SolidWorks Standard, SolidWorks Premium und SolidWorks Professional.

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt für Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd., © 1990-2009.

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt für Geometric Ltd., © 1998-2009.

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt für die mental images GmbH & Co. KG, © 1986-2009.

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt für Microsoft Corporation, © 1996-2009. Alle Rechte vorbehalten.

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt für Tech Soft 3D, © 2000-2009.

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt für 3Dconnexion, © 1998-2008.

Diese Software stützt sich teilweise auf die Arbeit der unabhängigen JPEG-Gruppe (Independent JPEG group). Alle Rechte vorbehalten. In einigen Teilen dieser Software ist PhyX™ von NVIDIA (2006-2009) integriert.

Teile dieser Software sind durch Unigraphics urheberrechtlich geschützt sowie das Eigentum der UGS Corp., © 2009.

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt für Luxology, Inc., © 2001 – 2009. Alle Rechte vorbehalten, Patente angemeldet.

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt für DriveWorks Ltd., © 2007 – 2009.

Urheberrechtlich geschützt für Adobe Systems und seine Lizenzgeber, Copyright 1984 – 2009. Alle Rechte vorbehalten. Geschützt durch US-Patente 5.929.866, 5.943.063, 6.289.364, 6.639.593 und 6.743.382; Patente angemeldet. Adobe, das Adobe-Logo, Acrobat, das Adobe PDF-Logo, Distiller und Reader sind Marken der Adobe Systems Inc., die zum Teil in den USA und anderen Ländern auch eingetragen sind.

Weitere Copyright-Informationen sind in SolidWorks unter **Hilfe, SolidWorks Info** zu finden.

Andere Teile der SolidWorks 2010-Software werden unter Lizenz von DS SolidWorks-Lizengebern verwendet.

Copyright-Hinweise in Bezug auf SolidWorks Simulation.

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt für Solversoft Corporation, © 2008.

PCGLSS ist urheberrechtlich geschützt für Computational Application and Systems Integration, Inc., © 1992 – 2007. Alle Rechte vorbehalten.

Teile dieses Produkts werden unter der Lizenz von DC Micro Development vertrieben und sind urheberrechtlich geschützt für DC Micro Development, © 1994 – 2005. Alle Rechte vorbehalten.

Einführung.....	3
SeaBotix LBV150	4
Benutzeroberfläche.....	6
Menüleisten-Symbolleiste.....	6
Menüleistenmenü	6
Dropdown-Menü / kontextbezogene Symbolleiste.....	7
Tastenkombinationen	7
FeatureManager	7
SolidWorks Simulation – Registerkarte „CommandManager“	7
Maustasten	8
System-Feedback	8
SolidWorks-Hilfe	8
SolidWorks Simulation-Hilfe	9
SolidWorks Lehrbücher und SolidWorks Simulation Lehrbücher	10
SolidWorks und SolidWorks Simulation	12
Gehäuse analysieren	13
Start einer SolidWorks Sitzung.....	14
Erstellen einer statischen Analysestudie	17
Zuweisen von Materialien in SolidWorks Simulation	19
Auswählen von Teilen und Anwenden von Material in SolidWorks Simulation	20
Anwenden von Einspannungen	21
Anwenden einer Einspannung	22
Anwenden von Lasten	24
Anwenden einer Drucklast.....	25
Erstellen einer Vernetzung und Durchführen der Analyse.....	28
Erstellen einer kompatiblen Vernetzung.....	29
Erstellen einer Vernetzung.....	30
Anzeigen der Ergebnisse	32
Erstellen einer SolidWorks eDrawings-Datei	40
Erstellen eines Berichts	44
Erstellen eines statischen Studienberichts	45
Analyse 2 – Statische Studie 2	47
Erstellen von Analyse 2 – Statische Studie 2.....	48
SolidWorks Simulation – Fazit	56
SolidWorks Simulation Professional.....	58
Trenderfassungsanalyse.....	59
Thermische Analyse	68
Erstellen einer thermischen Analysestudie	69
Anwenden des Endkappenmaterials	70
Bedingungen für thermische Lasten und Beschränkungen	71
Anwenden einer thermischen Last.....	72
Anwenden von Konvektion	73
Erstellen einer Vernetzung und Durchführen der Analyse	75
Anwenden des Sondierungswerkzeugs.....	77
Ändern der Konstruktion.....	78
Erstellen der zweiten Analyse.....	79
Falltestsimulation	83
Erstellen einer Fallteststudie	84
Vernetzen des Modells.....	86

Durchführen der Analyse	87
Bewegungssimulation der Darstellung	89
Optimierungsanalyse	92
Erstellen einer Optimierungsanalyse	93
Ermüdungsanalyse.....	101
Erstellen einer Ermüdungsanalyse	102
Anwenden von Material.....	103
Hinzufügen einer Einspannung.....	104
Aufbringen einer Kraft.....	106
Vernetzen und Durchführen der Simulation	107
Durchführen einer Ermüdungsprüfungsdarstellung.....	108
Erstellen einer neuen Materialermüdungsstudie	109
Anwenden eines Lastfaktors	112
SolidWorks Simulation Professional – Fazit.....	113
SolidWorks Flow Simulation	115
Beginn einer SolidWorks Flow Simulation-Sitzung.....	116
Anwenden von Strömungstrajektorien	127
SolidWorks Flow Simulation	132
SolidWorks Motion	134
Start einer SolidWorks Motion Sitzung.....	135
Anwenden einer Bewegung auf eine Komponente	137
Anwenden von linearer Bewegung	138
Anwenden von Kräften.....	140
Anwenden von Kraft auf die Greiferfinger.....	141
SolidWorks Motion – Fazit	147

Praktische Einführung

Dieses Handbuch gibt Ihnen eine praktische Einführung in die Funktionen der SolidWorks® Simulation-Produkte, einschließlich:

- SolidWorks® Simulation
- SolidWorks® Simulation Professional
- SolidWorks® Flow Simulation
- SolidWorks® Motion

Einführung

Durch die praktische Einführung in SolidWorks® Simulation werden Sie mit den Fähigkeiten und Vorteilen der Analysensoftware SolidWorks® Simulation vertraut und lernen, wie von Ihrem PC aus leistungsstarke Analysen durchgeführt werden können. Nur durch SolidWorks Simulation-Validierung kann eine nahtlose Integration mit SolidWorks® 3D CAD-Software vorgenommen werden, wodurch Sie dann den Vorteil der mühelos zu handhabenden Windows®-Benutzeroberfläche haben.

Lassen Sie sich zeigen, wie Sie SolidWorks Simulations dazu verwenden können, eine Spannungsanalyse Ihrer Konstruktion durchzuführen. Auch können Sie SolidWorks® Simulation Professional einsetzen, um Spannungs-, Wärme-, Optimierungs- und Materialermüdungsanalysen vorzunehmen. Ferner kann SolidWorks® Motion verwendet werden, um Bewegungssimulationen durchzuführen, und SolidWorks® Flow Simulation, um die Strömungssimulation an Ihren Konstruktionen vorzunehmen.

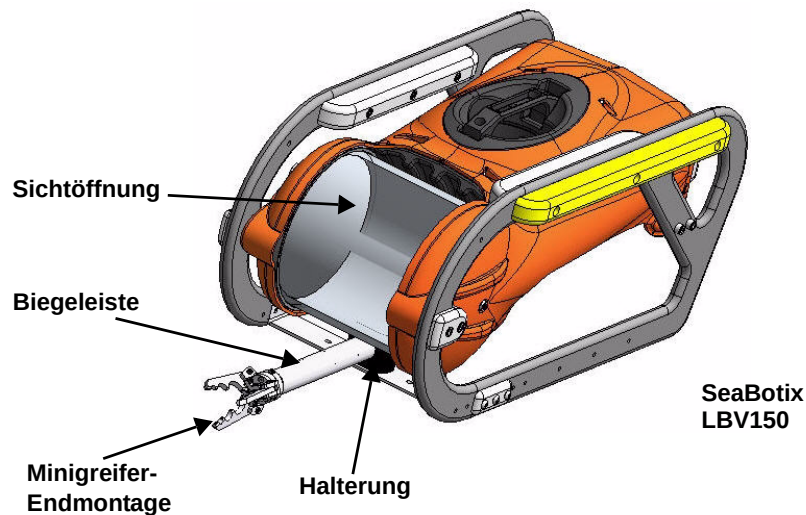
SeaBotix LBV150

Im Laufe dieser praxisbezogenen Übung werden Sie einige Teile und Baugruppen analysieren, die Komponenten der unten abgebildeten Baugruppe SeaBotix LBV150 sind.

SeaBotix, Inc. hat das „Little Benthic Vehicle“, das erste preisgünstige und voll funktionsfähige ferngesteuerte Unterwasserfahrzeug, in Leichtbauweise konstruiert, gefertigt und auf den Markt gebracht. Um dieses bahnbrechende Produkt einem breiteren Publikum zugänglich zu machen, waren moderne 3D-Konstruktions- und –Analysewerkzeuge erforderlich. Auf diese Weise konnten die Produktentwickler die Konstruktionszyklen verkürzen, innovative Technologien validieren und organische Formen und Oberflächen verwenden.

Das Unternehmen hat sich beim Projekt „Little Benthic Vehicle“ für SolidWorks entschieden, da die Software benutzerfreundlich ist, die Modellierung von organischen Formen und Oberflächen ermöglicht, über SolidWorks® eDrawings® Funktionen zum Austausch von Konstruktionsdaten bietet und nahtlos in die Analyse-Software SolidWorks® Simulation integriert ist.

Das Unterwasserfahrzeug kann in einer Tiefe von bis zu 1.500 Metern eingesetzt werden. Mit einem Gewicht von weniger als 11 kg stellt das SeaBotix Unterwasserfahrzeug einen Durchbruch in der Konstruktion von Unterwassergeräten mit Halteseilen dar.



Sie werden Ihre erste praktische Erfahrung mit der mühelos zu verwendenden Analysesoftware SolidWorks® Simulation bei folgenden Baugruppen erhalten:

1. SeaBotix LBV150-Baugruppe
2. Gehäusebaugruppe
3. Minigreifer-Baugruppe
4. Endkappenteil
5. 3-Finger-Greifer

Heute werden Sie sich mit den verschiedenen SolidWorks Simulation-Produkten beschäftigen:

- **SolidWorks® Simulation** – die statische Analyseanwendung, durch die die Spannungen in der Gehäuse-Baugruppe und im Endkappenteil festgestellt werden.
- **SolidWorks® Simulation Professional** – die statische, thermische Fallprüfungs- und Optimierungs-Analyseanwendung, durch die die Konstruktion der Gehäusebaugruppe, der Endkappen sowie des 3-Finger-Greifers validiert wird.
- **SolidWorks® Motion** – die Starrkörperbewegungs-Analyseanwendung, durch die die mechanische Funktionsweise der motorisierten MiniGrab-Baugruppe und der dadurch generierten physikalischen Kräfte simuliert werden.
- **SolidWorks® Flow Simulation** – die Strömungssimulation, durch die Sie Einblicke in die SeaBotix LBV150-Baugruppe gewinnen können, und zwar in Bezug auf das Strömungsverhalten und die Kräfte, die sich auf das eingetauchte Modell auswirken.

Benutzeroberfläche

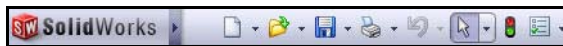
Als erstes fällt Ihnen wahrscheinlich die Ähnlichkeit der Benutzeroberfläche von SolidWorks® mit Microsoft® Windows® auf. Der Grund dafür ist, dass es sich hier in der Tat um Windows handelt!

Die SolidWorks 2010-Benutzeroberfläche (UI) nutzt so viel wie möglich von dem vorhandenen Grafikbereich. Symbolleisten und Befehle werden so wenig wie möglich angezeigt. Zum Kommunizieren mit SolidWorks sollten Sie die Dropdown-Menüs, kontextbezogenen Symbolleisten, konsolidierten Symbolleisten oder die Registerkarten im CommandManager verwenden.

Menüleisten-Symbolleiste

Diese Symbolleiste enthält die meistbenutzten Symbolschaltflächen. Folgende

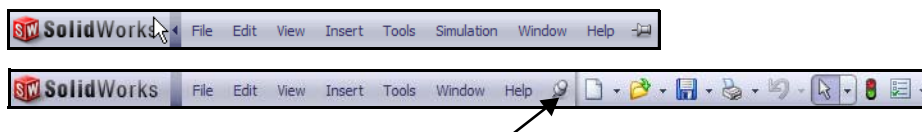
Symbolschaltflächen stehen zur Verfügung: **Neu**  – erstellt ein neues Dokument, **Öffnen**  – öffnet ein vorhandenes Dokument, **Speichern**  – speichert ein aktives Dokument, **Drucken**  – druckt ein aktives Dokument, **Rückgängig**  – macht die letzte Aktion rückgängig, **Auswählen**  – wählt Skizzenelemente, Flächen, Kanten usw. aus, **Modellneuaufbau**  – baut das aktive Teil, die aktive Baugruppe oder die Zeichnung neu auf, **Optionen**  – ändert die Systemoptionen, Dokumenteigenschaften oder Add-Ins für SolidWorks.



Menüleistenmenü

Klicken Sie in der Menüleisten-Symbolleiste auf den Namen SolidWorks, um das Standard-Menüleistenmenü anzuzeigen. SolidWorks arbeitet mit einer kontextbezogenen Menüstruktur. Die Menütitel sind die gleichen für alle drei Dokumententypen (Teil, Baugruppe und Zeichnung), aber die Menüoptionen hängen jeweils davon ab, welcher Dokumententyp gerade aktiv ist. Die Anzeige des Menüs ist auch davon abhängig, welche Arbeitsablaufsanpassung Sie ausgewählt haben. Für ein aktives Dokument sind folgende standardmäßigen Menüoptionen verfügbar: **Datei**, **Bearbeiten**, **Ansicht**, **Einfügen**, **Werkzeuge**, **Fenster**, **Hilfe** und **Pin**.

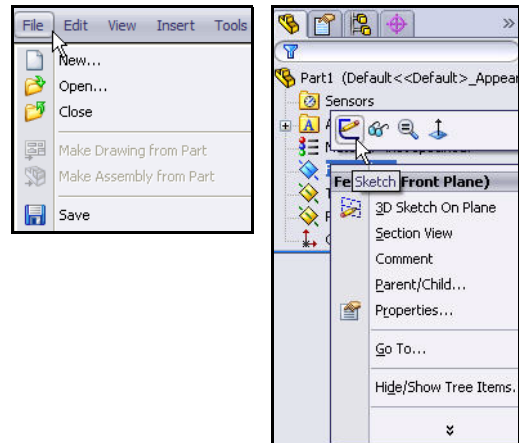
Anmerkung: Bei Auswahl von „Pin“  wird sowohl die Menüleisten-Symbolleiste als auch das Menüleistenmenü angezeigt.



Dropdown-Menü / kontextbezogene Symbolleiste

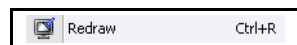
In SolidWorks verwenden Sie entweder das Dropdown-Menü oder die kontextbezogene Popup-Symbolleiste. Über das Dropdown-Menü aus der Menüleisten-Symbolleiste oder über das Menüleistenmenü können Sie auf die verschiedenen Befehle zugreifen.

Wenn Sie im Grafikbereich oder FeatureManager auf Elemente klicken, werden kontextbezogene Symbolleisten eingeblendet, über die Sie auf häufig durchgeführte Aktionen in Verbindung mit dem betreffenden Kontext zugreifen können.



Tastenkombinationen

Einige Menüoptionen können über eine Tastenkombination aufgerufen werden, wie z. B.



Für Tastenkombinationen, wie z.B. **Strg+O** für **Datei, Öffnen**; **Strg+S** für **Datei, Speichern**; **Strg+X** für **Ausschneiden**; **Strg+C** für **Kopieren** usw. verwendet SolidWorks standardmäßige Windows-Konventionen. Zusätzlich können Sie in SolidWorks individuelle Tastenkombinationen festlegen.

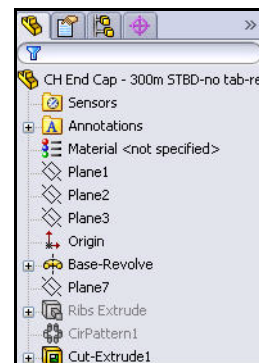
FeatureManager

Der FeatureManager® ist ein einzigartiger Bestandteil der SolidWorks Software mit der patentierten SolidWorks Technologie zur visuellen Darstellung aller Features in einem Teil, einer Baugruppe oder einer Zeichnung.

Jedes erstellte Feature wird dem FeatureManager hinzugefügt. Somit enthält dieser die chronologische Abfolge der Modellierungsvorgänge. Zudem ermöglicht der FeatureManager die Bearbeitung der dort enthaltenen Features und Objekte. Der FeatureManager besteht aus

vier standardmäßigen Registerkarten: **FeatureManager** ,

PropertyManager , **Konfigurationsmanager**  und **DimXpertManager** .

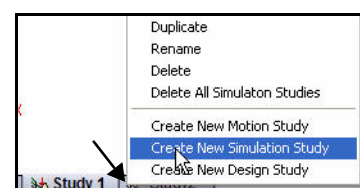
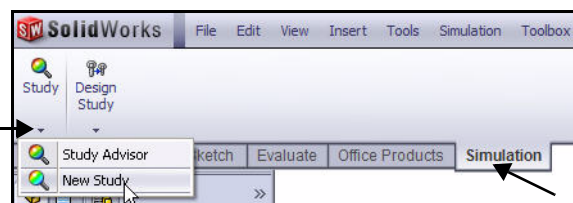


SolidWorks Simulation – Registerkarte „CommandManager“

Der CommandManager ermöglicht Ihnen, schnell eine Simulationsstudie zu erstellen. Klicken Sie im CommandManager auf die Registerkarte SolidWorks Simulation, um eine neue Studie zu erstellen. Studien sind in Registerkarten unterteilt, die unten im Grafikbereich angezeigt werden.

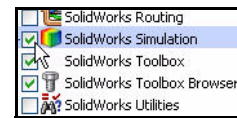
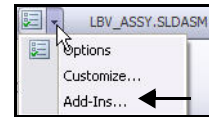
Anmerkung: Erstellen Sie eine neue Studie, indem Sie das Werkzeug **Neue**

Studie  verwenden oder mit der rechten Maustaste auf die Registerkarte **Studie** (Study) und anschließend auf **Neue Simulationsstudie erstellen** (Create New Simulation Study) klicken.



Anmerkung: Um SolidWorks Simulation zu aktivieren, müssen Sie in der Menüleiste-Symbolleiste auf den Dropdown-Pfeil für

Optionen (Options)  klicken. Klicken Sie auf **Add-Ins**. Daraufhin wird das Dialogfeld „Add-Ins“ angezeigt. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **SolidWorks Simulation**. Klicken Sie im Dialogfeld **Add-Ins** auf **OK**. Im CommandManager wird die Registerkarte „Simulation“ angezeigt.



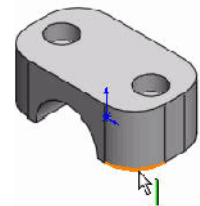
Maustasten

Der linken, mittleren und rechten Maustaste kommt in SolidWorks eine besondere Verwendung zu.

- Mit der **linken Maustaste** wählen Sie Objekte wie Geometrie, Menüs Schaltflächen und Objekte im FeatureManager aus.
- Wenn Sie die **mittlere Maustaste** gedrückt halten und die Maus ziehen, wird die Ansicht gedreht. Wenn Sie die mittlere Maustaste verwenden und die **Umschalt**-Taste gedrückt halten, wird die Ansicht vergrößert oder verkleinert. Mit der **Strg**-Taste blättern Sie durch die Ansicht oder verschieben diese.
- Mit der **rechten Maustaste** werden kontextbezogene Popup-Menüs aktiviert. Der Inhalt der Menüs richtet sich nach dem jeweiligen Objekt, auf das der Cursor zeigt. Die Kontextmenüs enthalten Tastenkombinationen zu häufig verwendeten Befehlen.

System-Feedback

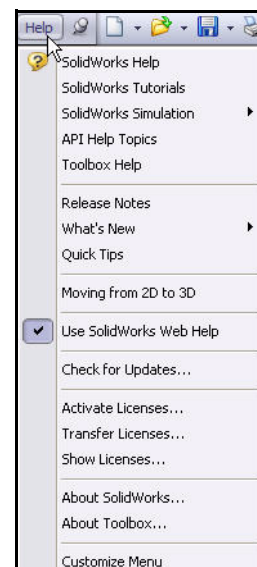
System-Feedback erhalten Sie über ein Symbol am Cursor-Pfeil, das Ihre Auswahl oder die vom System erwartete Auswahl anzeigt. Wenn Sie den Cursor über das Modell bewegen, wird das Feedback in Form von Symbolen neben dem Cursor-Pfeil dargestellt.



SolidWorks-Hilfe

SolidWorks bietet eine umfassende Hilfefunktion, die sowohl für den neuen wie auch für den versierten Benutzer sehr nützlich sein kann. Auf dieser Hilfeseite sind viele Informationen über neue Funktionen, SolidWorks-Glossar, neue Versionen usw. zu finden.

Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Hilfe** (Help), **SolidWorks Hilfe** (SolidWorks Help) , um die ausführliche SolidWorks Online-Hilfeseite anzuzeigen.

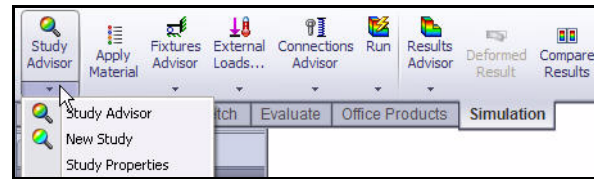


Anmerkung: Die Option „SolidWorks Webhilfe verwenden“ (Use SolidWorks Web Help) ist automatisch aktiviert.

SolidWorks Simulation-Hilfe

Klicken Sie im CommandManager bei aktiver Studie auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Studienberater** (Study Advisor) und dann erneut

auf **Studienberater** , um den Simulationsberater anzuzeigen.

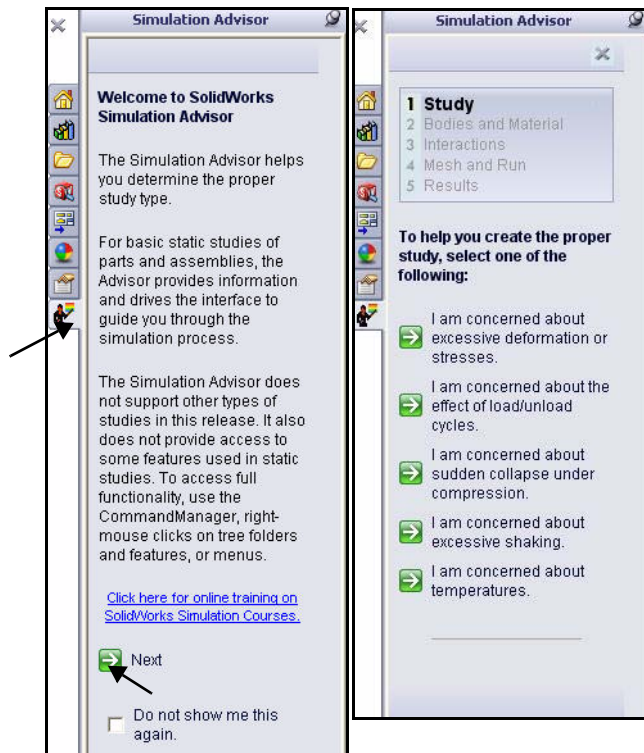


Der Simulationsberater ist ein Werkzeug, mit dessen Hilfe der Benutzer herausfinden kann, wie eine ordnungsgemäße Studie erstellt wird. Der Vorgang ist in folgende Kategorien unterteilt: *Studie (Study)*, *Körper und Material (Bodies and Material)*, *Interaktionen (Interactions)*, *Vernetzen und Durchführen (Mesh and Run)* und *Ergebnisse (Results)*.

Der Simulationsberater führt Sie Schritt für Schritt durch den Erstellungsvorgang, indem grundlegende Fragen gestellt werden, die jeweils zur richtigen Aktion führen. Wenn Sie im CommandManager für Simulation auf ein Werkzeug klicken, wird automatisch der entsprechende Berater gestartet. Unter Simulationsoptionen (Simulation Options) kann der Simulationsberater deaktiviert werden.

Anmerkung: Die Registerkarte

„Simulationsberater“  ist im Aufgabenbereich zu finden.



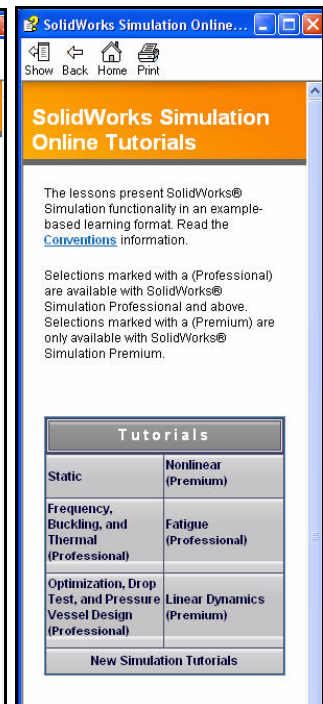
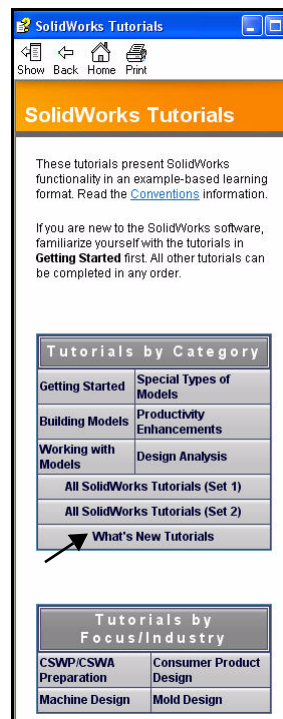
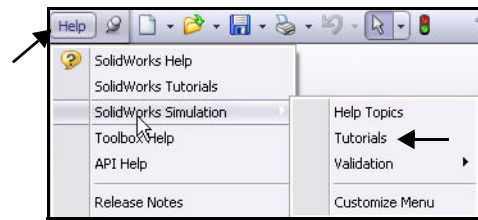
SolidWorks Lehrbücher und SolidWorks Simulation Lehrbücher

Durch die SolidWorks Lehrbücher werden Sie Schritt für Schritt durch die einzelnen Lektionen geführt, und zwar mithilfe von Beispieldateien, in denen SolidWorks Terminologie, Konzepte, Funktionen, Features und viele Add-Ins erklärt werden. Gehen Sie durch diese Lektionen, um mit dem Programm besser vertraut zu werden und Ihre Kenntnisse zu erweitern.

Klicken Sie auf **Help** (Hilfe), **SolidWorks Lehrbücher** (SolidWorks Tutorials) oder klicken Sie im Menüleistenmenü auf **SolidWorks Simulation** und dann auf **Lehrbücher** (Tutorials). Zeigen Sie die Ergebnisse an. Die Lehrbücher werden nach Kategorien angezeigt.

Anmerkung: Sie können auch auf die SolidWorks Lehrbücher zugreifen, indem Sie im Aufgabenbereich auf die Registerkarte SolidWorks **Ressourcen**  und dann auf **Lehrbücher** (Tutorials) klicken. Sehen Sie sich die verfügbaren Lernprogramme an.

Anmerkung: Wenn Sie auf „Lernprogramme über neue Funktionen“ (What's New Tutorials) klicken, können Sie sehen, was SolidWorks 2010 an neuen Funktionen bietet.



SolidWorks Simulation

SolidWorks® Simulation ist eine voll in SolidWorks integrierte Konstruktions-analysenanwendung. Diese Anwendung ermöglicht Ihnen, direkt auf dem Bildschirm die Spannung zu analysieren und selbst große Probleme schnell auf Ihrem PC zu lösen. In diesem Abschnitt von SolidWorks Simulation werden folgende Themen erörtert:

- Benutzeroberfläche von SolidWorks Simulation
- Integration von SolidWorks Simulation und SolidWorks
- Erstellen von Konstruktionsstudien
- Nachvollziehen der Analysenschritte
- Zuweisen von Materialien
- Anwenden von Lagerungen und Lasten
- Vernetzen des Modells
- Durchführen der Analyse
- Anzeigen der Ergebnisse



Zeit: 55 – 60 Minuten

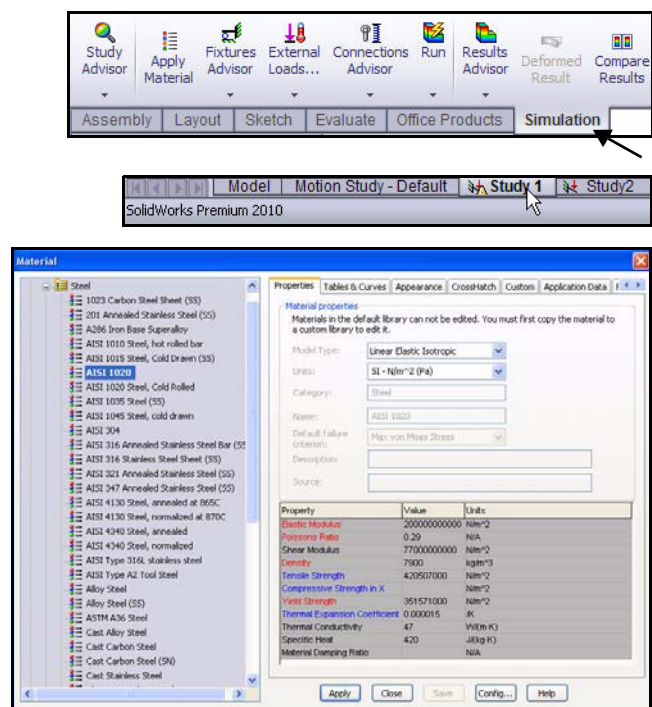
SolidWorks und SolidWorks Simulation

SolidWorks Simulation ermöglicht das Testen einer Konstruktion und das Durchführen von mehreren Analyseiterationen, ohne das SolidWorks-Programm je verlassen zu müssen.

In SolidWorks Simulation können die SolidWorks-Registerkarten „FeatureManager“ , „PropertyManager“  und „Konfigurationsmanager“  sowie auch der CommandManager, die Bewegungsstudien-Registerkarten, die Materialbibliothek und viele der gleichen Maus- und Tastaturbefehle verwendet werden.

Somit kann jeder, der mit der Konstruktion eines Modells in SolidWorks vertraut ist, auch eine Analyse der Baugruppe durchführen, ohne den Umgang mit einer neuen Benutzeroberfläche erlernen zu müssen. In SolidWorks Simulation wird zudem die Leistungsfähigkeit der SolidWorks Konfigurationen dazu verwendet, mehrere Konstruktionen gleichzeitig zu testen. Außerdem können die in der einen Anwendung vorgenommenen Konstruktionsänderungen automatisch auch in der anderen ausgeführt werden, da in SolidWorks Simulation die systemeigene SolidWorks Geometrie verwendet wird.

Ganz unabhängig von der Industriebranche (d.h., angefangen mit Luft- und Raumfahrtindustrie bis hin zu Herstellern von medizinischen Produkten) bietet SolidWorks Simulation somit erhebliche Produktqualitätsvorteile und ermöglicht den Ingenieuren und Konstrukteuren beim Verifizieren ihrer Konstruktionskonzepte über die einfachen manuellen Berechnungen hinauszugehen.



Gehäuse analysieren

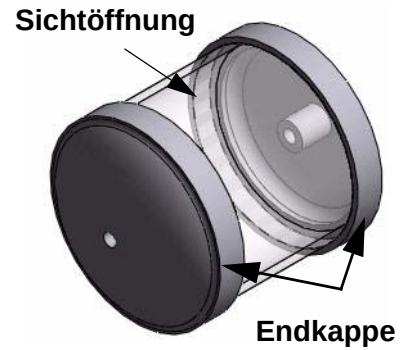
Als erste Analyse wollen wir die Konstruktionsvalidierung der Gehäusekomponenten in der Baugruppe SeaBotix LBV150 untersuchen, und zwar unter Verwendung von SolidWorks Simulation.

Um Zeit zu sparen, wurde das Gehäuse für unsere Zwecke vereinfacht. Das Gehäuse besteht aus zwei Endkappen und einer Sichtöffnung. Stützrohr, Kamera und andere Komponenten wurden entfernt.

Es ist das Konstruktionsziel dieses Abschnitts, einen Sicherheitsfaktor von mehr als 1 zu erreichen. Zuerst müssen Sie eine statische Analyse der Baugruppe „Gehäuse“ durchführen, die (wie gezeigt) aus den Endkappen ohne strukturelle Rippen besteht.

Anschließend muss dann eine zweite statische Analyse der Baugruppe „Gehäuse“ vorgenommen werden, und zwar diesmal, wie abgebildet mit den Endkappen und den strukturellen Rippen, in der Hoffnung, dass durch die Rippen das Konstruktionsziel von einem Sicherheitsfaktor von >1 erreicht wird.

Zum Schluss müssen Sie einen endgültigen Konstruktionsvergleich vornehmen, indem Sie die beiden Studien nebeneinander vergleichen.



Start einer SolidWorks Sitzung

1 Starten Sie wie folgt eine SolidWorks Sitzung:

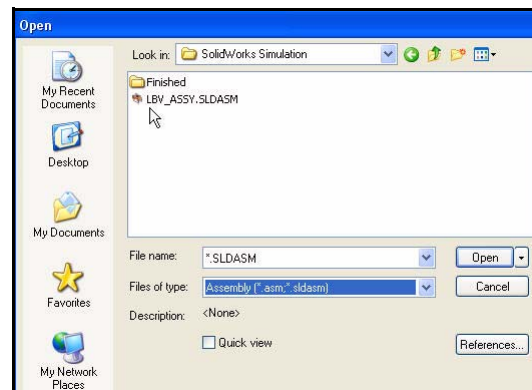
- Klicken Sie auf das Menü **Start**.
- Klicken Sie auf **Alle Programme, SolidWorks 2010, SolidWorks 2010**.

Anmerkung: Sie können SolidWorks 2010 schneller starten, indem Sie auf dem Desktop mit der linken Maustaste auf das Verknüpfungssymbol (falls vorhanden) doppelklicken.

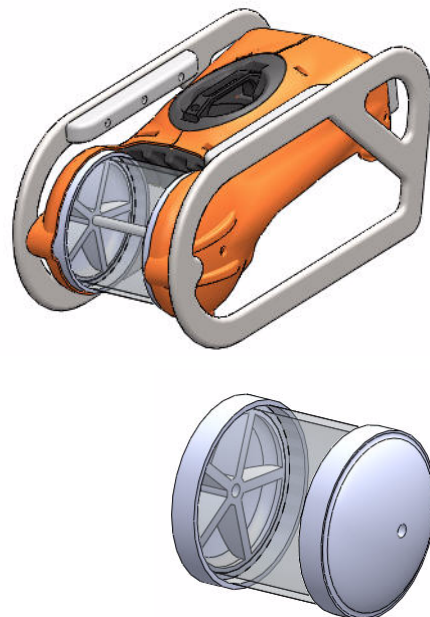


2 Öffnen Sie die Baugruppe „SeaBotix LBV150“.

- Klicken Sie in der Menüleiste-Symbolleiste auf **Öffnen**
- Doppelklicken Sie im Ordner „SeaBotix\SolidWorks Simulation“ auf **LBV_ASSY**. Im Grafikbereich ist dann eine vereinfachte Unterbaugruppe zu sehen. Zeigen Sie den FeatureManager an.

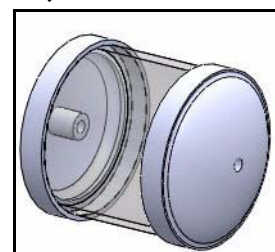
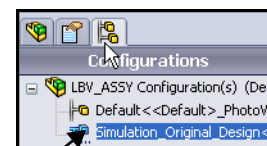


Anmerkung: Der FeatureManager auf der linken Seite des SolidWorks Fensters gibt einen Überblick über das aktive Teil, die Baugruppe oder Zeichnung. Dadurch ist mühelos zu sehen, wie das Modell oder die Baugruppe konstruiert wurde. Auch ist es auf diese Weise einfach, die verschiedenen Blätter und Ansichten in einer Zeichnung zu überprüfen.



3 Wählen Sie die Konfiguration „Originalkonstruktionssimulation“ (Simulation_Original_Design).

- Klicken Sie auf die Registerkarte **Konfigurationsmanager** . Daraufhin werden die verschiedenen Konfigurationen angezeigt.
- Doppelklicken Sie auf die Konfiguration **Originalkonstruktionssimulation** (Simulation_Original_Design). Im Grafikbereich wird dann die Baugruppe „Gehäuse“ ohne Rippen angezeigt.

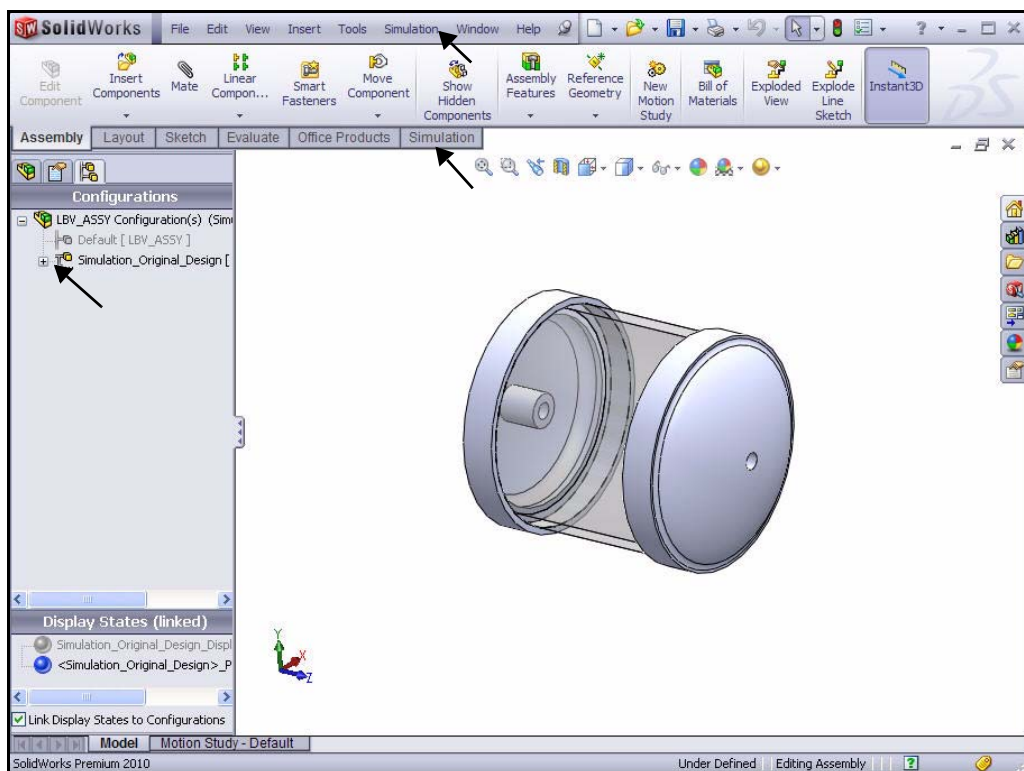
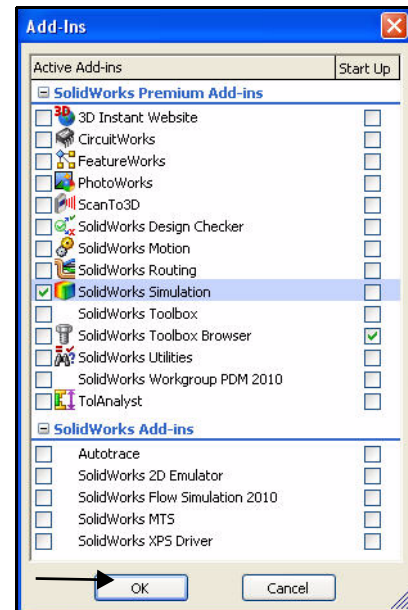
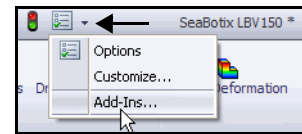


4 Aktivieren Sie SolidWorks Simulation.

- Klicken Sie in der Menüleiste-Symboleiste wie gezeigt auf den Dropdown-Pfeil für **Optionen**.
- Klicken Sie auf **Add-Ins**. Daraufhin wird das Dialogfeld „Add-Ins“ angezeigt.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **SolidWorks Simulation**.
- Klicken Sie im Dialogfeld „Add-Ins“ auf **OK**.

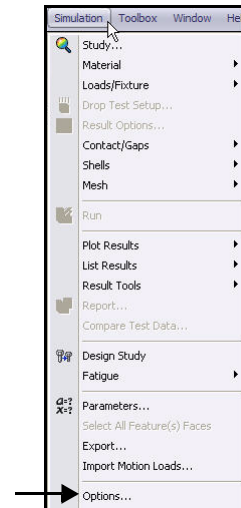
Anmerkung: Je nach Systemeinstellung können evtl. unterschiedliche Add-Ins angezeigt werden.

Dem CommandManager wird die Registerkarte „Simulation“ und dem Menüleistenmenü die Schaltfläche „Simulation“ hinzugefügt.

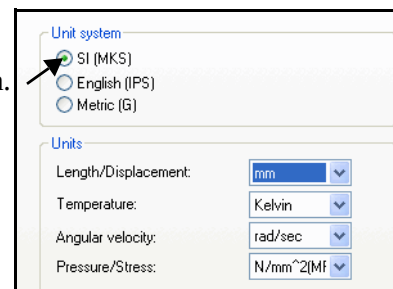


5 Stellen Sie in SolidWorks Simulation die Standardoptionen ein.

- Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Simulation**.
- Klicken Sie im Dropdown-Menü auf **Optionen** (Options).
Daraufhin wird das Dialogfeld „Systemoptionen – allgemein“ angezeigt.

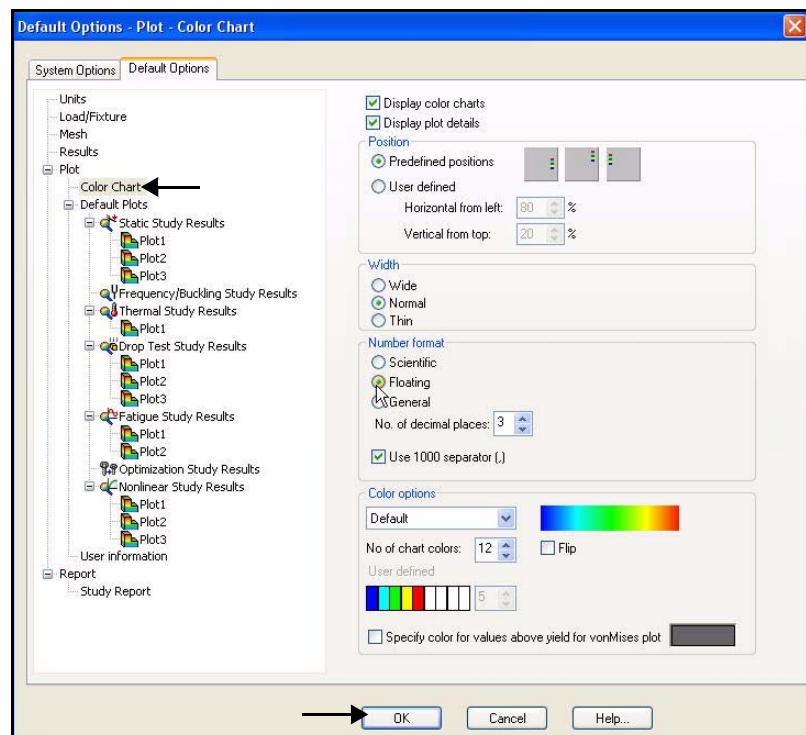


- Klicken Sie auf die Registerkarte **Standardoptionen** (Default Options). Sehen Sie sich das Dialogfeld „Standardoptionen – Einheit“ (Default Options – Unit) an.
- Klicken Sie auf den Ordner **Einheiten** (Units).
- Klicken Sie unter „Einheitensystem“ (Unit system) auf **SI (MKS)**.
- Wählen Sie **mm** für „Länge/Verschiebung (Length/Displacement)“.
- Wählen Sie **Kelvin** für „Temperatur“ (Temperature).
- Wählen Sie **rad/sec** für „Winkelgeschwindigkeit“ (Angular velocity).
- Wählen Sie **N/mm² (MPa)** für „Druck/Spannung“ (Pressure/Stress).



6 Stellen Sie das Zahlenformat ein.

- Klicken Sie wie gezeigt auf den Ordner **Farbdiagramm** (Color Chart).
- Klicken Sie auf **Gleitkommadarstellung** (Floating), um das Zahlenformat einzustellen. Sehen Sie sich Ihre Optionen an.
- Klicken Sie im Dialogfeld „Standardoptionen – Farbpalette darstellen“ (Default Options - Plot Color Chart) auf **OK**.



Erstellen einer statischen Analysestudie

Erstellen Sie jetzt eine statische Studie. Durch statische Studien werden Verschiebungen, Reaktionskräfte, Dehnungen, Spannungen und der Sicherheitsfaktor berechnet.

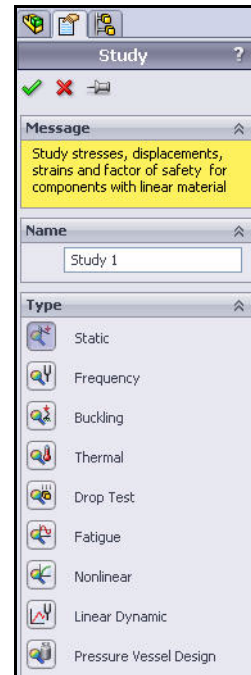
Die Berechnungen des Sicherheitsfaktors beruhen auf allgemeinen Versagenskriterien.

Wir geben der ersten Standardstudie den Namen Studie 1.

SolidWorks Simulation bietet sechs verschiedene Ergebnisoptionen. Es handelt sich dabei um:

- Spannung
- Verschiebung
- Dehnung
- Verformung
- Sicherheitsfaktor
- Konstruktionseinblick (Design Insight)

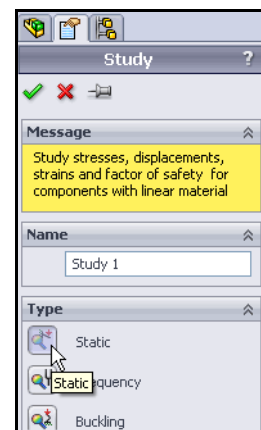
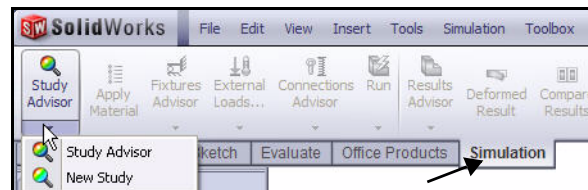
Durch statische Studien kann ein Versagen aufgrund von hohen Spannungen vermieden werden. Bei einem Sicherheitsfaktor von < 1 ist ein Versagen des Materials sehr wahrscheinlich. Hohe Sicherheitsfaktoren in einem fortlaufenden Bereich sind ein Anzeichen dafür, dass in diesem Bereich wahrscheinlich Material entfernt werden kann.



Erstellen einer statischen Analysestudie

1 Erstellen Sie wie folgt eine statische Analysestudie:

- Klicken Sie im CommandManager auf die Registerkarte **Simulation**.
- Klicken Sie wie gezeigt auf den Dropdown-Pfeil für **Studienberater** (Study Advisor).
- Klicken Sie auf **Neue Studie** (New Study) . Daraufhin wird der PropertyManager für Studien angezeigt. Studie 1 (Study 1) ist der Standardname für die erste Studie. Akzeptieren Sie den Standardnamen für die Studie.
- Klicken Sie auf **Statisch** (Static) , um den Typ anzugeben.

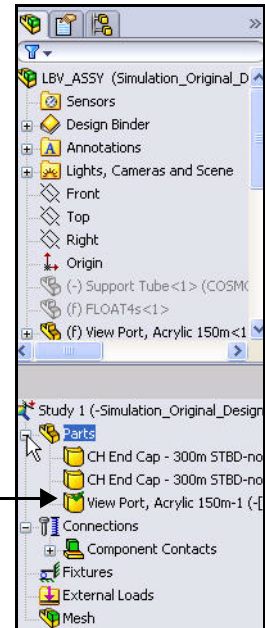


2 Zeigen Sie die Studie an.

- Klicken Sie im PropertyManager für Studien auf **OK** . Studie 1 „Originalkonstruktionssimulation“ (Simulation_Original_Design) wird angezeigt. Sehen Sie sich die Standardordner an.

Anmerkung: Durch ein grünes Häkchen  am Studienordner wird angezeigt, dass das Material zugewiesen wurde.

Anmerkung: Kehren Sie nötigenfalls zum FeatureManager zurück.



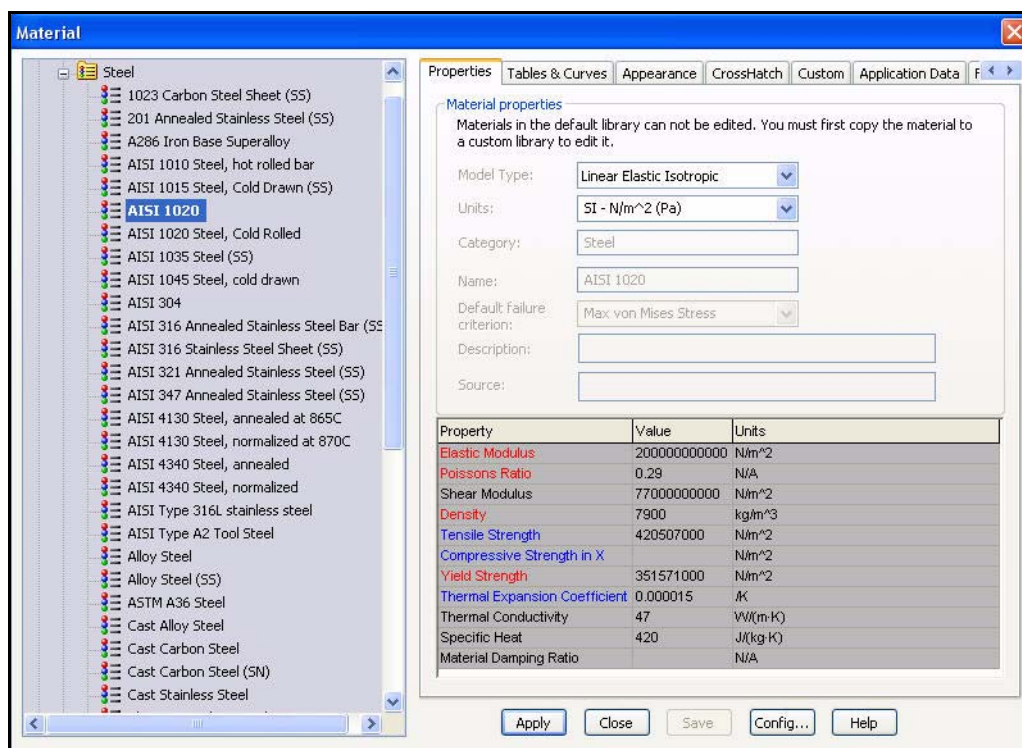
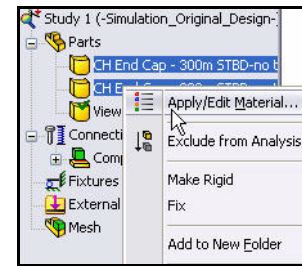
Zuweisen von Materialien in SolidWorks Simulation

Sie können in SolidWorks Simulation ein Material auf ein Teil anwenden und im Dialogfeld „Material“ ein Material erstellen oder bearbeiten.

Im Dialogfeld „Material“ können Sie über die Registerkarte „Eigenschaften“ (Properties) eine Materialquelle, ein Materialmodell und die Materialeigenschaften definieren. Auch können Sie konstante oder temperaturabhängige Eigenschaften bestimmen.

Durch das Definieren von Materialien in SolidWorks Simulation wird jedoch nicht das in SolidWorks dem Modell zugewiesene Material entsprechend aktualisiert.

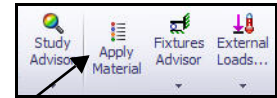
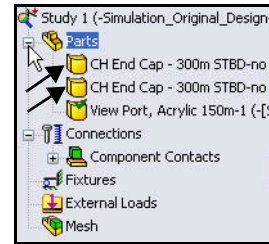
Im nächsten Abschnitt können Sie für die beiden in der Baugruppe „Gehäuse“ befindlichen Endkappen das Material definieren und dieses auch auf die Kappen anwenden.



Auswählen von Teilen und Anwenden von Material in SolidWorks Simulation

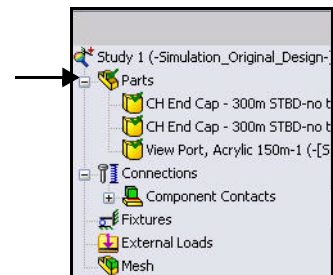
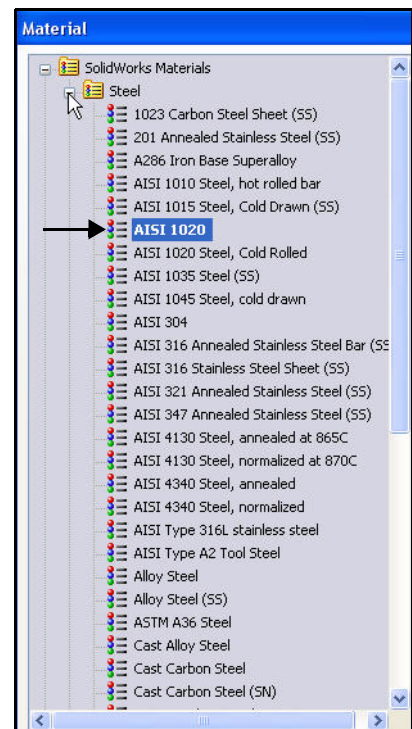
- 1 Wählen Sie die beiden Endkappen aus.
 - Erweitern Sie den Ordner **Teile** (Parts).
 - Klicken Sie auf das erste Teil für **CH EndCap**.
 - Halten Sie die **Strg**-Taste gedrückt.
 - Klicken Sie auf das zweite Teil für **CH EndCap**.
 - Geben Sie die **Strg**-Taste wieder frei.
 - Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Material anwenden** (Apply Material) .

Das Dialogfeld „Material“ wird eingeblendet.



- 2 Weisen Sie Material zu.
 - Erweitern Sie den Ordner **Stahl** (Steel).
 - Klicken Sie auf **AISI 1020**. Sehen Sie sich die verschiedenen Materialeigenschaften und Informationen an.
 - Klicken Sie auf **Anwenden** (Apply).
 - Klicken Sie im Dialogfeld „Material“ auf **Schließen** (Close). Sehen Sie sich die Ergebnisse im Studienbaum an.

Anmerkung: Durch ein grünes Häkchen  am Teileordner wird angezeigt, dass das Material den Teilen zugewiesen wurde.



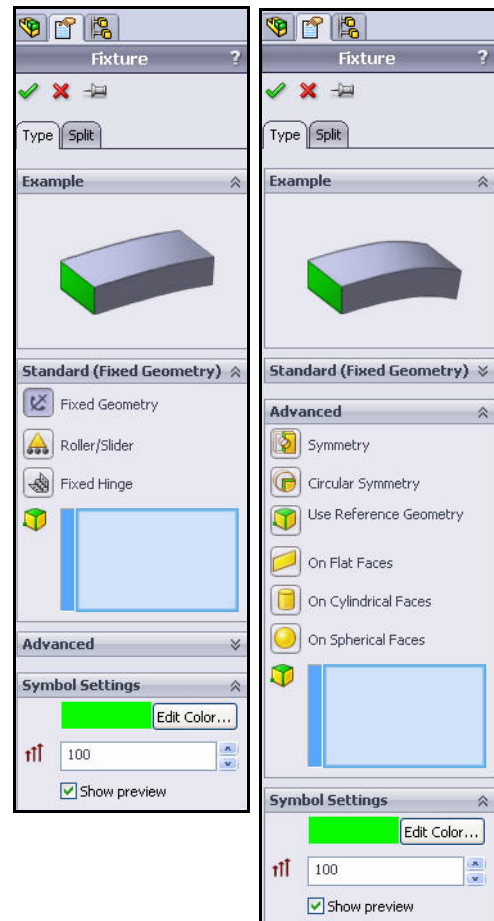
Anwenden von Einspannungen

Eine Komponente, die nicht fixiert ist, wird als Starrkörper unbegrenzt in Richtung der angewendeten Last verschoben. Lagerungen und Lasten definieren das Umfeld des Modells.

Ein Starrkörper verfügt über sechs Freiheitsgrade, drei davon sind rotierend und die anderen drei sind translatorisch. Um Freiheitsgrade zu beseitigen, müssen Lager angewendet werden.

In der Studie werden die einzelnen Last- oder Befestigungsbedingungen jeweils durch ein Symbol dargestellt.

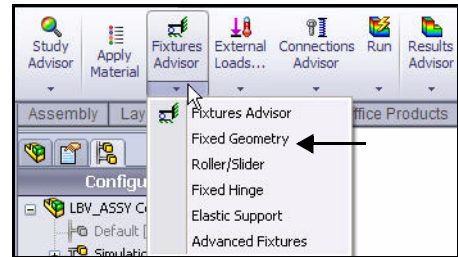
In diesem Abschnitt befassen wir uns mit einer Befestigung auf zylindrischer Fläche.



Anwenden einer Einspannung

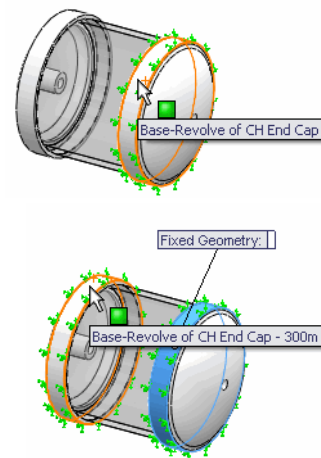
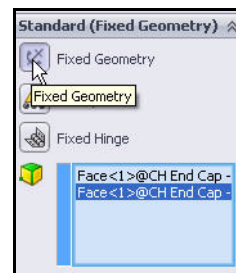
1 Wenden Sie eine Einspannung an.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Einspannungsberater** (Fixtures Advisor).
- Klicken Sie auf **Fixierte Geometrie** (Fixed Geometry). Daraufhin wird der PropertyManager für Einspannungen eingeblendet. Die Option „Fixierte Geometrie“ wird automatisch als Standardoption ausgewählt. Befestigen Sie das Modell, um zu simulieren, wie die beiden Endkappen am Gehäuse montiert sind.



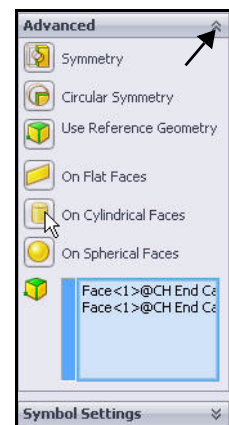
2 Wählen Sie die zu befestigenden Flächen aus.

- Klicken Sie wie gezeigt auf die zylindrische Fläche der **rechten Endkappe**. Im Feld „Standard (befestigte Geometrie)“ ist Fläche <1> (Face<1>) zu sehen.
- Klicken Sie wie gezeigt auf die zylindrische Fläche der **linken Endkappe**.



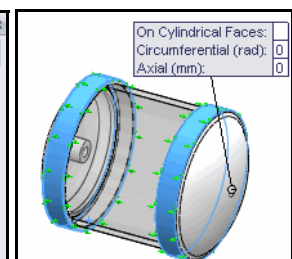
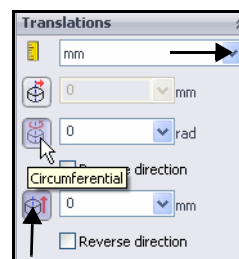
3 Stellen Sie den Einspannungstyp ein.

- **Erweitern** Sie das Dialogfeld „Erweitert“ (Advanced).
- Klicken Sie auf das Feld **Auf zylindrischen Flächen** (On Cylindrical Faces). Das Dialogfeld „Translationen“ (Translations) wird eingeblendet.



4 Wählen Sie die Einheiten und die Verschiebungskomponenten aus.

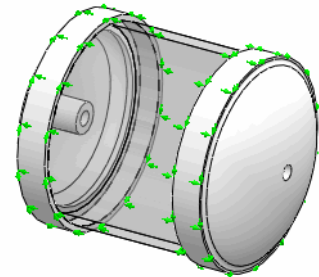
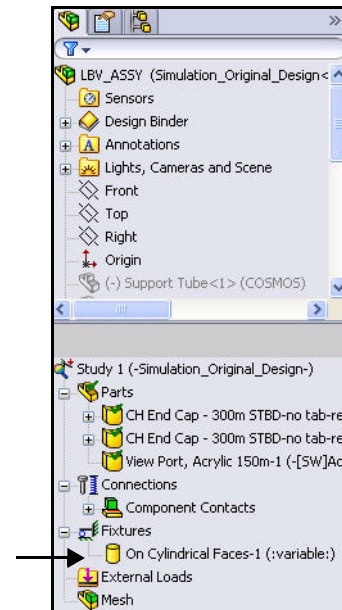
- Wählen Sie im Dropdown-Menü „Einheit“ (Unit) die Option **mm** aus.
- Klicken Sie auf das Feld **Umfang** (Circumferential) .
- Klicken Sie auf das Feld **Axial** . Sehen Sie sich die Ergebnisse im Grafikbereich an.



5 Wenden Sie die Einspannung an.

- Klicken Sie im PropertyManager für Einspannungen auf **OK** . Ein Symbol  mit der Bezeichnung „Auf zylindrischen Flächen-1“ (On Cylindrical Faces-1) wird im Ordner „Fixtures“ angezeigt.

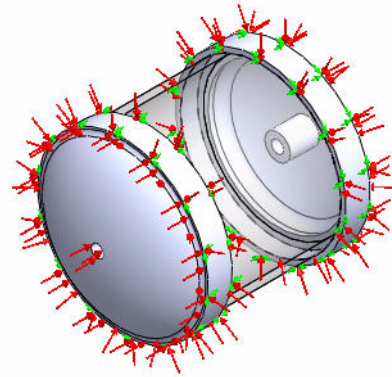
Anmerkung: Drücken Sie die Taste **f**, um das Modell dem Grafikbereich anzupassen.



Anwenden von Lasten

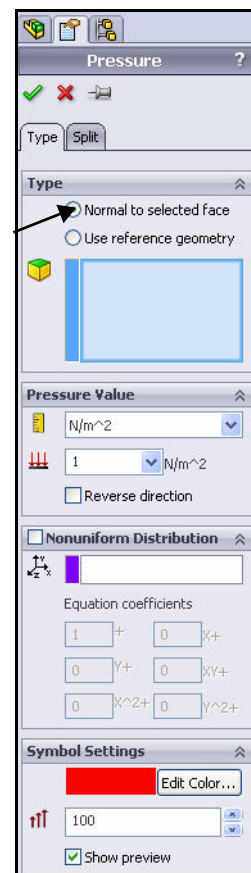
Lasten sind Kräfte und Drücke, die auf die Flächen, Kanten und Eckpunkte des Modells angewendet werden. In SolidWorks Simulation können gleichmäßige und unterschiedliche Kräfte und Drücke sowie auch Drehmomente, Auflagerlasten und Körperkräfte angewendet werden, wie z.B. Schwerkraft und Fliehkraft.

- Wir wollen jetzt eine Drucklast auf das Gehäuse anwenden. Diese Drucklast soll den Druck simulieren, der durch ungefähr 3.400 Fuß tiefes Meerwasser entsteht.



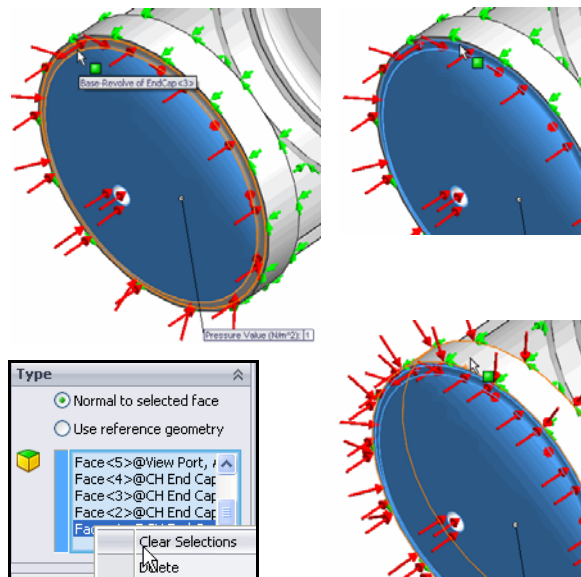
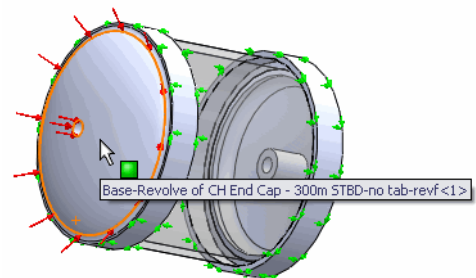
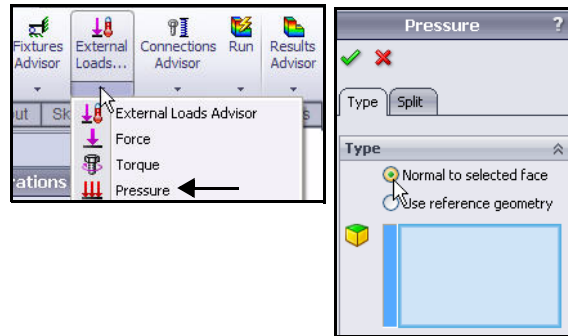
Anmerkung: Wir verwenden in diesem Abschnitt englische (IPS) Einheiten. 33,3 Fuß tiefes Meerwasser entspricht ungefähr 1 ATM oder 14,7 PSI.

- Wenden Sie als Drucktyp die Option **Normal auf ausgewählte Fläche** (Normal to selected face) an.
- Wählen Sie alle **ungeschützten Flächen** des Gehäuses aus, um darauf eine Drucklast anzuwenden, die dem Druck des entsprechend tiefen Meerwassers entspricht.



Anwenden einer Drucklast

- 1 **Wenden Sie wie folgt eine Drucklast an:**
 - Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Externe Lasten** (External Loads).
 - Klicken Sie auf **Druck** (Pressure) . Daraufhin wird der Druck-PropertyManager eingeblendet. Die Registerkarte „Typ“ wird standardmäßig ausgewählt.
 - Klicken Sie auf das Feld **Normal auf ausgewählte Fläche** (Normal to selected face).
- 2 **Wählen Sie die Flächen aus, auf die die Last angewendet werden soll.**
 - **Drehen** Sie das Modell wie gezeigt mithilfe der mittleren Maustaste.
 - Klicken Sie wie gezeigt auf die **vordere Endkappe**. Im Feld „Druckflächen“ (Faces for Pressure) ist „Fläche <1>“ (Face <1>) zu sehen.
 - Vergrößern Sie wie gezeigt die **vordere Endkappe**.
 - Klicken Sie auf die anderen **drei Flächen** der vorderen Endkappe. Im Feld „Druckflächen“ werden dann Fläche<2>, Fläche<3> und Fläche<4> (Face<2>, Face<3> und Face<4>) angezeigt.

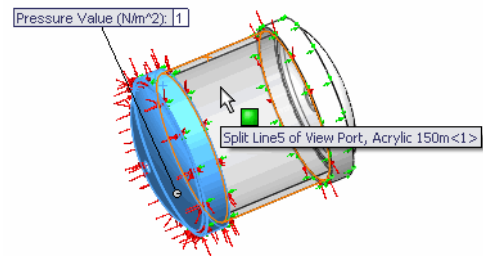


Anmerkung: Wenn Sie aus Versehen eine falsche Fläche auswählen, müssen Sie mit der rechten Maustaste in das Feld „Druckflächen“ und dann auf **Löschen** (Delete) klicken (sofern eine einzelne Fläche gelöscht werden soll) oder aber auf **Auswählen löschen** (Clear Selections) klicken, wenn alle Einträge gelöscht werden sollen.

Anmerkung: In der Liste können die Flächen-IDs unter Umständen unterschiedlich sein.

3 Wählen Sie die Sichtöffnungsfläche aus.

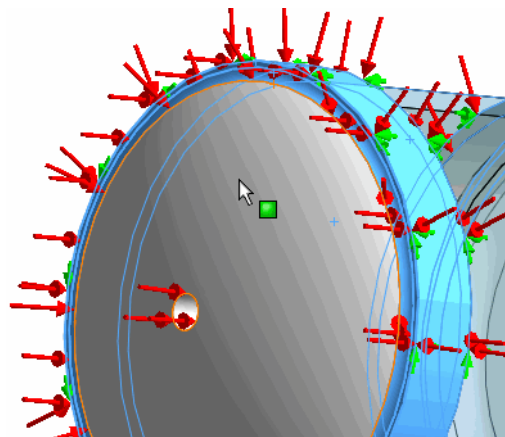
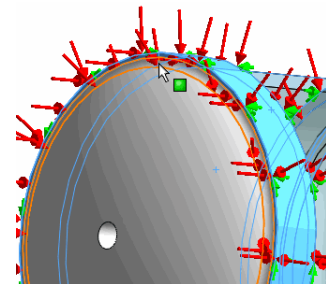
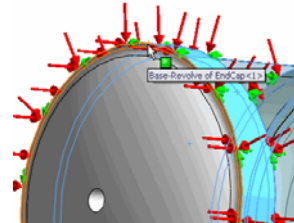
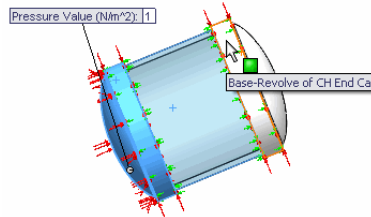
- Drücken Sie die Taste **f**, um das Modell dem Grafikbereich anzupassen.
- **Drehen** Sie das Modell wie gezeigt mithilfe der mittleren Maustaste.
- Klicken Sie auf die Fläche **Sichtöffnung** (View Port). Im Feld „Druckflächen“ (Faces for Pressure) ist „Fläche <5>“ (Face <5>) zu sehen. Beachten Sie bitte das Flächen-Feedback-Symbol und die angezeigten Feature-Informationen.



Anmerkung: Wählen Sie keine innere Fläche aus.

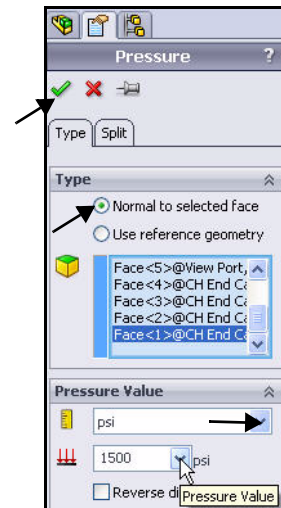
4 Wählen Sie die Flächen aus, auf die die Last angewendet werden soll.

- Vergrößern Sie wie gezeigt die **hintere Endkappe**.
- **Drehen** Sie das Modell mithilfe der mittleren Maustaste, um die anderen vier Flächen der hinteren Endkappe auszuwählen.
- Klicken Sie wie gezeigt auf die vier Flächen der **hinteren Endkappe**. Im Feld „Druckflächen“ sind jetzt neun Flächen zu sehen.



5 Stellen Sie den Druckwert ein.

- Wählen Sie im Dropdown-Menü „Einheiten“ (Units) die Option **psi** aus.
- Geben Sie das Feld „Druckwert“ (Pressure Value) den Wert **1.500** ein.



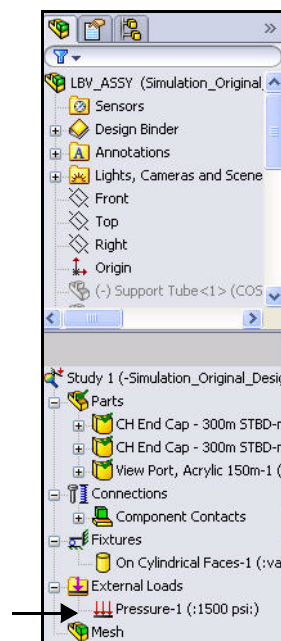
6 Wenden Sie den Druck an.

- Klicken Sie im PropertyManager für Drücke auf **OK** . SolidWorks Simulation wendet 1.500 PSI an Druck an und erstellt wie gezeigt das Symbol  für „Druck-1“ (Pressure-1) in dem Ordner „Externe Lasten“ (External Loads).

7 Passen Sie das Modell dem Grafikbereich an.

- Drücken Sie die Taste **f**. Sehen Sie sich das Modell im Grafikbereich an.

Anmerkung: Wenn Sie nach der Eingabe eines Wertes die Eingaben ändern, konvertiert SolidWorks Simulation den eingegebenen Wert in die neuen Einheiten.

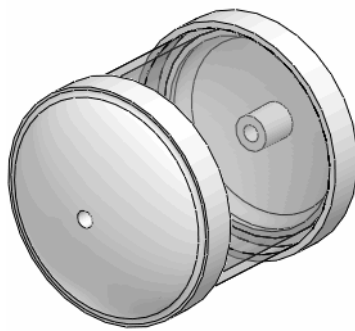


Erstellen einer Vernetzung und Durchführen der Analyse

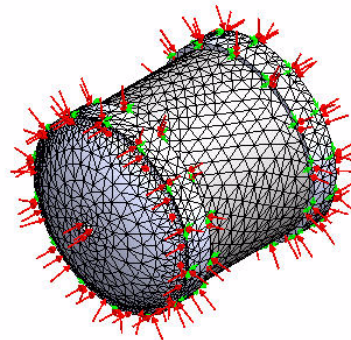
Bei der Konstruktionsanalyse ist das Erstellen einer Vernetzung ein sehr wichtiger Schritt. Durch die Vernetzung wird die Geometrie im Grunde in kleine, einfach geformte Teile, die sogenannten Finiten Elemente, unterteilt. Durch die automatische Vernetzungsfunktion wird in SolidWorks Simulation ein Netz erstellt, und zwar auf Basis einer globalen Elementgröße, der Toleranz und der lokalen Vernetzungssteuerungsbedingungen. Über die Vernetzungssteuerung können verschiedene Elementgrößen für Komponenten, Flächen, Kanten und Eckpunkte angegeben werden.

SolidWorks Simulation ermittelt aufgrund des Volumens, der Fläche und anderen geometrischen Eigenschaften des Modells eine globale Elementgröße für das Modell. Die Größe der erstellten Vernetzung (d.h., die Anzahl der Knoten und Elemente) hängt von der Geometrie, den Abmessungen des Modells, der Elementgröße, der Vernetzungstoleranz, der Vernetzungssteuerung und den Kontaktangaben ab.

Durch Vernetzung können vierflächige 3D-Volumenelemente und dreieckige 2D-Schalenelemente oder 1D-Balkenelemente erstellt werden. Nach Erstellung der Vernetzung kann die Analyse durchgeführt werden. Durch SolidWorks Simulation wird eine Reihe von Gleichungen gelöst, und zwar auf Basis der bekannten Materialeigenschaften, Lager und Lasten. Durch die statischen Lösungen sind Informationen über Verschiebung, Spannung und Dehnung verfügbar.



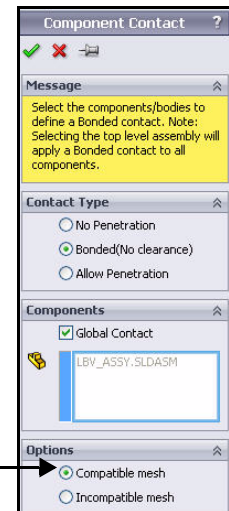
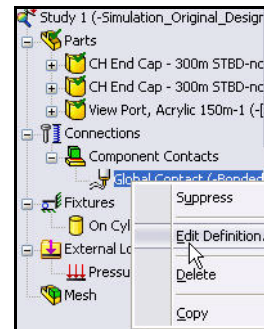
Vor der Vernetzung



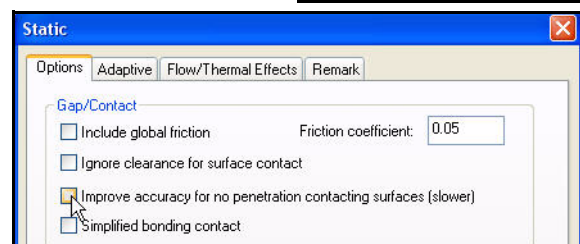
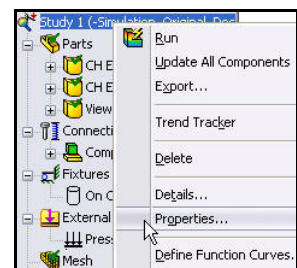
Nach der Vernetzung

Erstellen einer kompatiblen Vernetzung

- 1 Erstellen Sie wie folgt eine **kompatible Vernetzung**:
 - Erweitern Sie im Studienbaum den **Komponentenkontakt** (Component Contact).
 - Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Globaler Kontakt (-verbunden-)** (Global Contact (-Bonded-)).
 - Klicken Sie auf **Definition bearbeiten** (Edit Definition). Der PropertyManager für Komponentenkontakte wird eingeblendet.
 - Klicken Sie im Feld „Optionen“ (Options) auf die Option **Kompatible Vernetzung** (Compatible mesh). Akzeptieren Sie die Standardeinstellungen.
 - Klicken Sie im PropertyManager für Komponentenkontakte auf **OK** . Im nächsten Abschnitt beginnen wir mit dem Vernetzungsvorgang.



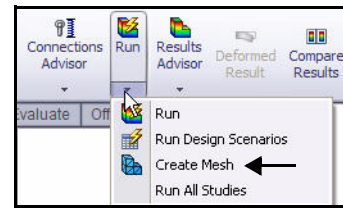
Anmerkung: Sie können auch mit der rechten Maustaste auf „Studie 1 (Study 1)“ und dann auf „Eigenschaften“ (Properties) klicken, um die Vernetzungskompatibilität einzustellen. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für „Genauigkeit für Flächenkontakt mit inkompatibler Vernetzung erhöhen“ (Improve accuracy for contacting surfaces with incompatible mesh).



Erstellen einer Vernetzung

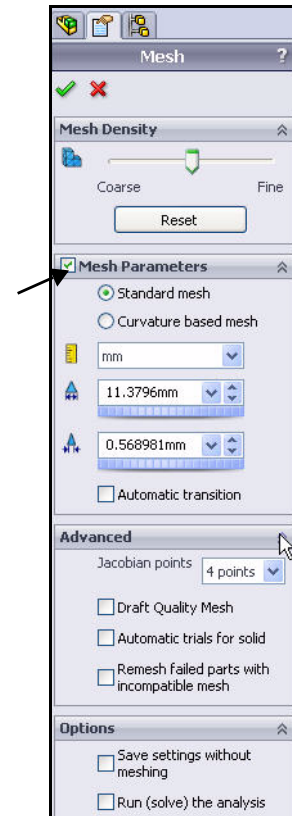
1 Erstellen Sie wie folgt eine Vernetzung:

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Durchführen** (Run).
- Klicken Sie auf **Vernetzung erstellen** (Create Mesh) . Daraufhin wird der PropertyManager für Vernetzungen eingeblendet, durch den die globale Größe und die Toleranzwerte empfohlen werden.



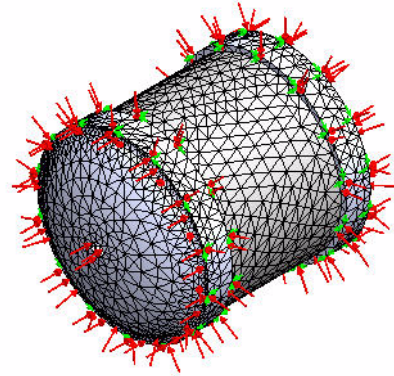
2 Prüfen Sie die Vernetzungsoptionen.

- Erweitern Sie das Feld **Vernetzungsparameter** (Mesh Parameters). Sehen Sie sich die verfügbaren Optionen an.
- Erweitern Sie das Feld **Erweitert** (Advanced). Sehen Sie sich die verfügbaren erweiterten Optionen an, um zusätzliche Kontrolle zu haben.



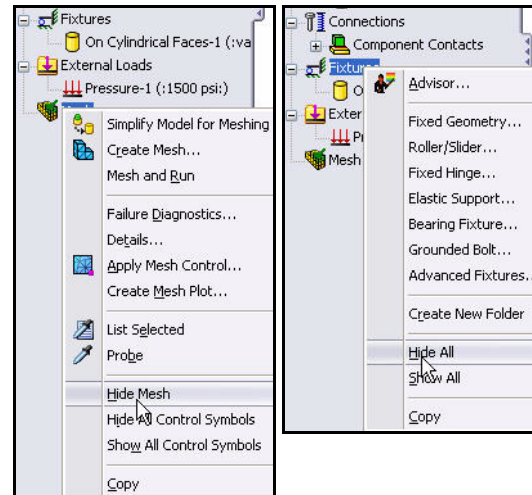
3 Starten Sie den Vernetzungsvorgang.

- Klicken Sie im PropertyManager für Vernetzungen auf **OK** . Das Vernetzen beginnt und es wird das Fenster „Vernetzungsfortschritt“ eingeblendet. Nach Abschluss der Vernetzung wird in SolidWorks Simulation das vernetzte Modell angezeigt. Neben dem Ordner „Vernetzung“ (Mesh) wird in der Studie ein grünes Häkchen  eingeblendet.



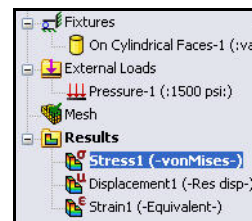
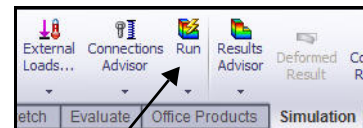
Anmerkung: Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Vernetzung** (Mesh). Klicken Sie auf **Netz ausblenden/einblenden** (Hide Mesh/Show Mesh), um die Vernetzung sichtbar bzw. unsichtbar zu machen.

Anmerkung: Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Einspannungen** (Fixtures). Klicken Sie auf **Alle ausblenden/einblenden** (Hide All/Show All), um die Lasten und Befestigungen sichtbar bzw. unsichtbar zu machen.



4 Führen Sie die Analyse aus.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Durchführen** (Run) . Es werden dann drei Standarddarstellungen erstellt.



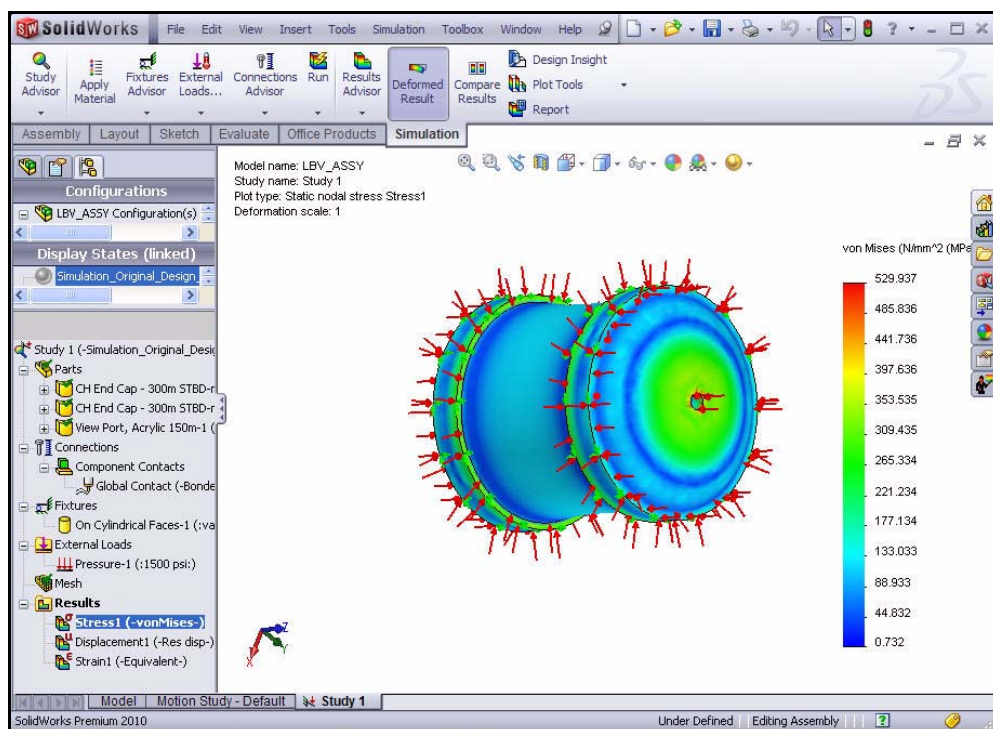
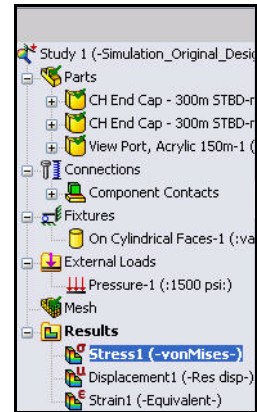
Anzeigen der Ergebnisse

Nach erfolgreicher Ausführung einer statischen Analyse erstellt SolidWorks Simulation drei Standarddarstellungen für Spannung, Verschiebung und Dehnung.

Die Ergebnisse werden den Konstruktionskriterien unterzogen, um Folgendes zu beantworten:

- Wird das Modell versagen?
- Wie wird sich das Modell verformen?
- Kann das Material reduziert oder verändert werden, ohne die Leistungsfähigkeit zu beeinträchtigen?

Anmerkung: Die Ergebnisse können je nach Vernetzungsgeschwindigkeit evtl. unterschiedlich sein.



Anzeigen der Ergebnisse

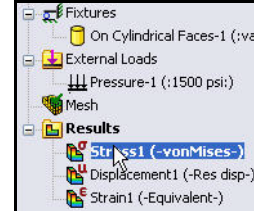
1 Blenden Sie die externen Lasten aus.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Externe Lasten** (External Loads).
- Klicken Sie auf **Alle ausblenden** (Hide all).

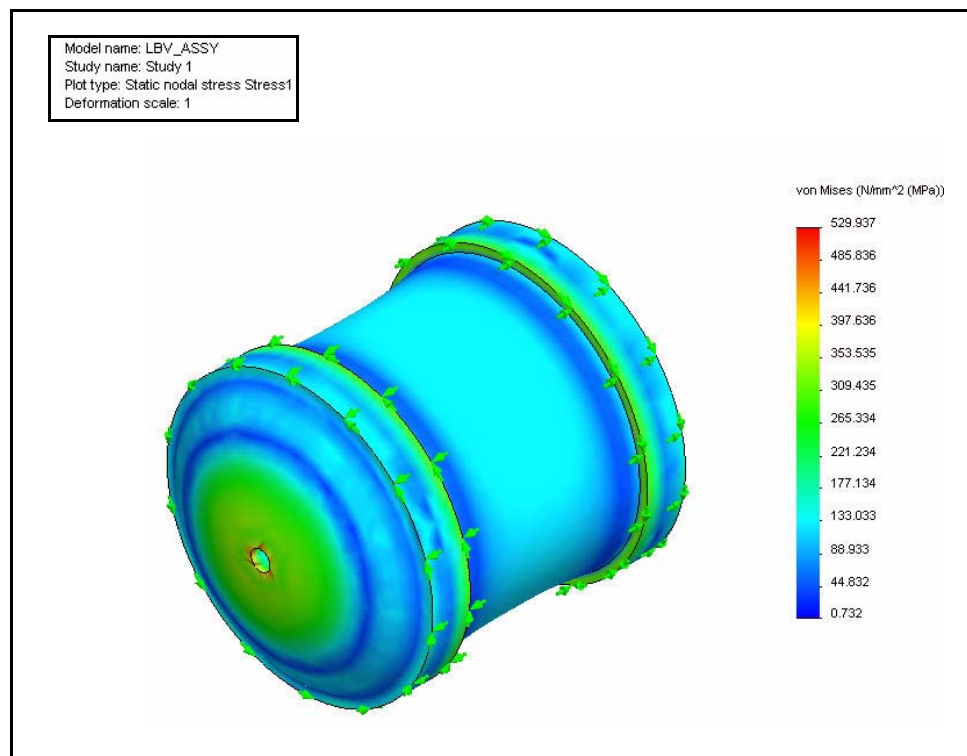


2 Sehen Sie sich die „von Mises“-Spannungen an.

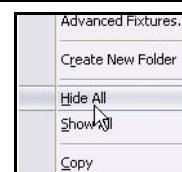
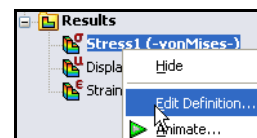
- Doppelklicken Sie auf **Spannung1 (-von Mises-)** (Stress1 (-von Mises-)). Daraufhin wird der PropertyManager für Spannungsdarstellungen angezeigt. Im PropertyManager können die Darstellungseinheiten nötigenfalls geändert werden.
- Klicken Sie im PropertyManager für Spannungsdarstellungen auf **OK**



Anmerkung: Durch die „von Mises“-Spannung sind die internen Kräfte in einem Körper zu erkennen, wenn dieser externen Lasten in Bezug auf dehnbare Materialien ausgesetzt wird. Die meisten Konstruktionsmaterialien sind dehnbar.



Anmerkung: Um die Spannungsdarstellung in einem anderen Einheitssystem anzuzeigen, müssen Sie mit der rechten Maustaste auf das aktive Darstellungssymbol klicken. Klicken Sie auf **Definition bearbeiten** (Edit Definition). Legen Sie die **Einheiten** (Units) fest. Klicken Sie im PropertyManager für Spannungsdarstellungen auf **OK**.

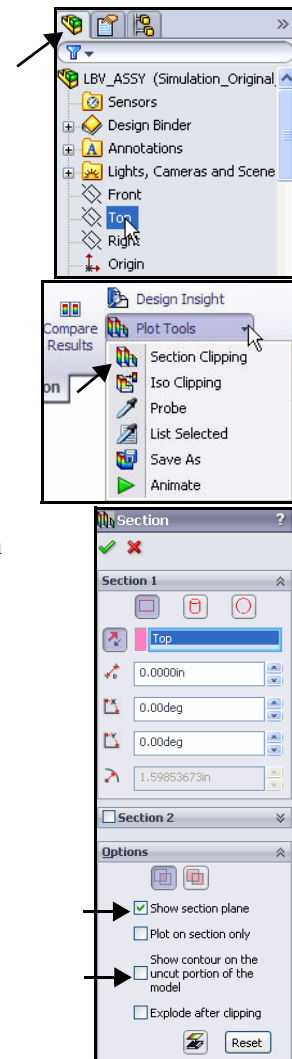


3 Blenden Sie die Einspannungen aus.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Befestigungen** (Fixtures).
- Klicken Sie auf **Alle ausblenden** (Hide all).

4 Zeigen Sie eine Schnittansicht der oberen Ebene an.

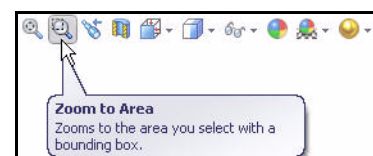
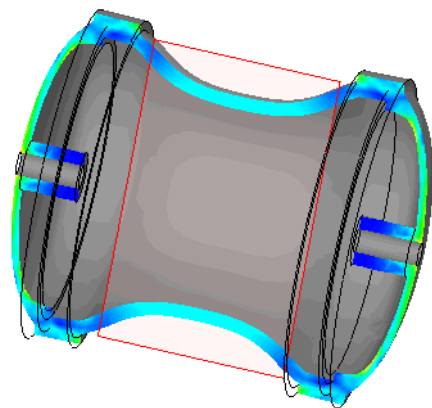
- Klicken Sie auf die Registerkarte **FeatureManager** .
- Klicken Sie wie gezeigt auf **Oben** (Top), um die obere Ebene auszuwählen.
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Darstellungswerkzeuge** (Plot Tools).
- Klicken Sie wie gezeigt auf das Werkzeug **Profil-Clipping** (Section Clipping). Der PropertyManager für Schnittansichten wird eingeblendet. Im Feld „Referenzelement“ (Reference entity) wird „Oben“ (Top) angezeigt.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **Schnittebene anzeigen** (Show section plane).
- Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen für **Kontur auf dem ungeschnittenen Modellteil anzeigen** (Show contour on the uncut portion of the model). Zeigen Sie die Standardeinstellungen an.



- Klicken Sie im PropertyManager für Schnittansichten auf **OK** .
- **Drehen** Sie wie gezeigt das Modell mithilfe der mittleren Maustaste, um die Ergebnisse anzuzeigen.

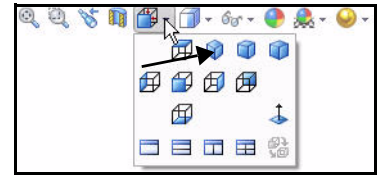
Anmerkung: Die Verformung ist vergrößert dargestellt, um sie besser erkennen zu können. Die Verformung kann beliebig skaliert angezeigt werden.

Anmerkung: Verwenden Sie das Werkzeug **Zoomen auf Bereich** (Zoom to Area) , das sich in der innovativen Ansichts-Symbolleiste befindet, um einen bestimmten Teil des Modells zu vergrößern.



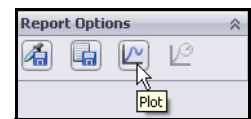
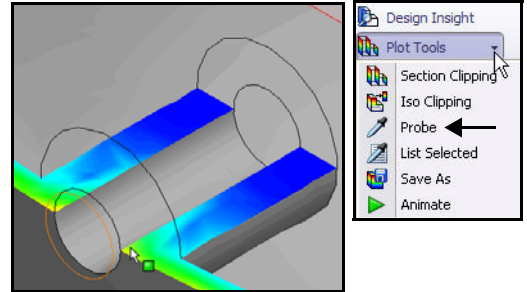
5 Zeigen Sie eine isometrische Ansicht an.

Klicken Sie in der innovativen Ansichts-Symbolleiste auf **Isometrische Ansicht** .

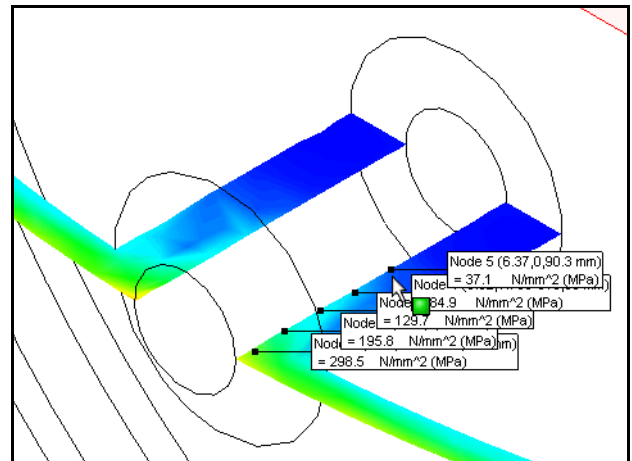


6 Sondieren Sie das Modell.

- Vergrößern Sie die **vordere Endkappe**.
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Darstellungswerkzeuge** (Plot Tools).
- Klicken Sie auf **Sondieren** (Probe) . Daraufhin wird der PropertyManager für Sondierungsergebnisse (Probe Results) eingeblendet.
- Klicken Sie von vorn nach hinten wie gezeigt auf **fünf Punkte**.
- Klicken Sie im Feld **Berichtsoptionen** (Report Options) auf die Schaltfläche **Darstellung** (Plot) . Zeigen Sie die Ergebnisse an.



Anmerkung: Je nachdem, welche Punkte Sie gewählt haben, werden die Ergebnisse unterschiedlich sein.



7 Nachprüfung der Darstellung.

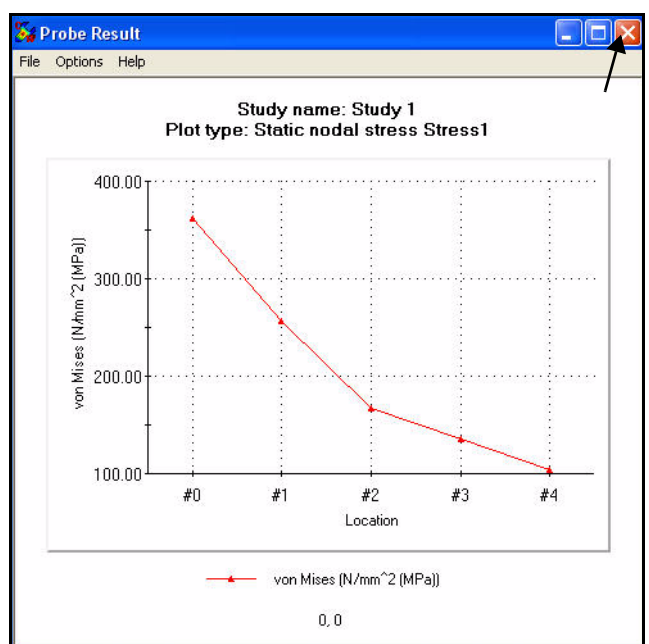
- Das Nachprüfen der Darstellung ist eine exzellente Methode, die variierende Spannung in der gesamten Geometrie Ihres Modells zu begutachten.

8 Schließen Sie das Dialogfeld „Sondierungsergebnisse“ (Probe Results).

- Sie **schließen** das Dialogfeld „Sondierungsergebnisse“, indem Sie oben rechts im Dialogfeld auf das X klicken.

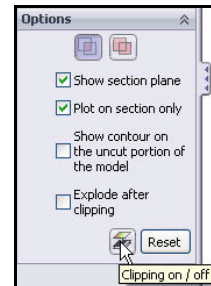
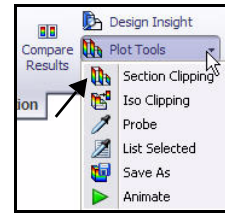
9 Schließen Sie den PropertyManager für Sondierungsergebnisse (Probe Result).

- Klicken Sie im PropertyManager für Sondierungsergebnisse (Probe Results) auf **OK** .

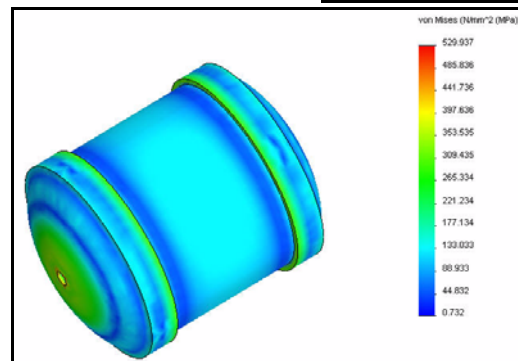


10 Deaktivieren Sie die Schnittdarstellung.

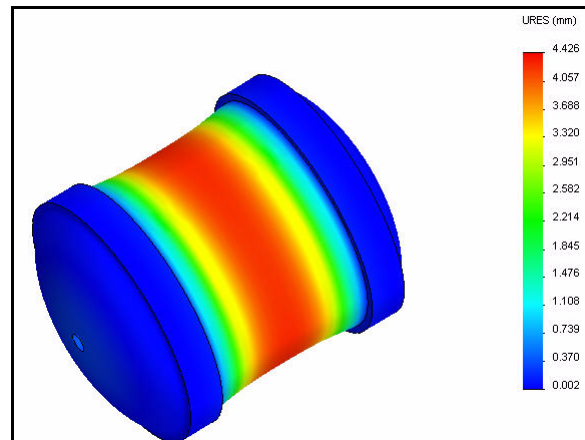
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Darstellungswerkzeuge** (Plot Tools).
- Klicken Sie auf das Werkzeug **Profil-Clipping** (Section Clipping) .
- Der PropertyManager für Schnittdarstellungen wird eingeblendet.
- Klicken Sie im Feld „Optionen“ (Options) wie gezeigt auf die Schaltfläche **Clipping ein/aus** (Clipping on/off) .
- Klicken Sie im PropertyManager für Schnittdarstellungen auf **OK** .

**11 Passen Sie das Modell dem Grafikbereich an.**

- Drücken Sie die **f**-Taste. Sehen Sie sich die Ergebnisse im Grafikbereich an.

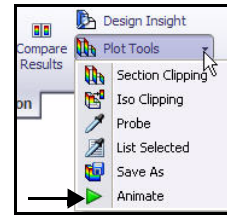
**12 Zeigen Sie die Verschiebungsdarstellung an.**

- Doppelklicken Sie im Ordner „Ergebnisse“ (Results) auf **Verschiebung1 (-Res disp-)** (Displacement1 (-Res disp-)). Sehen Sie sich die Darstellung an.



13 Animieren Sie die Verschiebungsdarstellung.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Darstellungswerkzeuge** (Plot Tools).
- Klicken Sie auf **Animieren** (Animate) . Der PropertyManager für Animationen wird eingeblendet. Sehen Sie sich die Animation im Grafikbereich an.

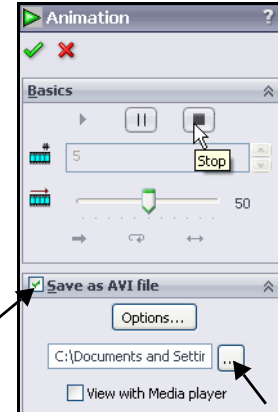


14 Beenden Sie die Animation.

- Klicken Sie auf **Stop** .

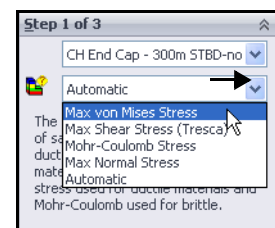
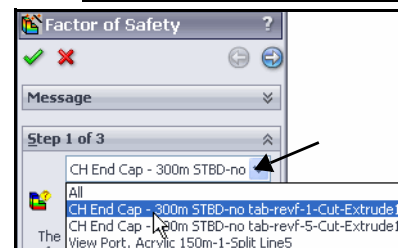
15 Speichern Sie die Animation.

- Aktivieren Sie wie gezeigt das Kontrollkästchen für **Als AVI-Datei speichern** (Save as AVI file).
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Durchsuchen** (Browse). Akzeptieren Sie den Standard-Speicherort.
- Klicken Sie im Dialogfeld „Speichern unter“ (Save As) auf **Speichern** (Save).
- Klicken Sie im PropertyManager für Animationen auf **OK** .

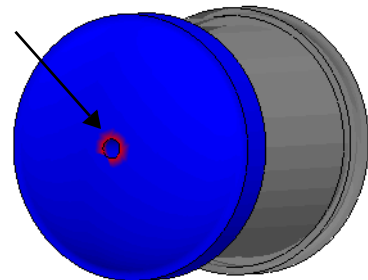
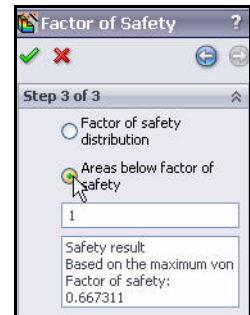


16 Berechnen Sie den Sicherheitsfaktor.

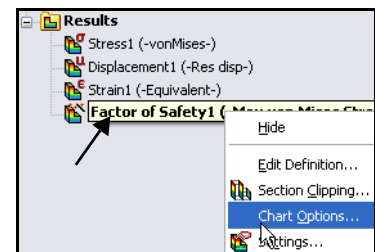
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Ergebnisse** (Results).
- Klicken Sie auf das Werkzeug **Darstellung des Sicherheitsfaktors definieren** (Define Factor Of Safety Plot) . Der PropertyManager für Sicherheitsfaktoren wird eingeblendet.
- Wählen Sie aus dem Dropdown-Menü wie gezeigt die erste Komponente **CH Endkappe** (CH End Cap).
- Wählen Sie aus dem Dropdown-Menü als Kriterium die Option **Max. „von Mises“-Spannung** (Max von Mises Stress). Merken Sie sich Ihre Kriterien.



- Klicken Sie auf **Weiter** (Next) , um mit Schritt 2 fortzufahren. Akzeptieren Sie die Standardwerte.
- Klicken Sie auf **Weiter** , um mit Schritt 3 weiterzumachen.
- Klicken Sie auf das Auswahlfeld **Bereiche unterhalb des Sicherheitsfaktors** (Areas below factor of safety).
- Klicken Sie im PropertyManager für Sicherheitsfaktoren auf **OK** . Sehen Sie sich das Modell im Grafikbereich an.
- **Drehen** Sie das Modell mithilfe der mittleren Maustaste. Der blaue Bereich hat einen Sicherheitsfaktor (FOS) von >1 . Der rote Bereich hat einen FOS von <1 .

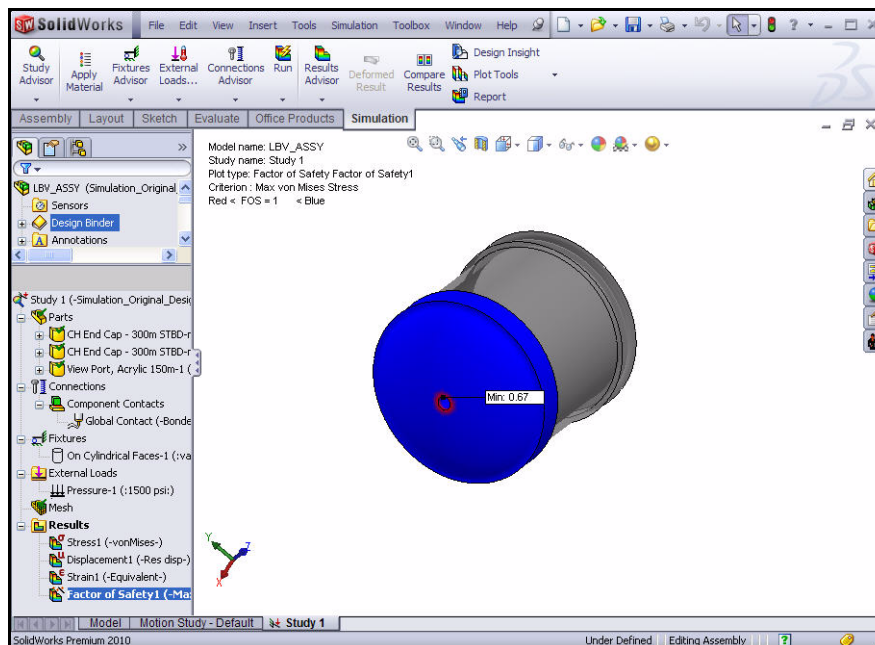
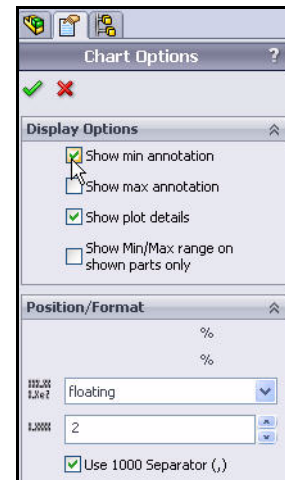


- Klicken Sie im Ordner „Ergebnisse“ (Results) mit der rechten Maustaste, wie gezeigt auf **Sicherheitsfaktor 1** (Factor of Safety1).
- Klicken Sie auf **Diagrammoptionen** (Chart Options). Der PropertyManager für Diagrammoptionen wird eingeblendet.



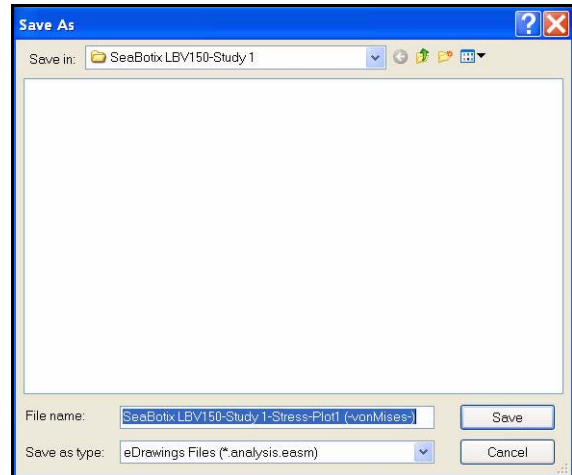
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **für Min. Beschriftung anzeigen** (Show min annotation). Akzeptieren Sie die Standardeinstellungen. Sehen Sie sich die Ergebnisse im Grafikbereich an.
- Klicken Sie im PropertyManager für Diagrammoptionen auf **OK** . Zeigen Sie die Ergebnisse an.
- **Drehen** Sie das Modell mithilfe der mittleren Maustaste. Sehen Sie sich den roten Bereich an. Der rote Bereich hat einen Sicherheitsfaktor (FOS) von <1 . Der blaue Bereich hat dagegen einen FOS von >1 .

Anmerkung: Der minimale FOS ist 0,67. Sie haben daher nicht das Konstruktionsziel erreicht, das darin besteht, einen FOS von >1 zu erzielen. In der nächsten Studie werden wir der Endkappe strukturelle Rippen hinzufügen, um das Konstruktionsziel zu erreichen.



Erstellen einer SolidWorks eDrawings-Datei

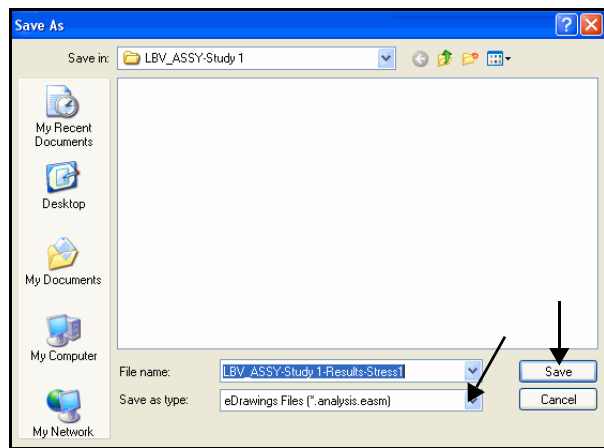
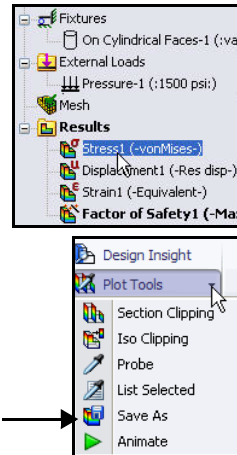
Ergebnisdarstellungen können im SolidWorks eDrawings®-Format gespeichert werden. In SolidWorks eDrawings haben Sie die Möglichkeit, Ihre Analysenergebnisse zu animieren und anzuzeigen. Mithilfe des eDrawings-Ansichtsprogramms können Sie Ihre Zeichnungen drehen und auch vergrößern. Die eDrawings-Dateien sind mit einer integrierten Anzeigefunktion versehen und auch sehr kompakt, sodass sie bequem per E-Mail gesendet werden können.



Erstellen einer SolidWorks eDrawings-Datei

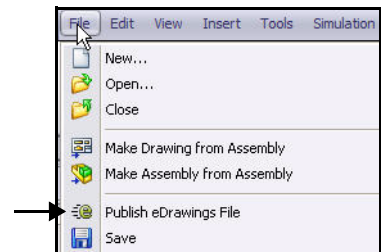
1 Erstellen Sie eine SolidWorks eDrawings-Datei.

- Doppelklicken Sie im Ordner „Ergebnisse“ (Results) auf **Spannung1 (-von Mises-)** (Stress1 (-von Mises-)).
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Darstellungswerkzeuge** (Plot Tools).
- Klicken Sie auf **Speichern unter** (Save As) . Das Feld „Speichern unter“ (Save As) wird eingeblendet.
- Wählen Sie **eDrawings-Dateien** (eDrawings Files) als Dateityp (Save as type) aus. Akzeptieren Sie den Standard-Namen und -Speicherort.
- Klicken Sie auf **Speichern** (Save).

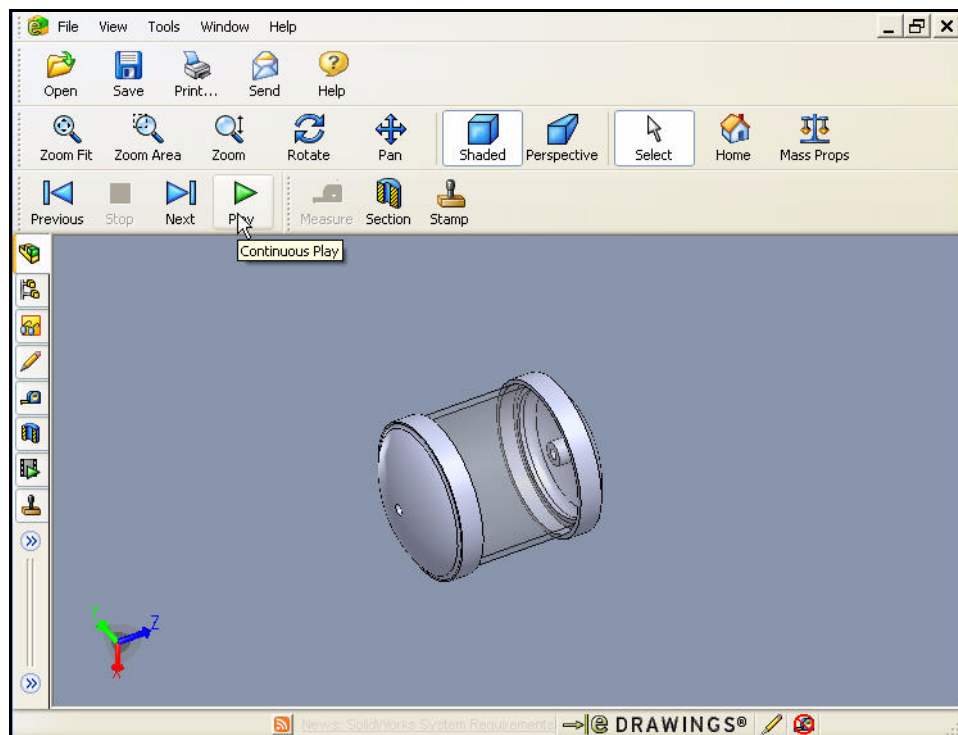
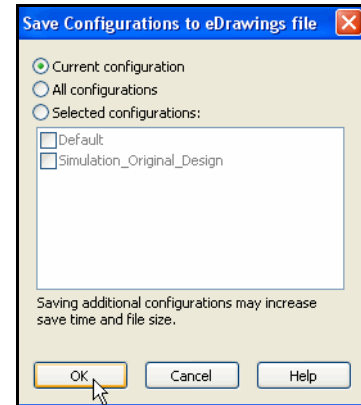


2 Veröffentlichen Sie eine SolidWorks eDrawing-Datei.

- Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Datei** (File), **eDrawings-Datei veröffentlichen** (Publish eDrawings File) . Es wird dann das Dialogfeld „Konfigurationen in eDrawings-Datei speichern“ (Save Configurations to eDrawings file) angezeigt.

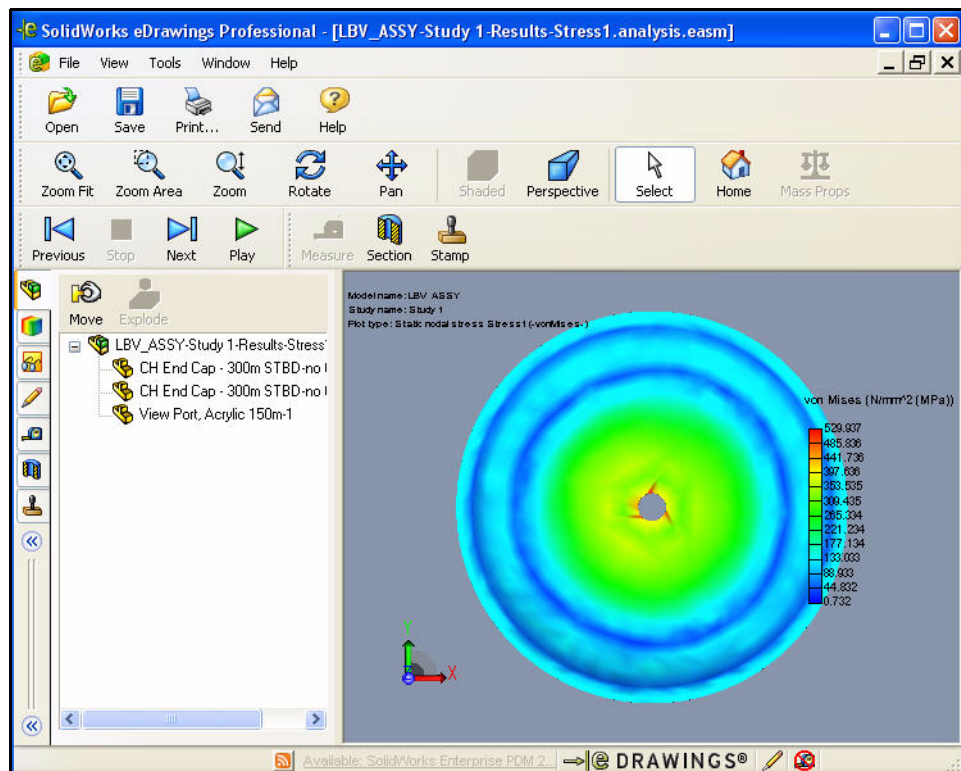
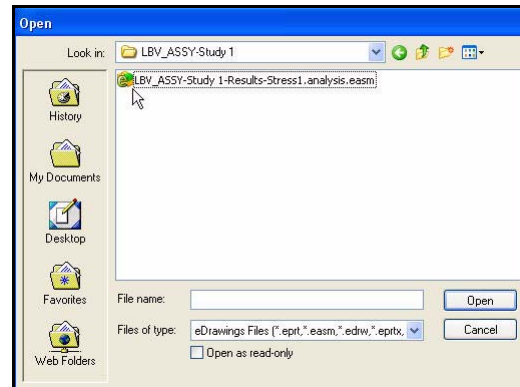
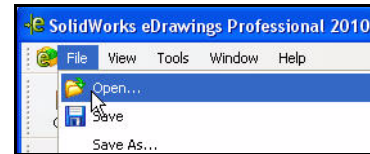


- Akzeptieren Sie die Standardeinstellungen. Klicken Sie in diesem Dialogfeld auf **OK**. eDrawing-Zeichnung ansehen.
- Klicken Sie auf **Abspielen**  (Play). eDrawing-Zeichnung ansehen.
- Klicken Sie auf **Stop** .



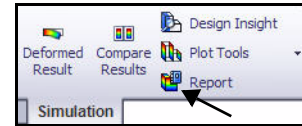
3 Sehen Sie sich die Spannung1 (Stress1) (-von Mises-) Darstellung an.

- Klicken Sie im Hauptmenü auf **Datei, Öffnen** (File, Open).
- Doppelklicken Sie in dem gespeicherten Studienordner auf **LBV-ASSY-Studie 1** (LBV-ASSY-Study 1). Sehen Sie sich die eDrawing für die „von Mises“-Darstellung an.
- Klicken Sie auf **Durchführen** . Sehen Sie sich die the eDrawing-Zeichnung an.
- Klicken Sie auf **Stop** .
- **Schließen** Sie eDrawings und kehren Sie zu SolidWorks Simulation zurück.
- Klicken Sie auf **Nein** (No). Nehmen Sie keine Speicherung der eDrawing-Zeichnung vor.

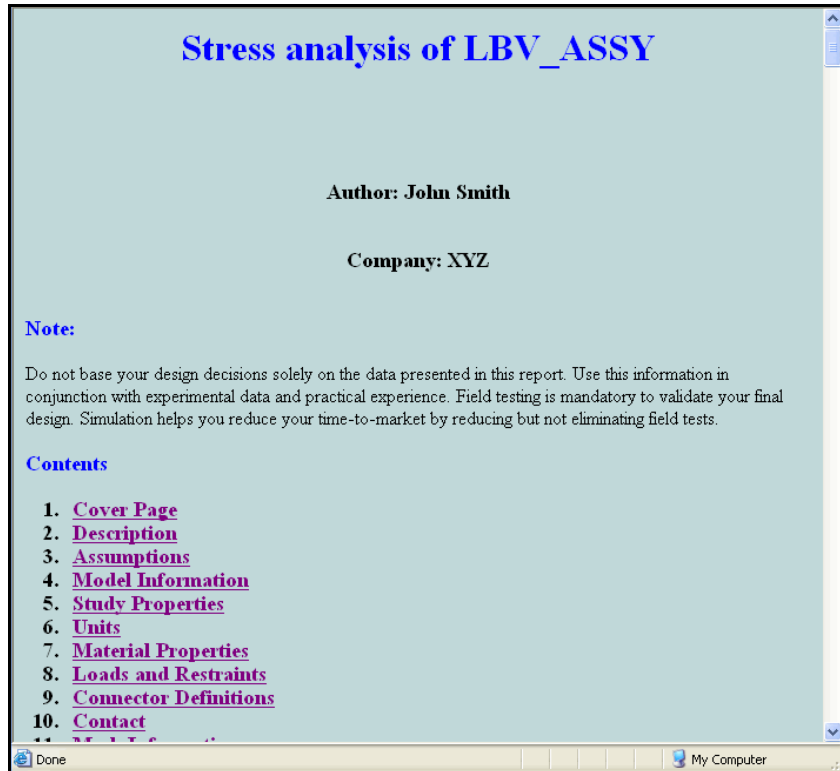


Erstellen eines Berichts

Mithilfe der Berichtsfunktion kann ein HTML- oder Microsoft® Word-Dokument erstellt werden, das bequem von Kollegen oder Vorgesetzten begutachtet werden kann. In diesem Bericht werden alle Aspekte der Analyse beschrieben, einschließlich Materialeigenschaften, angewandte Lager und Lasten und die Ergebnisse.



In SolidWorks Simulation können Berichte im HTML- und Microsoft Word-Format erstellt werden.

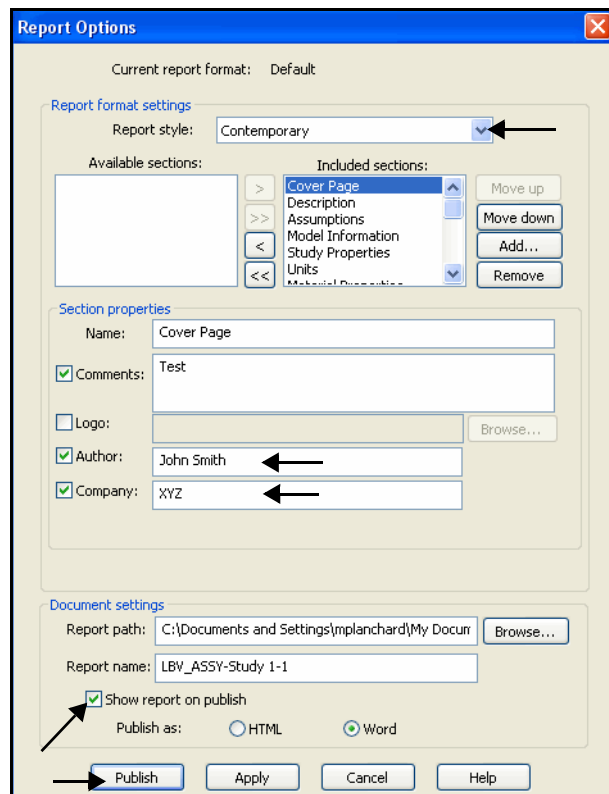
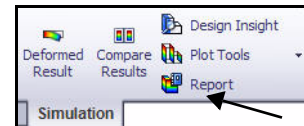


HTML-Format

Erstellen eines statischen Studienberichts

1 Erstellen Sie wie folgt einen statischen Studienbericht:

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Bericht** (Report) .
- Wählen Sie **Modern** (Contemporary) als Berichtsart.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Author** (Author).
- Geben Sie eine Bezeichnung für **Author** ein.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Firma** (Company).
- Geben Sie einen Wert für **Firma** ein.
- Blättern Sie durch die Liste unter **Einbezogene Abschnitte** (Included sections). Sehen Sie sich Ihre Optionen an.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **Bericht bei Veröffentlichung anzeigen** (Show report on publish). Akzeptieren Sie die Standardeinstellungen.



2 Sehen Sie sich die Ergebnisse an.

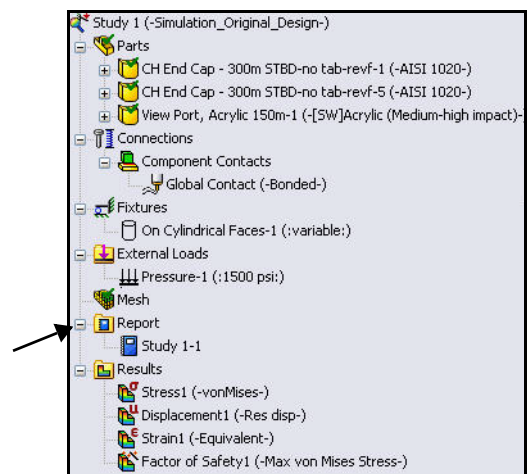
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Veröffentlichen** (Publish). Daraufhin wird Microsoft Word geöffnet und der Bericht angezeigt. Sehen Sie sich den Inhalt des Berichts an. Wie Sie sehen, sind auch die Ergebnisdarstellungen mit einbezogen.

3 Schließen Sie den Bericht.

- Das **Schließen** geschieht dadurch, dass Sie Microsoft Word beenden und zu SolidWorks Simulation zurückkehren. Der Ordner „Bericht“ (Report) wird angezeigt.

Anmerkung: Die Berichte können Ihren Erfordernissen entsprechend angepasst werden.

Stress analysis of LBV ASSY-Test	
View 1 Drawings are generated from the data presented in this report. The data is generated in accordance with the material data and analysis results. All data is generated in accordance with the design. Simulation help is available for more information. See the SolidWorks Help topic "Simulation Help" for more information. Page Break	
Table of Contents	
Table of Contents	→ 1
List of Figures	→ 1
Description	→ 1
Assumptions	→ 1
Model Information	→ 1
Study Properties	→ 1
Units	→ 1
Material Properties	→ 1
Loads and Restraints	→ 1
Contact Definitions	→ 1
Contact	→ 1
Mesh Information	→ 1
Design Scenario Results	→ 1
Stress Results	→ 1
Reaction Forces	→ 1
Free-Body Forces	→ 1
Bulk Forces	→ 1
Pin Forces	→ 1
Study Results	→ 1
Conclusion	→ 11

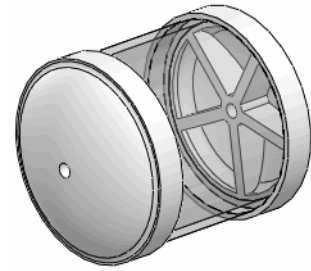


Analyse 2 – Statische Studie 2

In der Studie 1 waren in den Berichten die kritischen Bereiche zu sehen, in denen der Sicherheitsfaktor <1 war.

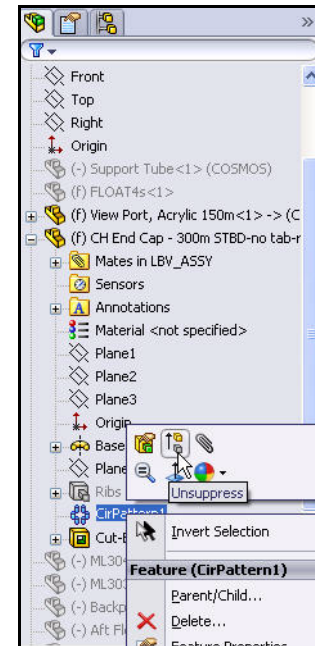
Als Konstrukteur müssen Sie jetzt entscheiden, wie der Sicherheitsfaktor erhöht werden kann.

- Soll anderes Material verwendet werden?
- Soll das vorhandene Modell geändert werden?
- Sollten Sie vielleicht die Lager und Lasten neu abschätzen?



Dieser Abschnitt ist dazu da:

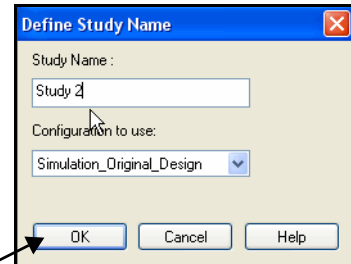
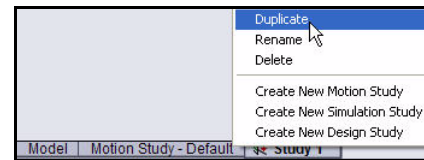
- die Endkappen in der Baugruppe „Gehäuse“ zu ändern und den Endkappen einige Rippen hinzuzufügen, um die strukturelle Integrität des Gehäuses zu erhöhen (um Zeit zu sparen, werden wir zu diesem Zweck einfach im SolidWorks FeatureManager für Endkappen die Unterdrückung der Rippen aufheben).
- Informationen aus Studie 1 in die Studie 2 zu kopieren
- die Vernetzung vorzunehmen und die neue Analyse durchzuführen
- die Ergebnisse aus Studie 2 anzuzeigen
- die Spannungs- und FOS-Darstellungen aus Studie 2 und Studie 1 zu vergleichen



Erstellen von Analyse 2 – Statische Studie 2

1 Erstellen Sie wie folgt die Studie 2:

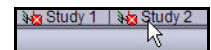
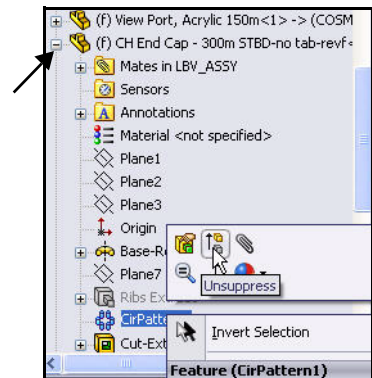
- Klicken Sie ganz unten im Grafikbereich mit der rechten Maustaste wie gezeigt auf die Registerkarte **Studie 1** (Study 1).
- Klicken Sie auf **Duplizieren** (Duplicate). Daraufhin wird das Dialogfeld „Studiennamen definieren“ (Define Study Name) eingeblendet.
- Geben Sie **Studie 2** (Study 2) als Studienname ein.
- Klicken Sie im Dialogfeld „Studiennamen definieren“ auf **OK**. Daraufhin wird „Studie 2“ (Study 2) angezeigt.



Anmerkung: Studie 2 ist eine Kopie von Studie 1.

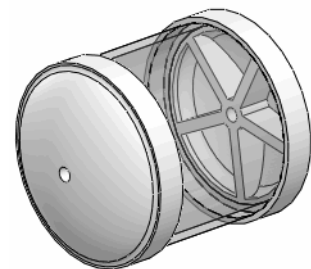
2 Ändern Sie das Teil „Endkappe“ (EndCap).

- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Modell** (Model).
- Erweitern Sie **CH EndCap - 300m STBD-no tab-revf**.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **CirPattern1**.
- Klicken Sie in der kontextbezogenen Symbolleiste auf **Unterdrückung aufheben** (Unsuppress) . Im Grafikbereich wird dann das Gehäuse mit den mit Rippen versehenen Endkappen angezeigt. Beide Instanzen dieses Teils sind jetzt entsprechend aktualisiert.
- Drehen Sie das **Modell** mithilfe der mittleren Maustaste, um die nicht mehr unterdrückten Rippen zu sehen.



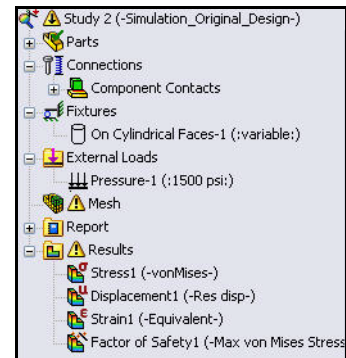
3 Kehren Sie zu Studie 2 zurück.

- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Studie 2** (Study 2).



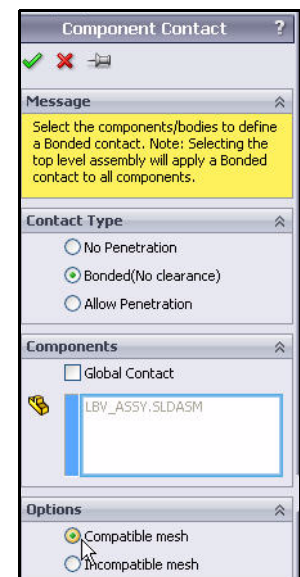
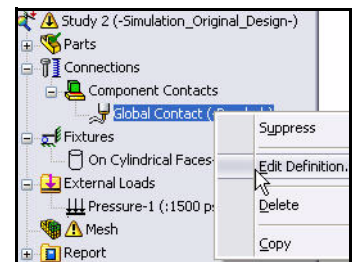
4 Überprüfen Sie Studie 2.

- Sie stellen dabei fest, dass das Material und die Last-/ Befestigungsinfo aus Studie 1 in Studie 2 kopiert wurden. Da die Geometrie geändert wurde, müssen Sie das Modell erneut vernetzen und die Analyse noch einmal durchführen.



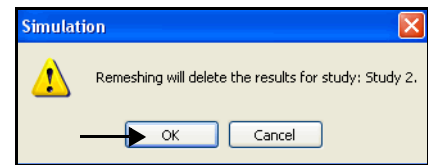
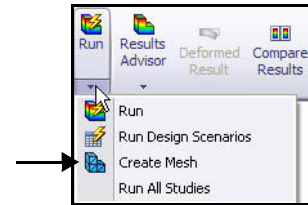
5 Erstellen Sie eine kompatible Vernetzung.

- Erweitern Sie im Studie-2-Baum den **Komponentenkontakt** (Component Contact).
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Globaler Kontakt (-verbunden-)** (Global Contact (-Bonded-)).
- Klicken Sie auf **Definition bearbeiten** (Edit Definition). Der PropertyManager für Komponentenkontakte wird eingeblendet.
- Klicken Sie im Feld „Optionen“ (Options) auf die Option **Kompatible Vernetzung** (Compatible mesh). Akzeptieren Sie die Standardeinstellungen.
- Klicken Sie im PropertyManager für Komponentenkontakte auf **OK** .



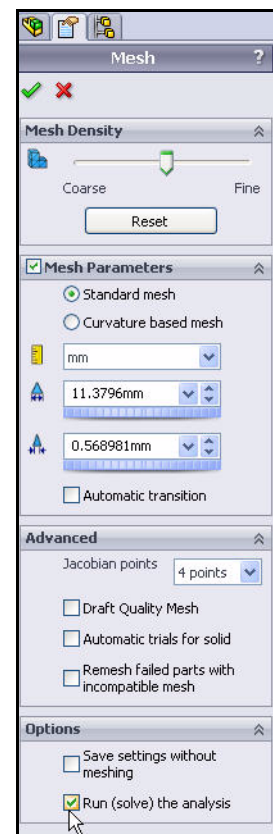
6 Vernetzen Sie das Modell.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Durchführen** (Run).
- Klicken Sie auf **Vernetzung erstellen** (Create Mesh) .
- Klicken Sie auf **OK** als Antwort auf die Meldung: „Neuvernetzung löscht die Studienergebnisse: (Remeshing will delete the results for study:) Studie 2 (Study 2)“. Daraufhin wird der PropertyManager für Vernetzungen eingeblendet, durch den die globale Größe und der Toleranzwert empfohlen werden.

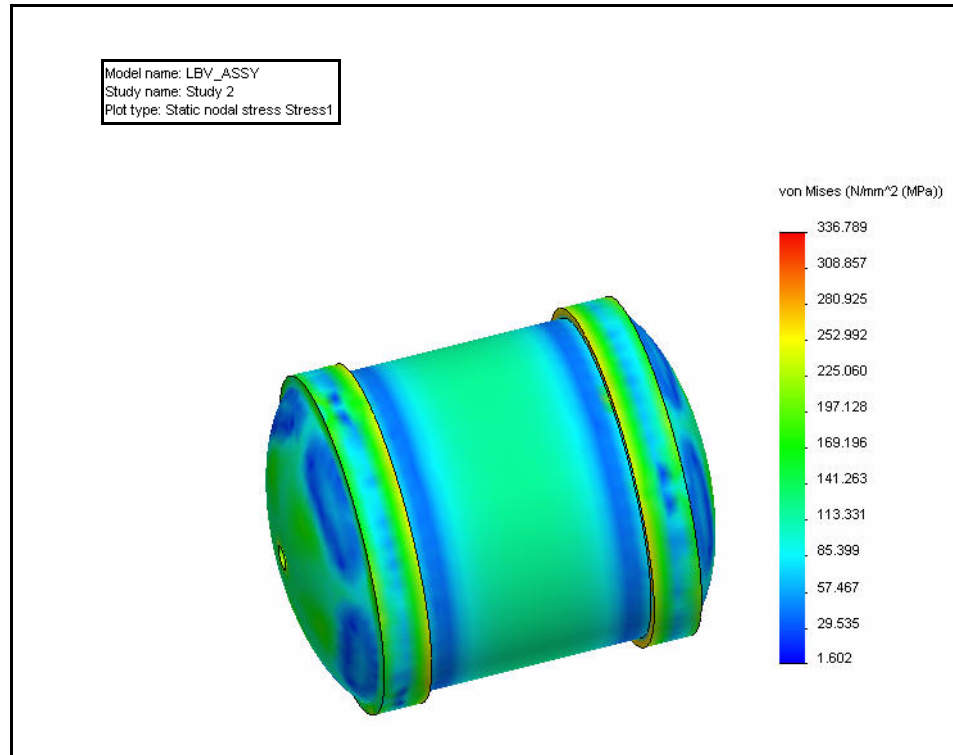
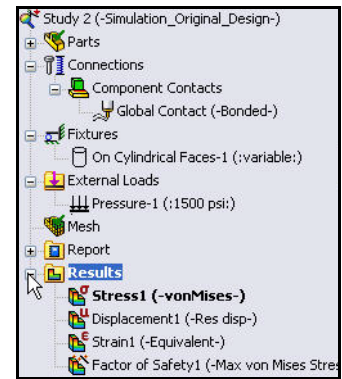


7 Starten Sie den Vernetzungsvorgang.

- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **Vernetzungsparameter** (Mesh Parameters). Sehen Sie sich Ihre Optionen an.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **Analyse durchführen (lösen)** (Run (solve) the analysis).
- Klicken Sie auf **OK** , und zwar im PropertyManager für Vernetzungen. Das Vernetzen beginnt und es wird das Fenster „Vernetzungsfortschritt“ (Mesh Progress) eingeblendet. Sehen Sie sich die Ergebnisse im Grafikbereich an.



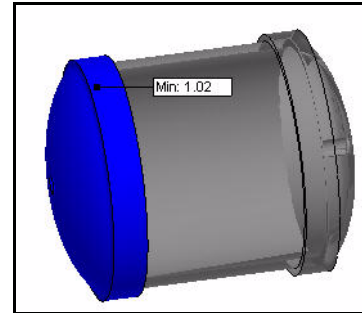
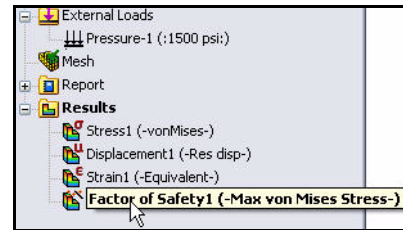
- 8 Sehen Sie sich den Ordner „Ergebnisse“ (Results) an.
 - Erweitern Sie den Ordner **Ergebnisse** (Results).
- 9 Sehen Sie sich die "von Mises"-Spannungsdarstellung an.
 - Doppelklicken Sie auf **Spannung1 (-von Mises-)** (Stress1 (-von Mises-)). Die "von Mises"-Spannungsdarstellung wird angezeigt. Sehen Sie sich Ihre Optionen an.
 - Klicken Sie im PropertyManager für Spannungsdarstellungen auf **OK** ☒.



10 Sehen Sie sich den Sicherheitsfaktor an.

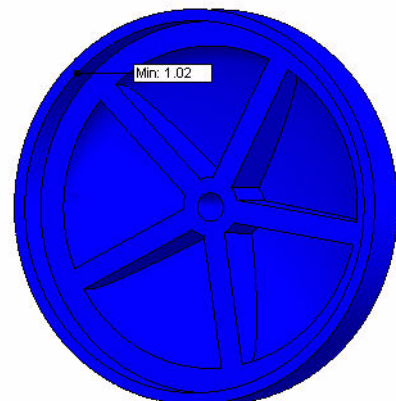
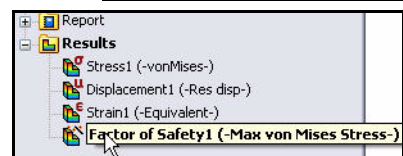
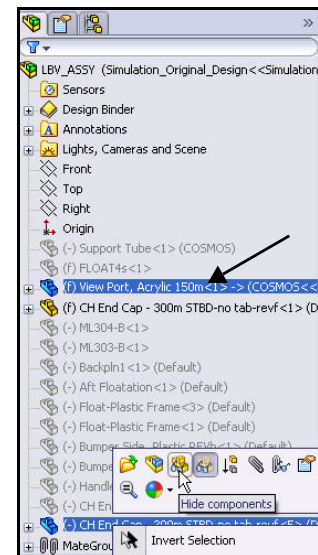
- Doppelklicken Sie auf **(Sicherheitsfaktor1 (-Max. „von Mises“ Spannung-))** (Factor of Safety1 (-Max von Mises Stress-)).
- **Drehen Sie** das Modell, um die blaue Fläche anzuzeigen. Die blaue Fläche zeigt einen FOS von >1.

Anmerkung: Der minimale FOS ist jetzt 1,02.

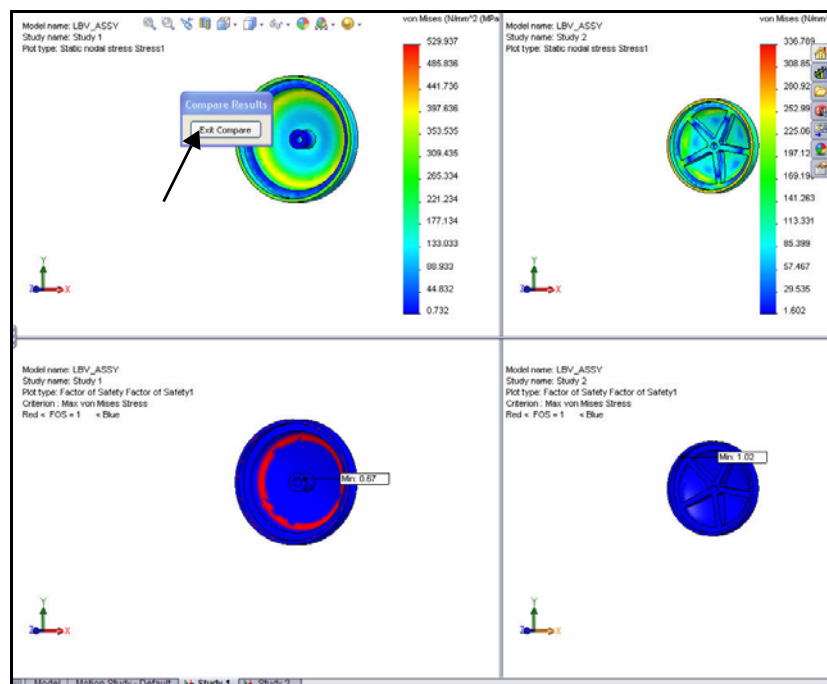
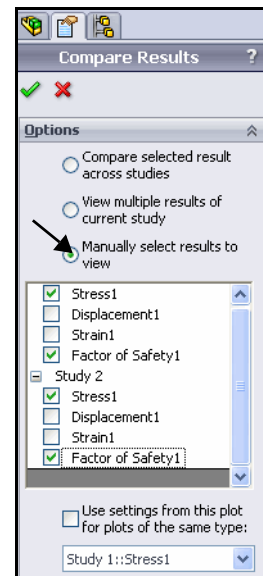
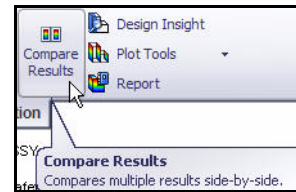


11 Vergleichen Sie Studie 2 mit Studie 1.

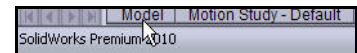
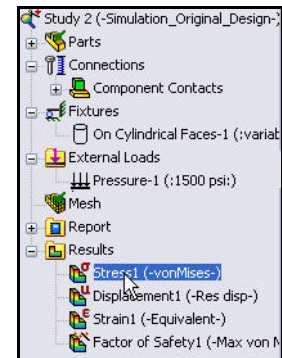
- Klicken Sie in der innovativen Ansichts-Symbolleiste auf **Isometrische Ansicht** .
- Klicken Sie im FeatureManager auf **(f) Sichtöffnung** ((f) View Port).
- Halten Sie die **Strg**-Taste gedrückt.
- Klicken Sie auf die zweite Komponente **CH EndCap - 300mm**. Beide Komponenten sind jetzt ausgewählt.
- Lassen Sie die **Strg**-Taste wieder los.
- Klicken Sie in der kontextbezogenen Symbolleiste mit der rechten Maustaste auf **Komponenten ausblenden** (Hide components) .
- Doppelklicken Sie auf **(Sicherheitsfaktor1 (-Max. „von Mises“ Spannung-))** (Factor of Safety1 (-Max von Mises Stress-)).
- Klicken Sie im PropertyManager auf **OK** . Die beiden Komponenten sind im Grafikbereich nunmehr ausgeblendet. Sehen Sie sich die eine CH-Endkappe an.
- **Drehen Sie** das Modell und zeigen Sie die Ergebnisse an.



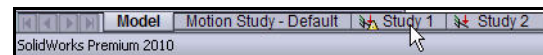
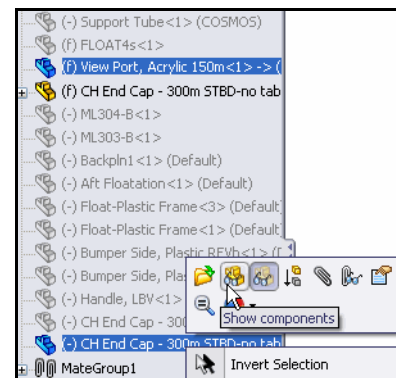
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Ergebnisse vergleichen** (Compare Results) . Daraufhin wird der PropertyManager für „Ergebnisse vergleichen“ eingeblendet. Sowohl Studie 1 als auch Studie 2 ist markiert.
- Klicken Sie in das Optionsfeld für **Ergebnisse manuell zur Anzeige auswählen** (Manually select results to view).
- Deaktivieren Sie unter Studie 1 die Kontrollkästchen für **Verschiebung1** (Displacement1) und **Dehnung1** (Strain1).
- Aktivieren Sie unter Studie 1 die Kontrollkästchen für **Spannung1** (Stress1) und **Sicherheitsfaktor1** (Factor of Safety1).
- Aktivieren Sie unter Studie 2 die Kontrollkästchen für **Spannung1** (Stress1) und **Sicherheitsfaktor1** (Factor of Safety1).
- Klicken Sie im PropertyManager für „Ergebnisse vergleichen“ auf **OK** . Sehen Sie sich den Grafikbereich an. Es werden jetzt beide Studien angezeigt.



- Klicken Sie im Dialogfeld „Ergebnisse vergleichen“ auf die Schaltfläche **Vergleich beenden** (Exit Compare). Im Grafikbereich wird daraufhin Studie 2 angezeigt.
- Doppelklicken Sie im Ordner „Ergebnisse“ (Results) auf **Spannung1 (-von Mises-)** (Stress1 (-von Mises-)). Sehen Sie sich den Grafikbereich an.
- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Modell** (Model), um zu SolidWorks zurückzukehren und den FeatureManager für Baugruppen anzuzeigen.

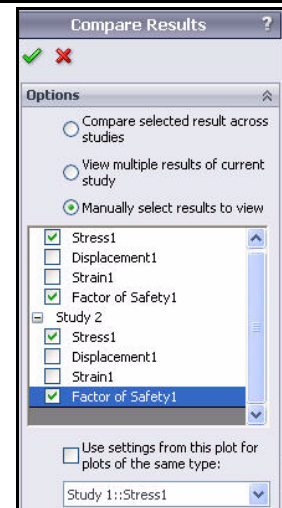
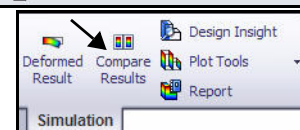
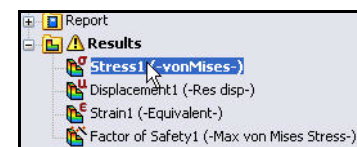


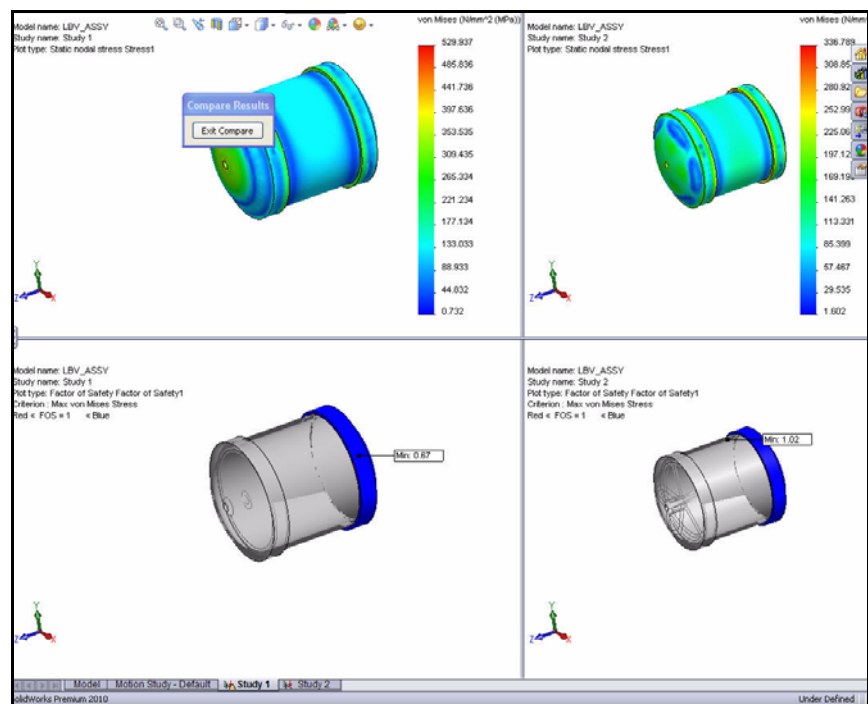
- Klicken Sie im FeatureManager auf (f) **Sichtöffnung** ((f) View Port).
- Halten Sie die **Strg**-Taste gedrückt.
- Klicken Sie auf die zweite Komponente **CH EndCap - 300mm**. Beide Komponenten sind jetzt ausgewählt.
- Lassen Sie die **Strg**-Taste wieder los.
- Klicken Sie in der kontextbezogenen Symbolleiste mit der rechten Maustaste auf **Komponenten einblenden** (Show components) . Die beiden Komponenten sind im Grafikbereich nunmehr eingeblendet.



12 Kehren Sie zu Studie 1 zurück.

- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Studie 1** (Study 2). Daraufhin wird „Studie 1“ (Study 2) angezeigt.
- Doppelklicken Sie im Ordner „Ergebnisse“ (Results) auf **Spannung1 (-von Mises-)** (Stress1 (-von Mises-)). Sehen Sie sich den Grafikbereich an.
- Klicken Sie im PropertyManager auf **OK** .
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Ergebnisse vergleichen** (Compare Results) . Daraufhin wird der PropertyManager für „Berichte vergleichen“ eingeblendet.
- Klicken Sie in das Optionsfeld für **Ergebnisse manuell zur Anzeige auswählen** (Manually select results to view).
- Deaktivieren Sie unter Studie 1 die Kontrollkästchen für **Verschiebung1** (Displacement1) und **Dehnung1** (Strain1).
- Aktivieren Sie unter Studie 2 die Kontrollkästchen für **Spannung1** (Stress1) und **Sicherheitsfaktor1** (Factor of Safety1).
- Klicken Sie im PropertyManager für „Ergebnisse vergleichen“ auf **OK** . Sehen Sie sich den Grafikbereich an. Es werden jetzt beide Studien angezeigt.
- Klicken Sie im Dialogfeld „Ergebnisse vergleichen“ auf die Schaltfläche **Vergleich beenden** (Exit Compare). Im Grafikbereich wird daraufhin Studie 1 angezeigt.

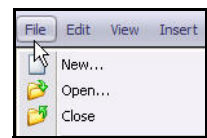




13 Speichern und schließen Sie das Modell.

■ Klicken Sie auf **Speichern** .

■ Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Datei (File)**, **Schließen (Close)**.



Anmerkung: Ihr Konstruktionsziel ist damit erreicht. Durch die strukturellen Rippen in der Endkappe wird ein FOS von >1 erreicht.

SolidWorks Simulation – Fazit

Im Verlauf dieser kurzen Einführung von SolidWorks Simulation hatten Sie Gelegenheit, die Hauptkonzepte der statischen Analyse kennen zu lernen. SolidWorks Simulation ist vollständig in der mechanischen SolidWorks 3D-Software integriert und ermöglicht Ihnen, alle Konstruktionsänderungen automatisch zu aktualisieren und somit sofort zügig mit den vertrauten SolidWorks-Funktionen und -Befehlen zu arbeiten.

Alternative Konstruktionen mühelos und schnell vergleichen. SolidWorks Simulation gibt Ihnen die Möglichkeit, verschiedene mithilfe von SolidWorks erstellte Konstruktionskonfigurationen zu überprüfen und dann die optimale Konstruktion für die eigentliche Produktion einzusetzen.

Interaktion zwischen verschiedenen Baugruppenkomponenten untersuchen. SolidWorks Simulation bietet Ihnen leistungsstarke Werkzeuge, um Baugruppen zu untersuchen und zu optimieren.

Reale Betriebsbedingungen simulieren. SolidWorks Simulation enthält sowohl verschiedene Arten von Lasten und Lagern und sorgt auch für Kontakte zwischen den einzelnen Teilen, um reale Situationen darzustellen. Alle Lasten und Lager sind mit der Geometrie verbunden und werden daher bei Ihren Konstruktionsänderungen automatisch aktualisiert.

Analysenaufgaben automatisieren. SolidWorks Simulation nutzt eine Reihe von Automatisierungswerkzeugen, um den Analysevorgang zu vereinfachen und Ihnen dabei zu helfen, zügiger zu arbeiten.

Analyseergebnisse mithilfe von leistungsstarken intuitiven Visualisierungswerkzeugen interpretieren. Nach Abschluss der Analyse bietet SolidWorks Simulation eine Vielzahl von Werkzeugen zur Visualisierung der Ergebnisse, die Ihnen wertvolle Einblicke in die Leistung Ihrer Modelle ermöglichen.

An Analyseergebnissen mitwirken und gemeinsam nutzen. SolidWorks Simulation macht es Ihnen leicht, mit allen am Produktentwicklungsprozess Beteiligten zusammen zu arbeiten und die Analyseergebnissen gemeinsam zu nutzen.

SolidWorks® Simulation Professional

Dieses Kapitel gibt Ihnen eine Einführung in die Leistungsfähigkeit und Funktionen von SolidWorks® Simulation Professional. Behandelt werden u. a. folgende Themen:

- Die Vorteile der thermischen Analyse, Fallprüfung, Optimierung und Ermüdungsanalyse.
- Bequeme Verwendung von SolidWorks® Simulation Professional, um Konstruktionsiterationen mithilfe der Trenderfassung zu untersuchen.
- Die Schritte zur Durchführung einer frühzeitigen Konstruktionsanalyse
- Integration von SolidWorks® Simulation Professional und SolidWorks
- Ergebnisse von Kosteneinsparungen durch Vermeidung von Ausfällen im Feld und Prototyp-Engpässen
- Automatische Dokumentation der Analyseergebnisse
- Aktualisierung der Baugruppe auf Grundlage der Analyseergebnisse



Zeit: 35 – 40 Minuten

SolidWorks Simulation Professional

Im ersten Teil der Analyse benutzten Sie SolidWorks Simulation, um zwei statische Analysen am Gehäuse durchzuführen. Als Nächstes werden Sie jetzt in SolidWorks Simulation Professional verfügbare Anwendungen dazu verwenden, Ihre Untersuchung fortzusetzen. SolidWorks Simulation Professional enthält alle in SolidWorks Simulation befindlichen Funktionen plus zusätzliche Softwareanalyseanwendungen. Das schließt Folgendes mit ein:

- Statische Analyse von Teilen und Baugruppen
- Falltestsimulation
- Frequenz- und Beul-/Knick-Analyse
- Materialermüdungsanalyse
- Optimierung
- Druckbehälteranalyse
- Thermische Analyse
- Dokumentierung von Konstruktionsiterationen mittels Trenderfassung

In diesem zweiten Teil der Analyse führen Sie folgende Studien durch:

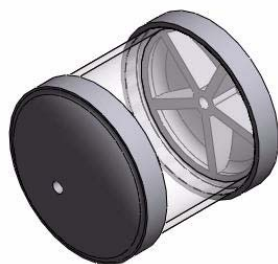
- Thermische Analyse, um die Wärmeableitung durch die vom Meerwasser umgebene Endkappe festzustellen.
- Falltestsimulation des Gehäuses, und zwar aus einer Höhe von 4 Fuß (1,22 m).
- Optimierung, um die beste Kombination aus Endkappen- und Rippendicke festzustellen, mit der die Materialmasse minimiert werden kann.
- Materialermüdungsanalyse auf Basis des 3-Finger-Greifers.



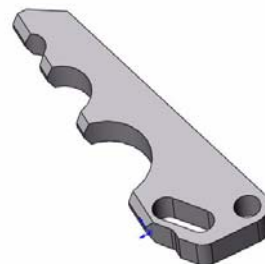
Endkappe



Endkappe mit Rippen



Gehäuse

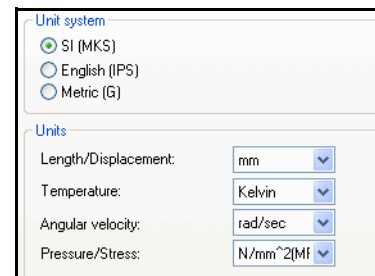
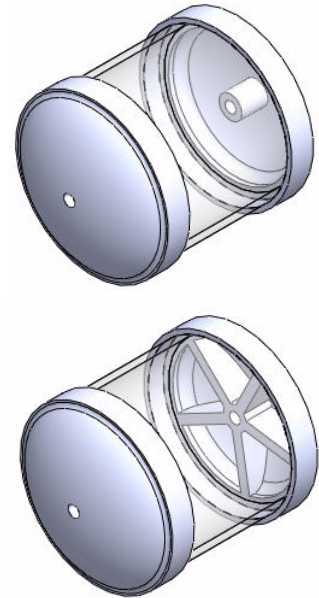


3-Finger-Greifer

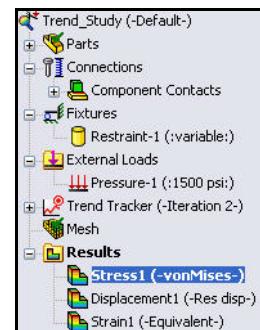
Trenderfassungsanalyse

Dieses Kapitel gibt Ihnen eine Einführung in die Leistungsfähigkeit und Funktionen der Trenderfassung in SolidWorks Simulation Professional.

- Die Trenderfassungsanalyse ermöglicht Ihnen, systematisch die Änderungen zu verfolgen, die an Ihren Konstruktionen vorgenommen wurden.
- Dadurch können Sie die verschiedenen Konstruktionsänderungen vergleichen und besser erkennen, warum und in welcher Weise die geänderten Konstruktionen besser oder schlechter als Ihre vorherigen Konstruktionen sind.
- Es werden hierdurch vollständig und automatisch alle Analyseänderungen während Ihres Konstruktionszyklus dokumentiert.



Wir wollen jetzt eine Trenderfassungsanalyse an den Gehäusekomponenten der Baugruppe SeaBotix LBV150 vornehmen. Dies ist dieselbe Baugruppe, die bereits mithilfe der statischen Analysefunktion in SolidWorks Simulation analysiert wurde.

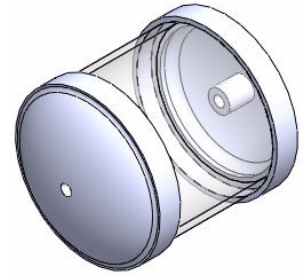
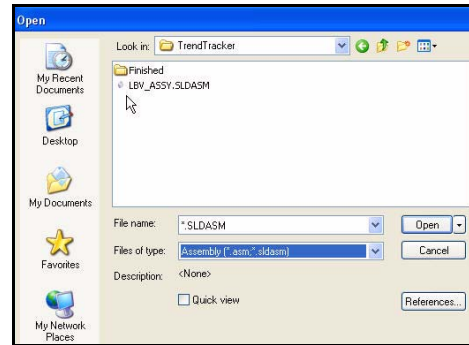


Zeit: 15 – 20 Minuten

1 Öffnen Sie die Gehäuse-Baugruppe „Housing_Assy“.

- Klicken Sie in der Menüleisten-Symboleiste auf **Öffnen** .
- Doppelklicken Sie im Ordner „SeaBotix\SolidWorks Simulation Professional\TrendTracker“ auf **LBV_Assy**. Die Baugruppe „LBV_Assy“ wird angezeigt.

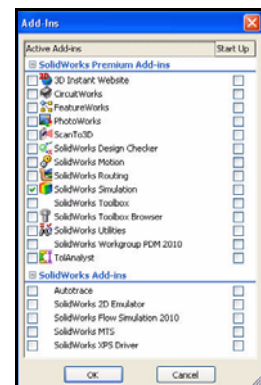
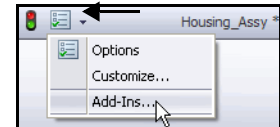
Anmerkung: Sofern SolidWorks Simulation aktiv ist, können Sie im unteren Abschnitt des Grafikbereichs die Registerkarte „Trendstudie“ (Trend_Study) anzeigen lassen.



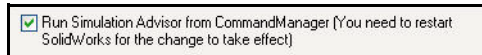
2 Aktivieren Sie nötigenfalls SolidWorks Simulation.

- Klicken Sie in der Menüleisten-Symboleiste auf den Dropdown-Pfeil für **Optionen** (Options) .
- Klicken Sie auf **Add-Ins**. Daraufhin wird das Dialogfeld „Add-Ins“ angezeigt.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **SolidWorks Simulation**.
- Klicken Sie im Dialogfeld „Add-Ins“ auf **OK**.

Anmerkung: Sie brauchen SolidWorks Simulation nicht zu aktivieren, wenn dieses Programm bereits hinzugefügt wurde.

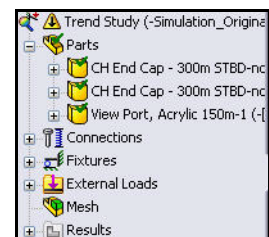
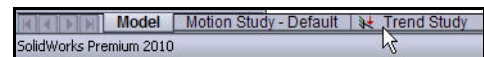


Anmerkung: Um den CommandManager für den Simulationsberater anzuzeigen, müssen Sie unter „Simulationssystemsoptionen“ das Kontrollkästchen für „Simulationsberater Durchführen“ (Run Simulation Advisor) aktivieren.



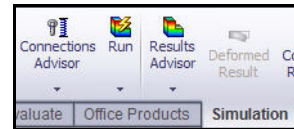
3 Zeigen Sie die Trendstudie an.

- Klicken Sie wie gezeigt auf die Registerkarte **Trendstudie** (Trend_Study). Daraufhin wird die Trendstudie angezeigt.



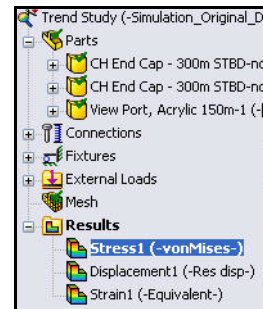
4 Führen Sie eine Analyse der Studie durch.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Durchführen** (Run) . Die Analyse wird durchgeführt und es werden drei Standarddarstellungen erstellt.



5 Anzeigen der „von Mises“-Spannung auf der Endkappe.

- Die Darstellung wird im Grafikbereich angezeigt. Doppelklicken Sie auf **Spannung1 (-von Mises-)** (Stress1 (-von Mises-)). Daraufhin wird der PropertyManager für Spannungsdarstellungen angezeigt. Sehen Sie sich die verfügbaren Optionen an.
- Klicken Sie im PropertyManager für Spannungsdarstellungen auf **OK** .



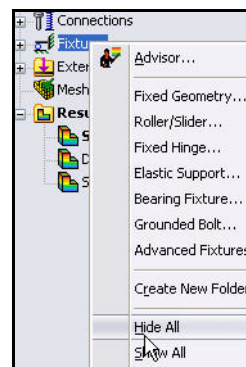
6 Passen Sie das Modell dem Grafikbereich an.

- Drücken Sie die **f**-Taste.

Tipp: Drücken Sie zum Verkleinern auf die **z**-Taste.

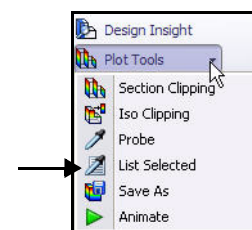
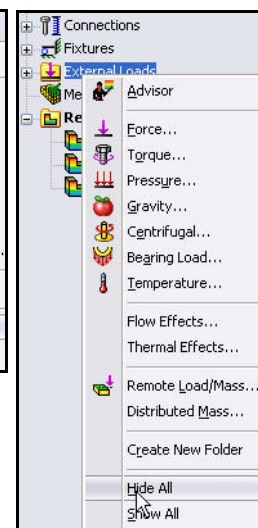
7 Blenden Sie im Grafikbereich die Einspannungen aus.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Einspannungen** (Fixtures).
- Klicken Sie auf **Alle ausblenden** (Hide all).



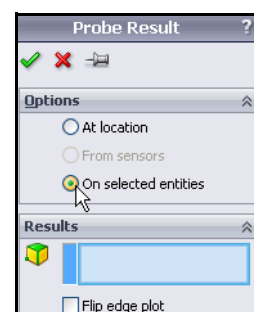
8 Blenden Sie die externen Lasten aus.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Externe Lasten** (External Loads).
- Klicken Sie auf **Alle ausblenden** (Hide all).
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Darstellungswerkzeuge** (Plot Tools).
- Klicken Sie auf **Auswahl auflisten** (List Selected) . Daraufhin wird der PropertyManager für Sondierungsergebnisse (Probe Results) eingeblendet.

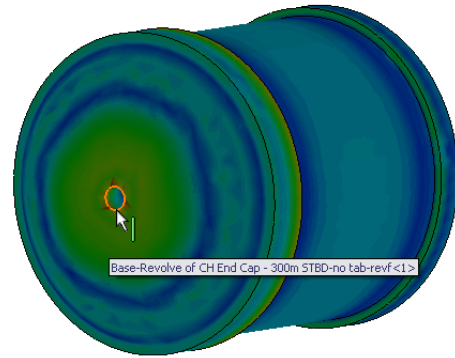


Anmerkung: Das Optionsfeld „Aus ausgewählten Elementen“ (On selected entities) ist standardmäßig aktiviert.

- Vergrößern Sie wie abgebildet das **vordere Loch** in der Endkappe.



- Klicken Sie auf die **Kante des vorderen Lochs** in der Endkappe. Beachten Sie das Feedback-Symbol einer Kante. Im Feld „Ergebnisse“ (Results) ist „Kante<1>“ (Edge<1>) angezeigt.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Aktualisieren** (Update). Zeigen Sie die Ergebnisse an.
- Klicken Sie im PropertyManager für Sondierungsergebnisse (Probe Results) auf **OK** .



9 Passen Sie das Modell dem Grafikbereich an.

- Drücken Sie die **f**-Taste.

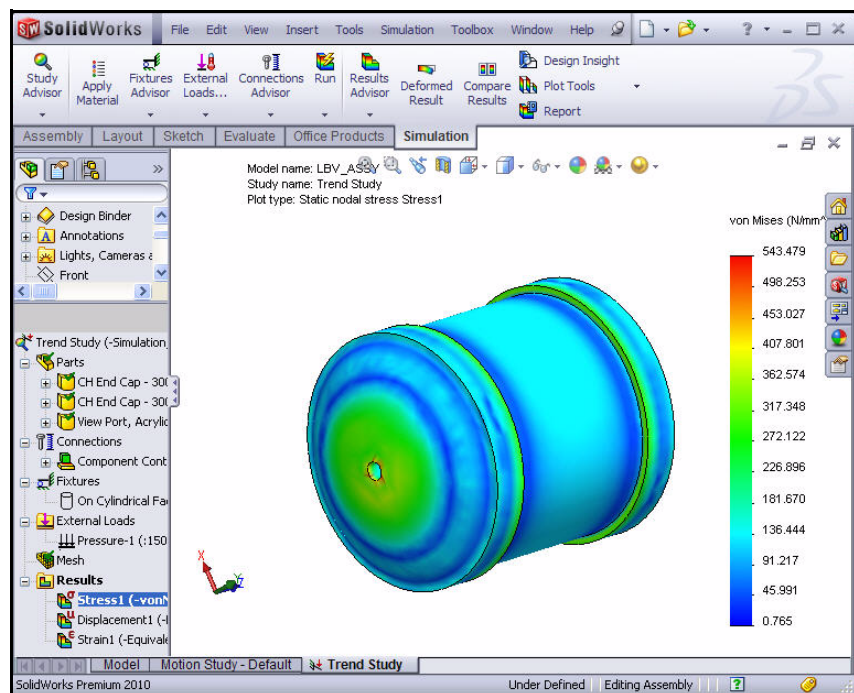
Results

Edge<1>@CH End Cap - 3

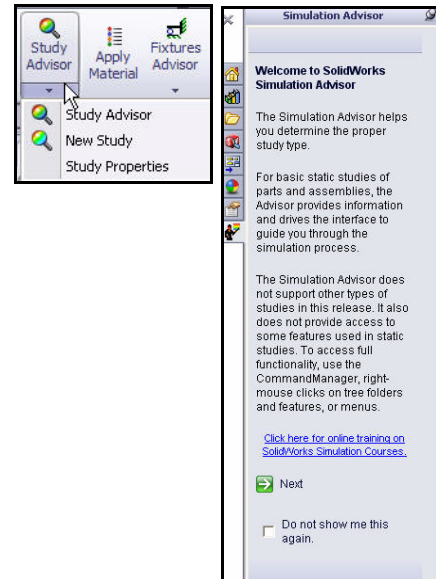
☐ Flip edge plot

Update

Node	Value (N/mm ² (MPa))
3380	454.971
232	374.271
3383	543.479
233	468.525
3375	441.477
234	406.181
3370	445.241
235	375.782

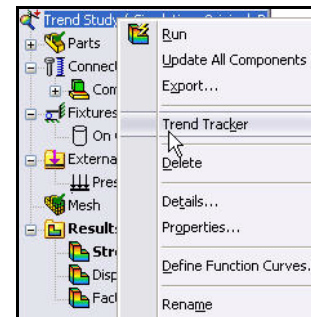


Anmerkung: Der Studienberater (Study Advisor) empfiehlt die Studientypen und weist auf die zu erwartenden Ausgaben hin. Auch hilft der Studienberater dem Benutzer, Sensoren zu definieren und automatisch Studien zu erstellen.



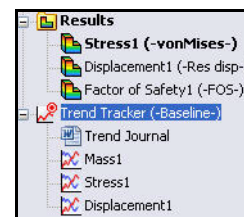
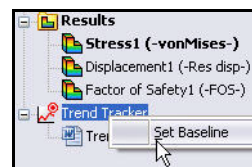
10 Rufen Sie die Trenderfassung auf.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Trendstudie (-Simulation_Origin_Design)** (Trend Study (-Simulation_Origin_Design)).
- Klicken Sie auf **Trenderfassung (Trend Tracker)**. Der Ordner „Trend Tracker“ wird angezeigt.



11 Stellen Sie eine Baseline ein.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Trend Tracker**.
- Klicken Sie auf **Bezug festlegen** (Set Baseline). Sehen Sie sich die erstellten Diagrammsymbole an.



Anmerkung: Die aktuelle Spannungsanalyse stellt den Bezug dar, mit dem zukünftige Konstruktionen verglichen werden.

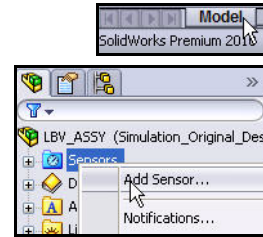
Führen Sie die Konstruktionsänderungen durch, um die Endkappen zu verstärken. Vergleichen Sie die neuen Konstruktionsänderungen mit der Bezugs-Konstruktion im Hinblick auf Spannung, Verschiebung usw. mithilfe des Trenderfassungs-Werkzeugs.

Beobachten Sie, wie durch die Trenderfassung Konstruktionsänderungen ausgeführt werden können, ohne dass mehrere Studien oder Konfigurationen erstellt werden müssen.

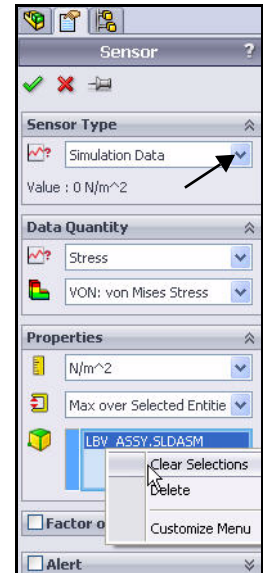
Im nächsten Abschnitt wollen wir einen Sensor definieren. Sensoren werden definiert, um die Anzahl der Ergebnisse an mehreren Stellen bzw. die Masseeigenschaften von Komponenten oder Körpern sowie auch die Interferenzen zwischen Baugruppenkomponenten und Dimensionierungen zu überwachen.

12 Fügen Sie Sensoren hinzu.

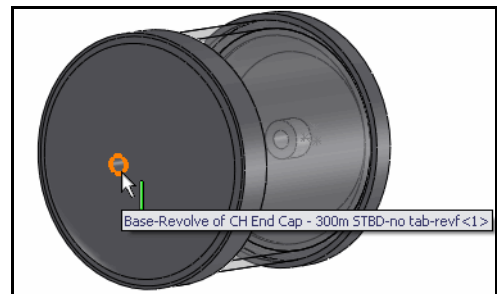
- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Modell** (Model).
- Klicken Sie im FeatureManager für Baugruppen mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Sensoren** (Sensors).
- Klicken Sie auf **Sensor hinzufügen** (Add Sensor).
Der PropertyManager für Sensoren wird eingeblendet.



- Wählen Sie im Dropdown-Menü die Option **Simulationsdaten** (Simulation Data) als Sensortyp (Sensor type) aus.
- Wählen Sie **N/m²** als Einheit aus.
- Wählen Sie **Max. über ausgewählte Elemente** (Max over Selected Entities) als Kriterium.
- Klicken Sie im Auswahlfeld mit der rechten Maustaste wie gezeigt auf **Auswahl aufheben** (Clear Selections).

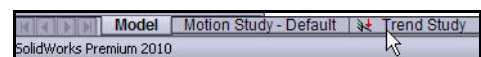
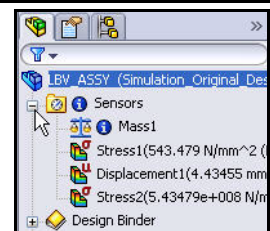


- Klicken Sie wie gezeigt auf die **Kante des Bohrlochs** in der vorderen Endkappe. Beachten Sie das Feedback-Symbol einer Kante. Im Auswahlfeld ist „Kante<1>“ (Edge<1>) angezeigt.
- Klicken Sie im PropertyManager für Sensoren auf **OK** .
- Erweitern Sie im FeatureManager für Baugruppen den Ordner **Sensoren** (Sensors). Sehen Sie sich die Ordner an.



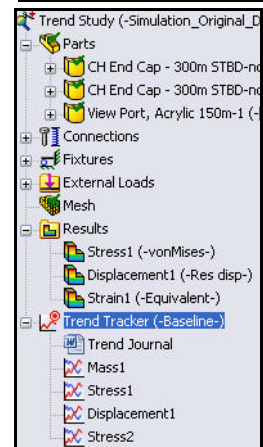
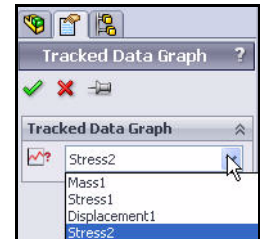
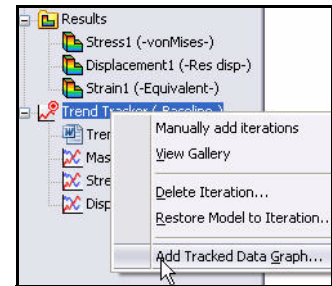
13 Gehen Sie zur Trendstudie zurück.

- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Trendstudie** (Trend Study).



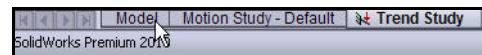
14 Fügen Sie ein zweites Diagramm von erfassten Daten hinzu.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Trenderfassung (Baseline)** (Trend Tracker (Baseline)).
- Klicken Sie auf **Diagramm mit erfassten Daten hinzufügen** (Add Tracked Data Graph). Daraufhin wird der PropertyManager für „Datenverfolgungs-Diagramm“ (Tracked Data Graph) angezeigt.
- Wählen Sie wie gezeigt im Dropdown-Menü die Option **Spannung2** (Stress2) als Sensortyp aus. Sehen Sie sich Ihre Optionen an.
- Klicken Sie im PropertyManager für „Datenverfolgungs-Diagramm“ auf **OK** . Der Ordner „Spannung2“ (Stress2) wird angezeigt.

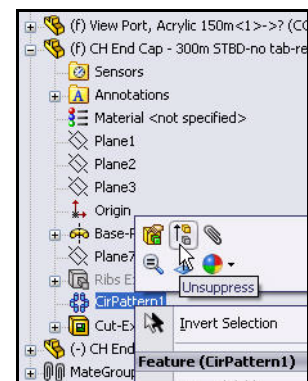


15 Führen Sie eine Konstruktionsänderung durch. Ändern Sie das Teil „Endkappe“ (EndCap).

- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Modell** (Model). Der FeatureManager für Baugruppen wird angezeigt.

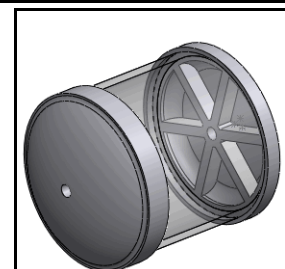


- Erweitern Sie im FeatureManager wie gezeigt die erste **CH EndCap - 300m STBD**.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **CirPattern1**.
- Klicken Sie in der kontextbezogenen Symbolleiste auf **Unterdrückung aufheben**  (Unsuppress). Im Grafikbereich wird dann das Gehäuse mit den mit Rippen versehenen Endkappen angezeigt.



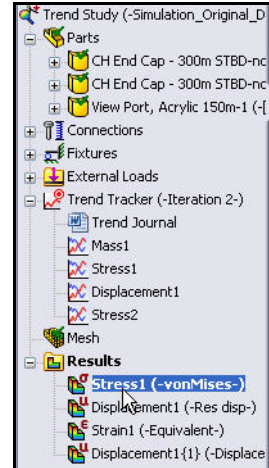
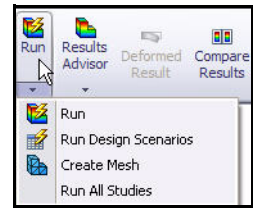
16 Gehen Sie zur Trendstudie zurück.

- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Trendstudie** (Trend Study).



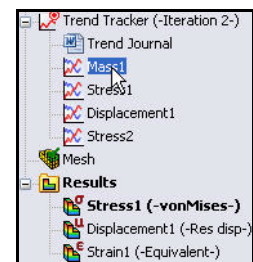
17 Führen Sie eine Analyse durch.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Durchführen** (Run). Sobald die Analyse abgeschlossen ist, werden die unter dem Ordner „Trenderfassung“ zu sehenden Darstellungen entsprechend aktualisiert.
- **Sehen** Sie sich die Darstellung Spannung1 (-von Mises-) (Stress1 (-vonMises-)) an.



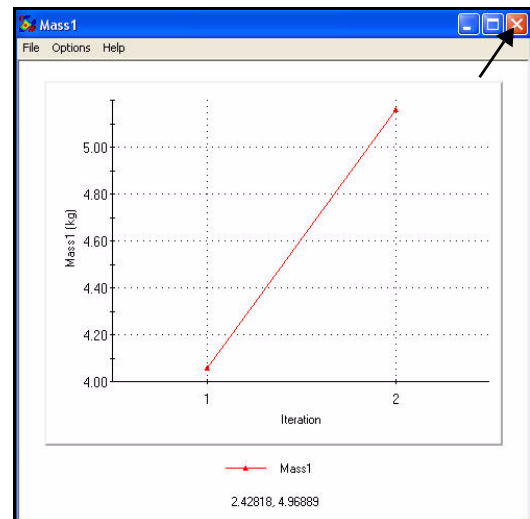
18 Untersuchen Sie die Gesamtmasse des Teils „Endkappe“ (EndCap).

- Doppelklicken Sie wie gezeigt auf den Ordner **Masse1** (Mass1). Durch Hinzufügung der Rippen ist die Gesamtmasse bei der zweiten Iteration höher als bei der ersten Iteration.



Anmerkung: Es wird erwartet, dass sich der Sicherheitsfaktor (FOS) durch das zusätzliche Gewicht erhöht.

- **Schließen** Sie das Diagramm.

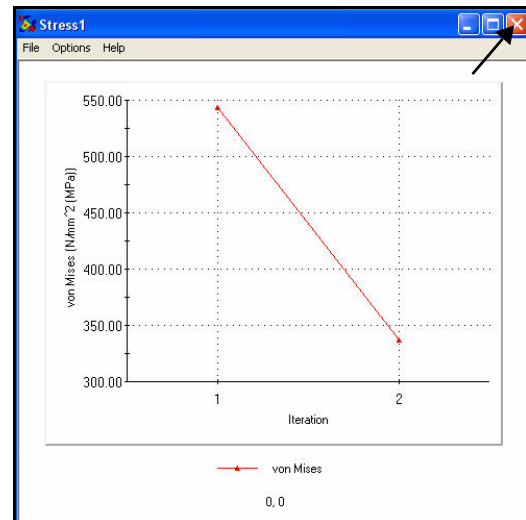


19 Überprüfen Sie das Diagramm Spannung1 (Stress1).

- Doppelklicken Sie auf den Ordner **Spannung1** (Stress1). Zeigen Sie die Ergebnisse an.

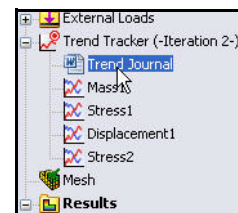
Anmerkung: Die maximale „von Mises“-Spannung in der Bohrung hat sich durch das Hinzufügen von Rippen verringert.

- **Schließen** Sie das Diagramm.



20 Überprüfen Sie das Trenderfassungsprotokoll (Trend Journal).

- Doppelklicken Sie auf den Ordner **Trenderfassungsprotokoll** (Trend Journal). Daraufhin wird das Trenderfassungsprotokoll angezeigt. Dieses Protokoll enthält alle Einzelheiten über die einzelnen Iterationen, die im Modell durchgeführt wurden.
- **Schließen** Sie das Trenderfassungsprotokoll, indem Sie Microsoft Word schließen.



Mithilfe der Trenderfassung können Sie auch im Modell zu einer Zwischeniteration zurückgehen, ohne irgendwelche konzeptionellen Änderungen speichern zu müssen. Die Trenderfassung ist auch in den Konstruktionsszenarios von SolidWorks Simulation Professional integriert, sodass strukturelle Funktionsänderungen verfolgt werden können.

21 Speichern und schließen Sie das Modell.

- Klicken Sie auf **Speichern** .
- Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Datei** (File), **Schließen** (Close).

Trend-Journal

File Name:LBV_ASSY.SLDASM

Study name:Trend-Study

Description:

Baseline:

Time Completed:Friday, October-02,-2009-7:40:12-AM

Tracked Data:

Source	Type	Actual Value	Normalized Value
Mass1	Model-Max	4.05904-(kg)	100
Stress1-(VON-von-Mises-Stress)	Model-Max	543.479-(N/mm^2-(MPa))	100
Displacement1-(URES-Resultant-Displacement)	Model-Max	4.43455-(mm)	100
Stress2-(VON-von-Mises-Stress)	Max-over-Selected-Entities	5.43479e+008-(N/m^2)	100

Iteration 2:

Time Completed:Friday, October-02,-2009-7:51:41-AM

Tracked Data:

Source	Type	Actual Value	Normalized Value
Mass1	Model-Max	5.16175-(kg)	127
Stress1-(VON-von-Mises-Stress)	Model-Max	337.151-(N/mm^2-(MPa))	62
Displacement1-(URES-Resultant-Displacement)	Model-Max	4.42488-(mm)	99
Stress2-(VON-von-Mises-Stress)	Max-over-Selected-Entities	2.5485e+008-(N/m^2)	46

Thermische Analyse

Die Leistungsfähigkeit der Konstruktion kann durch zu hohe Temperatur oder Wärmeübertragung zwischen den Komponenten beeinträchtigt werden. SolidWorks Simulation Professional ermöglicht Ihnen daher, thermische Analysen unter Verwendung von folgenden Parametern durchzuführen:

- Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung
- Stationär und instationär bei zeitabhängigen Lasten
- Temperaturabhängige Materialien und Lasten
- Temperatur, Wärmefluss und Wärmeleistung
- Thermostat für lückenloses Feedback bei instationären Studien
- Thermischer Kontaktwiderstand

Wir müssen hier wieder eine Analyse der Endkappe des Gehäuses vornehmen. Das Gehäuse enthält die Kamera und das Beleuchtungssystem der Baugruppe SeaBotix LBV150. Aus der Endkappenanalyse geht hervor, wie viel Wärme an das umgebende Meerwasser verloren geht. Wir wollen uns hier nur mit der natürlichen Konvektion befassen. Um das Modell zu vereinfachen, sind Kamera und Beleuchtungssystem als gemeinsame Wärmequelle dargestellt.

Es ist Ihr Konstruktionsziel, die Wärmeverteilung der Endkappe zu verbessern. Sie werden herausfinden, ob das Hinzufügen von Rippen (oder „Masse“) dazu beiträgt, die durch Kamera und Beleuchtungssystem generierte Wärme an das umgebende Meerwasser abzuleiten.



Ohne Rippen



Mit Rippen



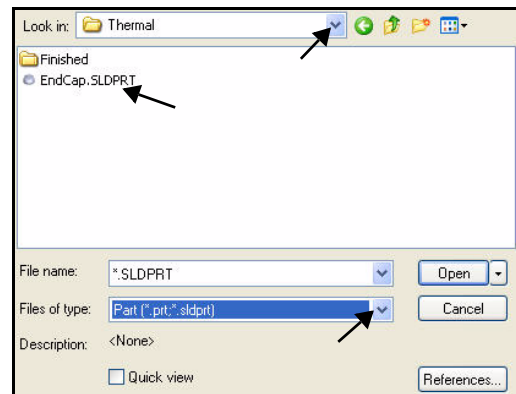
Zeit: 10 – 15 Minuten

Erstellen einer thermischen Analysestudie

1 Öffnen Sie das Teil „Endkappe“ (EndCap).

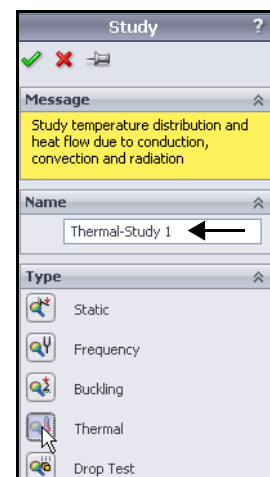
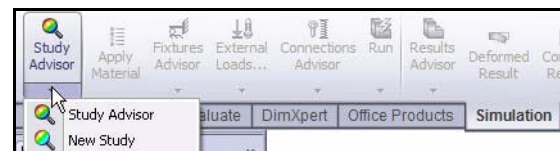
- Klicken Sie in der Menüleiste-Symbolleiste auf **Öffnen** .
- Doppelklicken Sie im Ordner „SeaBotix\SolidWorks Simulation Professional\ Thermal“ auf **Endkappe** (EndCap).

Anmerkung: Als „Datentyp“ (Files of type) wird „Teil“ (Part) verwendet. Die Endkappe wird im Grafikbereich angezeigt.



2 Erstellen Sie eine thermische Studie.

- Klicken Sie im CommandManager auf die Registerkarte **Simulation**.
- Klicken Sie auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Studienberater** (Study Advisor).
- Klicken Sie auf **Neue Studie** (New Study) . Daraufhin wird der PropertyManager für Studien angezeigt.
- Geben Sie als Studienname **Thermische Studie 1** (Thermal-Study 1) ein.
- Klicken Sie auf **Thermisch** (Thermal)  als Typ.

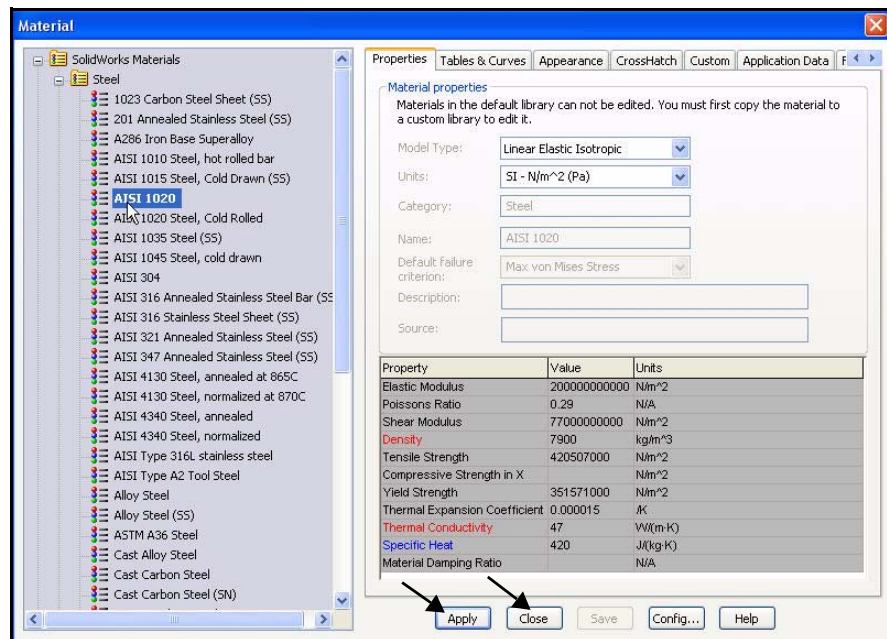
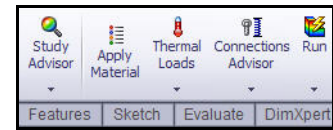


3 Zeigen Sie die Studie an.

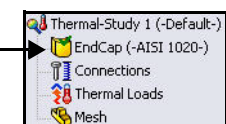
- Klicken Sie im PropertyManager für Studien auf **OK** .

Anwenden des Endkappenmaterials

- 1 **Wenden Sie das Endkappenmaterial an.**
 - Klicken Sie auf **Endkappe** (EndCap), und zwar unter „Thermische Studie 1 (-Standard-)“ (Thermal-Study 1 (-Default-)).
 - Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Material anwenden** (Apply Material) . Das Dialogfeld „Material“ wird eingeblendet. Sehen Sie sich Ihre Optionen an.
 - Klicken Sie im Ordner „Stahl“ (Steel) auf **AISI 1020**.
 - Klicken Sie auf **Anwenden** (Apply).
 - Klicken Sie im Dialogfeld „Material“ auf **Schließen** (Close).



Anmerkung: Durch ein grünes Häkchen  am Teileordner wird angezeigt, dass das Material dem Teil zugewiesen wurde.



Bedingungen für thermische Lasten und Beschränkungen

Thermische Lasten und Beschränkungen sind nur für thermische Studien verfügbar. Für stationäre thermische Studien mit nur einer Wärmequelle muss ein Mechanismus für die Wärmeableitung definiert werden. Wenn das nicht passiert, wird die Analyse angehalten, da sich dann die Temperaturen ohne Begrenzung erhöhen. Instationäre thermische Studien werden nur für relativ kurze Zeit durchgeführt und benötigen daher keinen Wärmeableitungsmechanismus.

Es wird hier angenommen, dass bei dieser Endkappe natürliche Konvektion stattfindet. Wir wenden daher eine Wärmeleistung von 600 Watt auf das System an, um so die Wärmelast zu simulieren, die durch die interne Kamera und die Suchscheinwerfer generiert wird.

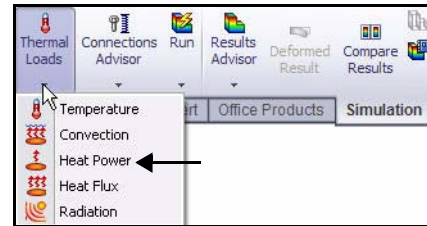
Für thermische Studien sind folgende Arten von Lasten und Beschränkungen verfügbar:

Lastart	Geometrische Elemente	Referenzgeometriotyp	Erforderliche Eingabe
Temperatur	Eckpunkte, Kanten, Flächen und Komponenten	Nicht zutreffend	Einheit und Temperaturwert.
Konvektion	Flächen	Nicht zutreffend	Schichtkoeffizient und Massetemperatur in den gewünschten Einheiten.
Wärmestrahlung	Flächen	Nicht zutreffend	Einheit und Wert der Umgebungstemperatur, Abstrahlung und Ansichtsfaktor bei einer Wärmestrahlung von Oberfläche zu Umgebung
Wärmefluss	Flächen und ein optionaler Eckpunkt für die Position des Thermostats bei transienten Studien	Nicht zutreffend	Einheit und Wert des Wärmefflusses (Wärmeleistung/Flächeneinheit). Temperaturbereich für optionalen Thermostat bei transienten Studien.
Wärmeleistung	Eckpunkte, Kanten, Flächen, Komponenten und ein optionaler Eckpunkt für die Position des Thermostats	Nicht zutreffend	Einheit und Wert der Wärmeleistung. Der angegebene Wert wird auf jedes ausgewählte Element angewendet. Temperaturbereich für optionalen Thermostat bei transienten Studien.

Anwenden einer thermischen Last

1 Wenden Sie eine thermische Last an.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Thermische Lasten** (Thermal Loads).
- Klicken Sie auf **Wärmeleistung** (Heat Power) . Daraufhin wird der PropertyManager für „Wärmeleistung“ (Heat Power) eingeblendet.



2 Wählen Sie die Fläche aus.

- Vergrößern Sie die **Bohrungsfläche** in der Mitte der Endkappe.
- Klicken Sie wie gezeigt **genau in die Bohrungsfläche** in der Mitte der Endkappe. Im Feld „Ausgewählte Elemente“ (Selected Entities) wird „Fläche<1>“ (Face<1>) angezeigt. Beachten Sie das Feedback-Systemsymbol für eine Fläche.



3 Geben Sie die Wärmeleistung (Heat Power) ein

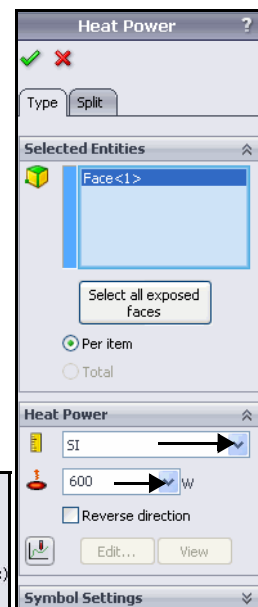
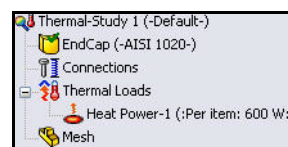
- Wählen Sie im Dropdown-Menü „Einheiten“ (Units) die Option **SI** aus.
- Geben Sie das Feld „Wärmeleistung“ (Heat Power) den Wert **600 Watt** ein.

Anmerkung: 600 Watt ist eine Schätzung für die gesamte Wärmeleistung, die in dieser Baugruppe durch die Kamera und die internen Suchscheinwerfer generiert wird.

4 Wenden Sie die Werte an.

Klicken Sie im PropertyManager für

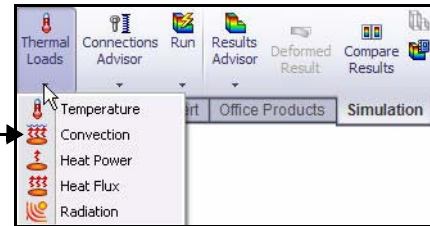
„Wärmeleistung“ (Heat Power) auf **OK** . Es wird dann „Wärmeleistung-1“ (Heat Power-1) angezeigt.



Anwenden von Konvektion

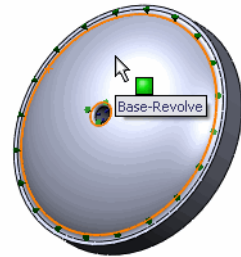
1 Wenden Sie Konvektion an.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Thermische Lasten** (Thermal Loads).
- Klicken Sie auf **Konvektion** (Convection) . Daraufhin wird der PropertyManager für Konvektion angezeigt.



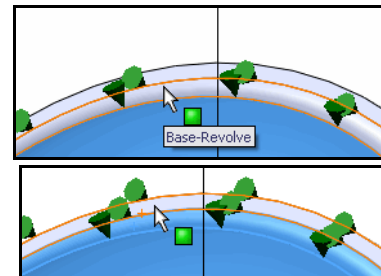
2 Wählen Sie die ungeschützten Flächen aus.

- Drehen Sie die **Endkappe** wie gezeigt mithilfe der mittleren Maustaste.
- Klicken Sie auf die **Außenfläche** der Endkappe. Im Feld „Konvektionsflächen“ (Faces for Convection) ist die „Fläche <1>“ (Face <1>) zu sehen.

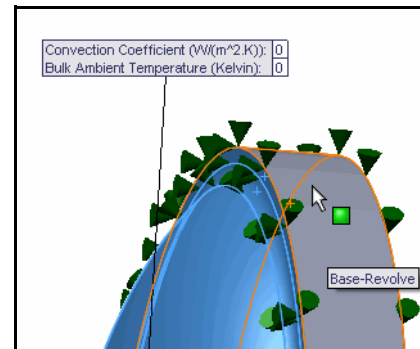


3 Wählen Sie die anderen drei ungeschützten Außenflächen aus.

- Klicken Sie auf die anderen **drei Außenflächen** der Endkappe. Im Feld „Konvektionsflächen“ werden dann Fläche<2>, Fläche<3> und Fläche<4> (Face<2>, Face<3> und Face<4>) angezeigt. Drehen Sie das Modell, um „Fläche <4>“ (Face<4>) auszuwählen.



Anmerkung: Wenden Sie das Werkzeug **Ausschnitt vergrößern** (Zoom to area)  aus der innovativen Ansichtssymbolleiste, um die richtigen Flächen auszuwählen.



4 Stellen Sie Einheiten und Wert ein.

- Wählen Sie im Dropdown-Menü „Einheiten“ (Units) die Option **English (IPS)** (English (IPS)) aus.
- Geben Sie unter „Konvektionskoeffizient“ (Convection Coefficient) den Wert **0,22** ein.
- Geben Sie unter „Hauptumgebungstemperatur“ (Bulk Ambient Temperature) den Wert **50** ein.

Anmerkung: Durch die Eingaben werden die Meerwasserbedingungen bei einer Tiefe von 3.400 Fuß (1.036 m) simuliert.

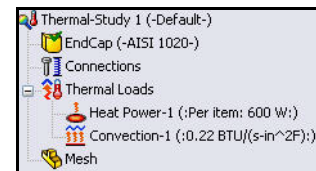


5 Wenden Sie die Werte an.

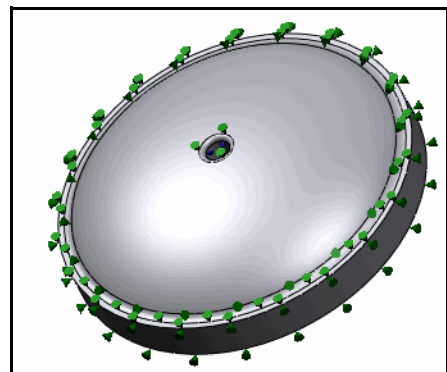
- Klicken Sie im PropertyManager für Konvektion auf **OK** . Daraufhin wird „Konvektion-1“ (Convection-1) angezeigt.

6 Passen Sie das Modell dem Grafikbereich an.

- Drücken Sie die **f**-Taste.



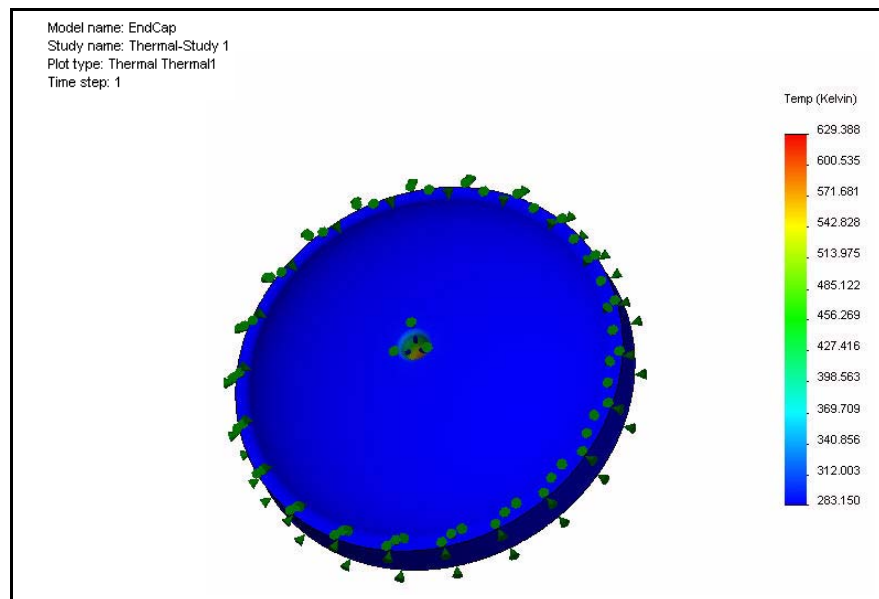
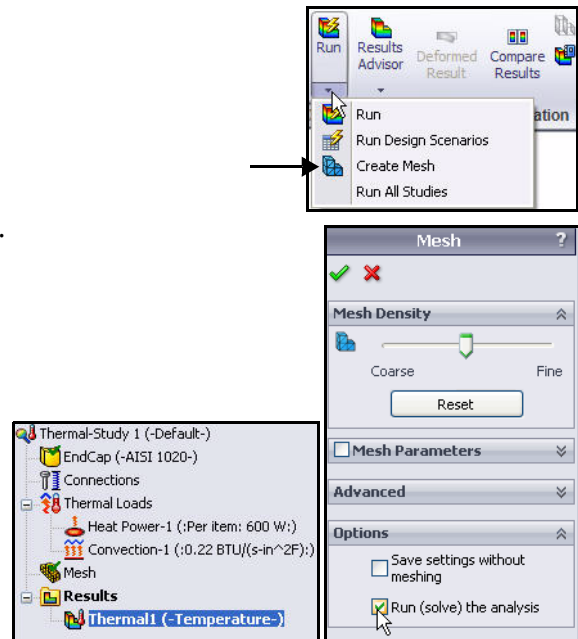
Anmerkung: SolidWorks Simulation Professional wendet Konvektion auf die vier ausgewählten ungeschützten Flächen an und erstellt einen Einzeleintrag. Konvektionssymbole sind jetzt an den vier ausgewählten Außenflächen zu sehen.



Erstellen einer Vernetzung und Durchführen der Analyse

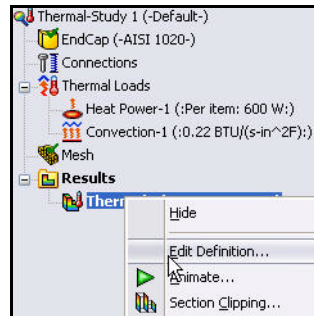
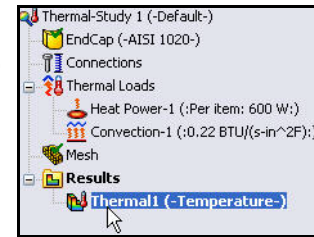
- 1 **Erstellen Sie eine Vernetzung und führen Sie eine Analyse durch.**
 - Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Durchführen** (Run).
 - Klicken Sie auf **Vernetzung erstellen (Create Mesh)** . Daraufhin wird der PropertyManager für Vernetzungen eingeblendet, durch den die globale Größe und die Toleranzwert empfohlen werden.
 - Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **Analyse Durchführen (lösen)** (Run (solve) the analysis).
- 2 **Starten Sie den Vernetzungsvorgang.**

Klicken Sie im PropertyManager für Vernetzungen auf **OK** . Sie haben jetzt eine Vernetzung erstellt und die Darstellung „Thermisch1“ (Thermal1) wird angezeigt.



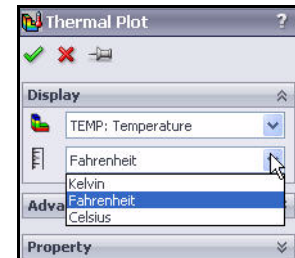
3 Zeigen Sie die thermische Darstellung an.

- Doppelklicken Sie auf **Thermisch1** (-Temperatur-) (Thermal1 (-Temperature-)). Daraufhin wird der PropertyManager für thermische Darstellungen angezeigt. Sehen Sie sich die Optionen an.
- Klicken Sie im PropertyManager für thermische Darstellungen auf **OK** .
- Doppelklicken Sie auf **Thermisch1 (-Temperatur-)** (Thermal1 (-Temperature-)).
- Klicken Sie auf **Definition bearbeiten** (Edit Definition). Daraufhin wird der PropertyManager für thermische Darstellungen angezeigt.

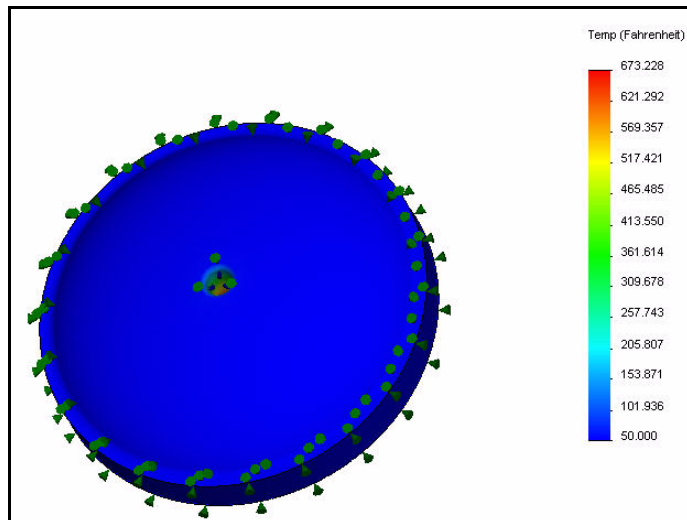


4 Ändern Sie die Temperatureinheiten.

- Wählen Sie im Dropdown-Menü „Temperatur“ (Temperature) die Option **Fahrenheit** aus.
- Klicken Sie im PropertyManager für thermische Darstellungen auf **OK** . Die thermische Darstellung wird jetzt in Grad Fahrenheit angezeigt.
- Drehen Sie das **Modell** mithilfe der mittleren Maustaste, um das Temperaturprofil anzuzeigen.



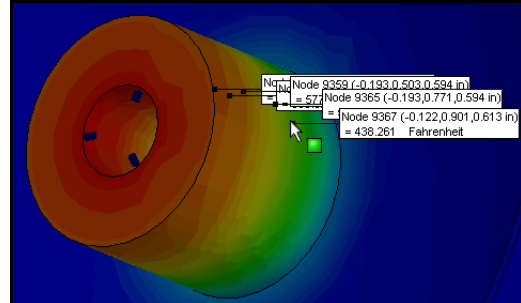
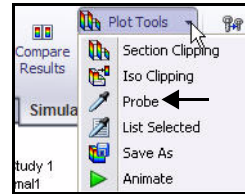
Anmerkung: Wie Sie sehen, ist die Maximaltemperatur ungefähr 673 °F.



Anwenden des Sondierungswerkzeugs

1 Wenden Sie das Sondierungswerkzeug an.

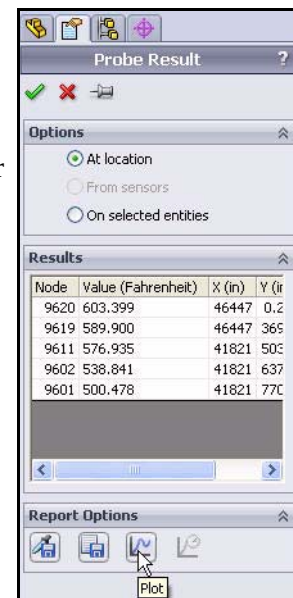
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Darstellungswerkzeuge** (Plot Tools).
- Klicken Sie auf **Sondieren** (Probe) . Der PropertyManager für Sondierung wird eingeblendet. Das Sondierungswerkzeug ermöglicht Ihnen, an einer bestimmten Stelle im Modell die Temperatur aufzulisten.
- Vergrößern Sie wie gezeigt die **Innenfläche**.
- Klicken Sie wie gezeigt auf fünf **Punkte**, und zwar von oben bis unten. Im Feld „Sondierung“ (Probe) sind Temperatur und x-y-z-Koordinaten der ausgewählten Eckpunkte im globalen Koordinatensystem aufgelistet.



Anmerkung: Je nachdem, welche Position auf der Endkappe Sie gewählt haben, werden die Ergebnisse unterschiedlich sein.

2 Zeigen Sie die Sondierungsdarstellung an und schließen Sie sie anschließend wieder.

- Klicken Sie auf **Darstellung** (Plot) . Es wird dann das Fenster „Sondierungsergebnis“ (Probe Result) mit einem Diagramm eingeblendet, aus dem die Temperaturen an den ausgewählten Eckpunkten im Vergleich zu den Knotennummern an denselben Eckpunkten hervorgehen. Sehen Sie sich die Darstellung an.
- **Schließen** Sie die Darstellung.
- Klicken Sie im PropertyManager für Sondierungsergebnisse (Probe Result) auf **OK** .



3 Passen Sie das Modell dem Grafikfenster an.

- Drücken Sie die **F**-Taste.

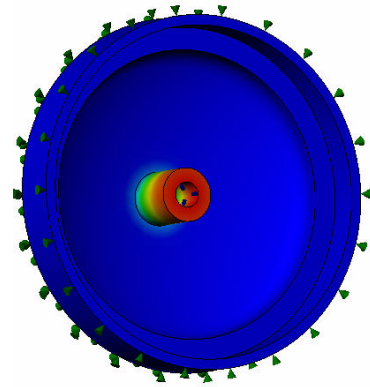
Ändern der Konstruktion

Bei der ersten Studie wurden Temperaturen von bis zu 673 °F für die mittlere Bohrung in der Endkappe berechnet, und zwar unter Verwendung der verfügbaren Lastinformationen.

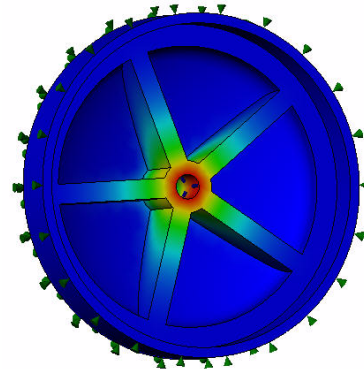
In diesem Abschnitt soll die Endkappe unter Verwendung von Rippen neu konstruiert werden. Die Rippen sollen dazu beitragen, die in der Endkappe durch Kamera und Suchscheinwerfer generierte Wärme an das die Endkappe umgebende Meerwasser abzuleiten.

Sie müssen wie folgt vorgehen:

- Sie müssen im Teil „Endkappe“ (EndCap) die Unterdrückung der Rippenfunktion aufheben.
- Kopieren Sie die Material- und Last-/Lagerinformationen aus der ersten Studie in die zweite Studie oder fügen Sie diese Informationen entsprechend ein.
- Nehmen Sie die Vernetzung vor und führen Sie dann die zweite Analyse durch.
- Zeigen Sie die Ergebnisse der zweiten Studie an.
- Vergleichen Sie die erste Studie mit der zweiten Studie.



Ohne Rippen

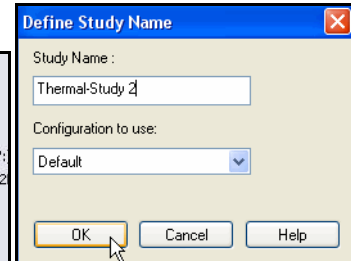
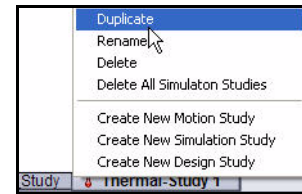
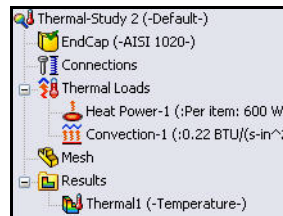


Mit Rippen

Erstellen der zweiten Analyse

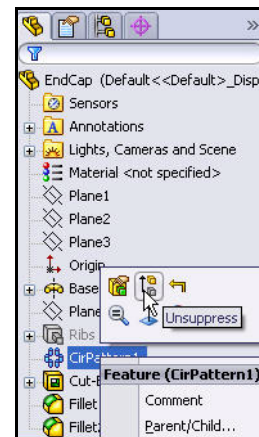
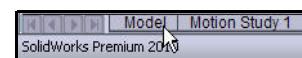
1 Erstellen Sie die thermische Studie 2.

- Klicken Sie ganz unten im Grafikbereich mit der rechten Maustaste wie gezeigt auf die Registerkarte **Thermische Studie 1** (Thermal-Study 1).
- Klicken Sie auf **Duplizieren** (Duplicate). Daraufhin wird das Dialogfeld „Studiennamen definieren“ (Define Study Name) eingeblendet.
- Geben Sie **Thermische Studie 2** (Thermal-Study 2) als neuen Studiennamen ein.
- Klicken Sie im Dialogfeld „Studiennamen definieren“ auf **OK**. Daraufhin wird „Thermische Studie 2“ (Thermal-Study 2) angezeigt.



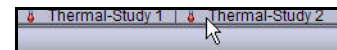
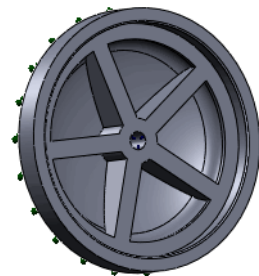
2 Fügen Sie der Endkappe die Rippen hinzu.

- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Modell** (Model).
- Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf **CirPattern1**.
- Klicken Sie in der kontextbezogenen Symbolleiste auf **Unterdrückung aufheben** (Unsuppress) . Im Grafikbereich wird dann die Endkappe mit den mit Rippen angezeigt.



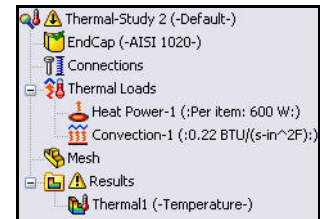
3 Kehren Sie zur thermischen Studie 2 zurück.

- Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Thermische Studie 2** (Thermal-Study 2).



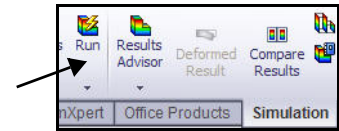
4 Überprüfen Sie die thermische Studie 2.

- Stellen Sie sicher, dass die thermischen Informationen aus der ersten Studie in die zweite kopiert wurden.

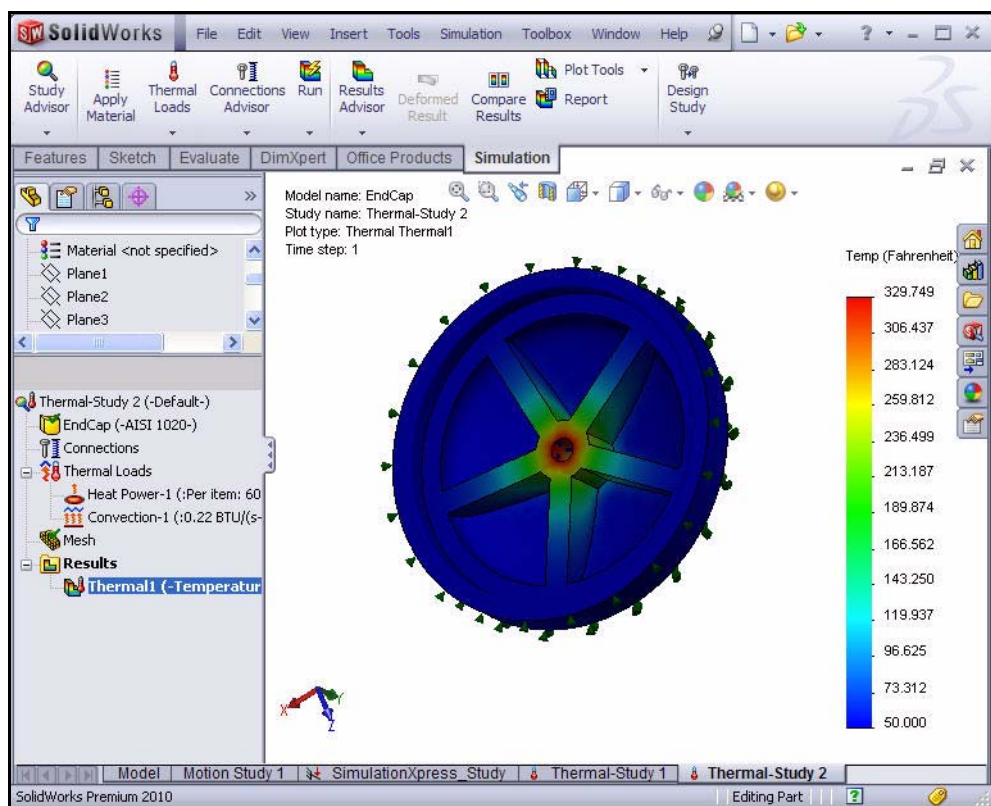


5 Analysieren Sie das Modell.

- Klicken Sie im Befehlsmanager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Durchführen (Run)** . Es ist dann „Thermisch1 (-Temperatur-)“ (Thermal1 (-Temperature-)) zu sehen. Sehen Sie sich die Darstellung im Grafikbereich an.

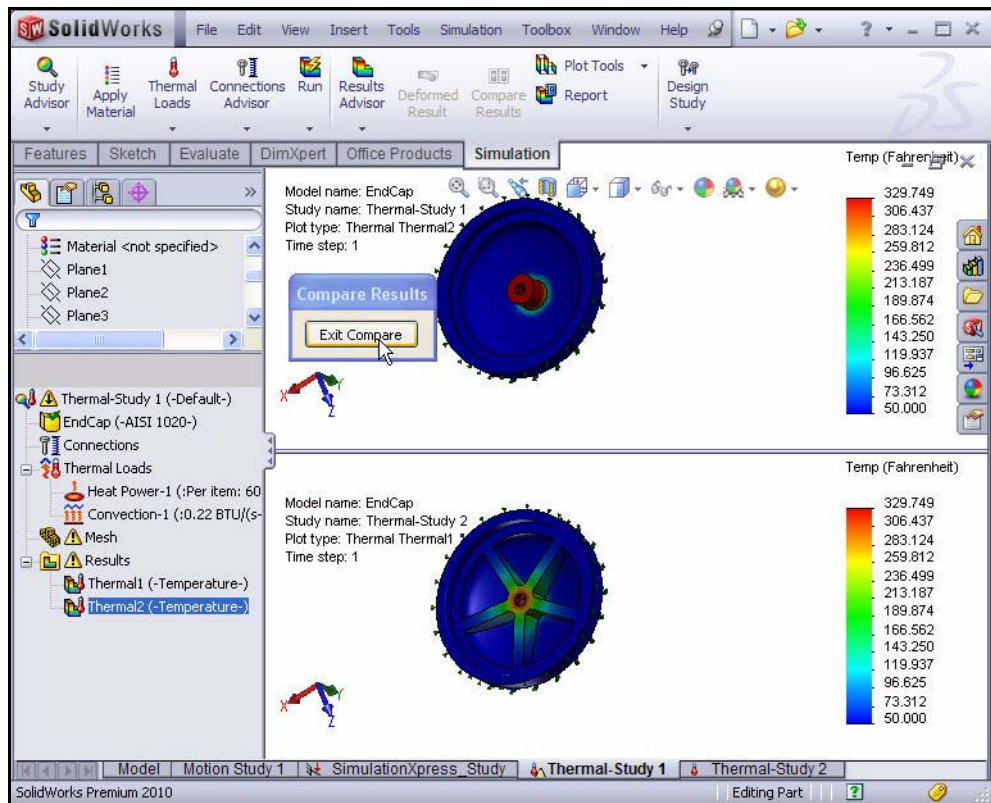
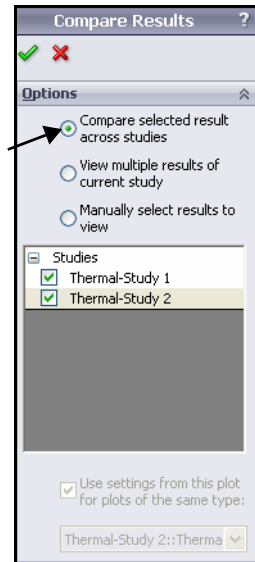
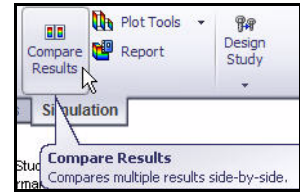


Anmerkung: Durch Hinzufügung der Rippen liegt die Temperatur jetzt im Bereich von 50 bis 329 °F.



6 Vergleichen Sie Studie 2 mit Studie 1.

- Klicken Sie im CommandManager für Simulation auf **Ergebnisse vergleichen** (Compare Results) . Daraufhin wird der PropertyManager für „Ergebnisse vergleichen“ eingeblendet. Sowohl Studie 1 als auch Studie 2 ist markiert.
- Klicken Sie in das runde Optionsfeld **Ausgewählte Ergebnisse in den Studien vergleichen** (Compare selected results across studies). Beachten Sie: Das Feld Einstellungen für Darstellungen gleicher Art verwenden (Use settings from this plot for plots of the same type) ist ausgewählt.
- Klicken Sie im PropertyManager für „Ergebnisse vergleichen“ auf **OK** . Sehen Sie sich den Grafikbereich an. Es werden jetzt beide Studien angezeigt.



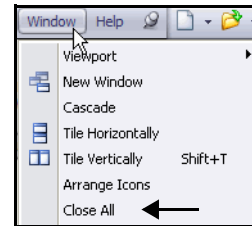
7 Kehren Sie zu Studie 2 zurück.

- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Vergleich beenden** (Exit Compare). Zeigen Sie die thermische Studie 2 an.

8 Speichern und schließen Sie das Modell.

- Klicken Sie auf **Speichern** .
- Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Fenster** (Window), **Alle schließen** (Close All).

Anmerkung: Sie haben jetzt die Wärmeableitung der Endkappe durch das Hinzufügen der Rippen verbessert. Die Rippen fügen dem Teil Masse hinzu, wodurch ein besserer thermischer Lastpfad für das gesamte Teil gegeben wird.



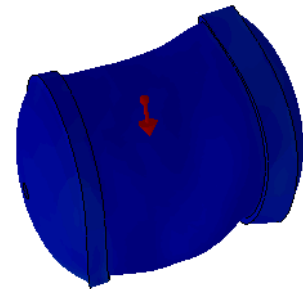
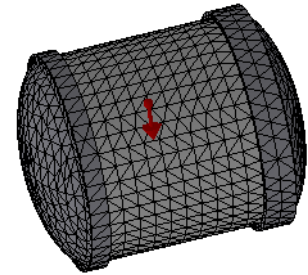
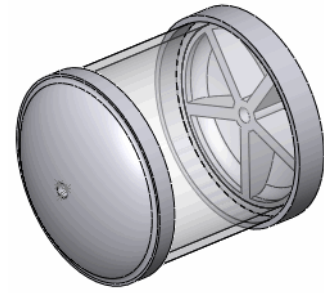
Falltestsimulation

Durch einen Falltest wird ausgewertet, welche Auswirkung der Aufprall eines Teils oder einer Baugruppe auf eine starre oder elastische ebene Fläche hat. Meistens wird ein Objekt bei diesem Test auf den Fußboden fallen gelassen, wodurch der Name „Falltest“ entstanden ist. Durch dieses Programm werden Stoßkräfte und die Schwerkraft automatisch berechnet. Es sind dabei keine anderen Lasten oder Hemmnisse zulässig. Das Programm löst ein dynamisches Problem mittels Zeitfunktion.

Wird Ihre Konstruktion versagen?

Diese Frage wird nicht automatisch durch die Studie beantwortet. Es kann lediglich das Auseinanderfallen von Komponenten aufgrund eines Aufpralls beurteilt werden. Sie können diese Ergebnisse dann dazu verwenden, um die Möglichkeit eines solchen Vorfalls zu bewerten. Durch Verwendung der maximalen Spannung und Kontaktkräfte können Sie ungefähr beurteilen, ob die Komponenten sich trennen werden.

Führen Sie eine Falltestanalyse der Gehäusekomponente durch.

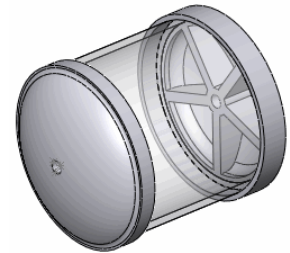
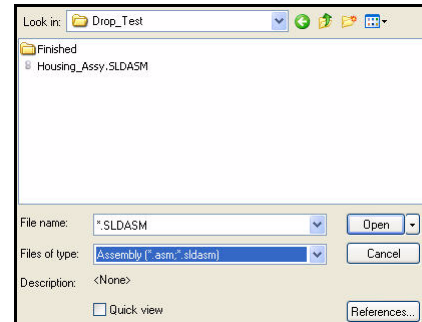


Zeit: 20 – 25 Minuten

Erstellen einer Fallteststudie

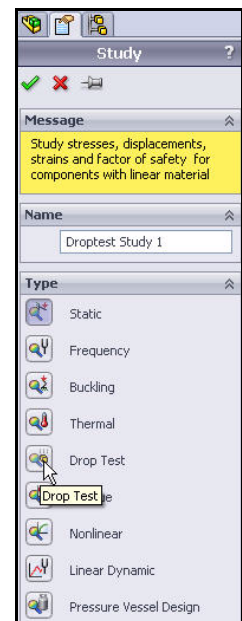
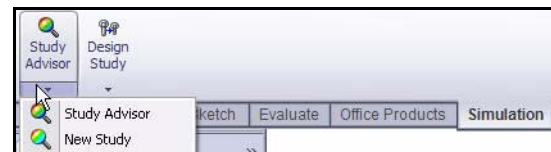
1 Öffnen Sie die Gehäusebaugruppe.

- Klicken Sie in der Menüleiste-Symbolleiste auf **Öffnen** .
- Doppelklicken Sie im Ordner „SeaBotix\SolidWorks Simulation Professional\ Drop_Test“ auf die **Gehäusebaugruppe** (Housing_Assy). Das Gehäuse wird dann im Grafikbereich angezeigt.



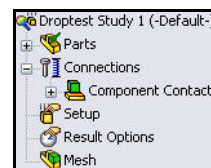
2 Erstellen Sie eine Fallteststudie

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Studienberater** (Study Advisor).
- Klicken Sie auf **Neue Studie** (New Study) . Daraufhin wird der PropertyManager für Studien angezeigt.
- Geben Sie **Fallteststudie 1** (Droptest Study 1) als Studienname ein.
- Klicken Sie auf **Falltest** (Drop Test) , um den Typ anzugeben.



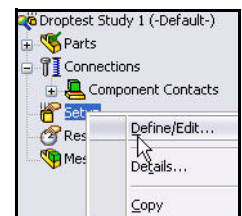
3 Zeigen Sie die Studie an.

- Klicken Sie im PropertyManager für Studien auf **OK** . „Fallteststudie 1 (-Standard-)“ (Droptest Study 1 (-Default-)) wird dann angezeigt.

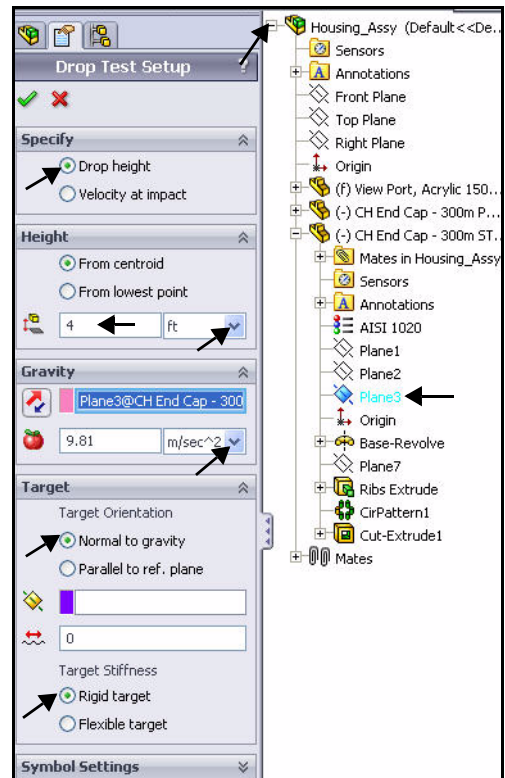


4 Richten Sie die Fallteststudie ein.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste wie gezeigt auf den Ordner **Setup**.
- Klicken Sie auf **Definieren/Bearbeiten** (Define/Edit). Es wird der PropertyManager für Falltesteinrichtung (Drop Test Setup) angezeigt.

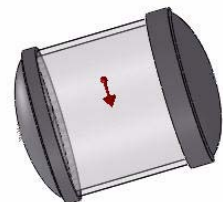


- Aktivieren Sie das Optionsfeld **Fallhöhe** (Drop height).
- Wählen Sie im Dropdown-Menü **Fuß** (ft) als Einheit aus.
- Geben Sie **4** als Fallhöhe in das Optionsfeld „Vom Schwerpunkt“ (From centroid) ein.
- Klicken Sie in das Feld **Schwerkraft** (Gravity).
- Erweitern Sie die **Gehäusebaugruppe** (Housing_Assy) im Grafikbereich.
- Erweitern Sie wie gezeigt die Komponente **zweite CH Endkappe** (second CH EndCap).
- Klicken Sie in den Ebenenauswahlsatz **Schwerkraft** (Gravity).
- Klicken Sie im auftatenden FeatureManager auf **Ebene3** (Plane3). Beachten Sie: Unter der zweiten CH Endkappen (CH EndCap)-Komponente. Ebene 3 (Plane 3) ist im Feld „Schwerkraft“ (Gravity) zu sehen.
- Wählen Sie als Schwerkraftswerteinheiten **m/sec²**.
- Klicken Sie auf das Optionsfeld **Normal für Schwerkraft** (Normal to gravity).
- Klicken Sie auf das Optionsfeld **Starres Ziel** (Rigid target), um die Steifigkeit des Ziels anzugeben.



5 Zeigen Sie die Studie an.

- Klicken Sie im PropertyManager für Falltesteinrichtung auf **OK** . „Setup“ ist jetzt mit einem entsprechenden Häkchen versehen.
- **Drehen** Sie das Modell mithilfe der mittleren Maustaste. Wie Sie sehen, zeigt der Richtungs Pfeil nach unten.



Vernetzen des Modells

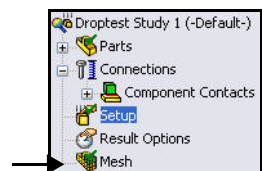
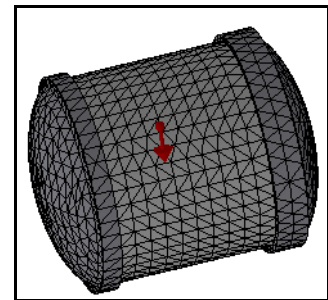
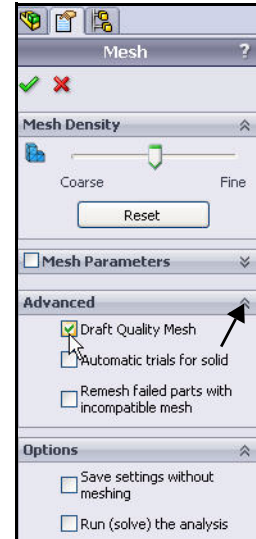
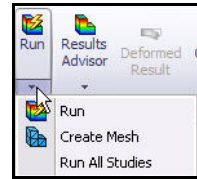
1 Vernetzen Sie das Modell.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ im Dropdown-Menü auf **Durchführen (Run)**.
- Klicken Sie auf **Vernetzung erstellen (Create Mesh)** . Der PropertyManager für Vernetzung (Mesh) wird eingeblendet.
- Erweitern Sie das Dialogfeld **Erweitert (Advanced)**.
- Aktivieren Sie wie gezeigt das Kontrollkästchen für **Entwurfqualitätsnetz (Draft Quality Mesh)**.

Anmerkung: Ein gröberer Netzfaktor sorgt für eine schnellere Vernetzung. Die eigentlichen Ergebnisse hängen jeweils vom Netzfaktor ab.

2 Starten Sie den Vernetzungs- und Analysevorgang.

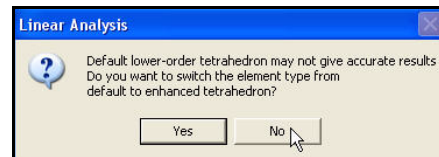
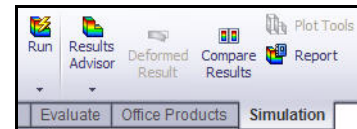
- Klicken Sie im PropertyManager für Vernetzungen auf **OK** . Das Vernetzen beginnt und es wird das Fenster „Vernetzungsfortschritt“ (Mesh Progress) eingeblendet. Nach Abschluss der Vernetzung erscheint ein grünes Häkchen neben dem Ordner „Vernetzung“.



Durchführen der Analyse

1 Führen Sie die Analyse durch.

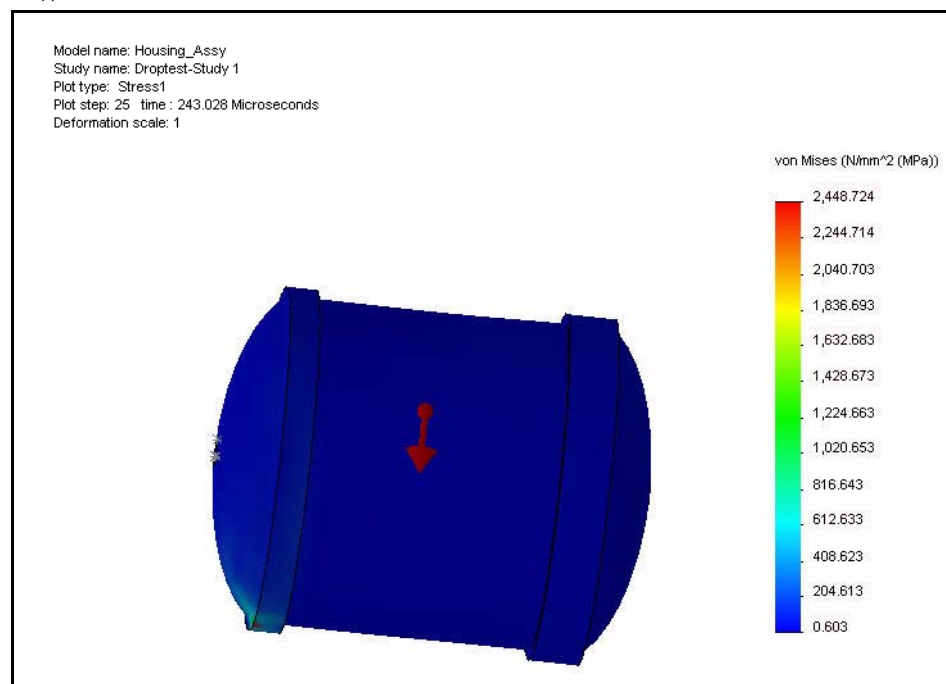
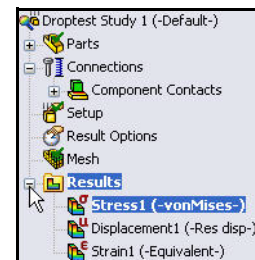
- Klicken Sie auf **Durchführen** . Daraufhin wird der PropertyManager fürs Durchführen angezeigt. Die Analyse wird durchgeführt und es werden die Standarddarstellungen erstellt.
- Klicken Sie im Dialogfeld „Lineare Analyse“ (Linear Analysis) auf **Nein** (No), um Ihre Elementenauswahl beizubehalten.



Anmerkung: Es dauert ungefähr 15 Sekunden, um die Analyse durchzuführen.

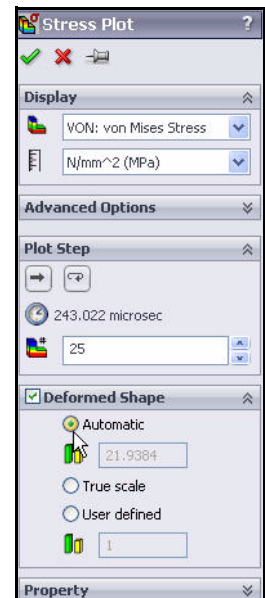
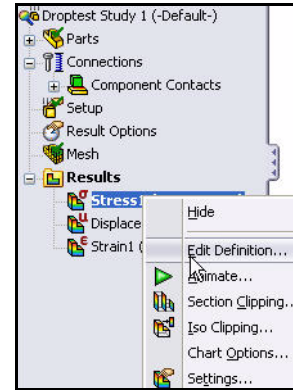
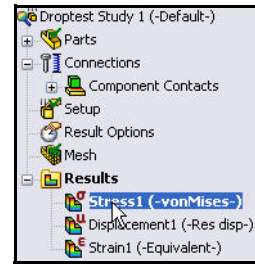
2 Überprüfen Sie den Ordner „Ergebnisse“ (Results).

- Erweitern Sie den Ordner **Ergebnisse** (Results). Der Ordner „Ergebnisse“ (Results) enthält drei Darstellungen: Spannung, Verschiebung und Dehnung. Sehen Sie sich die Darstellung „Spannungs1 (-von Mises-)“ (Stress1 (-von Mises-)) im Grafikbereich an.



3 Stellen Sie den Skalierungsfaktor ein und zeigen Sie die „von Mises“-Darstellung an.

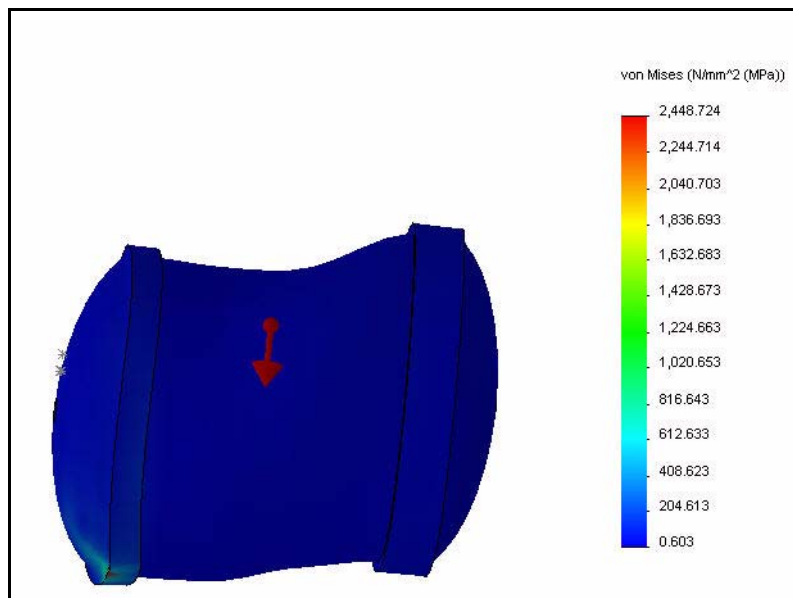
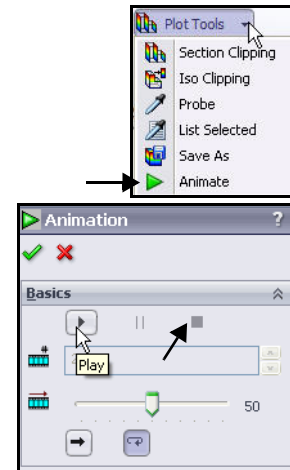
- Doppelklicken Sie auf **Spannung1 (-von Mises-)** (Stress1 (-von Mises-)). Daraufhin wird der PropertyManager für Spannungsdarstellungen angezeigt. Sehen Sie sich die Optionen an.
- Klicken Sie im PropertyManager für Spannungsdarstellungen auf **OK** .
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Spannung1 (-von Mises-)** (Stress1 (-von Mises-)).
- Klicken Sie auf **Definition bearbeiten** (Edit Definition).
- Klicken Sie unter „Verformung“ auf **Automatisch** (Automatic). Akzeptieren Sie die standardmäßigen Werte.
- Klicken Sie im PropertyManager für Spannungsdarstellungen auf **OK** . Sehen Sie sich die Darstellung im Grafikbereich an.



Bewegungssimulation der Darstellung

1 Animieren Sie die Darstellung.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Darstellungswerkzeuge** (Plot Tools).
- Klicken Sie auf **Animieren** (Animate) . Der PropertyManager für Animationen wird eingeblendet.
- Klicken Sie auf **Wiedergabe** (Play) , um mit der Animation zu beginnen. Sehen Sie sich die Animation im Grafikbereich an.
- Klicken Sie auf **Stop** , um die Animation zu beenden.

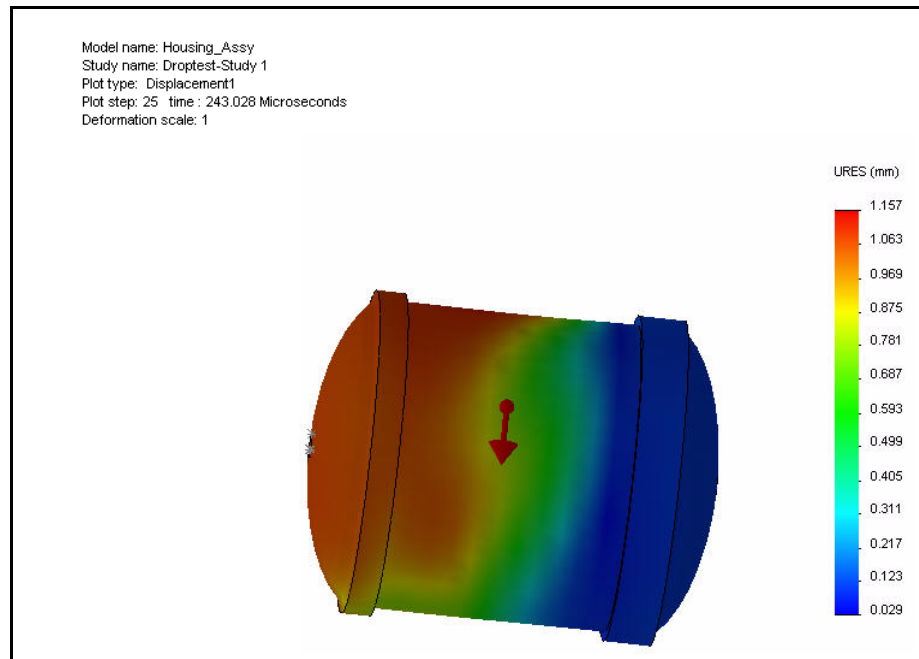


- Klicken Sie im PropertyManager für Animationen auf **OK** .

Anmerkung: Die Animation der Darstellung kann im AVI-Dateiformat gespeichert werden.

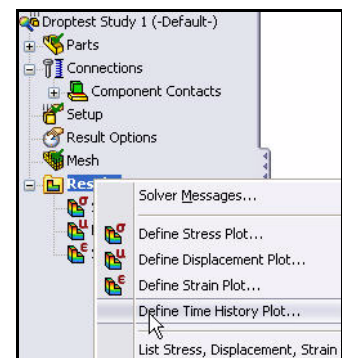
2 Zeigen Sie die Verschiebungsdarstellung an.

- Doppelklicken Sie auf **Verschiebung1 (-Res disp-)** (Displacement1 (-Res disp-)). Sehen Sie sich die Darstellung im Grafikbereich an.

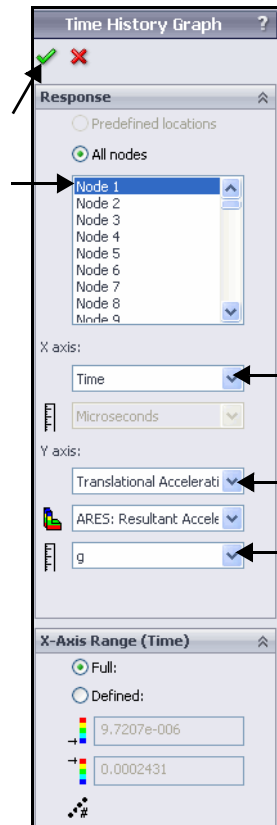


3 Erstellen Sie das Zeitverlaufsdiagramm.

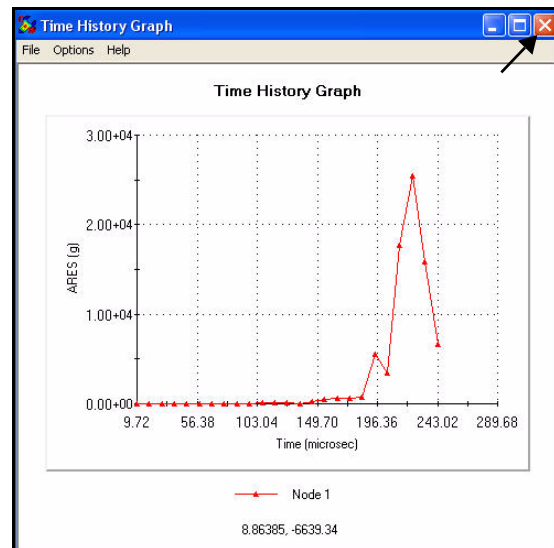
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Ergebnisse** (Results).
- Klicken Sie auf **Zeitverlaufsdarstellung definieren** (Define Time History Plot). Daraufhin wird der PropertyManager für Zeitverlaufsdiagramme (Time History Graph) angezeigt.



- Klicken Sie wie gezeigt auf **Knoten 1** (Node 1).
- Wählen Sie im Dropdown-Menü die **Zeit** (Time) für die x-Achse aus.
- Wählen Sie im Dropdown-Menü die **Translatorische Beschleunigung** (Translational Acceleration) für die y-Achse aus.
- Wählen Sie im Dropdown-Menü **g** als Einheit aus.



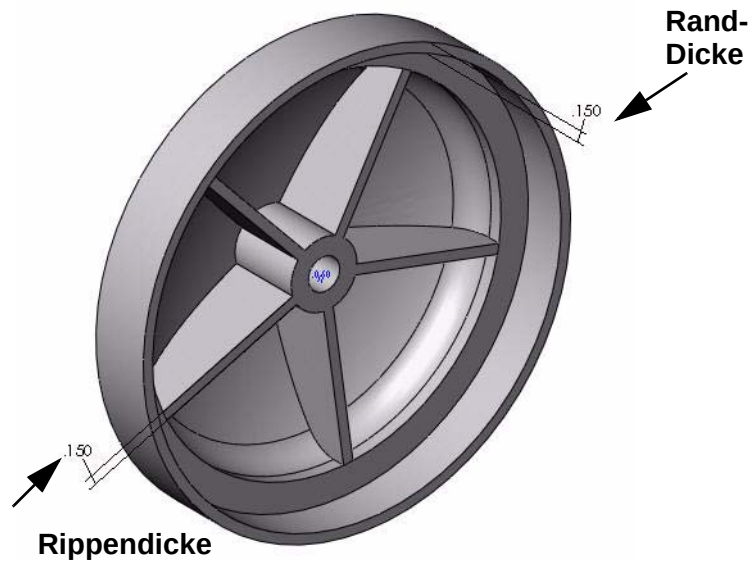
- 4 Zeigen Sie das Zeitverlaufdiagramm an.
 - Klicken Sie im PropertyManager für Zeitverlaufdiagramme (Time History Graph) auf **OK** . Zeigen Sie das Diagramm an.
 - **Schließen** Sie das Zeitverlaufdiagramm.
- 5 Speichern und schließen Sie das Modell.
 - Klicken Sie auf **Speichern** .
 - Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Fenster** (Window), **Alle schließen** (Close All).



Optimierungsanalyse

Die Optimierungsanalyse ermöglicht Konstrukteuren, den Funktionsplanungsangaben zu entsprechen, ohne Materialien zu verschwenden und Überdimensionierung vorzunehmen. Scheinbar sehr kleine Gewichtseinsparungen bei Dutzenden von Komponenten können zu erheblichen Kosteneinsparungen bei Produktion, Versand und Verpackung führen. Auch können Sie in SolidWorks Simulation Ihre Konstruktionen mit alternativen leichteren und kostengünstigeren Materialien ausprobieren.

Nehmen Sie gleich heute eine Optimierungsanalyse der Endkappe vor. Es ist das Ziel dieser Analyse, die Masse der Endkappe so gering wie möglich zu halten. Optimieren Sie durch diese Analyse die Dicke der Endkappenränder und -rippen.



Der Sicherheitsfaktor ist größer als 1.

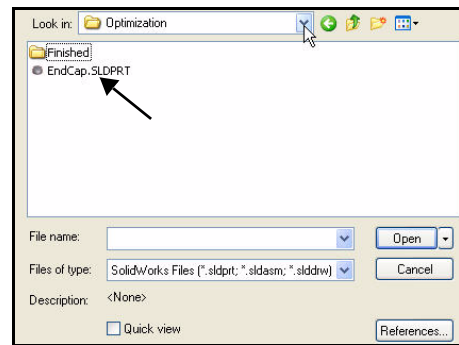


Zeit: 15 – 20 Minuten

Erstellen einer Optimierungsanalyse

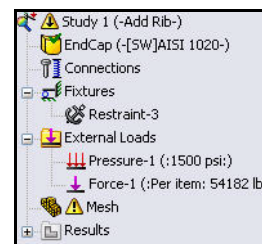
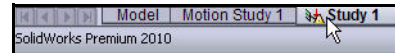
1 Öffnen Sie das Teil.

- Klicken Sie in der Menüleiste-Symbolleiste auf **Öffnen** .
- Doppelklicken Sie im Ordner „SeaBotix\SolidWorks Simulation Professional\ Optimization“ auf **Endkappe** (EndCap). Die Endkappenkonfiguration (Rippe hinzufügen) wird im Grafikbereich angezeigt.



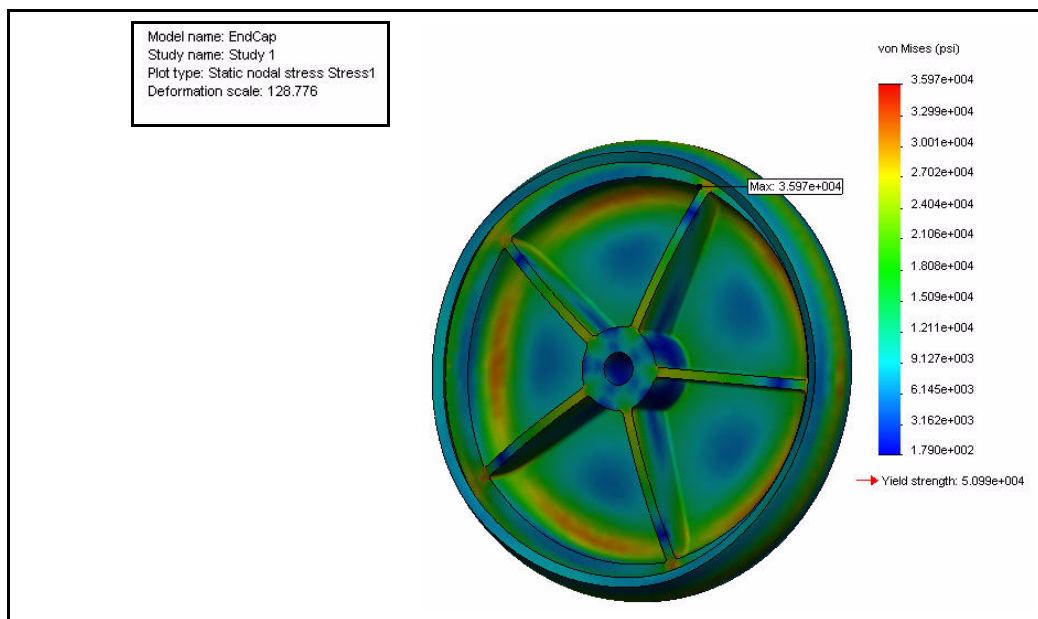
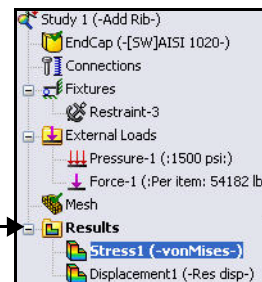
2 Zeigen Sie die statische Studie 1 (Static Study1) an.

- Hierfür wurde eine statische Studie erstellt. Klicken Sie auf die Registerkarte **Studie 1** (Study 1), die sich wie gezeigt ganz unten im Grafikbereich befindet. Daraufhin wird „Studie 1“ (Study 1) angezeigt.



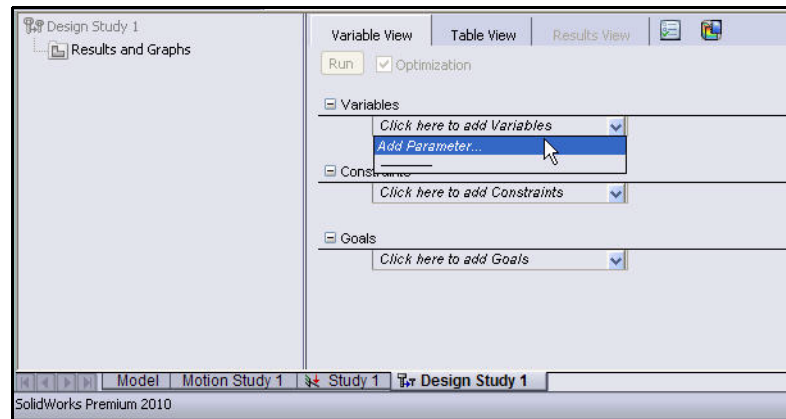
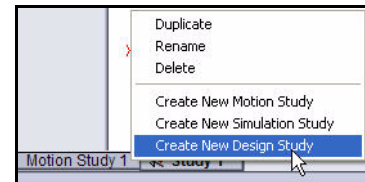
3 Führen Sie Studie 1 (Study 1) durch.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Durchführen**  (Run). Sehen Sie sich die erstellten Darstellungen im Ordner „Ergebnisse“ (Results) an. Die Darstellung „Spannung1 (-von Mises-)“ (Stress1 (-von Mises-)) wird im Grafikbereich angezeigt.



4 Erstellen Sie eine Optimierungsstudie.

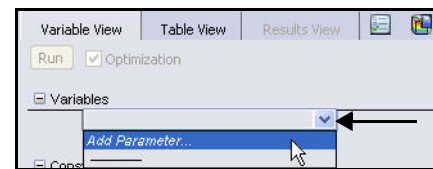
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Studie 1** (Study 1).
- Klicken Sie auf **Neue Konstruktionsstudie erstellen** (Create New Design Study). Die Registerkarte „Konstruktionsstudie 1“ (Design Study 1) wird unten im Dialogfeld „Konstruktionsstudie“ (Design Study) angezeigt.



Anmerkung: Sie können aber auch im Menüleistenmenü auf Simulation, Konstruktionsstudie (Design Study) klicken.

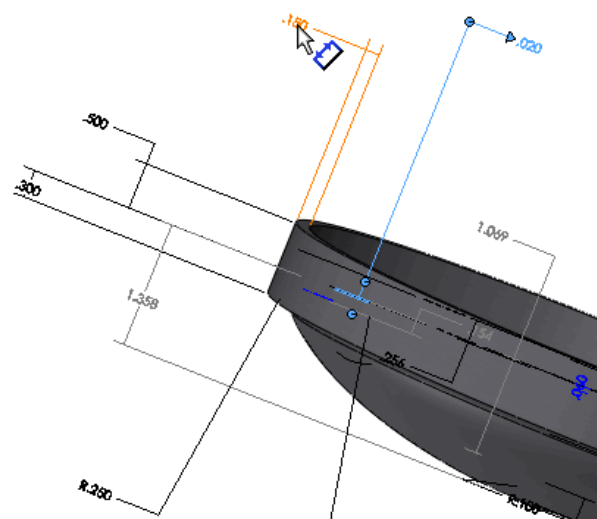
5 Wählen Sie die erste Konstruktions-Variable (Endkappen dicke) (EndCap Thickness) für die Optimierungsstudie.

- Klicken Sie im Dropdown-Menü „Variablen“ (Variables) auf **Parameter hinzufügen** (Add Parameters). Das Dialogfeld für „Parameter“ und „Parameter hinzufügen“ (Add Parameters) wird angezeigt.

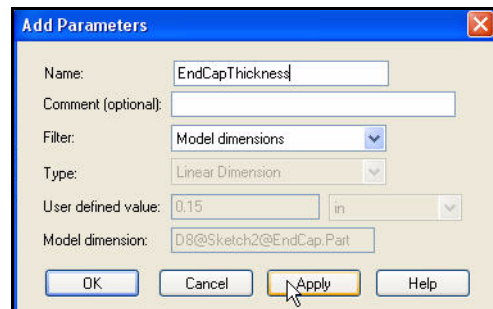


6 Sehen Sie nach, wo sich die Dickenabmessung von 0,150 für den Endkappenrand (EndCap Lip) befindet.

- **Drehen** Sie dann das Modell mithilfe der mittleren Maustaste und vergrößern Sie dann die 0,150 Abmessung für die Dicke des Endkappenrands.

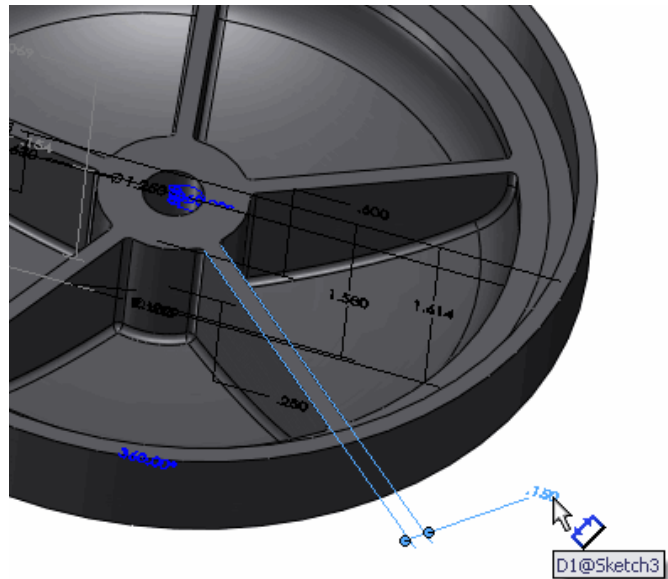


- Klicken Sie wie gezeigt auf **0,150** für Endkappenranddicke (EndCap Lip thickness). Die ausgewählte Abmessung wird im Dialogfeld „Parameter hinzufügen“ (Add Parameters) angezeigt.
- Geben Sie als Namen **Endkappendicke** (EndCapThickness) ein.
- Klicken Sie auf **Anwenden** (Apply). Die Information wird dann dem Dialogfeld „Parameter“ hinzugefügt.

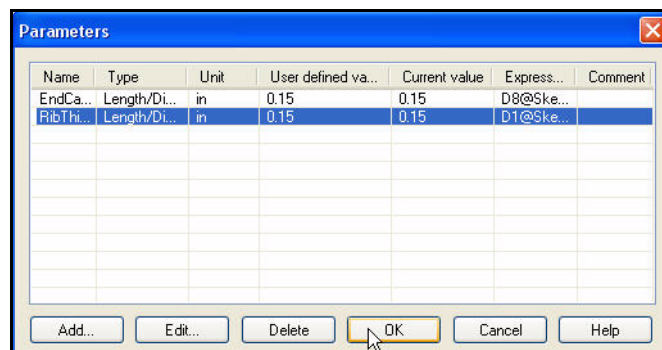
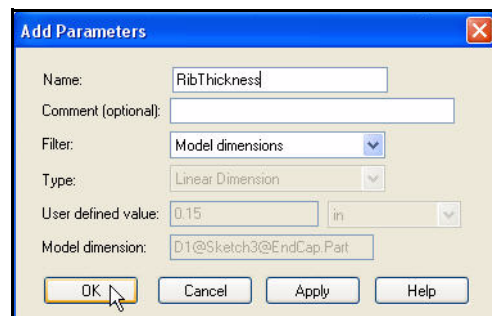


7 Wählen Sie die zweite Konstruktions-Variable (Rippendicke) (Rib Thickness) für die Optimierungsstudie aus.

- Klicken Sie wie gezeigt auf **0,150** für Rippendicke (EndCap Rip thickness). Die ausgewählte Abmessung wird im Dialogfeld „Parameter hinzufügen“ (Add Parameters) angezeigt.
- Geben Sie als Namen **Rippendicke** (RibThickness) ein.

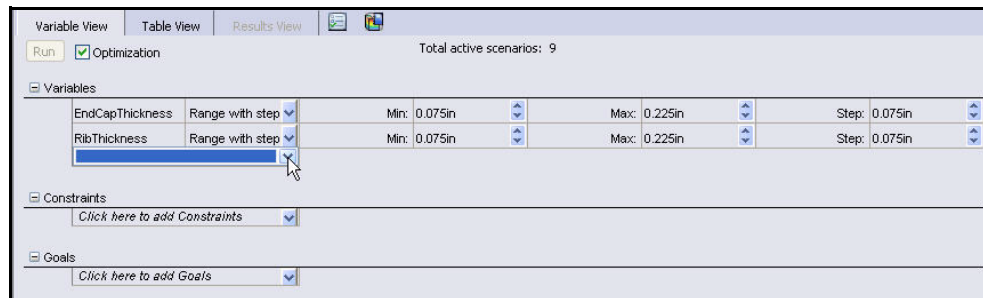


- Klicken Sie im Dialogfeld „Parameter hinzufügen“ (Add Parameters) auf **OK**. Die Information wird dann dem Dialogfeld „Parameter“ hinzugefügt. Zeigen Sie das Dialogfeld „Parameter“ an.
- Klicken Sie im Dialogfeld **Parameter** auf **OK**.



8 Erweitern Sie die Zelle „Variablen“ (Variables) in der Konstruktionsstudie.

- Klicken Sie in der Zelle „Variablen“ (Variables) auf den **Dropdown-Pfeil**. Zeigen Sie die Ergebnisse an.



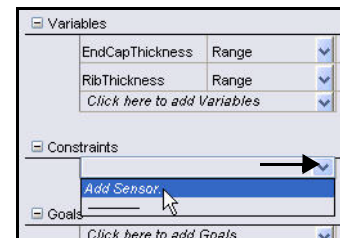
9 Stellen Sie in der Konstruktionsstudie die Bereiche für die Variablen ein.

- Wählen Sie im Dropdown-Menü für „Endkappendicke“ (EndCap Thickness) die Option **Bereich** (Range).
- Wählen Sie im Dropdown-Menü für „Rippendicke“ (Rib Thickness) die Option **Bereich** (Range).
- Geben Sie die **gezeigten Werte** für Endkappendickenbereich (Min: und Max:) und Rippendickenbereich (Min: und Max:) ein.



10 Stellen Sie eine Zwangsbedingung (Überwachungssensor) für die Studie ein.

- Klicken Sie im Dropdown-Menü Zwangsbedingung (Constraint) auf **Sensor hinzufügen** (Add Sensor). Der PropertyManager für Sensoren wird eingeblendet.



- Wählen Sie **Simulationsdaten** (Simulation Data) als Sensortyp aus.
- Wählen Sie **Spannung** (Stress) als Ergebnisse aus.
- Wählen Sie **psi** als Einheit aus.
- Klicken Sie im PropertyManager für Sensoren auf **OK** .



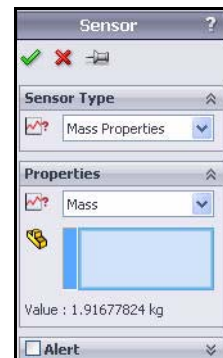
11 Stellen Sie die Bedingungen für die Zwangsbedingung (Constraint) ein.

- Wählen Sie **weniger als** (Is less than) für Spannung.
- Geben Sie als Maximalbedingung den Wert **60.000** ein.



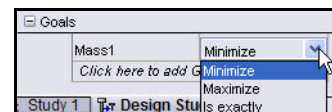
12 Stellen Sie ein Ziel (Überwachungssensor) für die Studie ein.

- Klicken Sie im Dropdown-Menü „Ziele“ (Goals) auf **Sensor hinzufügen** (Add Sensor). Der PropertyManager für Sensoren wird eingeblendet.
- Akzeptieren Sie die standardmäßigen Sensortyp: Masseneigenschaften. Klicken Sie im PropertyManager für Sensoren auf **OK** .



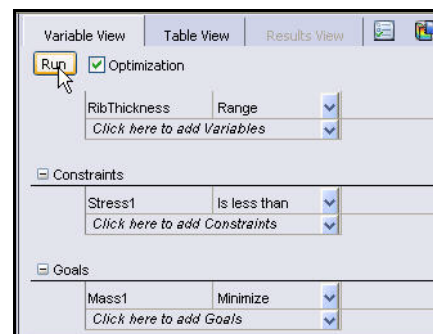
13 Stellen Sie die Bedingungen für das Ziel (Goal) ein.

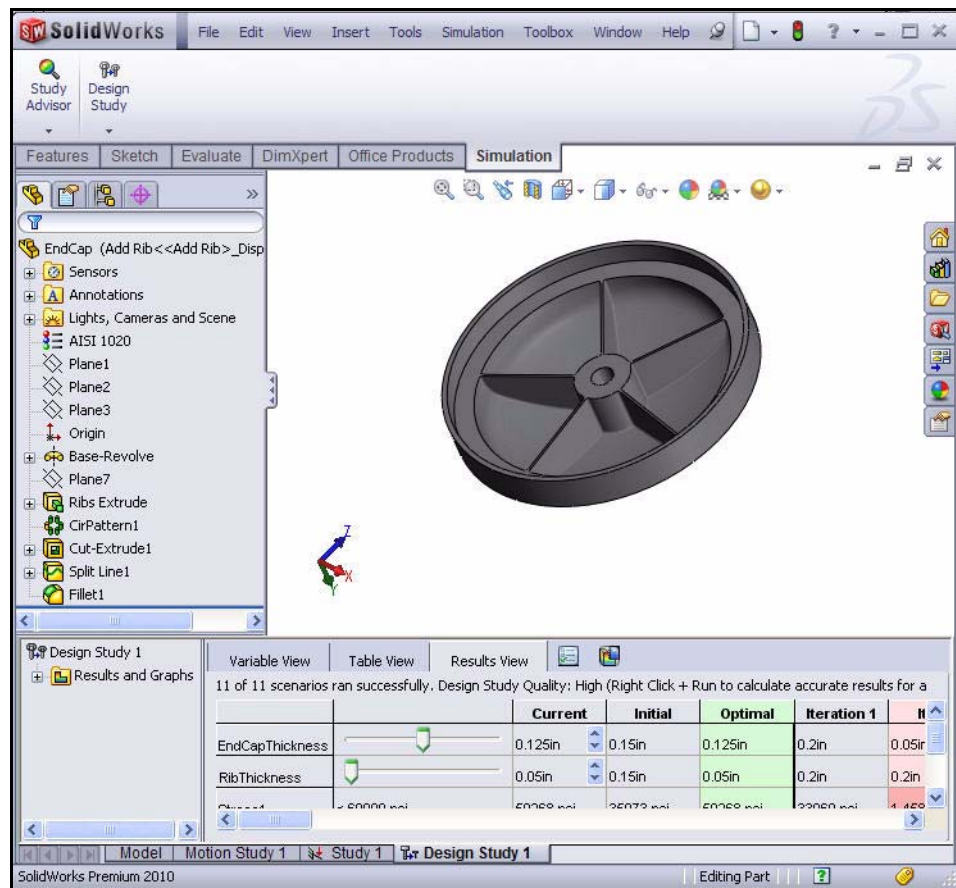
- Wählen Sie **Minimieren** (Minimize).



14 Führen Sie die Konstruktionsstudie durch.

- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Durchführen** (Run). Während die Studie durchgeführt wird, wird die Ergebnistabelle angezeigt und aktualisiert. Das kann einige Minuten dauern. Sehen Sie sich die fertig gestellte Tabelle an. Sie können jetzt auf die Ergebnisse einwirken.





15 Arbeiten Sie mit den Ergebnissen.

- Klicken Sie auf die Spalte **Ursprünglich** (Initial).
- Klicken Sie auf die Spalte **Optimal**.
Vergleichen Sie die beiden Spalten.

Anmerkung: Sie können sich die einzelnen Konstruktionen ansehen, indem Sie den Schieber für Endkappendicke oder Rippendicke verwenden.

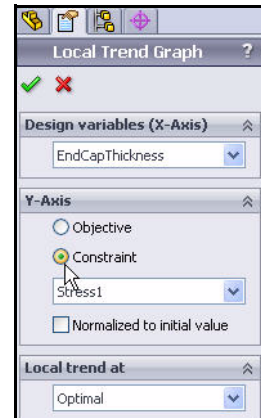
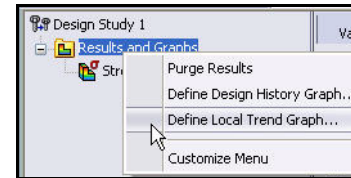
		Current	Initial	Optimal
EndCapThickness		0.15in	0.15in	0.125in
RibThickness		0.15in	0.15in	0.05in
Stress1	< 60000 psi	35973 psi	35973 psi	59268 psi
Mass1	Minimize	1.91678 kg	1.91678 kg	1.70618 kg

		Current	Initial	Optimal
EndCapThickness		0.125in	0.15in	0.125in
RibThickness		0.05in	0.15in	0.05in
Stress1	< 60000 psi	59268 psi	35973 psi	59268 psi
Mass1	Minimize	1.70618 kg	1.91678 kg	1.70618 kg

		Current
EndCapThickness		0.125in
RibThickness		0.05in
Stress1	< 60000 psi	59268 psi
Mass1	Minimize	1.70618 kg

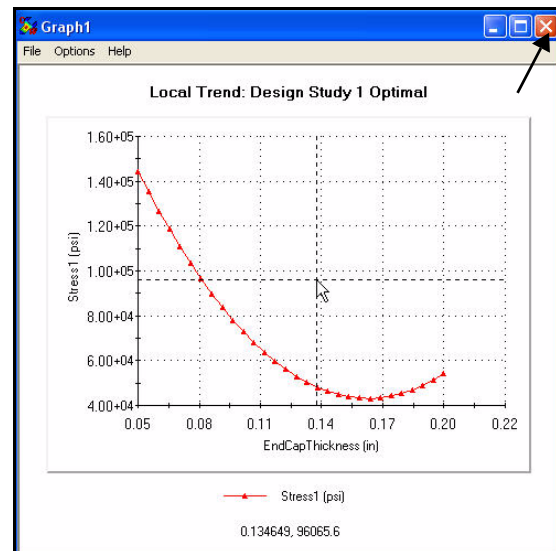
16 Sehen Sie sich die Trendergebnisse an.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Ergebnisse und Diagramme** (Results and Graphs).
- Klicken Sie auf **Diagramm der lokalen Tendenz bestimmen** (Define Local Trend Graph).
Der PropertyManager für lokale Trenderfassung wird eingeblendet. Sehen Sie sich Ihre Optionen an.
- Klicken Sie auf **Zwangsbedingung** (Constraint).
Akzeptieren Sie die Standardeinstellungen.
- Klicken Sie im PropertyManager auf **OK** .
Sehen Sie sich die Ergebnisse im Grafikbereich an.



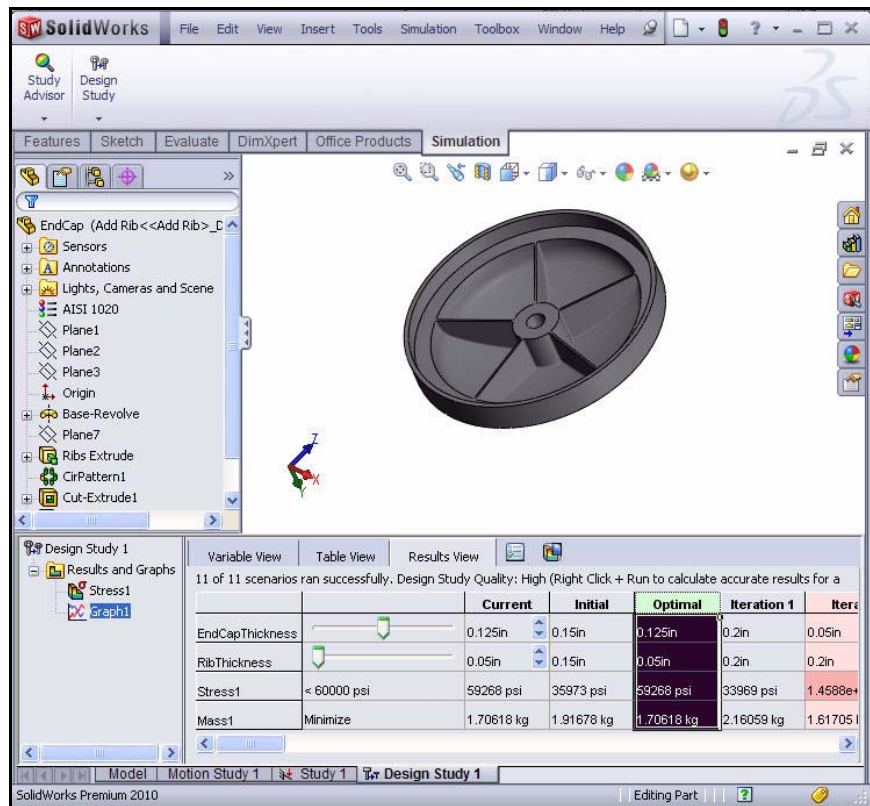
17 Schließen Sie das Dialogfeld „Diagramm1“ (Graph1).

- Klicken Sie auf **Schließen**.



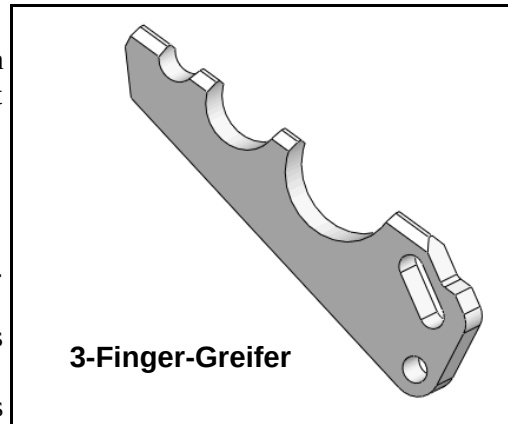
18 Speichern und schließen Sie das Modell.

- Klicken Sie auf **Speichern** .
- Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Fenster, Alle schließen** (Close All).

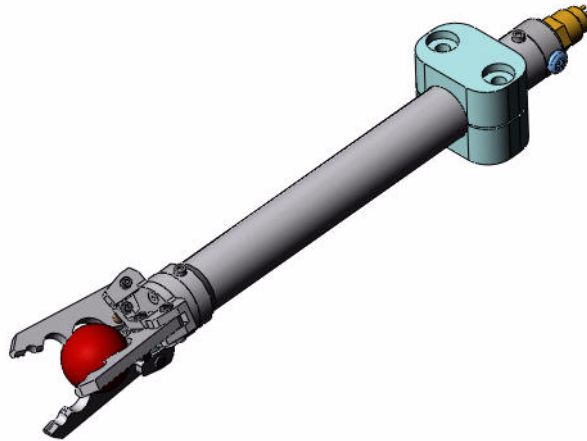


Ermüdungsanalyse

Es ist festgestellt worden, dass wiederholtes Belasten und Entlasten die betreffenden Objekte mit der Zeit schwächt, selbst wenn die dadurch entstehenden Spannungen erheblich unter den maximal zulässigen liegen. Diese Erscheinung wird Materialermüdung genannt. Jeder Lastwechsel schwächt das betreffende Objekt in gewisser Weise. Nach einer Reihe dieser Lastwechsel wird das Objekt auf diese Weise derartig geschwächt, dass es versagt. Materialermüdung ist bei vielen Objekten die Hauptursache des Versagens, besonders wenn es sich um Metallobjekte handelt.



„SeaBotix LBV150“ enthält eine optimale Baugruppe „MiniGrab“. In dieser Studie wollen wir das Teil „3-Finger-Greifer“ analysieren. SeaBotix LBV150 ist mit diesem Gerät versehen, um Objekte vom Meerboden ergreifen und festhalten zu können. Bevor Sie die Materialermüdungsanalyse erstellen, sollten Sie eine statische Analyse vornehmen, und zwar mit einer Kraft, die auf die Spitzen des „3-Finger-Greifer“-Teils angewendet wird.



MiniGrab-Baugruppe

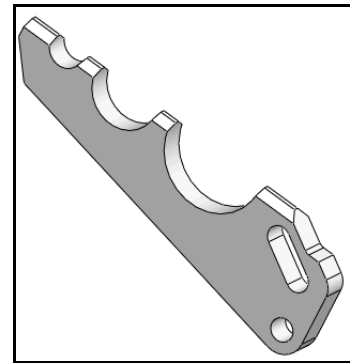
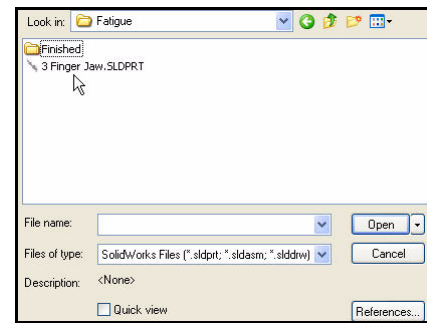


Zeit: 15 – 20 Minuten

Erstellen einer Ermüdungsanalyse

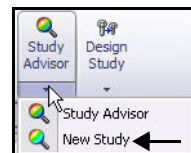
1 Öffnen Sie das Teil.

- Klicken Sie in der Menüleiste-Symbolleiste auf **Öffnen** .
- Doppelklicken Sie im Ordner „SeaBotix\SolidWorks Simulation Professional\Fatigue“ auf **3-Finger-Greifer** (3 Finger Jaw).



2 Erstellen Sie eine statische Analysestudie.

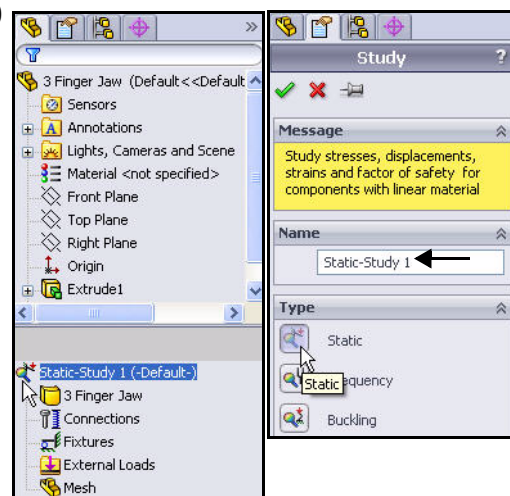
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Studienberater** (Study Advisor).
- Klicken Sie auf **Neue Studie**  (New Study). Daraufhin wird der PropertyManager für Studien angezeigt.
- Geben Sie **Statische Studie 1** (Static-Study 1) als Studienname ein.
- Klicken Sie auf **Statisch**  (Static) als Typ.



3 Zeigen Sie die „Statische Studie 1“ (Static Study 1) an.

- Klicken Sie im PropertyManager für Studien auf **OK** .

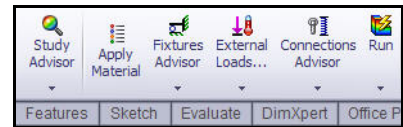
Anmerkung: In der unteren Ecke des Grafikbereichs ist die Registerkarte „Statische Studie 1“ (Static-Study 1) zu sehen.



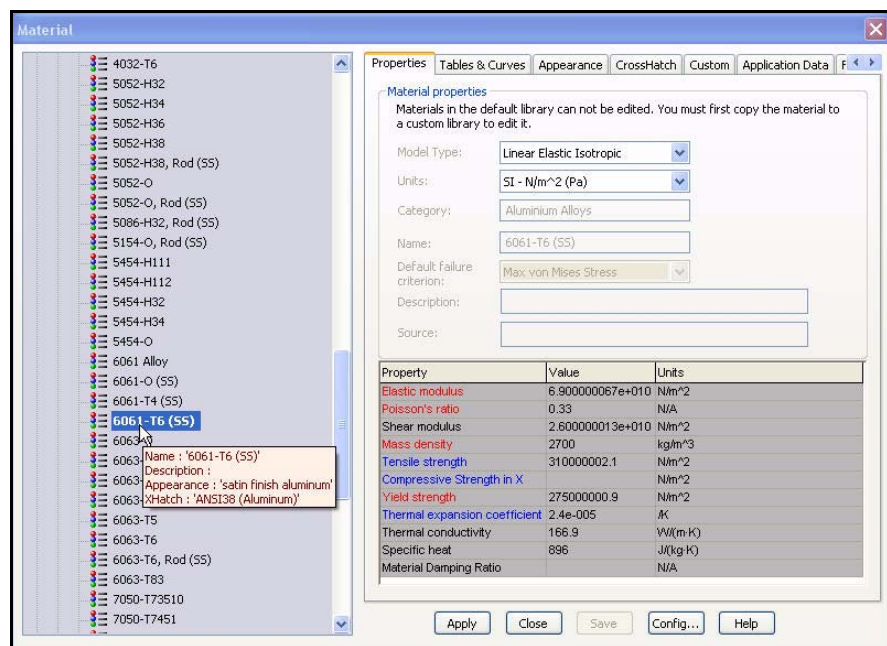
Anwenden von Material

1 Wenden Sie Material wie folgt an.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf **Material anwenden** (Apply Material) . Das Dialogfeld „Material“ wird eingeblendet.
- Erweitern Sie den Ordner **Aluminiumlegierungen** (Aluminum Alloys).
- Klicken Sie auf **6061-T6(SS)-Legierung**. Sehen Sie sich die Materialeigenschaften an.
- Klicken Sie auf **Anwenden** (Apply).
- Klicken Sie auf **Schließen** (Close). Das Material wird auf das Teil angewendet.



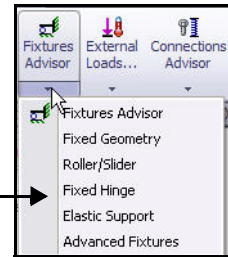
Anmerkung: Durch ein grünes Häkchen  am Teileordner wird angezeigt, dass das Material den Teilen zugewiesen wurde.



Hinzufügen einer Einspannung

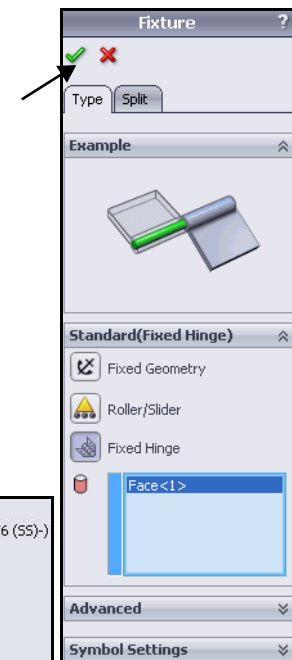
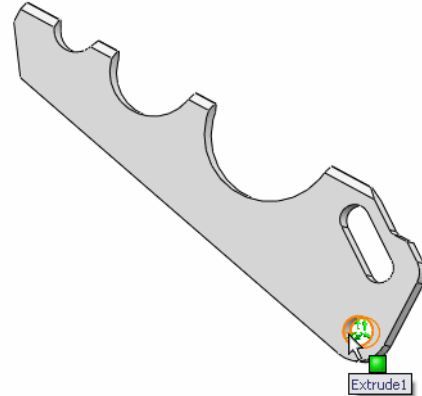
1 Fügen Sie eine Einspannung hinzu.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Einspannungsberater** (Fixtures Advisor).
- Klicken Sie auf **Fixiertes Scharnier** (Fixed Hinge). Daraufhin wird der PropertyManager für Befestigungen eingeblendet.



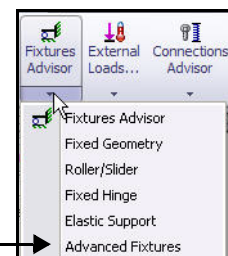
2 Wählen Sie die zu befestigende zylindrische Fläche aus.

- Klicken Sie wie gezeigt in die **zylindrische Fläche** der Bohrung im 3-Finger-Greifer. Daraufhin wird Fläche<1> (Face<1>) angezeigt. Beachten Sie das Feedback-Symbol für die Fläche.
- Klicken Sie im PropertyManager für Befestigungen auf **OK** . Das befestigte Scharnier-1 wird angezeigt.

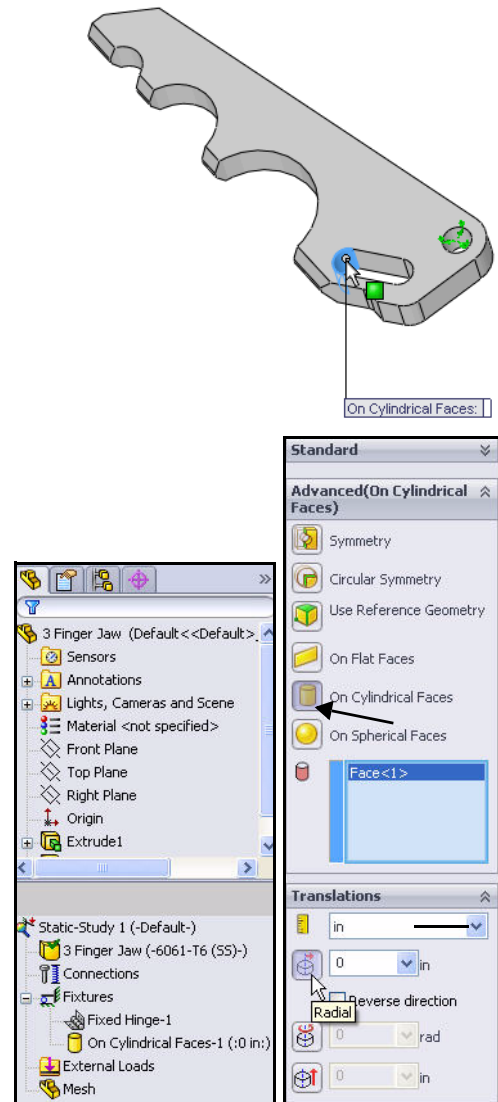


3 Fügen Sie eine zweite Einspannung hinzu.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Einspannungsberater** (Fixtures Advisor).
- Klicken Sie auf **Erweiterte Einspannungen** (Advanced Fixtures). Daraufhin wird der PropertyManager für Befestigungen eingeblendet. Versehen Sie die rechte Seite der Fläche mit einer radiale Auflage.



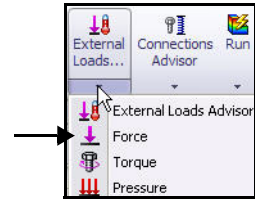
- 4 Wählen Sie die Innenseite der zylindrischen Fläche.
 - Klicken Sie auf das Feld **Auf zylindrischen Flächen** (On Cylindrical Faces).
 - **Drehen Sie** das Modell, um wie gezeigt die seitliche zylindrische Fläche anzuzeigen.
 - Klicken Sie wie gezeigt auf die **Innenfläche des Schlitzes**. Daraufhin wird Fläche<1> (Face<1>) angezeigt.
- 5 Wählen Sie die Einheiten und die Verschiebungskomponenten aus.
 - Wählen Sie im Dropdown-Menü „Einheiten“ (Units) die Option **Zoll** (Inch) aus.
 - Klicken Sie auf das Feld **Radial**.
- 6 Wenden Sie die zweite Befestigung an.
 - Klicken Sie im PropertyManager für Befestigungen auf **OK** ☒. Auf zylindrischen Flächen-1 (On Cylindrical Faces-1) wird angezeigt.



Aufbringen einer Kraft

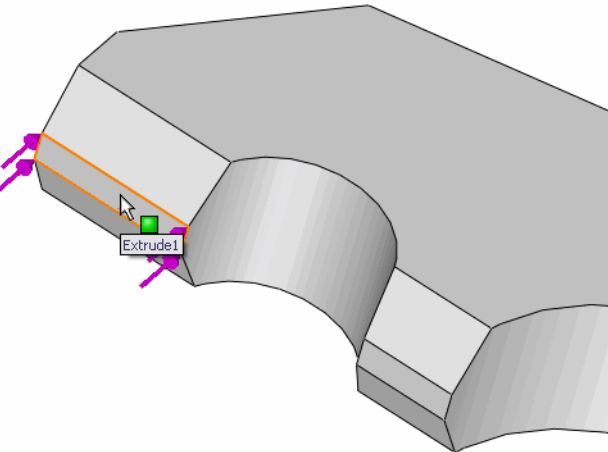
1 Wenden Sie wie folgt eine Kraft an:

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Externe Lasten** (External Loads).
- Aktivieren Sie die Option **Kraft** . Daraufhin wird der PropertyManager für Kraft/Drehmoment (Force/Torque) eingeblendet.
- Aktivieren Sie das Optionsfeld für **Normal**.



2 Wählen Sie die Kontaktfläche aus.

- **Drehen** Sie wie gezeigt das Modell mithilfe der mittleren Maustaste, um die obere Kontaktfläche anzuzeigen.
- Klicken Sie auf die **obere Kontaktfläche**. Im Feld „Flächen für Normalkraft“ (Faces for Normal Force) ist „Fläche <1>“ (Face <1>) angezeigt.



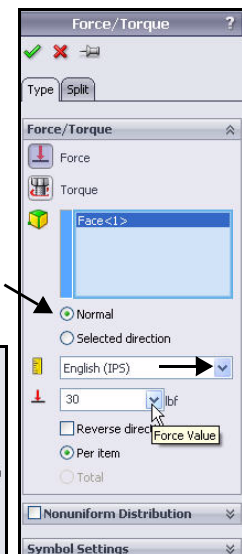
3 Stellen Sie Einheiten und Wert ein.

- Wählen Sie **Englisch (IPS)** im Feld „Einheiten“ (Units).
- Geben Sie das Feld „Kraftwert“ (Force value) den Wert **30 lbf** ein.

Anmerkung: 30 lbf ist die Normalkraft, die durch die Baugruppe „MiniGrab“ aufgebracht werden kann, um irgendein Objekt am Meeresboden zu ergreifen und zu halten.

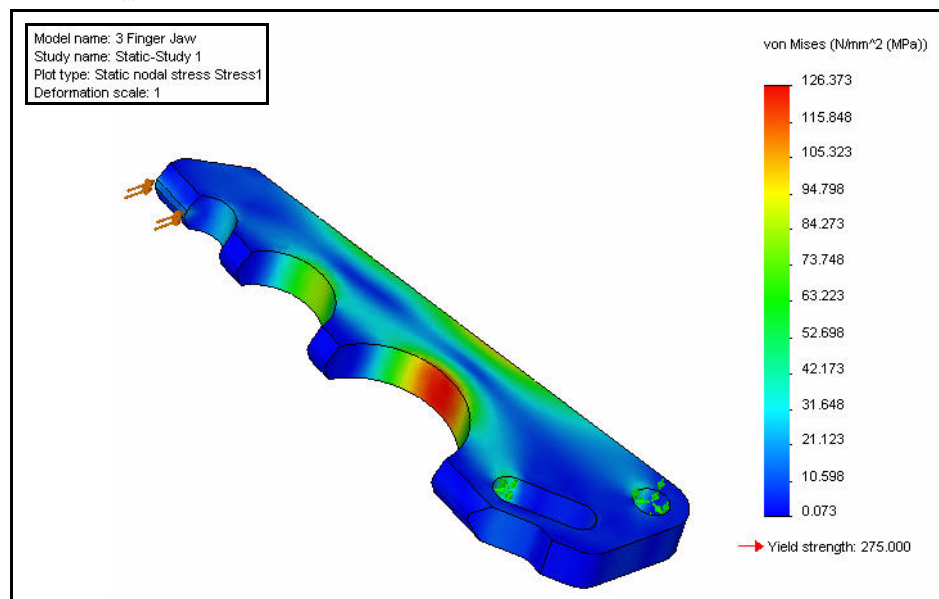
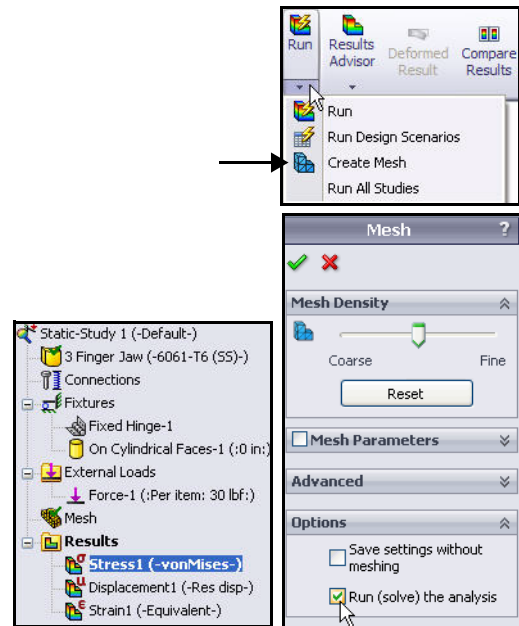
4 Wenden Sie die Kraft an.

- Klicken Sie im PropertyManager für Kraft/Drehmoment (Force/Torque) auf **OK** . Daraufhin wird „Kraft-1“ (Force-1) angezeigt.



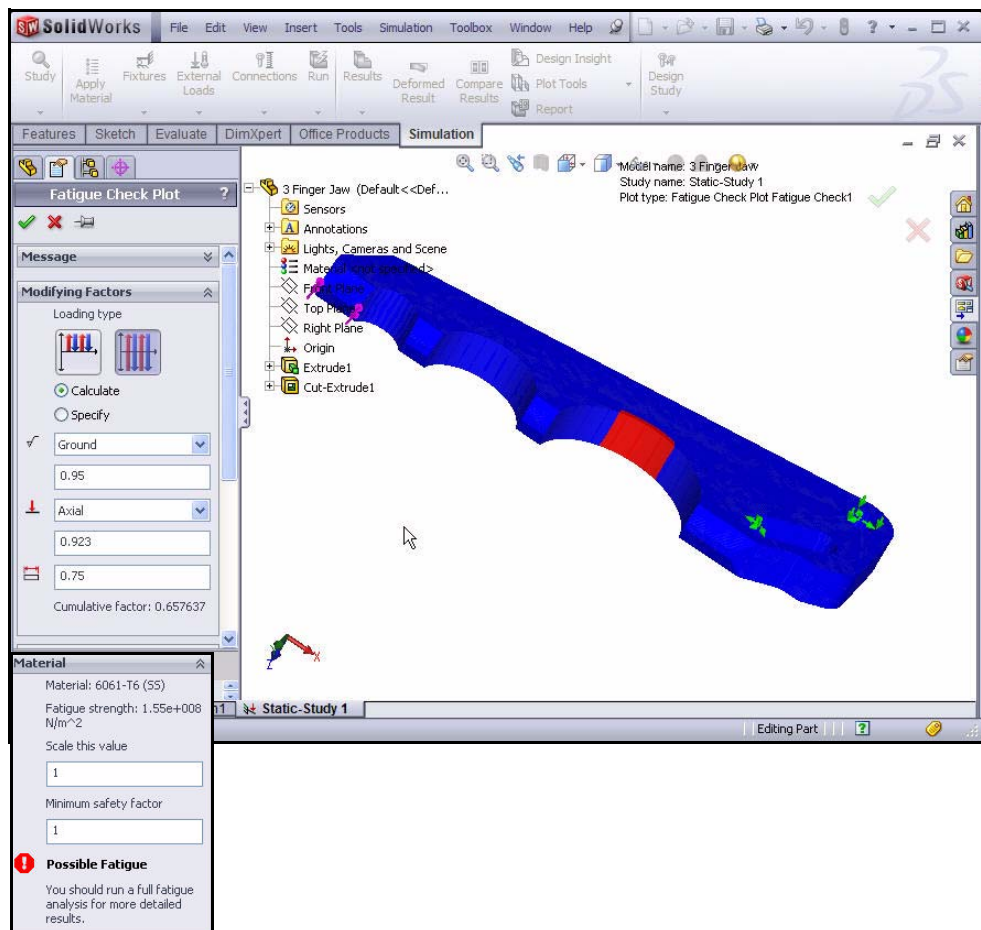
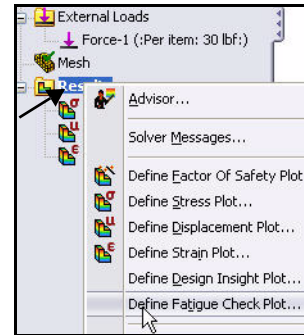
Vernetzen und Durchführen der Simulation

- 1 Vernetzen Sie das Modell und führen Sie die Simulation durch.
 - Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Durchführen** (Run).
 - Klicken Sie auf **Vernetzung erstellen** (Create Mesh) . Der PropertyManager für Vernetzung (Mesh) wird eingeblendet.
 - Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **Analyse durchführen (lösen)** (Run (solve) the analysis).
 - Klicken Sie im PropertyManager für Vernetzungen auf **OK** . Zeigen Sie die Ergebnisse an. Es werden dann drei Darstellungen erstellt.
- 2 Passen Sie das Modell dem Grafikbereich an.
 - Drücken Sie die **f**-Taste. Sehen Sie sich die Darstellung „Spannungs1 (-von Mises-)“ (Stress1 (-vonMises-)) im Grafikbereich an.



Durchführen einer Ermüdungsprüfungsdarstellung

- 1 **Erstellen Sie eine neue Materialermüdungsstudie.**
 - Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Ergebnisse** (Results).
 - Klicken Sie auf **Ermüdungsprüfungsdarstellung definieren** (Define Fatigue Check Plot). Daraufhin wird der PropertyManager für Ermüdungsprüfungsdarstellung (Fatigue Check Plot) angezeigt.
- 2 **Zeigen Sie die Ermüdungsprüfungsdarstellung an.**
 - Klicken Sie auf die Schaltfläche **Last vollständig umkehren** (Fully Reversing Load). Sehen Sie sich die Ergebnisse im Grafikbereich an. Es besteht möglicherweise ein Materialermüdungsproblem.
 - Klicken Sie im PropertyManager für Ermüdungsprüfungsdarstellung auf **Abbrechen** .



Erstellen einer neuen Materialermüdungsstudie

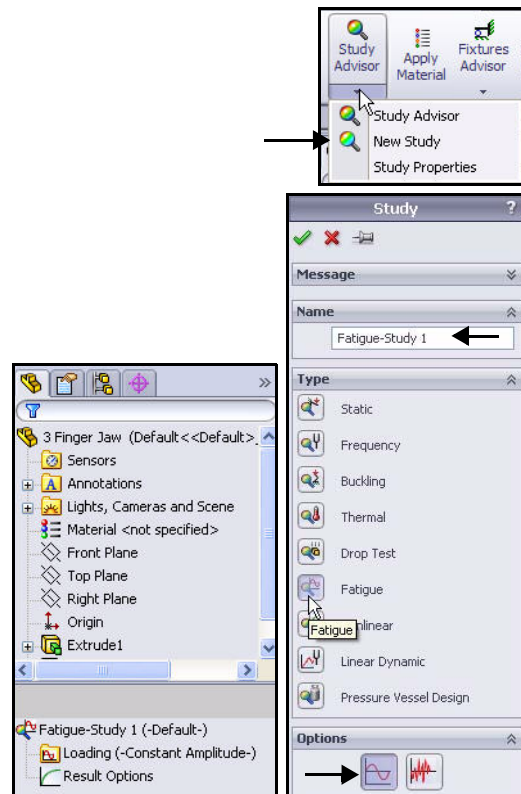
1 Erstellen Sie wie folgt eine neue Materialermüdungsstudie:

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Studienberater** (Study Advisor).
- Klicken Sie auf **Neue Studie** (New Study) . Daraufhin wird der PropertyManager für Studien angezeigt.
- Geben Sie **Ermüdungsstudie 1** (Fatigue-Study 1) als Studienname ein.
- Aktivieren Sie **Ermüdung** (Fatigue)  als Typ.

2 Zeigen Sie die Studie an.

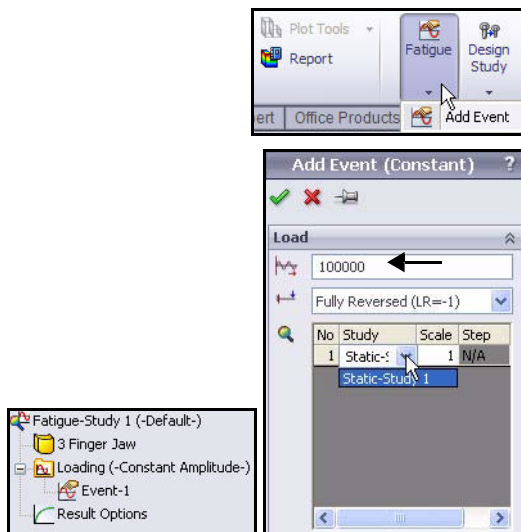
- Klicken Sie im PropertyManager für Studien auf **OK** . Sehen Sie sich „Ermüdungsstudie 1 (-Standard-)“ (Fatigue-Study 1 (-Default-)) an.

Anmerkung: In der unteren Ecke des Grafikbereichs ist die Registerkarte „Ermüdungsstudie 1“ (Fatigue-Study 1) zu sehen.



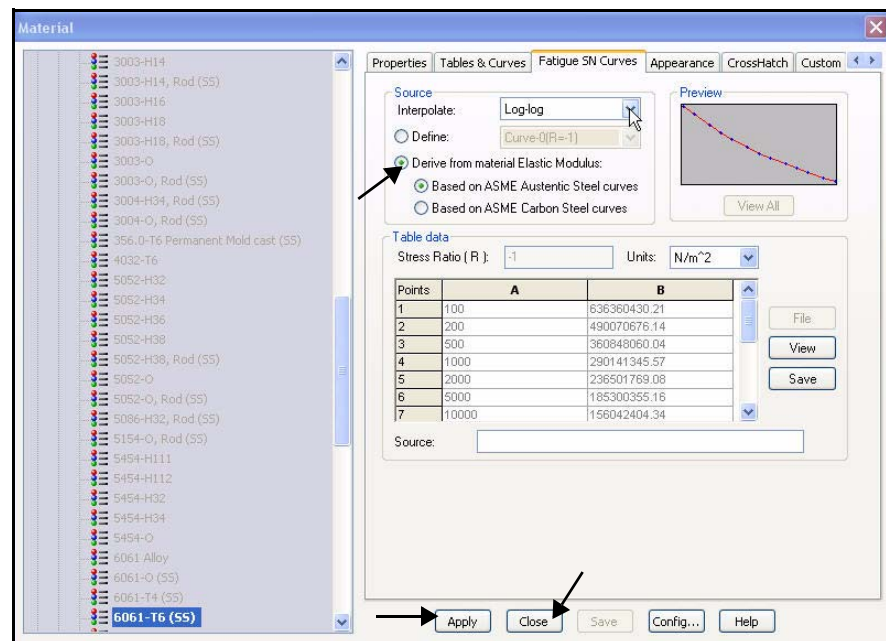
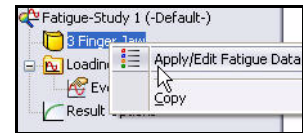
3 Zeigen Sie das Lastereignis an.

- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Simulation“ auf den Dropdown-Pfeil für **Ermüdung** (Fatigue).
- Klicken Sie auf **Ereignis hinzufügen** (Add Event) . Der PropertyManager für „Ereignis hinzufügen (konstant)“ wird angezeigt.
- Wählen Sie im Dropdown-Menü **Statische Studie 1** (Static-Study 1) aus.
- Geben Sie **100.000** Zyklen ins Feld ein.
- Klicken Sie im PropertyManager für „Ereignis hinzufügen (konstant)“ auf **OK** .
- Klicken Sie im Studienbaum auf **3-Finger-Greifer** (3 Finger Jaw). Zeigen Sie die Ergebnisse an.



4 Bearbeiten Sie die Materialermüdungsdaten.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **3-Finger-Greifer** (3 Finger Jaw).
- Klicken Sie auf **Ermüdungsdaten anwenden/bearbeiten** (Apply/Edit Fatigue Data). Das Dialogfeld „Material“ wird eingeblendet.
- Aktivieren Sie das Optionsfeld **Material vom Elastizitätsmodul ableiten** (Derive from material Elastic Modulus).
- Wählen Sie **Log-log** aus dem Quellbereich.
- Klicken Sie auf **Anwenden** (Apply).
- Klicken Sie auf **Schließen** (Close). Zeigen Sie die Ergebnisse an.

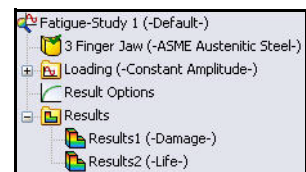


5 Führen Sie die Studie durch.

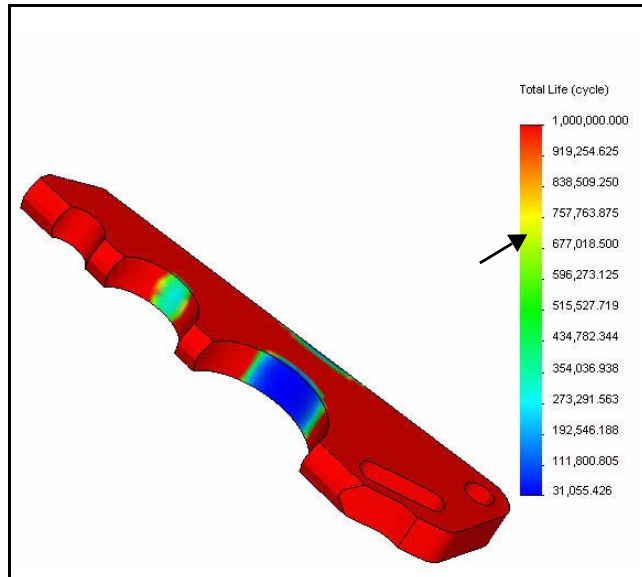
- Klicken Sie im CommandManager für Simulation auf **Durchführen** (Run) . Sehen Sie sich den Ordner „Ergebnisse“ (Results) an.



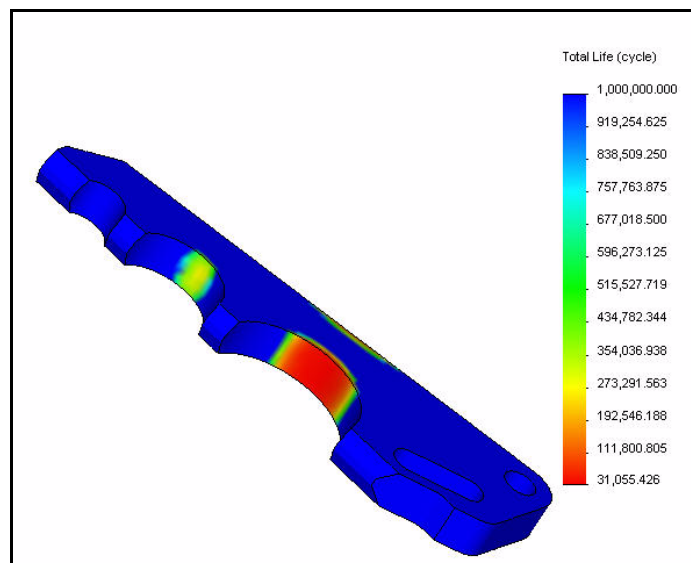
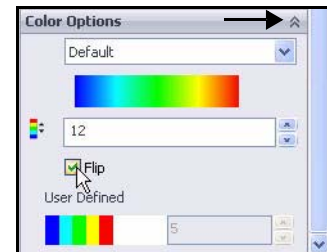
Anmerkung: 100.000 Zyklen stellen ca. 100 Zyklen/
Tauchversuche x 100 Tauchversuche/Jahr x
Lebensdauer von 10 Jahren für die Einheit dar.



- 6 Zeigen Sie die **Lebensdauerdarstellung** an.
- Doppelklicken Sie auf den Ordner **Ergebnisse2 (-Lebensdauer-)** (Results2 (-Life-)). Die Lebensdauerdarstellung wird angezeigt.
- 7 Zeigen Sie den **PropertyManager für Diagrammoptionen (Chart Options)** an.
- Doppelklicken Sie wie gezeigt im Grafikbereich auf die **Lebensdauerdarstellung** (Life Plot). Der PropertyManager für Diagrammoptionen wird eingeblendet.



- 8 Setzen Sie die **Lebensdauerdarstellungs-Ergebnisfarbe** zurück.
- Erweitern Sie das Feld **Farboptionen** (Color Options).
 - Klicken Sie auf das Feld **Umkehren** (Flip).
 - Klicken Sie im PropertyManager für Diagrammoptionen auf **OK** . Sehen Sie sich die Ergebnisse im Grafikbereich an.



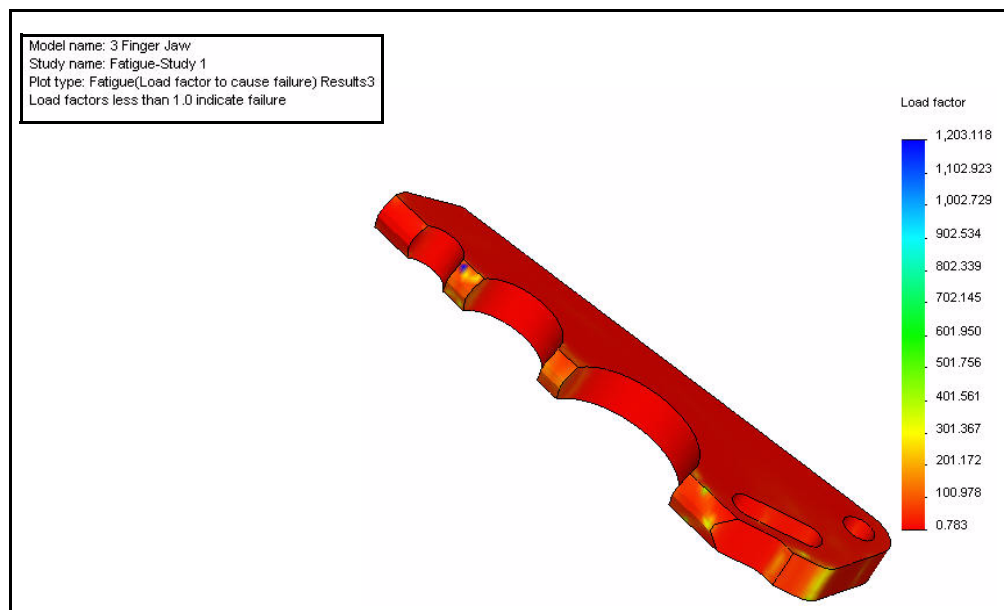
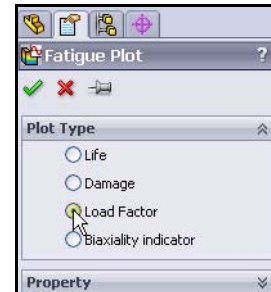
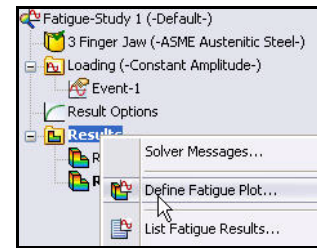
Anwenden eines Lastfaktors

1 Wenden Sie einen Lastfaktor an.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Ergebnisse** (Results).
- Klicken Sie auf **Ermüdungsdarstellung definieren** (Define Fatigue Plot). Daraufhin wird der PropertyManager für Ermüdungsdarstellungen angezeigt.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **Lastfaktor** (Load Factor).
- Klicken Sie im PropertyManager für Ermüdungsdarstellungen auf **OK** . Sehen Sie sich den Ordner „Ergebnisse“ (Results) an.

2 Speichern und schließen Sie das Modell.

- Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Fenster, Alle schließen**.



SolidWorks Simulation Professional – Fazit

In nur kurzer Zeit haben Sie heute aus erster Hand gesehen, wie die Anwendungen in SolidWorks Simulation Professional funktionieren. Zusätzlich zu der durch SolidWorks Simulation gebotenen Konstruktionsvalidierungs-Funktionalität ermöglicht SolidWorks Simulation Professional Ihnen auch noch erweiterte Analysefähigkeiten, wie z.B.: thermische und Frequenzanalysen, Beul-/Knickverhalten, Optimierung und Materialermüdung sowie die Fallprüfungssimulation.

Verstehen der Auswirkungen von Temperaturänderungen. Wenn mechanische Teile und Strukturen erheblichen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind, kann das die Leistungsfähigkeit Ihrer Konstruktionen sehr beeinträchtigen.

Auswertung natürlicher Eigenfrequenzen oder kritischer Beul- und Knicklasten und der entsprechenden Modusformen. Natürliche Vibrationen in strukturellen Komponenten oder mechanischen Support-Systemen werden oft übersehen, können jedoch die Lebensdauer Ihrer Produkte erheblich verkürzen und auch unerwartete Ausfälle verursachen.

Optimierung der Konstruktionen auf Basis der definierten Kriterien. Durch die Konstruktionsoptimierung kann automatisch die optimale Konstruktion erkannt werden, und zwar auf Basis der von Ihnen angegebenen Kriterien.

Simulation virtueller Fallprüfungen auf verschiedenen Bodenflächen. Für den Fall, dass Ihr Bauteil oder Ihre Baugruppe fallen gelassen wird, kann herausgefunden werden, ob es den Fall übersteht oder nicht übersteht.

Auswirkung zyklischer Belastungen und Ermüdungserscheinungen untersuchen. Sehen, wie sich Materialermüdung auf den Lebenszyklus Ihres Bauteils oder Ihrer Baugruppe auswirkt und durch welche Konstruktionsänderungen die Lebensdauer dieser Teile verlängert werden kann.

SolidWorks Flow Simulation

Dieses Kapitel gibt Ihnen eine Einführung in die Leistungsfähigkeit und Funktionen von SolidWorks Flow Simulation. Behandelt werden u. a. folgende Themen:

- Die Vorteile der Verwendung von Strömungssimulation
- Die mühelose Verwendung von Solid Flow Simulation, um Ihre Konstruktion zu analysieren
- Schritte zur Durchführung einer frühzeitigen Konstruktionsanalyse
- Integration von SolidWorks Flow Simulation und SolidWorks
- Die Ergebnisse von Kosteneinsparungen durch virtuelle Prototypen, um Ressourcen zu sparen
- Automatische Dokumentation der Analyseergebnisse



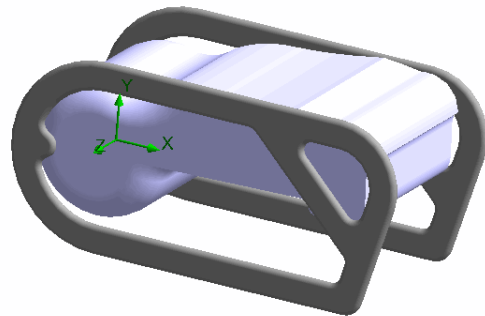
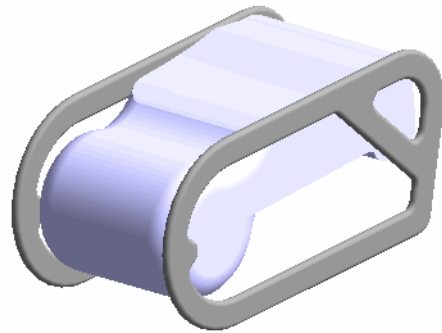
Zeit: 20 – 25 Minuten

SolidWorks Flow Simulation

Bei SolidWorks Flow Simulation handelt es sich um das erste mühelos zu verwendende Strömungssimulationsprogramm, das vollkommen in SolidWorks eingebettet ist. Sie können SolidWorks Flow Simulation dazu verwenden, neue Produktideen während der Konstruktionsphase zu verstehen, zu validieren und noch zu verbessern.

SolidWorks Flow Simulation bietet dem Benutzer Einblick in Teile oder Baugruppen hinsichtlich Strömungsverhalten, Wärmeübertragung und der Kräfte auf eingetauchte oder umgebene Volumenkörpern.

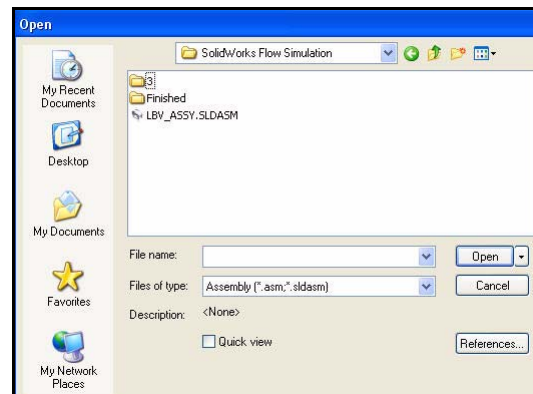
Der SolidWorks Flow Simulation-Assistent ist dazu da, den Strömungswiderstand zu analysieren, der durch die Baugruppe SeaBotix LBV150 entsteht, während sie sich im Meerwasser bewegt. Diese Informationen sind sehr wichtig, um die richtige Größe des Schubtriebwerks für die Baugruppe auszuwählen, damit diese ihre Aufgaben erfüllen kann.



Beginn einer SolidWorks Flow Simulation-Sitzung

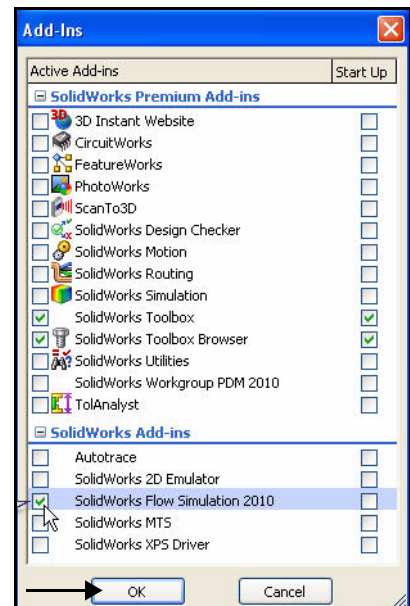
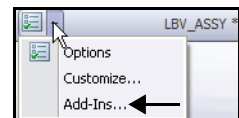
1 Öffnen Sie die Baugruppe „SeaBotix LBV150“.

- Klicken Sie in der Menüleisten-Symbolleiste auf **Öffnen** .
- Doppelklicken Sie im Ordner „SeaBotix\ SolidWorks Flow Simulation“ auf **LBV_ASSY**. Im Grafikbereich wird dann ein vereinfachtes Modell geöffnet.



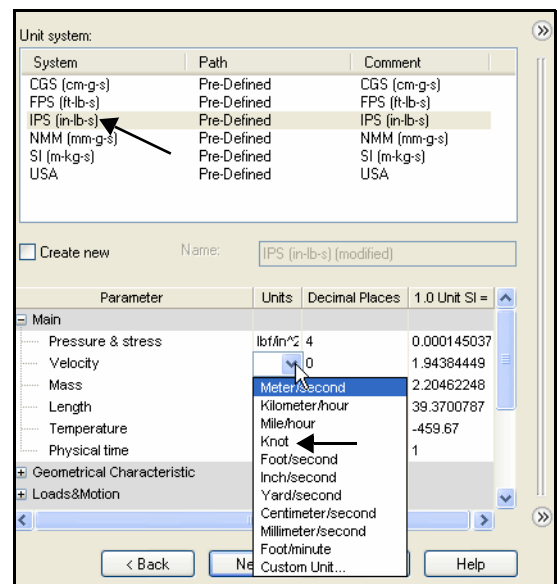
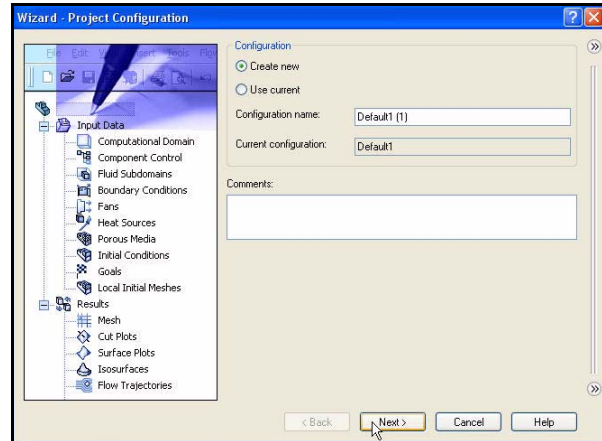
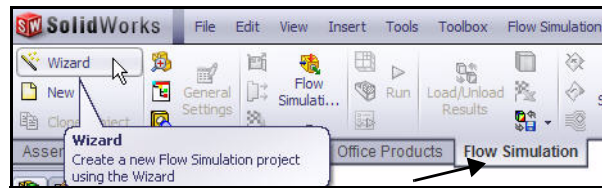
2 Aktivieren Sie das Modul „SolidWorks Flow Simulation“.

- Klicken Sie in der Menüleisten-Symbolleiste wie gezeigt auf den Dropdown-Pfeil für **Optionen** .
- Klicken Sie auf **Add-Ins**. Daraufhin wird das Dialogfeld „Add-Ins“ angezeigt.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **SolidWorks Flow Simulation 2010**.
- Klicken Sie im Dialogfeld **Add-Ins** auf **OK**. Im CommandManager wird die Registerkarte „Flow Simulation“ angezeigt.

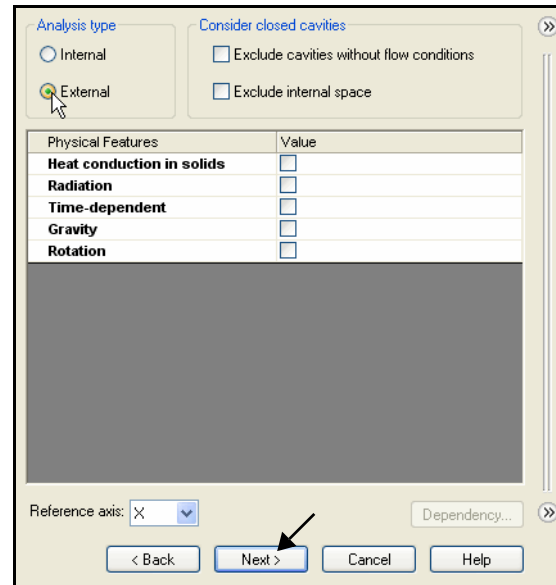


3 Starten Sie den SolidWorks Flow Simulation-Assistenten.

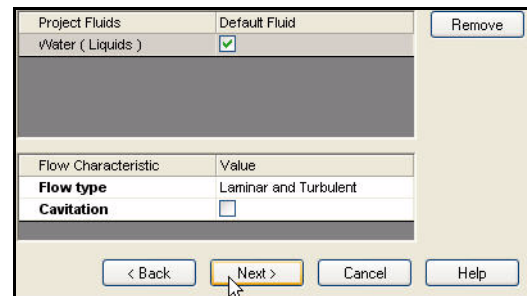
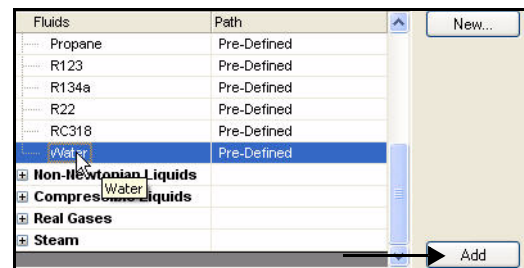
- Klicken Sie im CommandManager auf die Registerkarte **Flow Simulation**.
- Klicken Sie auf das Werkzeug **Assistent (Wizard)** . Das Feld für Assistent – Projektkonfiguration (Wizard - Project Configuration) wird angezeigt. „Neu erstellen“ (Create new) ist automatisch ausgewählt. Akzeptieren Sie die Standardeinstellungen.
- Klicken Sie auf **Weiter>**. Das Dialogfeld „Assistenten-Einheitssystem“ (Wizard Unit System) wird angezeigt.
- Klicken Sie als Einheit auf **IPS (in-lb-s)**.
- Klicken Sie in das Feld **Geschwindigkeitseinheit** (Velocity Unit).
- Klicken Sie im Dropdown-Menü wie gezeigt auf **Knoten** (Knot).
- Klicken Sie auf **Weiter>** (Next>). Das Dialogfeld „Assistent – Analysetyp“ (Wizard - Analysis Type) wird angezeigt.



- Klicken Sie für Analysetyp auf **Extern** (External).
- Klicken Sie auf **Weiter>** (Next>). Das Dialogfeld „Assistent – Standardströmung“ (Wizard - Default Fluid) wird angezeigt.



- Erweitern Sie den Ordner **Flüssigkeiten** (Liquids).
- Klicken Sie auf **Wasser**.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Hinzufügen** (Add). Daraufhin wird im Feld „Projektflüssigkeiten“ (Project Fluids) die Flüssigkeit „Wasser“ (Water) angezeigt.
- Klicken Sie auf **Weiter>** (Next>). Das Dialogfeld „Assistent – Randbedingungen“ (Wizard - Wall Conditions) wird angezeigt. Akzeptieren Sie die Standardeinstellungen.
- Klicken Sie auf **Weiter>** (Next>). Das Dialogfeld „Assistent – Anfangs- und Umgebungsbedingungen“ (Wizard - Initial and Ambient Conditions) wird angezeigt.

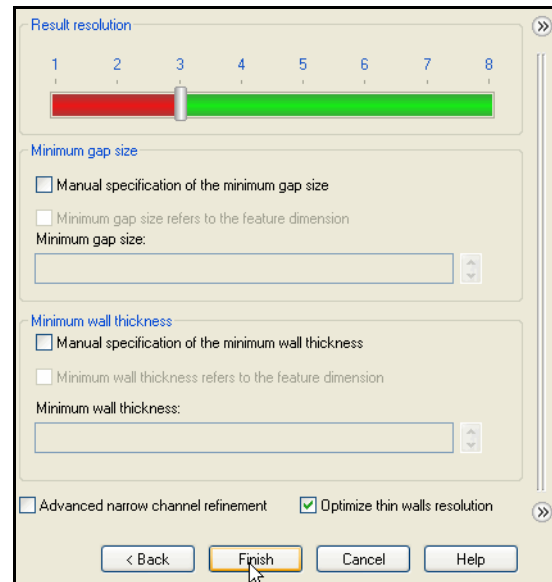
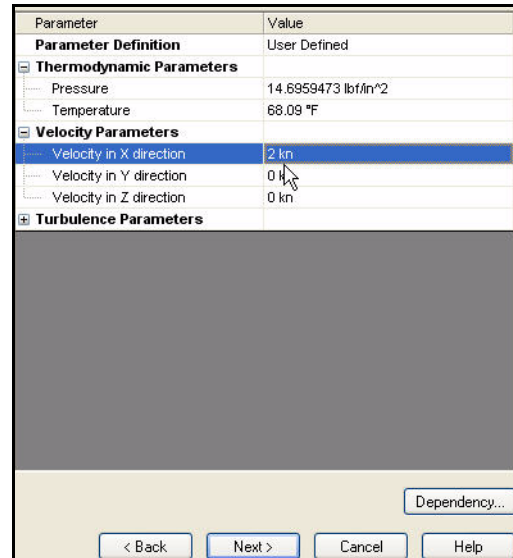


- Doppelklicken Sie wie gezeigt im Wertefeld für **Geschwindigkeit in x-Richtung** (Velocity in X direction).
- Geben Sie als Geschwindigkeit **2 Kn** ein.
- Klicken Sie auf **Weiter>** (Next>). Das Dialogfeld „Assistent – Ergebnisse und Geometrieauflösung“ (Wizard - Results and Geometry Resolution) wird angezeigt.

Anmerkung: Die Betriebsgeschwindigkeit beträgt 2 Knoten.

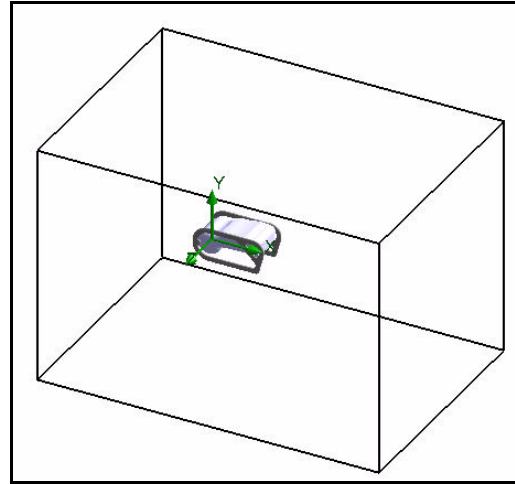
4 Beenden Sie den SolidWorks Flow Simulation-Assistenten.

- Akzeptieren Sie alle Standardeinstellungen. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Fertig stellen** (Finish).



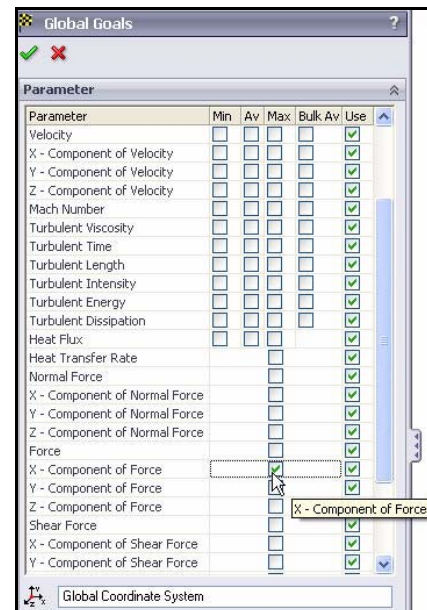
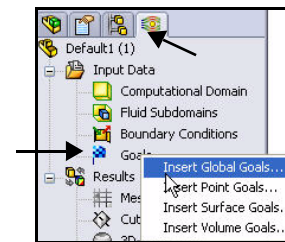
5 Zeigen Sie die Simulation an.

- Drücken Sie drei- oder viermal auf die **z**-Taste, um durch Verkleinern zur Modellansicht zu gelangen. Der die Baugruppe umgebende Kasten soll das Meerwasser simulieren.



6 Analysieren Sie den Strömungswiderstand.

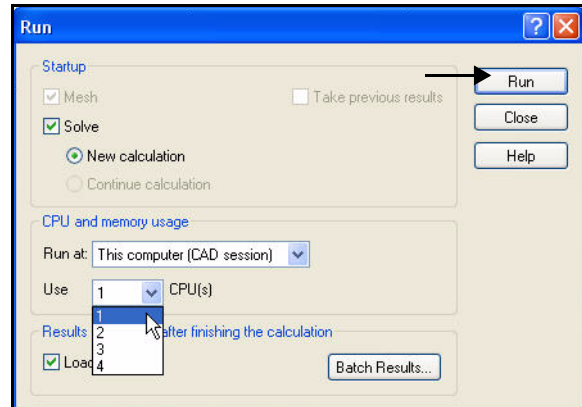
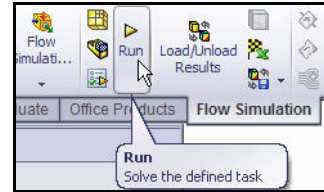
- Klicken Sie auf die Registerkarte **Flow Simulation-Analysebaum** (Flow Simulation analysis tree) .
- Erweitern Sie den Ordner **Eingabedaten** (Input Data).
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Ziele** (Goals).
- Klicken Sie auf **Globale Ziele einfügen** (Insert Global Goals). Daraufhin wird der PropertyManager für globale Ziele eingeblendet.
- Bättern Sie nach unten und aktivieren Sie das Feld **Max** unter **x-Kraftkomponente** (X-Component of Force).
- Klicken Sie im PropertyManager für globale Ziele auf **OK** .



7 Führen Sie die Analyse durch.

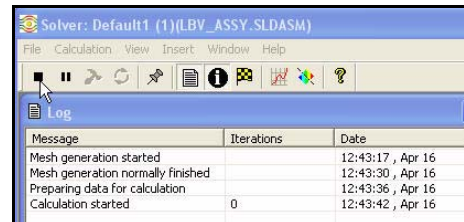
- Klicken Sie im CommandManager auf der Registerkarte „Flow Simulation“ auf **Durchführen** (Run). Das Dialogfeld „Durchführen“ (Run) wird eingeblendet.
- Wählen Sie im Dropdown-Menü **1 CPU**,
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Durchführen** (Run).

Anmerkung: Um Zeit zu sparen, beenden wir jetzt die Analyse und öffnen einfach den Ordner „Ergebnisse“ (Results), um uns die fertigen Ergebnisse anzusehen.



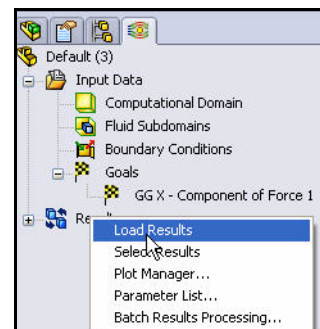
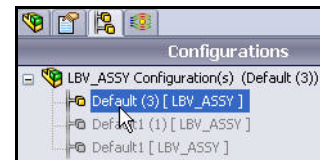
8 Beenden Sie die Analyse.

- Klicken Sie im Feld „Solver“ wie gezeigt auf **Stop**.
- Beantworten Sie die Frage „Sollen die Ergebnisse gespeichert werden“ (Do you want to save the results) mit **Nein** (No).
- Klicken Sie im Hauptmenü des Solvers auf **Datei, Schließen** (File, Close).



9 Öffnen Sie die Konfiguration mit den gelösten Ergebnissen.

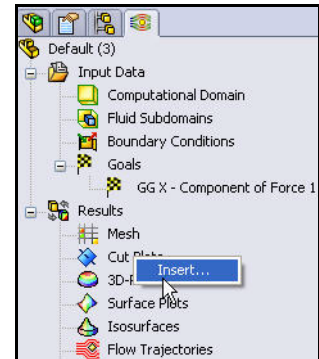
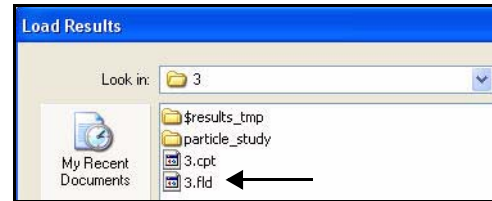
- Klicken Sie auf die Registerkarte **Konfigurationsmanager**.
- Doppelklicken Sie wie gezeigt auf Konfiguration **Standard (3)** (Default 3).
- Klicken Sie auf die Registerkarte **Flow Simulation-Analysebaum** (Flow Simulation analysis tree).
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Ergebnisse** (Results).
- Klicken Sie auf **Ergebnisse laden** (Load Results). Das Dialogfeld „Ergebnisse laden“ (Load Results) wird eingeblendet.



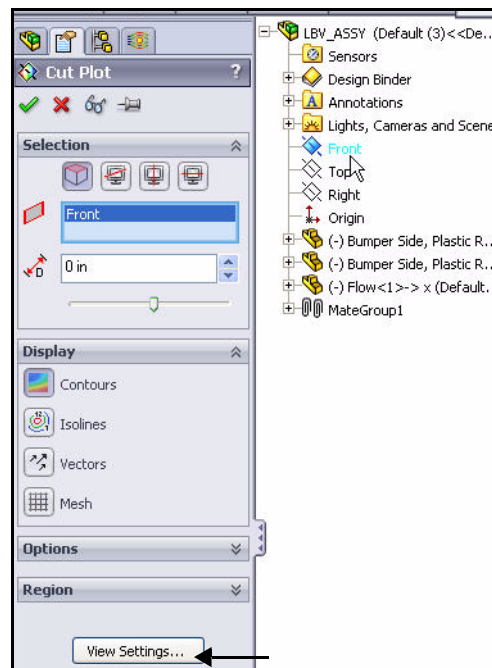
- Doppelklicken Sie auf **3.fld** in Ordner 3.

10 Erstellen Sie eine Schnittdarstellung.

- Erweitern Sie den Ordner **Ergebnisse** (Results).
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Schnittdarstellungen** (Cut Plots).
- Klicken Sie auf **Einfügen** (Insert).
Daraufhin wird der PropertyManager für Schnittdarstellungen angezeigt. Vordere Ebene (Front Plane) wird per Standard ausgewählt.



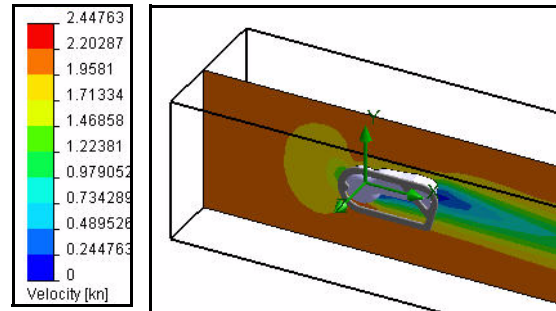
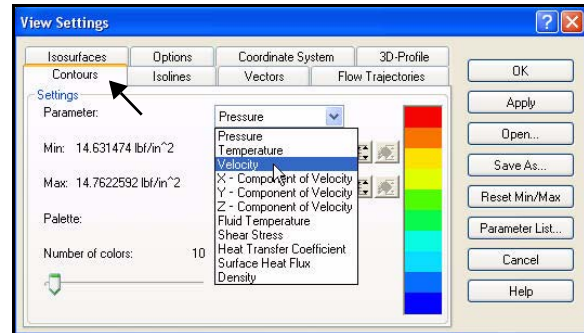
- Erweitern Sie **LBV_ASSY** im FeatureManager. Sehen Sie sich die Funktionen an.
- Klicken Sie im PropertyManager für Schnittdarstellungen auf die Schaltfläche **Ansichtseinstellungen** (View Settings). Das Dialogfeld „Ansichtseinstellungen“ (View Settings) wird eingeblendet.



- Klicken Sie auf die Registerkarte **Konturen** (Contours).
- Wählen Sie im Dropdown-Menü für „Parametereinstellung“ (Parameter Setting) die Option **Geschwindigkeit** (Velocity).
- Klicken Sie im Dialogfeld „Ansichtseinstellungen“ auf **OK**.

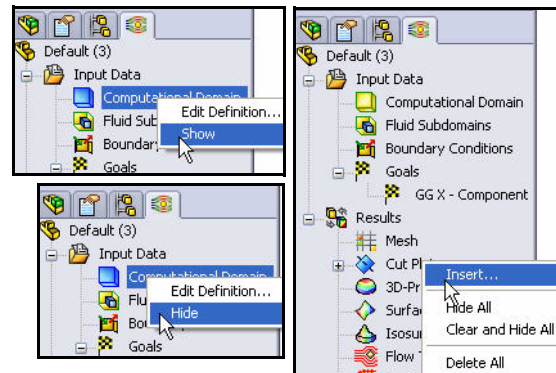
11 Zeigen Sie die Schnittdarstellung an.

- Klicken Sie im PropertyManager für Schnittdarstellungen auf **OK** . Sehen Sie sich die Schnittdarstellung im Grafikbereich an.



12 Zeigen Sie den „Strömungsraum“ (Computational Domain) an.

- Klicken Sie nötigenfalls mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Strömungsraum**.
- Klicken Sie auf **Anzeigen**. Sehen Sie sich Strömungsraum an.



13 Blenden Sie den „Strömungsraum“ (Computational Domain) aus.

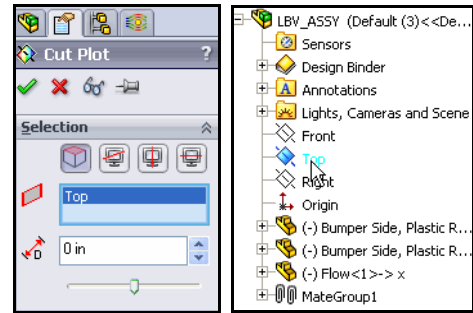
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Strömungsraum**.
- Klicken Sie auf **Ausblenden** (Hide).

14 Erstellen Sie eine zweite Schnittdarstellungen.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Schnittdarstellungen** (Cut Plots).
- Klicken Sie auf **Einfügen** (Insert). Vordere Ebene (Front Plane) wird per Standard ausgewählt.

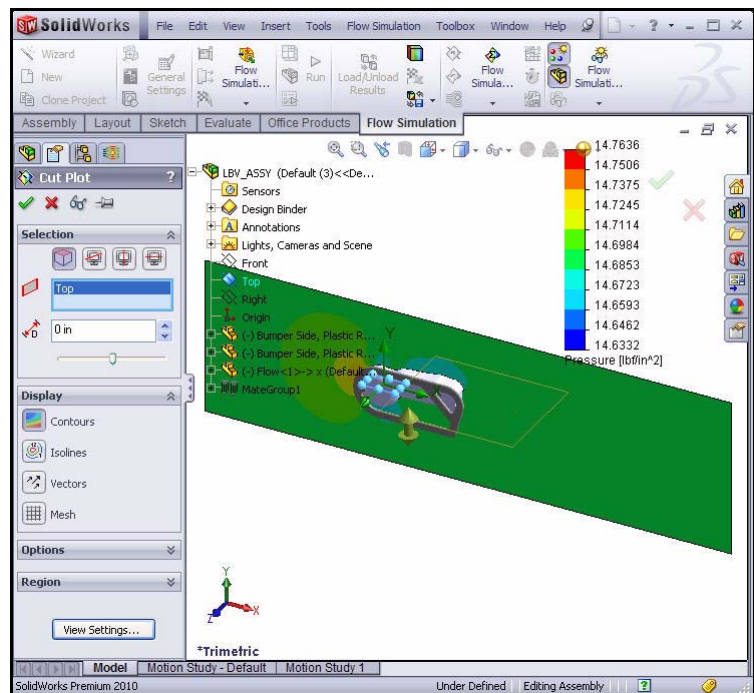
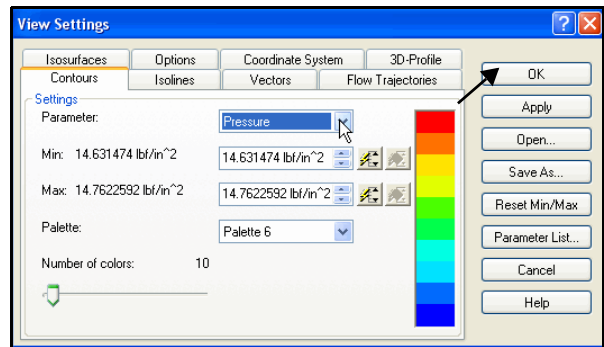
15 Ändern Sie die ausgewählte Ebene.

- Erweitern Sie **LBV_Assy** im FeatureManager.
- Klicken Sie auf **obere Ebene** (Top Plane) im FeatureManager. Im Feld „Auswahlebene/-fläche“ (Selection plane/face) wird „Oben“ (Top) angezeigt.



16 Machen Sie weiter mit der zweiten Schnittdarstellung.

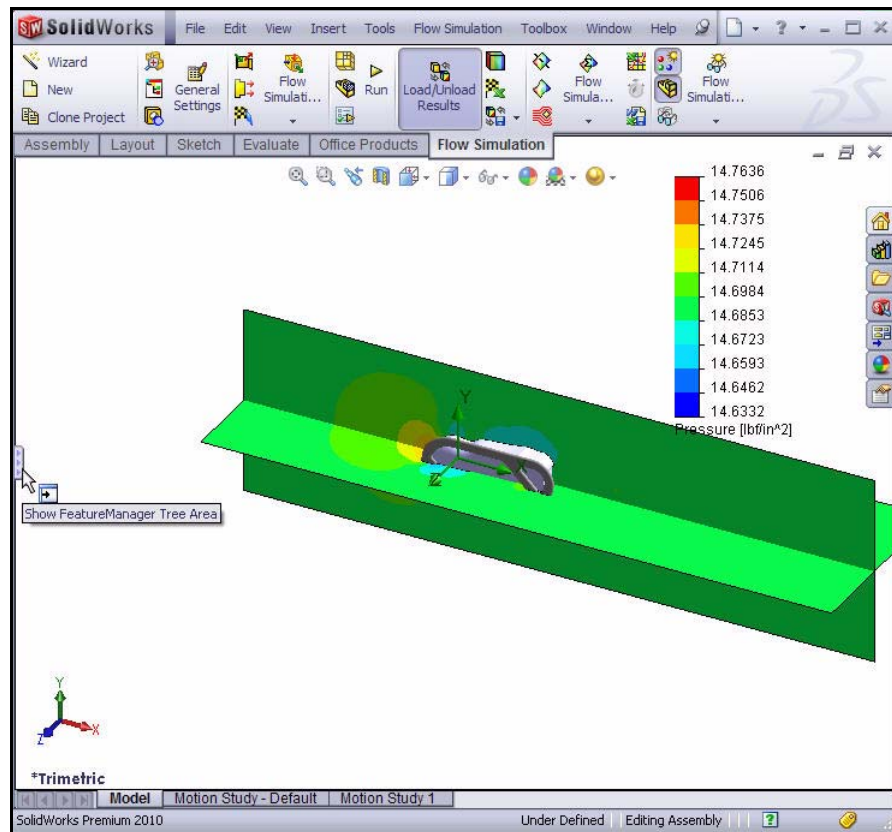
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Ansichtseinstellungen** (View Settings).
- Klicken Sie auf die Registerkarte **Konturen** (Contours).
- Wählen Sie im Dropdown-Menü für „Parametereinstellung“ (Parameter Setting) die Option **Druck** (Pressure).
- Klicken Sie im Dialogfeld „Ansichtseinstellungen“ auf **OK**.
Sehen Sie sich die Ergebnisse im Grafikbereich an.



17 Zeigen Sie die zweite Schnittdarstellung an.

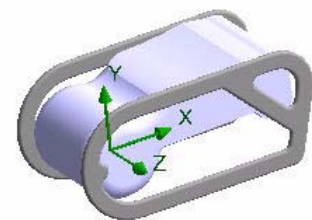
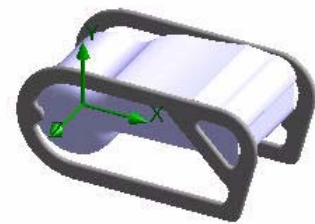
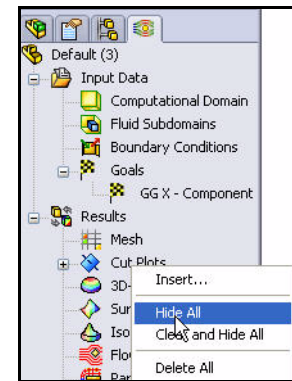
- Klicken Sie im PropertyManager für Schnittdarstellungen auf **OK** .

Anmerkung: Klicken Sie wie gezeigt auf der Registerkarte **FeatureManager-Baum** (FeatureManager tree), um den gesamten Grafikbereich anzuzeigen.



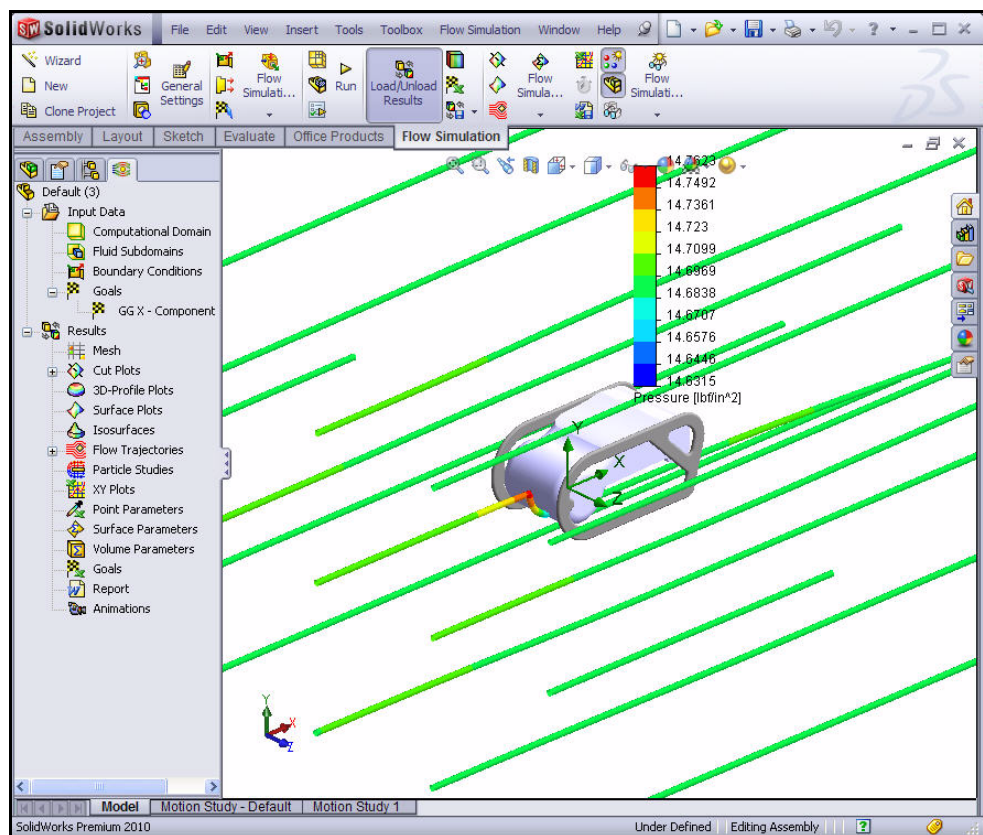
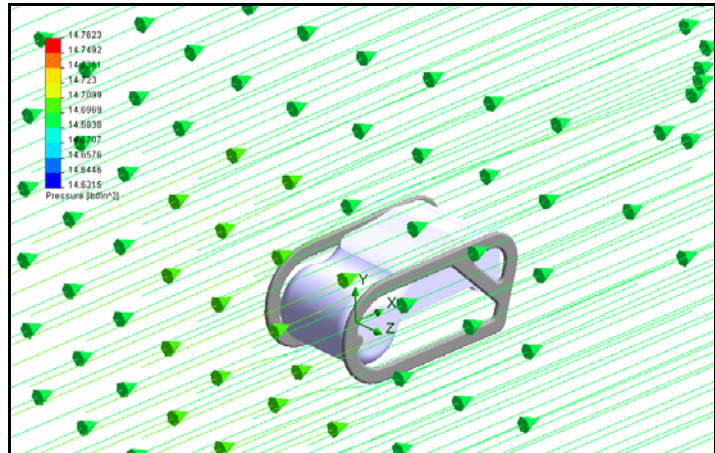
18 Blenden Sie die Schnittdarstellungen aus.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Schnittdarstellungen** (Cut Plots).
- Klicken Sie auf **Alle ausblenden** (Hide all).
Sehen Sie sich das Modell im Grafikbereich an.



Anwenden von Strömungstrajektorien

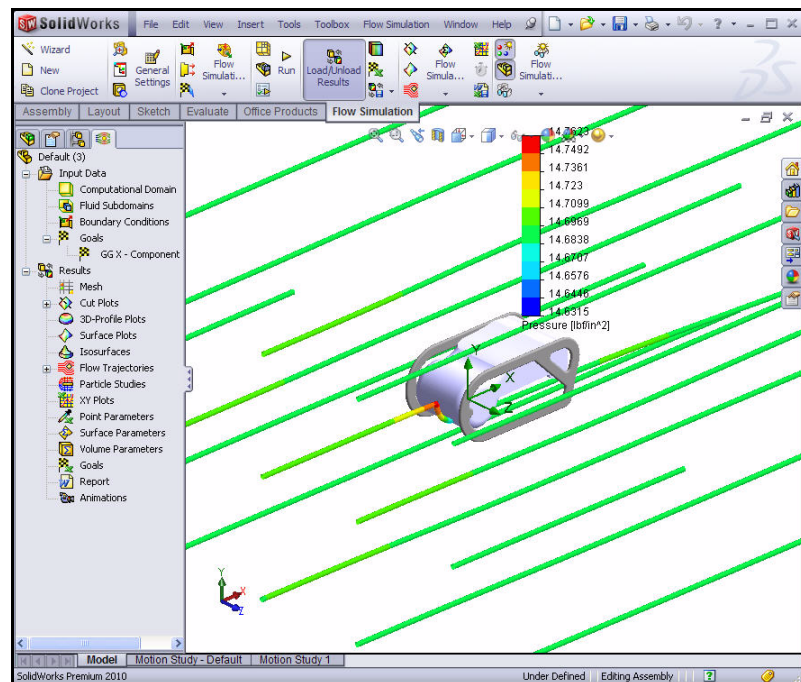
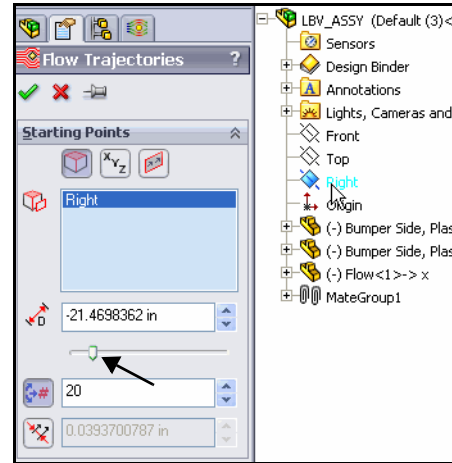
Strömungstrajektorien werden in Form Durchflussstromlinien angezeigt. Durchflussstromlinien bestehen aus Kurven, in denen der Strömungsgeschwindigkeitsvektor zu der Kurve an jedem Punkt der Kurve tangential verläuft.



Anwenden von Strömungstrajektorien

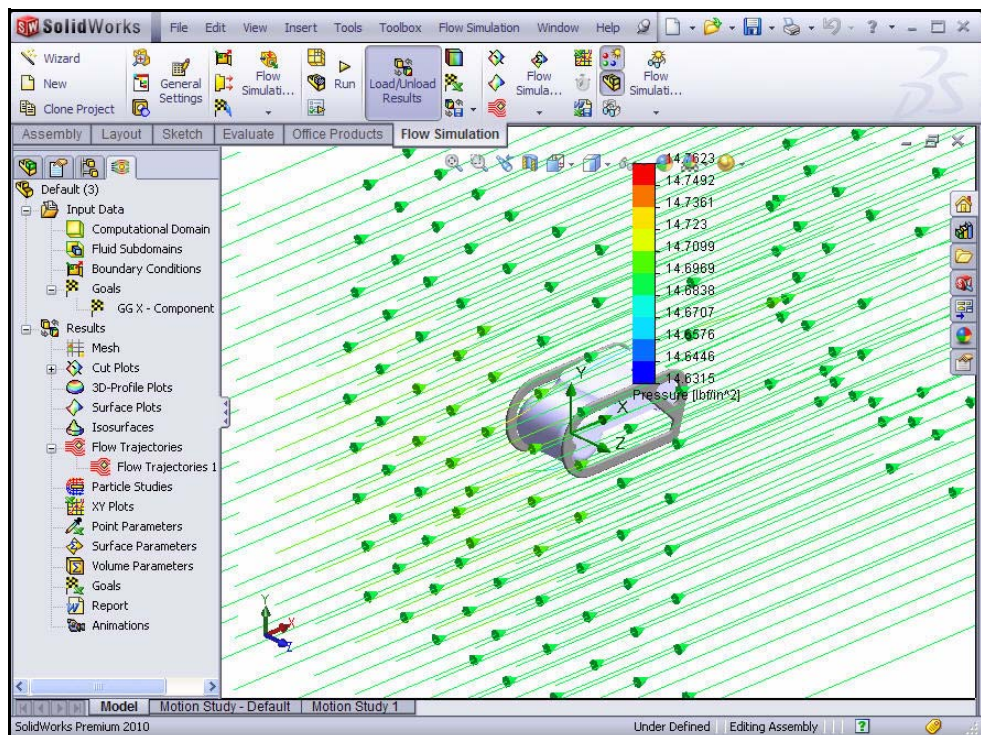
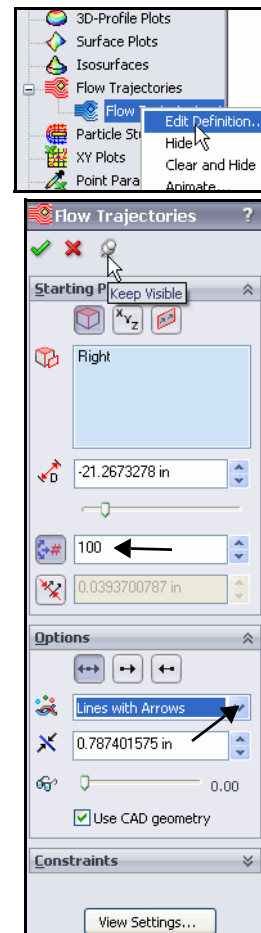
1 Erstellen Sie eine Strömungstrajektorie.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Strömungstrajektorien** (Flow Trajectories).
- Klicken Sie auf **Einfügen** (Insert). Der PropertyManager für Strömungstrajektorien wird eingeblendet.
- Erweitern Sie **LBV_Assy** im FeatureManager.
- Klicken Sie auf die **Rechte Ebene** (Right Plane). Im Feld „Referenz“ wird „Rechts“ (Right) angezeigt.
- Schieben Sie wie gezeigt den **Offset-Schieber** auf ungefähr -21.
- Klicken Sie im PropertyManager für Strömungstrajektorien auf **OK** .
- **Verkleinern** und **drehen** Sie das Modell, um die Darstellung anzuzeigen.



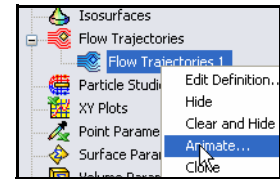
2 Bearbeiten Sie die Strömungstrajektorie.

- Erweitern Sie den Ordner **Strömungstrajektorien** (Flow Trajectories).
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Strömungstrajektorien 1** (Flow Trajectories 1).
- Klicken Sie auf **Definition bearbeiten** (Edit Definition). Der PropertyManager für Strömungstrajektorien wird eingeblendet.
- **Blenden**  Sie den PropertyManager für Strömungstrajektorien ein.
- Geben Sie wie gezeigt den Wert **100** für Strömungstrajektorien ein.
- Klicken Sie im PropertyManager für Strömungstrajektorien auf **OK** . Sehen Sie sich das Modell an.
- Klicken Sie im Feld „Optionen“ (Options) im Dropdown-Menü auf **Linien mit Pfeilen** (Lines with Arrows).
- Klicken Sie im PropertyManager für Strömungstrajektorien auf **OK** . Sehen Sie sich das Modell an.
- **Blenden**  Sie den PropertyManager für Strömungstrajektorien aus.
- Klicken Sie im PropertyManager für Strömungstrajektorien auf **OK** . Sehen Sie sich die Darstellung an. Klicken Sie nötigenfalls auf die Registerkarte **FeatureManager-Baum**, um die Druckleiste auszublenden oder wegzuziehen.

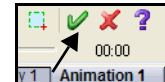
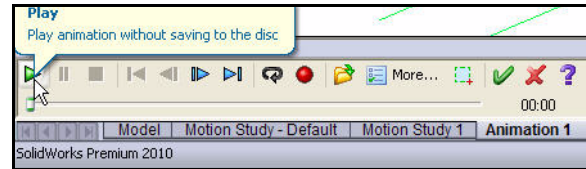


3 Animieren Sie die Strömungstrajektorie.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Strömungstrajektorie 1** (Flow Trajectory 1).
- Klicken Sie auf **Animieren** (Animate). Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte „Animation 1“.

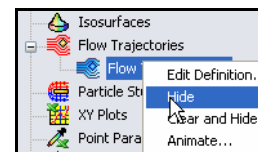


- Klicken Sie auf **Abspielen** (Play). Sehen Sie sich die Animation des Modells an.
- Klicken Sie in der Animations-Symbolleiste auf **OK** (green checkmark), um zum FeatureManager zurückzukehren.



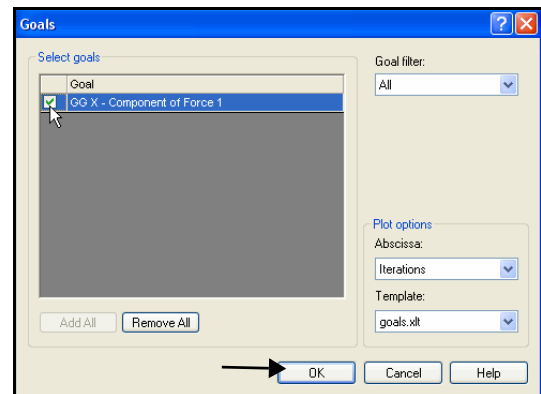
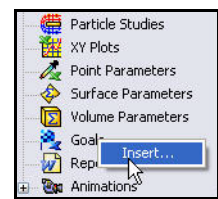
4 Bearbeiten Sie die Strömungstrajektorie.

- Klicken Sie nötigenfalls mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Strömungstrajektorien 1** (Flow Trajectories 1).
- Klicken Sie auf **Ausblenden** (Hide). Sehen Sie sich den Grafikbereich an.



5 Legen Sie die Ziele fest.

- Erweitern Sie den Ordner **Ergebnisse** (Results).
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste wie gezeigt auf den Ordner **Ziele** (Goals).
- Klicken Sie auf **Einfügen** (Insert). Das Dialogfeld „Ziele“ (Goals) wird eingeblendet.
- Aktivieren Sie wie gezeigt das Feld für **GGX-Kraftkomponente 1** (GGX-Component of Force1).
- Klicken Sie im Dialogfeld „Ziele“ (Goals) auf **OK**. Das Dialogfeld „Ziele“ (Goals) wird angezeigt. Sehen Sie sich Ihre Optionen an.



GoalName				
Goal Name				
A	B	C	D	E
1	LBV_ASSY.SLDASM [Default (3)]			
2				
3	Goal Name	Unit	Value	Averaged Value
4	GG X - Component of Force	[lbf]	2.99267495	3.015539819
8	Iterations: 54			
9	Analysis interval: 24			
10				
11				
12				
13				
Summary X - Component of Force Plot Data				
Ready				

6 Zeigen Sie die Excel-Darstellung an.

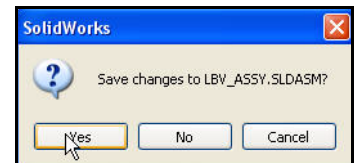
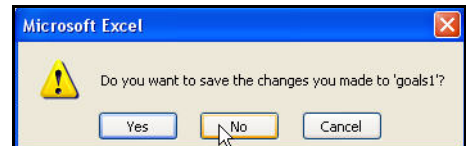
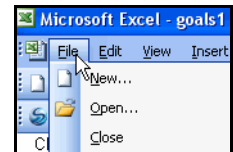
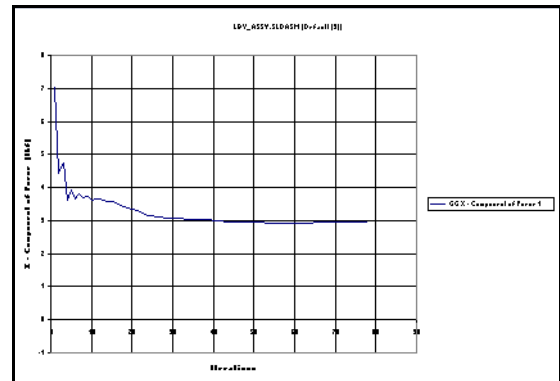
- Klicken Sie unten auf die Registerkarte **X - Kraftkomponente** (X - Component of Force).
- **Sehen Sie sich** die Darstellung an.

7 Schließen Sie die Excel-Darstellung und kehren Sie zu SolidWorks Flow Simulation zurück.

- Klicken Sie in der Excel-Menüleiste auf **Datei, Beenden** (File, Exit).
- Wenn Sie zum Speichern aufgefordert werden, müssen Sie **Nein** (No) wählen.

8 Speichern und Schließen Sie das Modell.

- Klicken Sie im SolidWorks-Hauptmenü auf **Datei** (File), **Schließen** (Close).
- Wenn Sie zum Speichern aufgefordert werden, müssen Sie **Ja** (Yes) wählen.



SolidWorks Flow Simulation

Im Verlauf dieser kurzen Einführung von SolidWorks Flow Simulation hatten Sie Gelegenheit, die Hauptkonzepte der Strömungssimulation kennen zu lernen. SolidWorks Flow Simulation bietet Ihnen Einblick in Teile und Baugruppen, die mit Strömungsverhalten, Wärmeübertragung oder mit eingetauchten oder von Flüssigkeit umgebenden Volumenkörpern zu tun haben.

Solid Flow Simulation ist das einzige Strömungssimulationsprodukt, das vollständig in SolidWorks integriert ist. Sie brauchen der Software nur anzugeben, woran Sie interessiert sind, und es ist nicht mehr nötig, Analysenkonstruktionsziele in numerische Kriterien oder Iterationszahlen zu übersetzen.

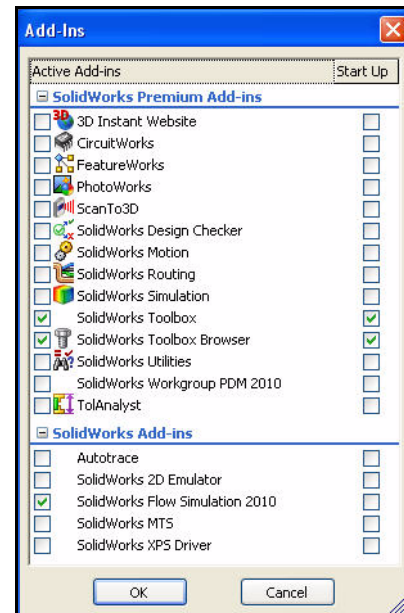
Zugriff auf physikalische Fluidmodelle, um technische Anwendungen vornehmen zu können. In SolidWorks Flow Simulation ist es möglich, viele reale Fluide zu analysieren, wie z.B. Luft, Wasser, Saft, Speiseeis, Honig, schmelzbare Kunststoffe, Zahnpasta und Blut, wodurch diese Software ideal für Ingenieure in fast allen Industriebranchen ist.

Simulation realer Betriebsbedingungen. SolidWorks Flow Simulation enthält mehrere Arten von Randbedingungen, um reale Situationen darzustellen.

Automatisierung von Strömungssimulationsaufgaben. SolidWorks Flow Simulation nutzt eine Reihe von Automatisierungswerkzeugen, um den Analysevorgang zu vereinfachen und Ihnen dabei zu helfen, zügiger zu arbeiten.

Interpretation von Analyseergebnissen mithilfe von leistungsstarken intuitiven Visualisierungswerkzeugen. Nach Abschluss der Analyse bietet SolidWorks Flow Simulation eine Vielzahl von Ergebnisvisualisierungswerkzeugen, die Ihnen wertvolle Einblicke in die Leistungsfähigkeit Ihres Modells ermöglichen.

Analyseergebnisse gemeinsam mit anderen nutzen. SolidWorks Flow Simulation macht es Ihnen leicht, mit allen am Produktentwicklungsprozess Beteiligten zusammen zu arbeiten und die Analyseergebnissen gemeinsam zu nutzen.



SolidWorks Motion

Dieses Kapitel gibt Ihnen eine Einführung in die Leistungsfähigkeit und Funktionen von SolidWorks® Motion. Behandelt werden u. a. folgende Themen:

- Die Vorteile der Verwendung von Bewegungsanalysen
- Die mühelose Verwendung von SolidWorks® Motion, um Ihre Konstruktion zu analysieren
- Schritte zur Durchführung einer Bewegungsanalyse Ihrer Konstruktionen.
- Integration von SolidWorks Motion und SolidWorks
- Erkennen der Leistungsaspekte und Zeitersparnis, bevor das reale Prototyping vorgenommen wird



Zeit: 20 – 25 Minuten

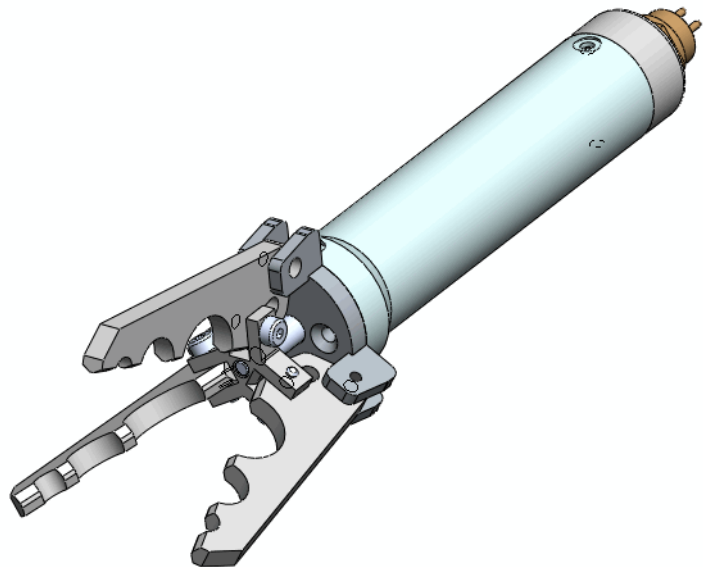
SolidWorks Motion

SolidWorks® Motion ist für die dynamische Mehrkörpersimulation vorgesehen und stellt sicher, dass ein Mechanismus funktioniert, bevor er gebaut wird.

SolidWorks Motion ermöglicht Folgendes:

- Bietet die Zuversicht, dass Ihre Baugruppe wie erwartet funktioniert, ohne dass irgendwelche Teile bei der Bewegung kollidieren.
- Erhöhung der Effizienz Ihres mechanischen Konstruktionsprozesses, und zwar durch Bereitstellung von mechanischen Systemsimulationsfähigkeiten im vertrauten SolidWorks-Umfeld.
- Verwendung von nur einem Modell, ohne Notwendigkeit, Geometrie- und andere Daten von Anwendung zu Anwendung übertragen zu müssen.
- Vermeidung zusätzlicher Kosten durch Konstruktionsänderungen, die erst spät im Entwicklungsprozess erkannt werden.
- Beschleunigung des Konstruktionsprozesses durch Minimierung von kostspieligen Konstruktionsänderungs-Iterationen.

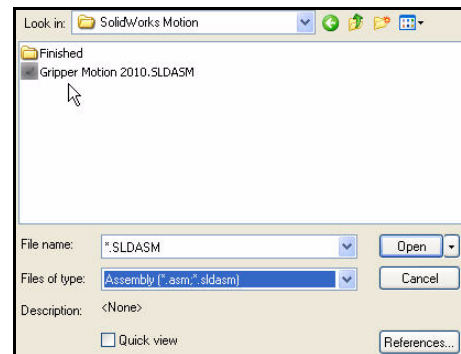
Heute wollen wir eine Analyse der Greifer-Baugruppe vornehmen.



Start einer SolidWorks Motion Sitzung

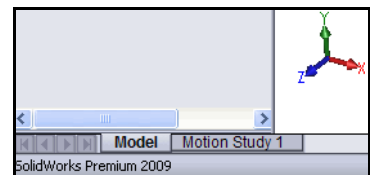
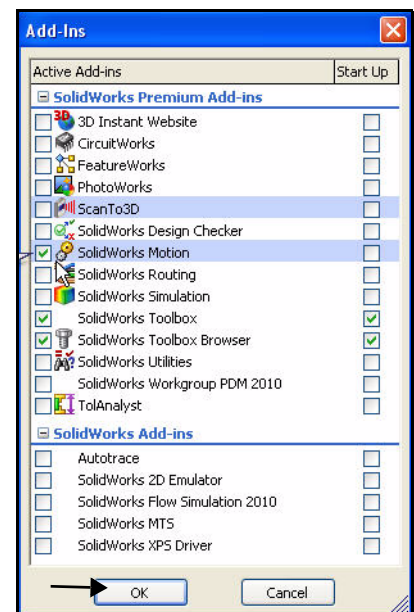
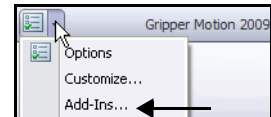
1 Öffnen Sie die Greiferbaugruppe.

- Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Öffnen** .
- Doppelklicken Sie im Ordner „SeaBotix\ SolidWorks Motion“ auf die Baugruppe **Greiferbewegung 2010** (Gripper Motion 2010)



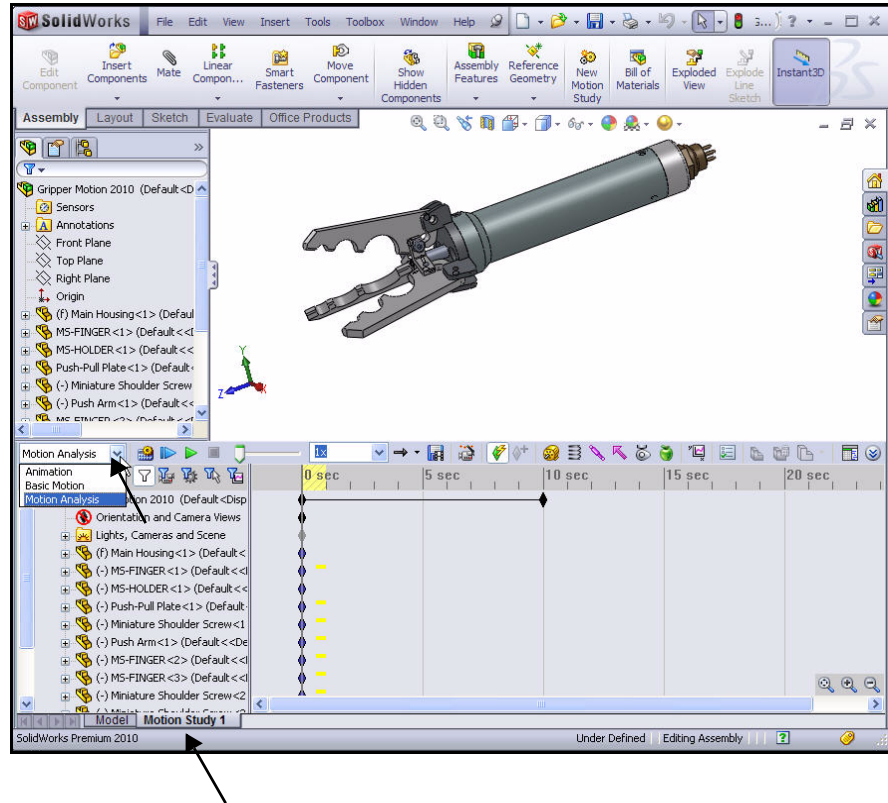
2 Aktivieren Sie SolidWorks Motion.

- Klicken Sie in der Menüleisten-Symbolleiste auf den Dropdown-Pfeil für **Optionen** (Options) .
- Klicken Sie auf **Add-Ins**. Daraufhin wird das Dialogfeld „Add-Ins“ angezeigt.
- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für **SolidWorks Motion**.
- Klicken Sie im Dialogfeld „Add-Ins“ auf **OK**.



3 Starten Sie eine SolidWorks Motion-Studie.

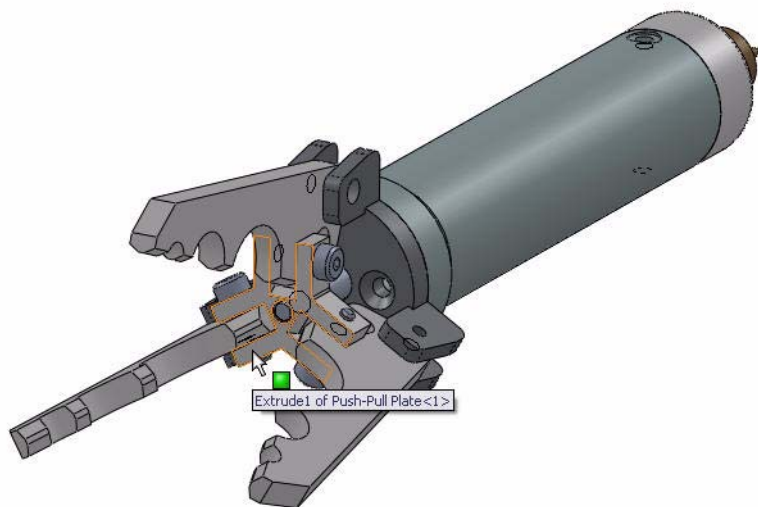
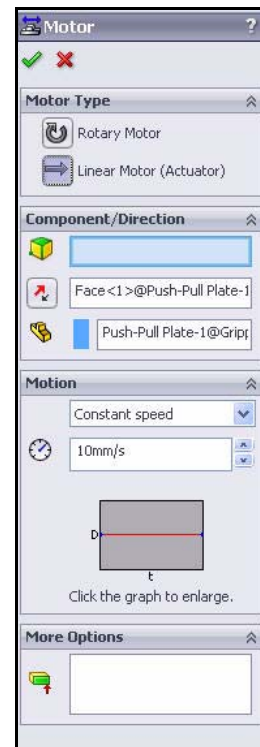
- Klicken Sie auf die Registerkarte **Bewegungsstudie 1 (Motion Study 1)**, die sich wie gezeigt ganz unten im **Grafikbereich** befindet.
- Klicken Sie im Bewegungsstudienmanager auf den **Dropdown-Pfeil**.
- Wählen Sie die **Bewegungsanalyse (Motion Analysis)** aus. Sehen Sie sich im Bewegungsstudienmanager die verfügbaren Auswahlen an.



Anwenden einer Bewegung auf eine Komponente

Ein linearer Motor (d.h., ein Aktuator) ist ein Gerät, mit dessen Hilfe einer Komponente eine translatorische Bewegung vermittelt werden kann. In SolidWorks Motion kann die ausgewählte Komponente durch einen linearen Motor mit konstanter oder auch variabler Geschwindigkeit bewegt werden.

Wenden Sie einen linearen Motor auf die Komponente „Zug-/Druckplatte“ (Push-Pull Plate) in der Greifer-Baugruppe an. Durch den linearen Motor wird diese Komponente dann zu bestimmter Zeit eine bestimmte Distanz bewegt. Durch diese Aktion schließen sich die Greiferfinger.



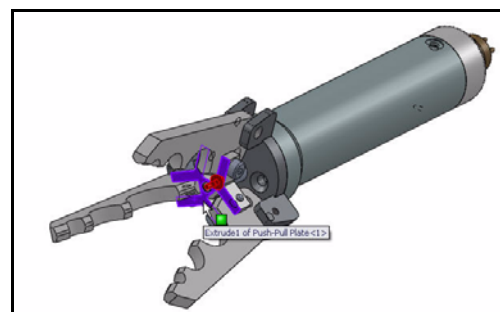
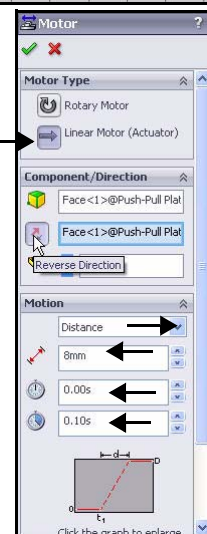
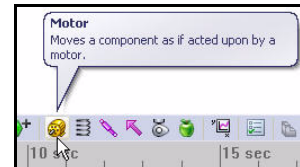
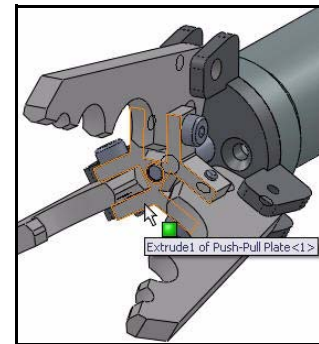
Anwenden von linearer Bewegung

4 Wenden Sie einen linearen Motor an.

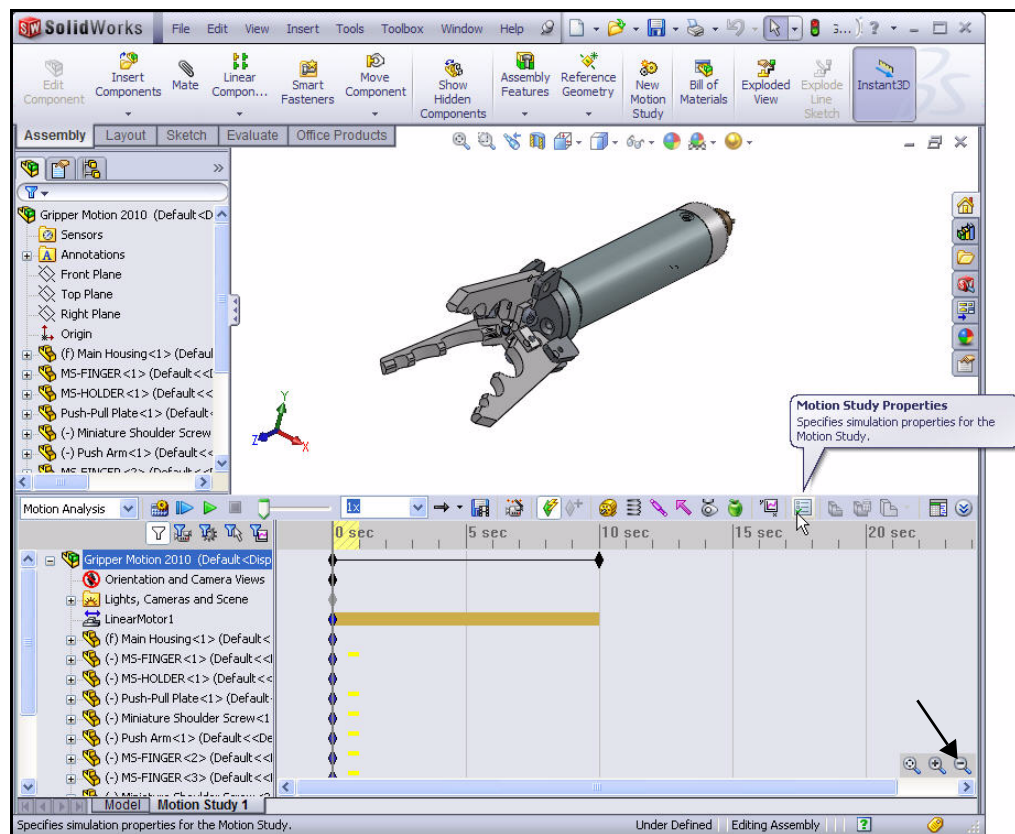
- Vergrößern Sie die **Zug-/Druckplatte** (Push-Pull Plate).
- Klicken Sie wie gezeigt auf die **Zug-/Druckplatte** der Greifer-Baugruppe.

Anmerkung: Sehen Sie sich das Feedback-Symbol und die Feedback-Informationen an.

- Klicken Sie in der Bewegungsmanager-Symboleiste auf das **Motorsymbol** . Der PropertyManager für Motoren wird eingeblendet.
- Klicken Sie unter „Motor“ auf **Linearer Motor (Aktuator)**, um den Motortyp anzuzeigen.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Richtung umkehren** (Reverse Direction). Der Richtungspegel zeigt nach innen.
- Wählen Sie im Dropdown-Menü für „Bewegungstyp“ (Motion Type) die Option **Distanz** (Distance).
- Geben Sie unter „Verschiebung“ (Displacement) den Wert **8 mm** ein.
- Geben Sie für „Start“ den Wert **0** ein.
- Geben Sie für „Dauer“ (Duration) den Wert **0,1** ein.
- Klicken Sie wie gezeigt auf die **Zug-/Druckplatte** der Greifer-Baugruppe, um die Motorrichtung anzugeben. Der Richtungspegel zeigt nach hinten.
- Klicken Sie im PropertyManager für Motoren auf **OK** . Im FeatureManager für Motorstudien wird jetzt „Linearer Motor1“ (LinearMotor1) angezeigt.
- Nötigenfalls klicken Sie wie gezeigt auf **Verkleinern** (Zoom Out) , um die Bewegungsstudien-Zeitlinie anzuzeigen.
- Klicken Sie wie gezeigt auf **Bewegungsstudieneigenschaften** (Motion Study Properties) . Sehen Sie sich Ihre Optionen an. Akzeptieren Sie die Standardeinstellungen.



- Klicken Sie im PropertyManager für Bewegungsstudien auf **OK** .

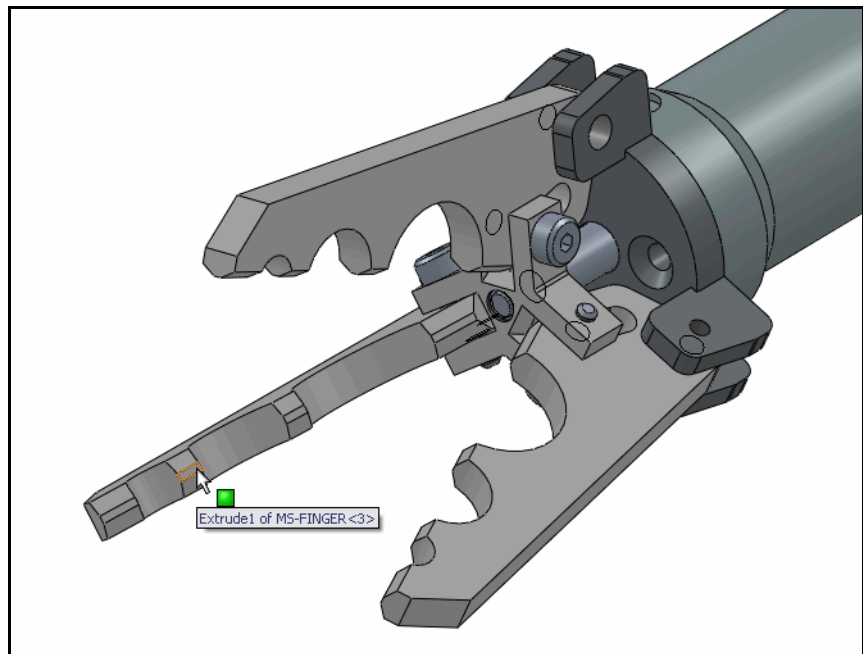


Anwenden von Kräften

Durch Kräfte werden Lasten und Widerstände für Bauteile definiert. Diese Kräfte können u.U. der Bewegung widerstehen (wie z.B. Federn und Dämpfer) oder auch Bewegung erzeugen.

Auf die 3-Finger-Greifer-Komponenten wirkt sich eine angewandte Kraft aus. Um die Lastbedingungen zu simulieren, muss Folgendes durchgeführt werden:

- Wählen Sie die mittlere Kontaktfläche auf einem der drei Finger aus.
- Versetzen Sie den ausgewählten Finger mit einer angewandten Kraft von 62 N nur für die Aktion.
- Wiederholen Sie diesen Vorgang für die anderen beiden Finger.
- Erstellen Sie eine Simulation und führen Sie diese durch.
- Berechnen Sie die Reaktionskraft am Fingerscharnier.
- Erstellen Sie eine Bahnkurve für eine der Fingerspitzen.

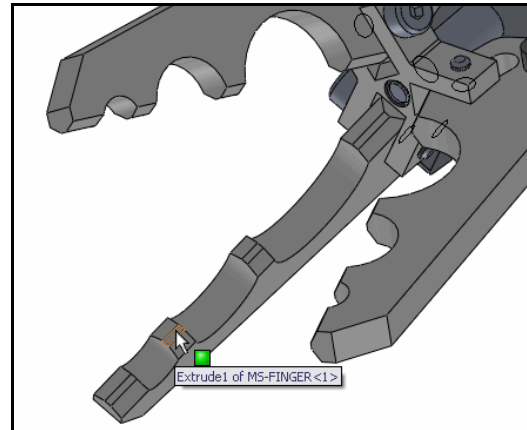


Anwenden von Kraft auf die Greiferfinger

5 Wählen Sie eine Kontaktfläche.

- Drehen Sie wie gezeigt die Greifer-Baugruppe mithilfe der mittleren Maustaste, um die Innenflächen eines Fingers anzuzeigen.
- Vergrößern Sie die ausgewählte **erste Kontaktfläche**.

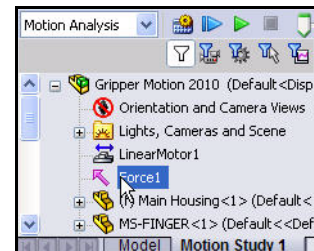
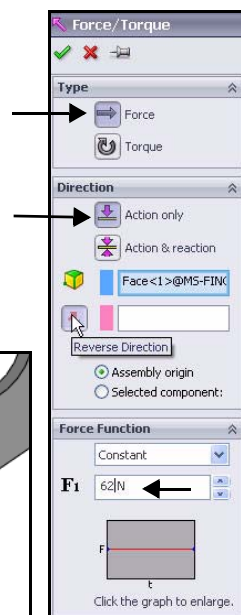
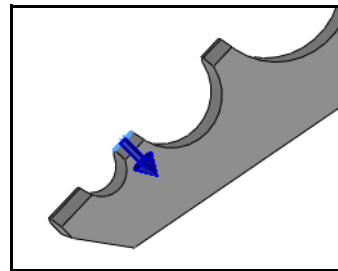
Anmerkung: Wählen Sie einen der 3 Greiferfinger aus.



- Klicken Sie wie gezeigt auf die **Kontaktfingerfläche**.

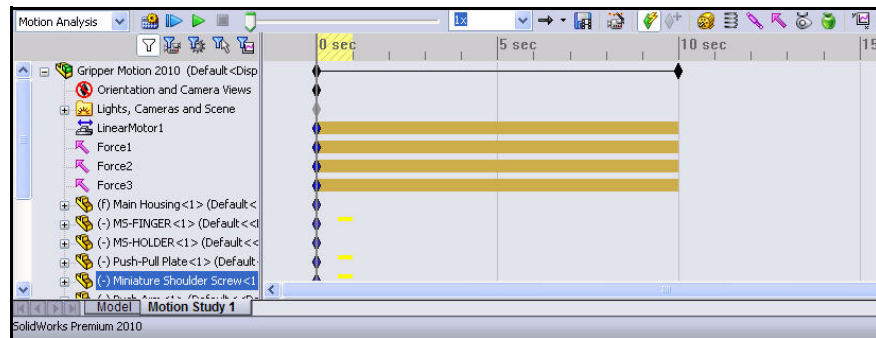
6 Anwenden der Kraft.

- Klicken Sie in der Bewegungsmanager-Symbolleiste auf das **Kraftsymbol** . Daraufhin wird der PropertyManager für Kraft/Drehmoment (Force/Torque) eingeblendet.
- Klicken Sie für den Krafttyp auf **Kraft** (Force).
- Klicken Sie unter „Richtung“ (Direction) auf **Nur Aktion** (Action only).
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Richtung umkehren** (Reverse Direction). Der Richtungspfeil zeigt dann wie gezeigt in den Finger hinein.
- Geben Sie als „konstanten Wert“ (Constant Value) den Wert **62 N** ein.
- Klicken Sie im PropertyManager für Kraft/Drehmoment (Force/Torque) auf **OK** . Im FeatureManager für Bewegungsstudien wird jetzt „Kraft1“ (Force1) angezeigt.



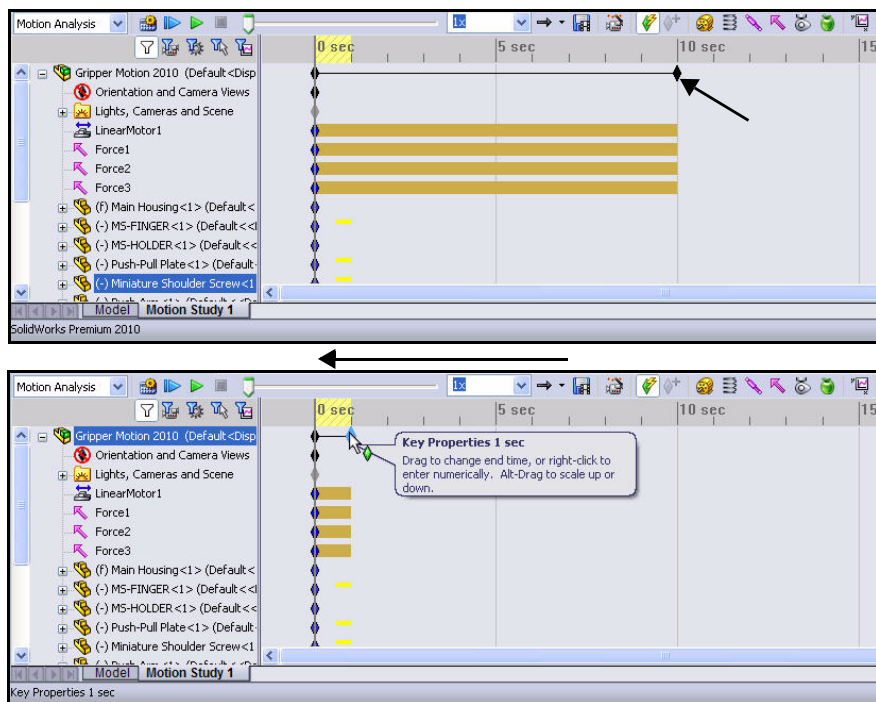
7 Wenden Sie eine Kontaktkraft auf die anderen beiden Finger an.

- Wiederholen Sie die Schritte 5 und 6 für die anderen beiden Greiferfinger. Wenn Sie damit fertig sind, sollten Sie wie gezeigt sich im FeatureManager für Bewegungsstudien die drei Kräfte und den linearen Motor ansehen.



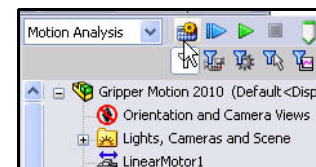
8 Erstellen Sie eine SolidWorks Motion Simulation.

- Schieben Sie wie gezeigt den ganz rechts befindlichen **Schlüssel** auf der obersten Zeitlinie, die dem **Greifer** entspricht, ganz zurück auf 1 Sekunde. Vielleicht müssen Sie dabei die Zeitlinie vergrößern, um genauer einstellen zu können.



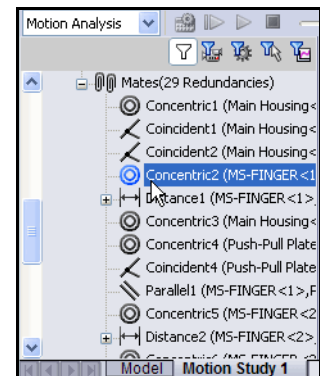
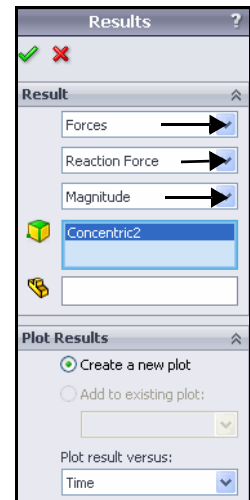
9 Führen Sie die SolidWorks Motion Simulation durch.

- Klicken Sie auf das Symbol für **Berechnen**. Zeigen Sie die sich bewegende Baugruppe an, während die Analyse durchgeführt wird.

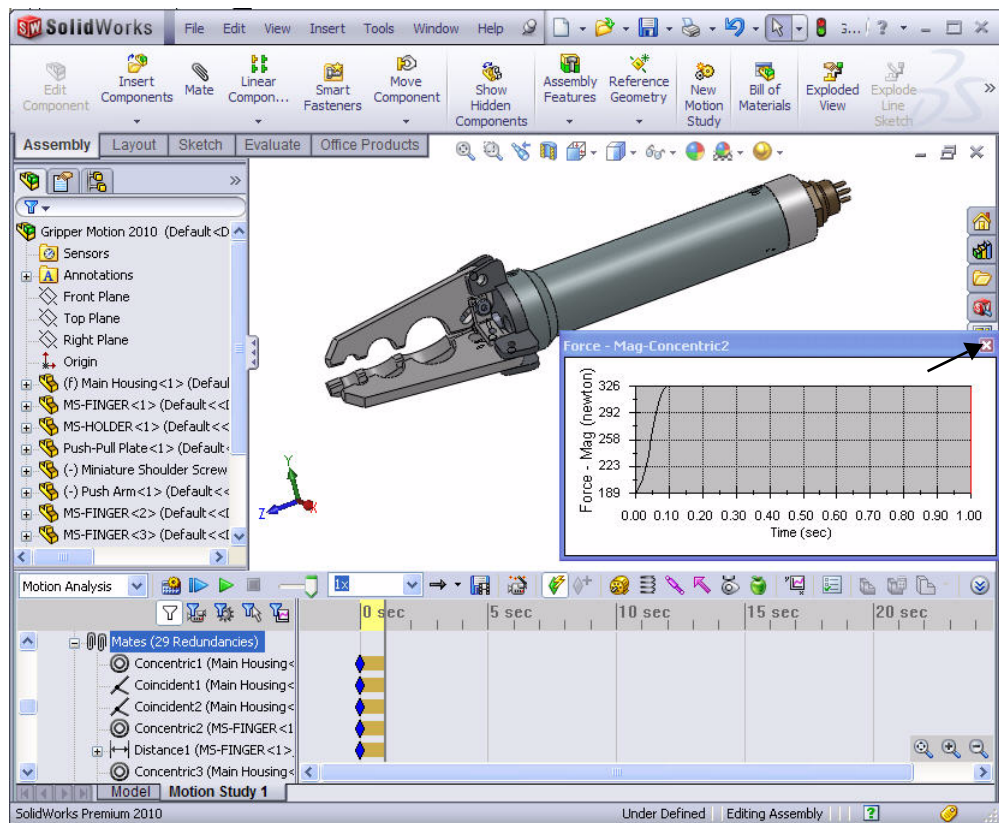


10 Berechnen Sie die Reaktionskraft am Fingerscharnier.

- Klicken Sie in der Bewegungsstudien-Symbolleiste auf das Symbol für **Ergebnisse und Darstellungen** . Der PropertyManager für Ergebnisse wird eingeblendet.
- Wählen Sie im Dropdown-Menü „Ergebnis“ (Result) die Option **Kräfte** (Forces) aus.
- Wählen Sie im Dropdown-Menü „Ergebnis“ als Unterkategorie die Option **Reaktionskraft** (Reaction Force).
- Wählen Sie im Dropdown-Menü „Ergebnis“ als Ergebniskomponente die Option **Magnitude** aus.
- Erweitern Sie im FeatureManager für Bewegungsstudien den Ordner **Verknüpfungen** (Mates).
- Klicken Sie wie gezeigt im Ordner „Verknüpfungen“ auf **Konzentrisch 2** (Concentric 2).
- Klicken Sie im PropertyManager für Ergebnisse auf **OK** .
- Klicken Sie als Antwort auf die angezeigte Meldung auf **Nein**. Sehen Sie sich die Darstellung an.

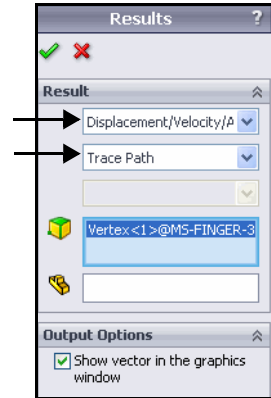
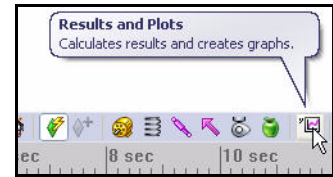


- Klicken Sie entlang der **Zeitachse** und sehen Sie sich die Änderungen am Greifer an.
- **Schließen** Sie das Dialogfeld „Kraft – Größe-konzentrisch2“ (Force - Mag-Concentric2).

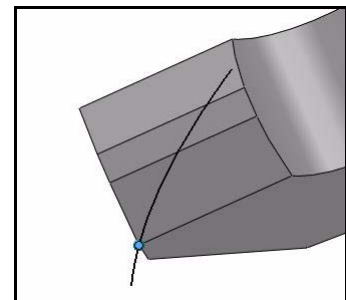
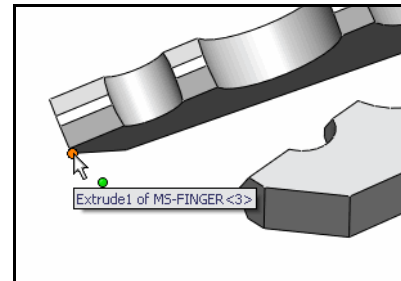


11 Erstellen Sie eine Bahnkurve.

- Klicken Sie in der Bewegungs-Symbolleiste auf das Symbol für **Ergebnisse und Darstellungen** . Der PropertyManager für Ergebnisse wird eingeblendet.
- Wählen Sie im Feld „Ergebnisse“ aus dem Dropdown-Menü die Option **Verschiebung/ Geschwindigkeit/Beschleunigung** (Displacement/ Velocity/Acceleration).
- Wählen Sie im Dropdown-Menü als Unterkategorie die Option **Bahnverfolgen** (Trace Path).
- Klicken Sie wie gezeigt im Grafikbereich auf einen **Punkt** am Ende eines Fingers. Beachten Sie auch das Feedback-Symbol.
- Klicken Sie im PropertyManager für Ergebnisse auf **OK** .

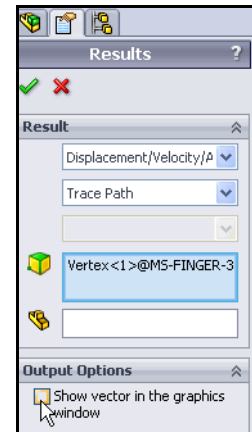
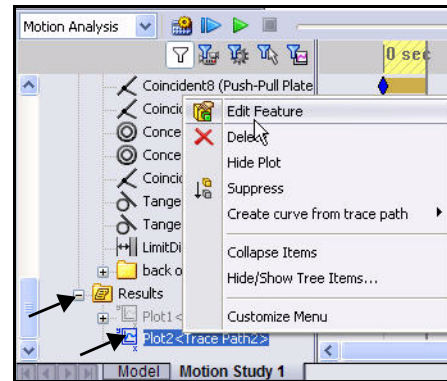


Anmerkung: Eine Bahnkurve ist eine grafische Darstellung der Bahn, die ein Punkt auf irgendeinem sich bewegenden Teil verfolgt.



12 Bearbeiten Sie eine Ergebnisdarstellung.

- Blättern Sie im FeatureManager für Bewegungsstudien ganz nach unten.
- Erweitern Sie den Ordner **Ergebnisse** (Results).
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Darst.2<Bahnkurve1> (Plot2<TracePath1>)**.
- Klicken Sie auf **Funktion bearbeiten**. Der PropertyManager für Ergebnisse wird eingeblendet.
- Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen **Vektor im Grafikfenster anzeigen** (Show vector in the graphics window). (Auf diese Weise können Sie eine Bahnkurve ausblenden ohne sie zu löschen.)
- Klicken Sie im PropertyManager für Ergebnisse auf **OK** .

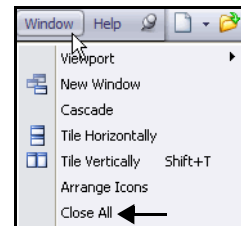


13 Stellen Sie die Baugruppe neu zusammen, um sie dann zu speichern.

- Klicken Sie in der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .
- Klicken Sie auf **OK**, wenn Sie aufgefordert werden, die Baugruppe neu aufzubauen.

14 Schließen Sie alle Modelle.

- Klicken Sie im Menüleistenmenü auf **Fenster, Alle schließen**.



SolidWorks Motion – Fazit

Während dieser kurzen Übung in Bezug auf SolidWorks Motion haben Sie gesehen, wie eine auf Physik basierende Bewegungssimulation dazu verwendet werden kann, die Qualität und Leistungsfähigkeit Ihrer Konstruktionen zu verbessern. Durch SolidWorks Motion werden die mechanischen Funktionsweisen von motorisierten Baugruppen simuliert und auch die physikalischen Kräfte, die dadurch generiert werden. Mithilfe solcher Simulationen können viele Faktoren, wie z.B. Energieverbrauch und Interferenz zwischen sich bewegenden Bauteilen, festgestellt werden. Durch SolidWorks Motion können Sie herausfinden, ob Ihre Konstruktionen ausfallsicher sind, wann mit Reparaturen zu rechnen ist und ob diese Konstruktionen irgendwelche Sicherheitsrisiken darstellen.

Nutzen Sie die Leistungsstärke von SolidWorks. Mit SolidWorks Motion können Sie direkt im SolidWorks-Fenster arbeiten und somit bereits vorhandene Baugruppeninformationen verwenden, um Bewegungssimulationsstudien zu erstellen.

Nahtlose Übertragung von Lasten in das SolidWorks Simulation-Programm, um die Spannungsanalyse durchzuführen. Durch diese Fähigkeit können Spannung und Verschiebung an einer Komponente entweder als Einzelfall oder auch für den gesamten Simulationszyklus sichtbar gemacht werden.

Simulation von realen Betriebsbedingungen. Durch das Kombinieren von auf Physik basierender Bewegung mit den durch SolidWorks verfügbaren Baugruppeninformationen kann SolidWorks Motion in sehr vielen Industriebranchen eingesetzt werden.

Assoziieren von auf Physik basierenden Modellen mit rein technischen Bedingungen. SolidWorks Motion bietet mehrere Arten von Gelenk- und Kraft-Optionen und kann daher unter fast allen realen Betriebsbedingungen eingesetzt werden.

Auswertung von Analyseergebnisse mithilfe von leistungsstarken intuitiven Visualisierungswerkzeugen. Nach Abschluss der Bewegungssimulation bietet SolidWorks Motion eine Vielzahl von Ergebnisvisualisierungswerkzeugen, die Ihnen wertvolle Einblicke in die Leistung Ihrer Konstruktionen ermöglichen.

Analyseergebnisse gemeinsam nutzen. SolidWorks Simulation macht es Ihnen leicht, mit allen am Produktentwicklungsprozess Beteiligten zusammen zu arbeiten und die Analyseergebnissen gemeinsam zu nutzen.

Unternehmenssitz

Dassault Systèmes SolidWorks Corp.
300 Baker Avenue
Concord, MA 01742 USA
Telefon: +1-978-371-5011
E-Mail: info@solidworks.com

Hauptsitz Europa

Telefon: +33-(0)4-13-10-80-20
E-Mail: infoeurope@solidworks.com

Niederlassung Deutschland

Telefon: +49-(0)89-612-956-0
E-Mail: infogermany@solidworks.com

