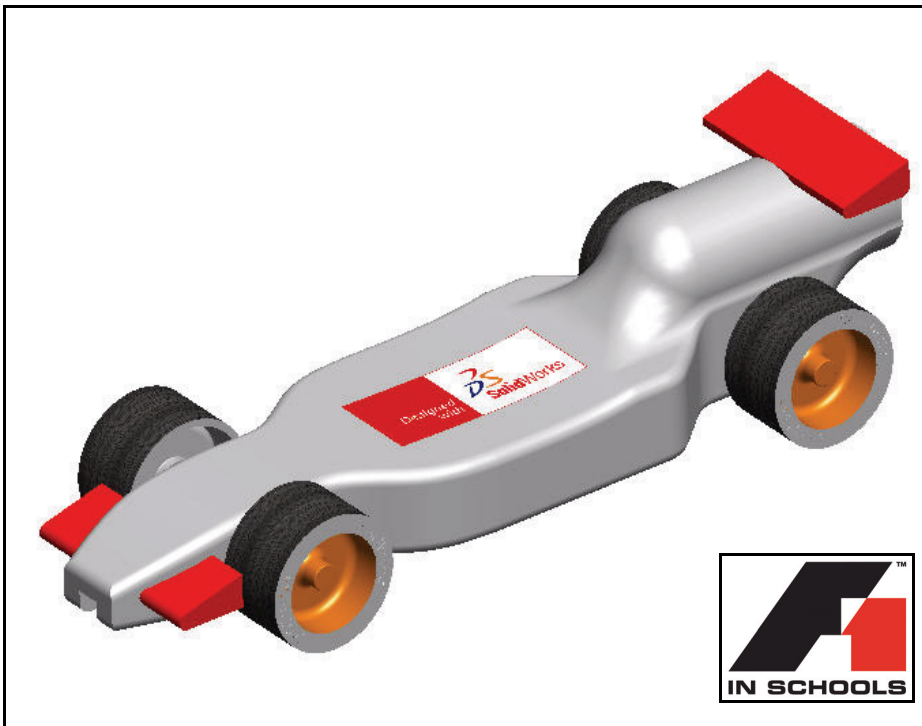


F1 in Schools™ - Konstruktions- projekt mit SolidWorks®-Software



Für R-Typ-Fahrzeuge

Dassault Systèmes SolidWorks Corp.
300 Baker Avenue
Concord, MA 01742 USA
Telefon: 1 800 693 9000

Außerhalb der USA: 1 978 371 5011
Fax: 1 978 371 7303
info@solidworks.com

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

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

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

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

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

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

Trademarks and Other Notices for All SolidWorks Products

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

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

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

FeatureWorks is a registered trademark of Geometric Ltd.

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

COMMERCIAL COMPUTER SOFTWARE - PROPRIETARY

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

Contractor/Manufacturer:

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

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

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

Portions of this software © 1998-2010 Geometric Ltd.

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

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

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

Portions of this software © 1998-2010 3Dconnexion.

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

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

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

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

Portions of this software © 2007 - 2010 DriveWorks Ltd.

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

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

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

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

Copyright Notices for SolidWorks Simulation

Portions of this software © 2008 Solversoft Corporation.

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

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

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Verwendung dieses Buchs	2
Was ist die SolidWorks-Software?	2
Voraussetzungen	2
Im Handbuch verwendete Konventionen	3
Bevor Sie anfangen	3
Hinzufügen des Ordners zum Pfad der Konstruktionsbibliothek	6
 Konstruieren des Rennwagens	 7
Wichtige Aspekte für die Konstruktion	8
Informationen zu Balsaholz	9
Starten von SolidWorks und Öffnen eines vorhandenen Teils	9
Feature „Linear ausgetragener Schnitt“	13
Erstellen des Frontflügels	20
Erstellen des Heckflügels	22
Einfügen von Verrundungen	27
Erstellung einer Baugruppe	32
Einfügen von Verknüpfungen	36
Berechnen des Gewichts des Rennwagens	44
Berechnen der Gesamtlänge des Rennwagens	45
Erstellen einer Explosionsansicht	48
Bemaßungsanforderungen für den Rennwagen	57
 Erstellen einer Baugruppenzeichnung	 61
Erstellen einer Baugruppenzeichnung	62
Öffnen eines Teils der Baugruppe	73
Erstellen einer Explosionsansicht der Baugruppe	74

PhotoWorks™	77
Aktivieren von PhotoWorks	78
Erstellen einer Konfiguration für das Rendering	80
Erscheinungsbild.....	82
Rendering.....	87
Modifizieren des Erscheinungsbilds.....	88
Bühnen.....	89
Abziehbilder	91
Bearbeiten des Abziehbildes.....	95
Ausgabeoptionen	97
 Analyse	 103
Ändern des Heckflügels.....	104
Berechnen der neuen Masse	106
Anwenden des Werkzeugs „Messen“	107
Spannungsanalyse der Achse.....	109
Konstruktionsanalyse.....	109
Spannungsanalyse.....	110
Benutzeroberfläche	110
Analyse des Teils „Axle-A“ (Achse-A)	112
SolidWorks SimulationXpress.....	115
Zuweisen von Material	117
Anwenden von Lagern.....	118
Anwenden einer Last	120
Ausführen der Analyse	122
Betrachten der Ergebnisse	124
Optimierung des Modells	126
Spannungen.....	127
Spannungsverteilung.....	128
Speichern der Analysedaten und Schließen von SimulationXpress	129
Ändern des Materials von „Axle-A“ (Achse-A)	129
Ausführen des Optimierungsprozesses.....	131
SolidWorks Flow Simulation	133
Anzeigen der Ergebnisse	151
Ändern der Konstruktion	168
Prüfen der Ergebnisse	171
Experimentieren Sie weiter!	177

Lektion 1

Einleitung

Nach Abschluss dieser Lektion können Sie:

- dieses Buch für das Konstruktionsprojekt *FI in Schools*™ für R-Typ-Fahrzeuge verwenden.
- eine SolidWorks-Sitzung starten.
- die für dieses Projekt erforderlichen Dateien, Ordner und Modelle herunterladen.
- den Ordner `Race Car Design Project files` der SolidWorks-Konstruktionsbibliothek im Task-Fensterbereich hinzufügen.

Verwendung dieses Buchs

Im Rahmen des Konstruktionsprojekts *F1 in Schools*™ lernen Sie, die SolidWorks-Prinzipien und -Methoden der 2D- und 3D-Modellierung bei der Erstellung einer Baugruppe und einer Zeichnung für einen Rennwagen (Race Car) sowie die Analysewerkzeuge *SolidWorks SimulationXpress* und *SolidWorks Flow Simulation* anzuwenden.

Beim Durcharbeiten der Lektionen in diesem Buch werden folgende Lerninhalte durch praktische Anwendung vermittelt:

- Aufbau einer SolidWorks-Sitzung
- Überblick über die Benutzeroberfläche und Symbolleisten von SolidWorks
- Öffnen von Teilen und Erstellen der Rennwagen-Baugruppe Race Car in 3D
- Erstellen einer detaillierten, aus mehreren Zeichenblättern und mehreren Ansichten bestehenden Zeichnung der Rennwagen-Baugruppe Race Car
- Anwenden der Werkzeuge Messen und Masse
- Anwenden von PhotoWorks
- Anwenden der Analysewerkzeuge SolidWorks SimulationXpress und SolidWorks Flow Simulation

Was ist die SolidWorks-Software?

SolidWorks ist eine CAD-Automationssoftware. In SolidWorks setzen Sie Ihre Ideen in Skizzen um und experimentieren mit unterschiedlichen Konstruktionen, für die Sie über die leicht erlernbare grafische Benutzeroberfläche von Windows® 2D- und 3D-Skizzen, 3D-Modelle, 3D-Baugruppen und 2D-Zeichnungen erstellen.

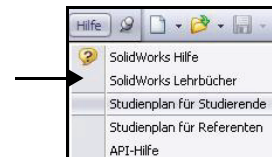
SolidWorks wird weltweit von Studenten, Konstrukteuren, Ingenieuren und anderen Fachleuten zur Erstellung von einfachen und komplexen Teilen, Baugruppen und Zeichnungen eingesetzt.

Voraussetzungen

Bevor Sie mit dem Konstruktionsprojekt *F1 in Schools*™ beginnen, sollte Sie die nachfolgenden SolidWorks Lehrbücher durcharbeiten, die zum Lieferumfang der SolidWorks-Software gehören:

- Lektion 1 – Teile
- Lektion 2 – Baugruppen
- Lektion 3 – Zeichnungen

Klicken Sie auf **Hilfe, Student Curriculum**, um auf den Ordner Race Car Design Project zuzugreifen. Klicken Sie auf **Hilfe, Studienplan für Referenten**, um auf die Ressourcen für Lehrzwecke zuzugreifen.



Lehrbücher nach Kategorie	
Erste Schritte	Spezielle Modelltypen
Modelle erstellen	Produktivitätssteigerungen
Arbeiten mit Modellen	Konstruktionsanalyse
Alle SolidWorks Lehrbücher	

30-Minuten-Lektion
AutoCAD und SolidWorks
Lektion 1 - Teile
Lektion 2 - Baugruppen
Lektion 3 - Zeichnungen

Alternativ können Sie auch folgende Lektionen in *An Introduction to Engineering Design With SolidWorks* (Einführung in die Konstruktion mit SolidWorks) durcharbeiten:

- Lektion 1: Using the Interface (Verwenden der Benutzeroberfläche)
- Lektion 2: Basic Functionality (Grundlegende Funktionen)
- Lektion 3: The 40-Minute Running Start (40-Minuten-Schnellstart)
- Lektion 4: Assembly Basics (Grundlagen von Baugruppen)
- Lektion 5: Drawing Basics (Grundlagen des Zeichnens)

Im Handbuch verwendete Konventionen

In diesem Handbuch werden die folgenden typografischen Konventionen verwendet:

Konvention	Bedeutung
Fett Sans Serif	Auswählbare SolidWorks-Befehle und -Optionen werden in dieser Schrift dargestellt. Beispiel 1: Linear ausgetragener Aufsatz bedeutet: Klicken Sie auf der Features-Symbolleiste auf das Symbol Linear ausgetragener Aufsatz . Beispiel 2: Ansicht, Ursprünge bedeutet: Klicken Sie im Menüleisten-Menü auf Ansicht, Ursprünge .
Maschinen-schrift	Datei- und Ordernamen werden in dieser Schrift dargestellt. Beispiel 1: Race Car Design Project. Beispiel 2: Skizze1.
17 Schritt	Die Schritte in den Lektionen sind in Fett Sans Serif nummeriert.

Bevor Sie anfangen

Kopieren Sie den Ordner Race Car Design Project von der SolidWorks-Website auf Ihren Computer, bevor Sie dieses Projekt beginnen.

1 Eine SolidWorks-Sitzung starten.

Klicken Sie im Windows Startmenü auf **Alle Programme, SolidWorks, SolidWorks**. Die SolidWorks-Anwendung wird geöffnet.

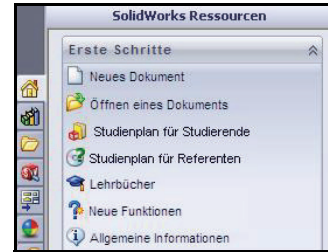
Anmerkung: Wenn Sie ein SolidWorks-Symbol auf dem Desktop erstellt haben, klicken Sie auf das Symbol, um die SolidWorks-Sitzung zu starten.



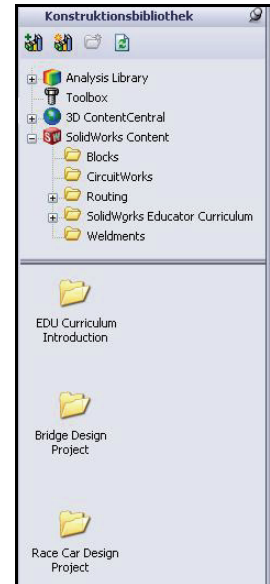
2 Den Ordner „Race Car Design Project“ kopieren.

Klicken Sie im Task-Fensterbereich auf die Registerkarte **SolidWorks-Ressourcen** .

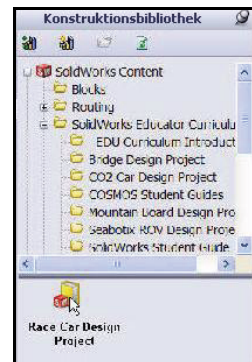
Klicken Sie auf den Ordner Studienplan für Studierende (Student Curriculum) (siehe Abbildung).



Doppelklicken Sie auf den Ordner Race Car Design Project.



Klicken Sie bei gedrückter Strg-Taste auf den Ordner Race Car Design Project. Ein Dialogfeld wird eingeblendet.



3 Zip-Datei herunterladen.

Drücken Sie die **Strg**-Taste.

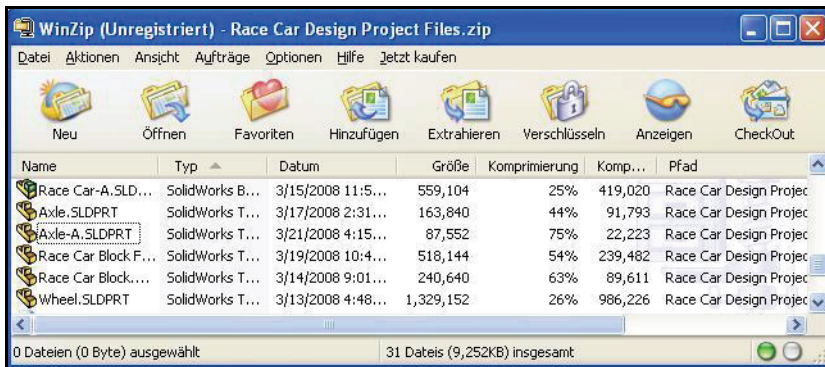
Klicken Sie auf das **Symbol**. Sie werden gefragt, in welchem Verzeichnis die Zip-Datei gespeichert werden soll.

Tipp: Fragen Sie Ihren Lehrer/Kursleiter, wo die Zip-Datei gespeichert werden soll. Merken Sie sich, wo Sie die herunter geladene Zip-Datei gespeichert haben.

4 Zip-Datei öffnen.

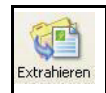
Navigieren Sie mit **Durchsuchen** zu dem Ordner, in dem Sie die Zip-Datei gespeichert haben.

Doppelklicken Sie auf die Datei Race Car Design Project files.zip.



5 Alle Dateien entpacken.

Wechseln Sie (mit dem Befehl **Durchsuchen**) zu dem Verzeichnis, in dem die Dateien gespeichert werden sollen. Das System erstellt an dem von Ihnen angegebenen Speicherort automatisch einen Ordner namens Race Car Design Project files.



Anmerkung: Ein möglicher Speicherort wäre z. B. der Ordner Eigene Dateien.

Auf der Festplatte befindet sich jetzt ein Ordner namens Race Car Design Project files. Die Daten in diesem Ordner werden in diesem Handbuch verwendet.

Hinzufügen des Ordners zum Pfad der Konstruktionsbibliothek

Über die SolidWorks-Konstruktionsbibliothek können Sie ganz einfach auf die in den Übungen verwendeten Teile zugreifen. Dies ist effizienter als das Suchen nach einer Datei über die Menüleisteoptionen **Datei, Öffnen**. Fügen Sie den Ordner Race Car Design Project files dem Suchpfad der Konstruktionsbibliothek hinzu.

Der Ordner Race Car Design Project files enthält zwei Unterordner:

- Lang
- Race Car Design Project SolidWorks Files

1 Task-Fensterbereich öffnen.

Klicken Sie auf die Registerkarte **Konstruktionsbibliothek** .

2 Ordner hinzufügen.

Klicken Sie in der Konstruktionsbibliothek auf die Registerkarte **Dateiposition hinzufügen** .

Navigieren Sie mit der Funktion **Durchsuchen** zu dem Verzeichnis, in das Sie die Projektdateien in Schritt 4 auf Seite 5 extrahiert haben.

Klicken Sie auf den Ordner Race Car Design Project files.

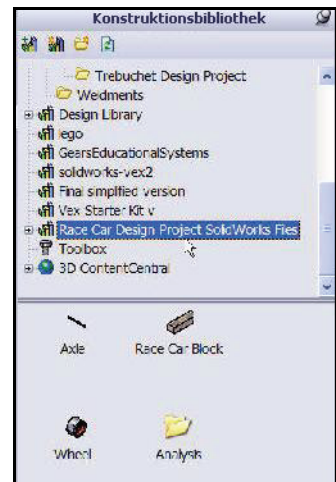
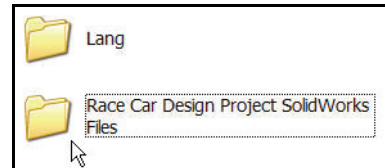
Klicken Sie auf den Ordner Race Car Design Project SolidWorks files.

Klicken Sie auf **OK**.

3 Ergebnis.

Der Inhalt des Ordners Race Car Design Project SolidWorks files ist nun über die SolidWorks-Konstruktionsbibliothek verfügbar.

Anmerkung: Aktuelle Konstruktionsanforderungen und Spezifikationen sowie kostenlose SolidWorks-Software finden Sie unter www.flinschools.co.uk.



Lektion 2

Konstruieren des Rennwagens

Nach Abschluss dieser Lektion können Sie:

- wichtige Leistungsfaktoren für einen Rennwagen mit CO₂-Antrieb beschreiben.
- die Rennwagen-Baugruppe mithilfe der folgenden Feature- und Skizzenwerkzeuge aus einem vorhandenen Modell erstellen: Linear ausgetragener Aufsatz, Linear ausgetragener Schnitt, Linie, Skizzenverrundung, Verrundung, Intelligente Bemaßung, Verknüpfen, Auflösen und Komponente drehen.
- Komponenten in eine neue Baugruppe einfügen.
- Standardverknüpfungen zwischen Komponenten der Rennwagen-Baugruppe anwenden.
- eine Explosionskonfiguration der Rennwagen-Baugruppe erstellen.
- das Werkzeug **Masseneigenschaften** anwenden.
- das Werkzeug Messen anwenden.
- Teile aus der Rennwagen-Baugruppe öffnen.
- die Übereinstimmung der Bemaßungen des Rennwagens (R-Typ) mit den Regeln und Vorschriften des Konstruktionswettbewerbs *F1 in Schools*TM sicherstellen.

Wichtige Aspekte für die Konstruktion

Im Hinblick auf das Regelwerk des Konstruktionsprojekts *F1 in Schools™* sind einige Faktoren zu berücksichtigen, wenn Sie ein Siegerauto konstruieren möchten. Diese sind:

■ Reibung

Energie, die aufgewendet wird, um Reibung zu überwinden, kann nicht mehr zur Beschleunigung Ihres Rennwagens eingesetzt werden. Zu den Reibungsquellen gehören:

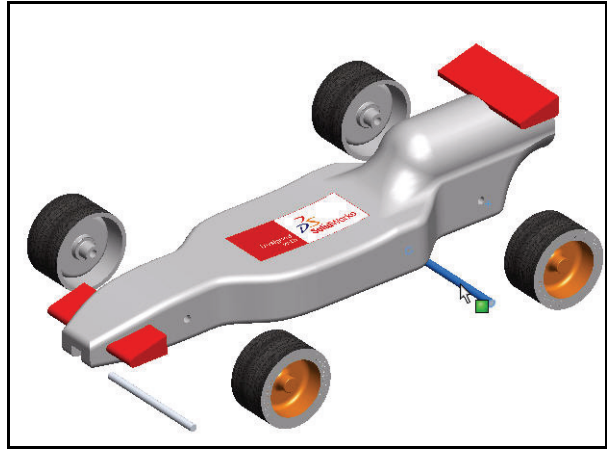
- Räder und Achsen. Wenn die Räder nicht frei drehbar sind, wird der Rennwagen langsam.
- Falsch ausgerichtete Achsen. Wenn die Achsbohrungen nicht senkrecht zur Mittellinie des Wagens gesetzt werden, zieht der Wagen nach links oder rechts. Das kostet Sie im Wettkampf wertvolle Geschwindigkeit!
- Falsch ausgerichtete Führungsösen. Wenn die Führungsösen nicht ordnungsgemäß positioniert und ausgerichtet werden, kann die Führungsschnur eine Zugkraft auf die Ösen, die Karosserie oder die Räder ausüben. Dadurch wird der Wagen unter Umständen stark abgebremst.
- Erhebungen oder fehlerhafte Stellen in der Lauffläche der Räder. Je glatter die Räder und je perfekter ihre Rundung, desto besser rollen sie.

■ Masse

Eine CO₂-Patrone kann nur einen begrenzten Schub liefern. Es ist logisch, dass ein Wagen mit weniger Masse schneller beschleunigt und sich auf der Rennstrecke schneller bewegt. Die Reduktion der Masse Ihres Wagens stellt also eine Möglichkeit dar, ein schnelleres Auto zu bauen. Denken Sie jedoch daran, dass im Regelwerk eine Mindestmasse von 55 Gramm pro Fahrzeug festgelegt ist.

■ Aerodynamik

Die Luft übt einen Widerstand bzw. eine Zugkraft aus, wenn das Auto sich hindurch bewegt. Um diese Zugkraft möglichst gering zu halten, sollte das Fahrzeug eine glatte, stromlinienförmige Form aufweisen.



Anmerkung: Am Ende dieser Lektion finden Sie eine Zusammenfassung der Konstruktionsanforderungen für Ihre Rennwagen-Baugruppe. Aktuelle Anforderungen und Spezifikationen finden Sie unter www.f1inschools.co.uk.

Informationen zu Balsaholz

Balsabäume wachsen in den feuchten Regenwäldern Mittel- und Südamerikas. Das natürliche Verbreitungsgebiet reicht von Guatemala über Mittelamerika bis zur Nord- und Westküste Südamerikas und dort bis hinab nach Bolivien. Das kleine Land Ecuador an der Westküste Südamerikas ist jedoch weltweit der Hauptlieferant von Balsaholz für den Modellbau.

Balsabäume benötigen ein warmes, regenreiches Klima mit gutem Wasserablauf. Daher wachsen hochwertige Balsabäume hauptsächlich in den leicht erhöht gelegenen Gebieten zwischen tropischen Flüssen. Ecuador verfügt über ideale klimatische und geografische Bedingungen für den Anbau von Balsabäumen.

Nach Europa importiertes Balsaholz stammt aus Plantagenanbau. Die Verwendung von Balsa bringt keine Zerstörung von Regenwäldern mit sich – die Bäume wachsen extrem schnell. Bereits nach 6 bis 10 Jahren erreicht der Baum seine optimale Schlagreife. Er ist dann 18 bis 28 Meter hoch und weist einen Durchmesser von etwa 115 Zentimetern auf. Wenn man ihn weiter wachsen lässt, werden die äußeren, jungen Holzschichten sehr hart und der Baum beginnt von innen zu verrotten. Balsabäume können einen Durchmesser von 180 Zentimetern oder mehr erreichen, ein Baum dieser Größe liefert allerdings nur noch sehr wenig verwertbares Holz.

Balsaholz können Sie guten Gewissens verwenden. Für seine Gewinnung werden keine Regenwälder abgeholzt.



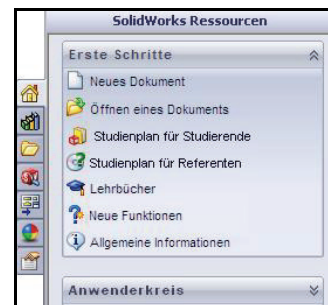
Starten von SolidWorks und Öffnen eines vorhandenen Teils

1 SolidWorks starten.

Klicken Sie im Startmenü auf **Alle Programme, SolidWorks, SolidWorks**. Der Grafikbereich von SolidWorks wird eingeblendet.

2 Konstruktionsbibliothek öffnen.

Klicken Sie im Task-Fensterbereich auf die Registerkarte **Konstruktionsbibliothek** .

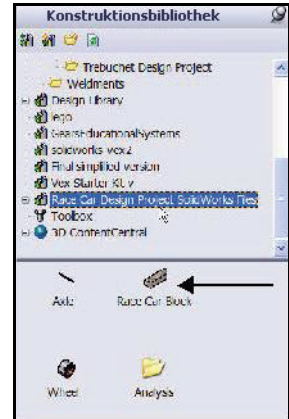


3 Rennwagenblock öffnen.

Klicken Sie in der Konstruktionsbibliothek auf den Ordner **Race Car Design Project SolidWorks Files**.

Der Inhalt des Ordners wird im unteren Fensterbereich der Konstruktionsbibliothek angezeigt.

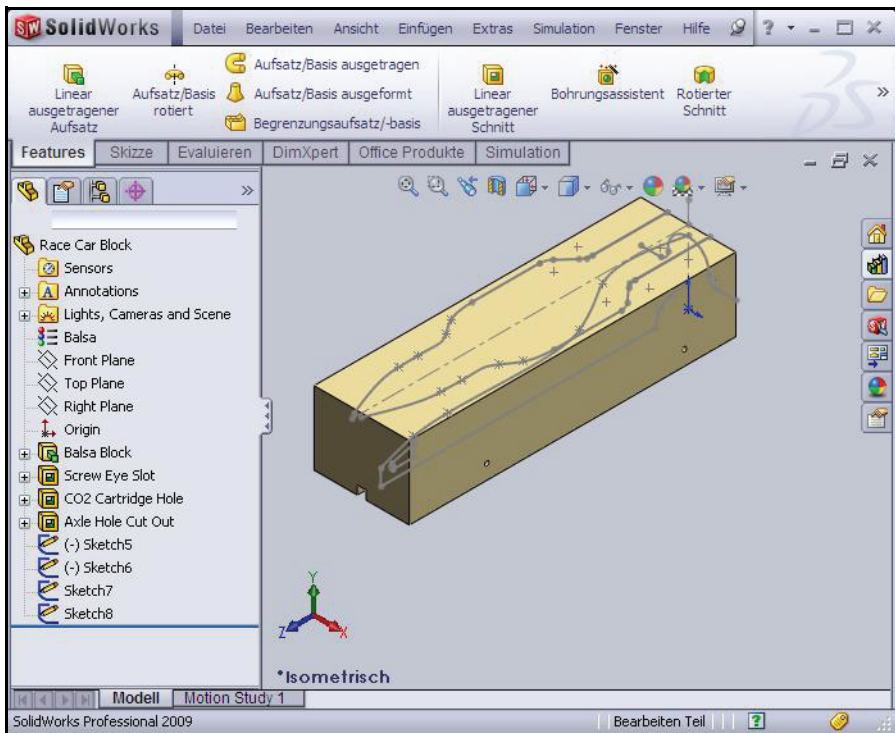
Ziehen Sie das Teil namens **Race Car Block** (Rennwagenblock) in den Grafikbereich von SolidWorks. Zeigen Sie das Modell und den FeatureManager an.



Anmerkung: Dies kann 1 bis 5 Sekunden in Anspruch nehmen.

Der FeatureManager auf der linken Seite des SolidWorks-Fensters gibt Ihnen einen Überblick über das aktive Modell. So können Sie sich schnell einen Überblick darüber verschaffen, wie das Modell konstruiert wurde.

Der FeatureManager und der Grafikbereich sind dynamisch miteinander verknüpft. In beiden Bereichen können Sie Features, Skizzen, Zeichenansichten und Konstruktionsgeometrie auswählen.

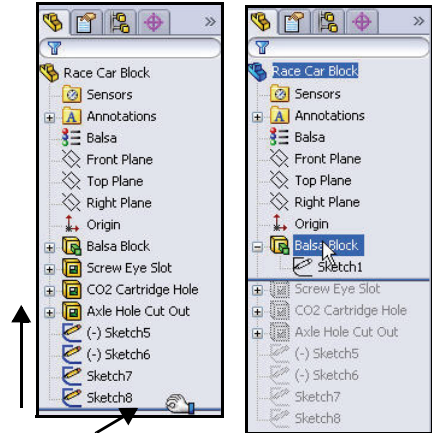


4 Erstellte Features und Skizzen im Modell überprüfen.

Ziehen Sie die **Einfügleiste** nach oben vor das Feature Balsa Block (Balsablock).

Das Feature Balsa Block wird angezeigt.

Doppelklicken Sie im FeatureManager auf das Feature Balsa Block. Das Feature wird in Blau im Grafikbereich eingblendet, und Sketch1 (Skizze1) wird angezeigt. Zeigen Sie die Bemaßungen an. Drücken Sie bei Bedarf die Taste Z, um das Modell an die Größe des Grafikbereichs anzupassen.



Anmerkung: Der Balsablock hat eine Größe von 223 x 50 x 65 mm. Wenn Sie für die maschinelle Bearbeitung des Fahrzeugs eine Haltevorrichtung verwenden möchten, müssen Sie darauf achten, dass die Konstruktion nicht länger als 210 mm ist. Die meisten Haltevorrichtungen verfügen über eine Nasenplatte, die die Vorderseite des Balsablocks hält. Wenn Ihre Konstruktion zu lang ist, kann der Schaftfräser oder die Haltevorrichtung beschädigt werden.

Ziehen Sie die **Einfügleiste** nach unten vor das Feature Screw Eye Slot (Schlitz für Führungsösen).

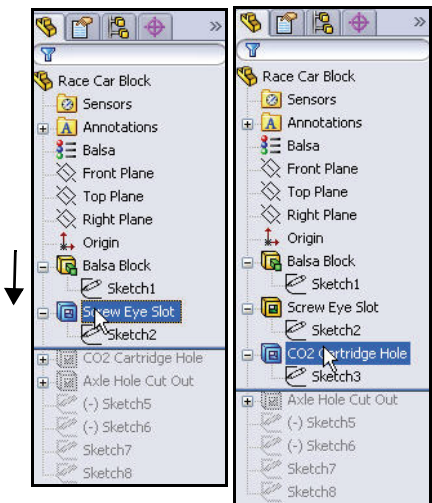
Zeigen Sie die Features im Grafikbereich an.

Doppelklicken Sie im FeatureManager auf das Feature Screw Eye Slot. Das Feature wird in Blau eingblendet, und Sketch2 (Skizze2) wird angezeigt.

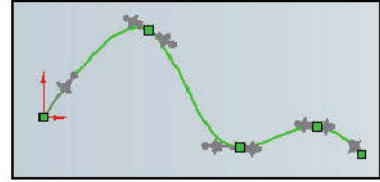
Ziehen Sie die **Einfügleiste** nach unten vor das Feature CO2 Cartridge Hole (Bohrung für CO2-Patrone). Zeigen Sie die Features im Grafikbereich an.

Doppelklicken Sie im FeatureManager auf das Feature CO2 Cartridge Hole. Das Feature wird in Blau eingblendet, und Sketch3 (Skizze3) wird angezeigt.

Ziehen Sie die **Einfügleiste** nach unten vor das Feature Axle Hole Cut Out (Achsböhrungsausschnitt). Zeigen Sie die Features im Grafikbereich an.



Doppelklicken Sie im FeatureManager auf das Feature Axle Hole Cut Out. Das Feature wird in Blau eingblendet, und Sketch4 (Skizze4) wird angezeigt.



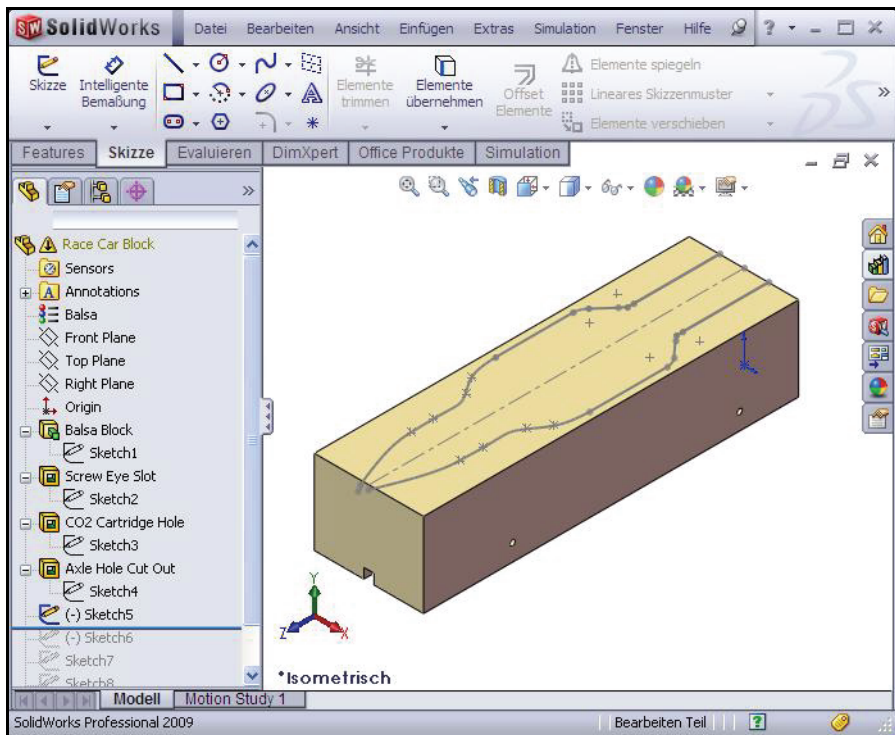
Ziehen Sie die **Einfügleiste** nach unten vor (-) Sketch5 [(-)Skizze5].

Klicken Sie im FeatureManager auf (-) Sketch5. Zeigen Sie (-) Sketch5 im Grafikbereich an.

(-) Sketch5 ist die Skizze eines Splines. Splines werden zum Skizzieren von Kurven verwendet, die eine sich ständig ändernde Form aufweisen. Sie werden über eine Reihe von Punkten definiert, zwischen denen die SolidWorks-Software anhand von Gleichungen die Kurvengeometrie interpoliert.

Splines sind für die Modellierung von glatten und stromlinienförmigen Freiformen besonders hilfreich (Karosserie des Rennwagens).

Anmerkung: (-) Sketch5 ist nicht voll definiert, da es sich bei einem Spline um eine Freiform handelt, die je nach Konstrukteur unterschiedlich ausfällt.

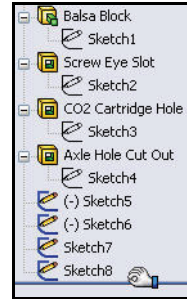


Ziehen Sie die **Einfügeleiste** unter Sketch8 (Skizze8).

Klicken Sie im FeatureManager auf Sketch8.

Zeigen Sie Sketch8 im Grafikbereich an.

Klicken Sie auf eine Stelle **im** Grafikbereich.



Feature „Linear ausgetragener Schnitt“

Ein linear ausgetragener Schnitt ist ein Feature, das Material aus einem Teil oder einer Baugruppe entfernt. Entfernen Sie Material zur Erstellung der Karosserie des Rennwagens.

1 Erstes linear ausgetragenes Schnitt-Feature erstellen.

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf (-) Sketch5.

Klicken Sie auf der Kontext-

Symbolleiste auf **Skizze bearbeiten** .

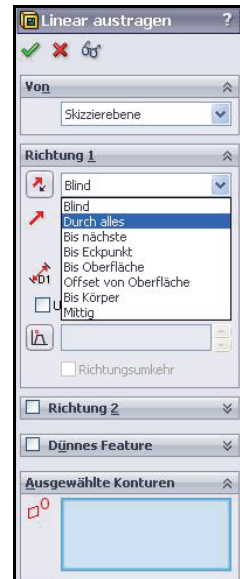
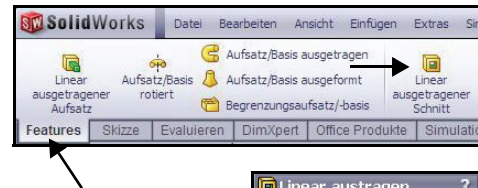
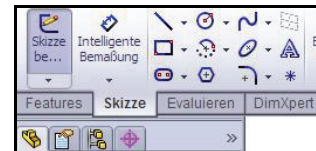
Die Skizzieren-Symbolleiste wird im BefehlsManager angezeigt.

Klicken Sie im BefehlsManager auf die Registerkarte **Features**. Die Features-Symbolleiste wird eingeblendet.

Klicken Sie auf der Features-Symbolleiste auf **Linear**

ausgetragener Schnitt . Der PropertyManager **Linear austragen** wird eingeblendet.

Wählen Sie unter **Richtung 1** die **Endbedingung Durch alles** aus.

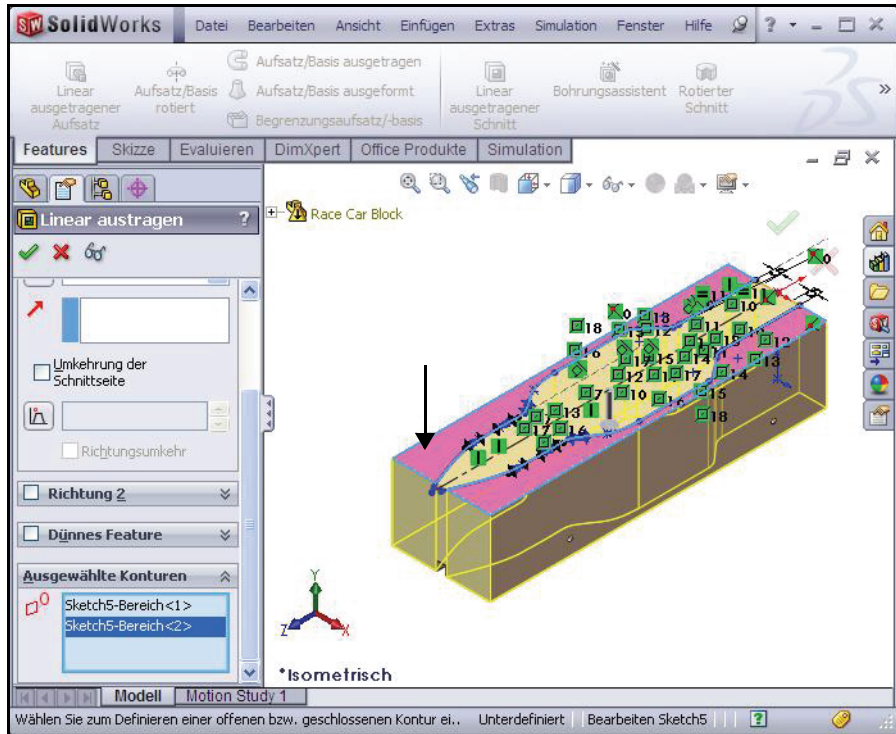


Klicken Sie auf die **zwei Oberflächen**, wie im Grafikbereich dargestellt. Skizze5-Bereich<1> und Skizze5-Bereich<2> werden im Dialogfeld **Ausgewählte Konturen** angezeigt.

Klicken Sie im PropertyManager **Linear austragen** auf **OK** .

Extrude1 (Linear austragen1) wird im FeatureManager eingeblendet.

Klicken Sie auf eine Stelle **im Grafikbereich**. Zeigen Sie die Ergebnisse an.

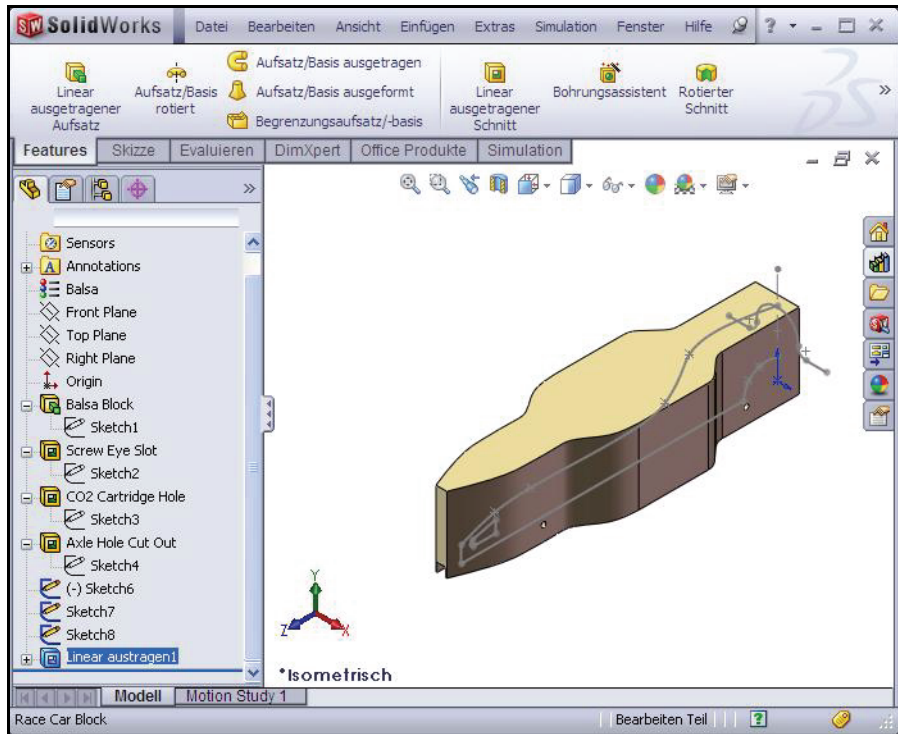


Anmerkung: Sie sollten die Menüleisten-Symboleiste und das Menüleistenmenü **anheften** , um bei der Arbeit mit diesem Buch auf beide Menüs zugreifen zu können.



2 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .



3 Zweites linear ausgetragenes Schnitt-Feature erstellen.

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf (-) Sketch6 [(-)Skizze6].

Klicken Sie auf der Kontext-Symbolleiste auf **Skizze**

bearbeiten . Die Skizzieren-Symbolleiste wird im BefehlsManager angezeigt.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die Ansicht

Rechts . Die Ansicht **Rechts** wird eingeblendet.



Drücken Sie zum Verkleinern die Taste **Z**.
Drücken Sie zum Vergrößern die Taste **Z**.
Drücken Sie die Taste **f**, um das Modell an die Größe des Grafikbereichs anzupassen.

Klicken Sie im BefehlsManager auf die Registerkarte **Features**. Die Features-Symbolleiste wird eingeblendet.

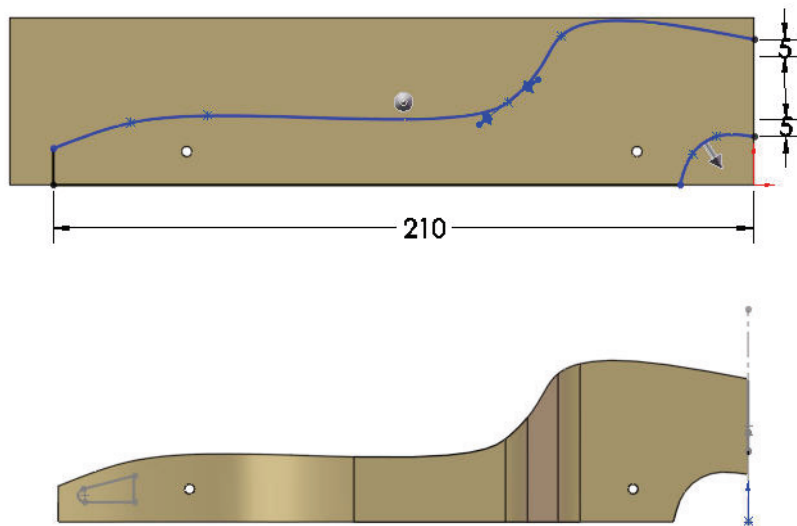
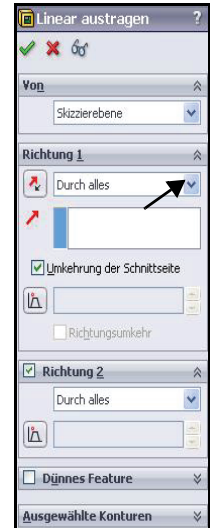
Klicken Sie auf das Werkzeug **Linear ausgetragener Schnitt** . Der PropertyManager **Linear austragen** wird eingeblendet.

Anmerkung: Als Endbedingung für **Richtung 1** und **Richtung 2** wird **Durch alles** ausgewählt.

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Umkehrung der Schnittseite**.
Betrachten Sie die Richtung der linearen Austragung.

Klicken Sie im PropertyManager **Linear austragen** auf **OK** . Extrude2 (Linear austragen 2) wird eingeblendet.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .



4 Drittes linear ausgetragenes Schnitt-Feature erstellen.

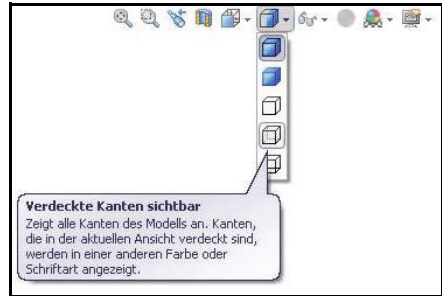
Erstellen Sie die Bohrung für die CO₂-Patrone. Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf Sketch7 (Skizze7).



Klicken Sie auf der Kontext-Symbolleiste auf **Skizze bearbeiten** . Die Skizzieren-Symbolleiste wird im BefehlsManager angezeigt.

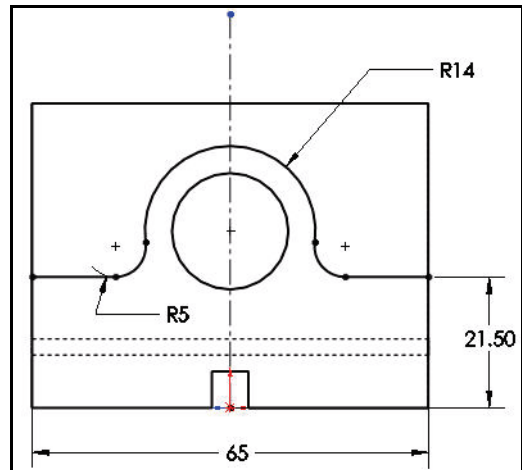
Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die **Rückansicht** .

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Verdeckte Kanten sichtbar** .



Zeigen Sie die Bemaßungen der Skizze an.

Anmerkung: Sketch7 ist die Skizze der Bohrung für die CO₂-Patrone.



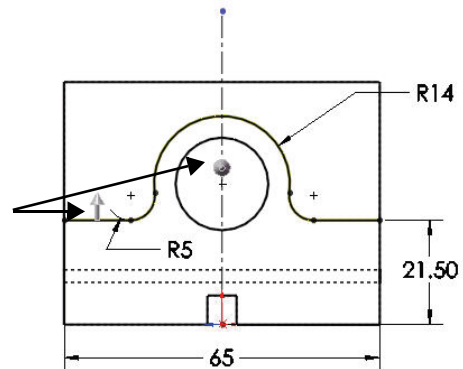
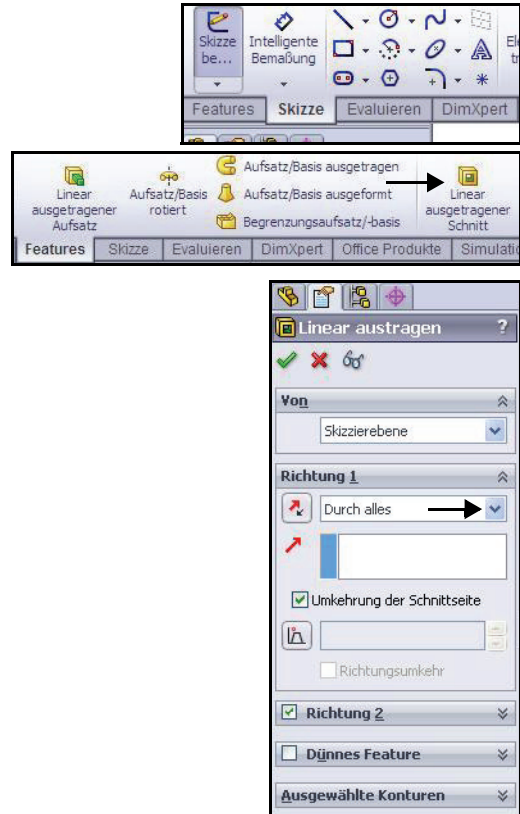
Klicken Sie im BefehlsManager auf die Registerkarte **Features**. Die Features-Symbolleiste wird eingeblendet.

Klicken Sie auf das Werkzeug **Linear ausgetragener Schnitt** . Der PropertyManager **Linear austragen** wird eingeblendet.

Wählen Sie **Durch alles** als **Endbedingung** für **Richtung 1** und **Richtung 2** aus.

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Umkehrung der Schnittseite**.

Anmerkung: Sehen Sie sich die Richtung der Pfeile des Linear-Austragen-Features an.



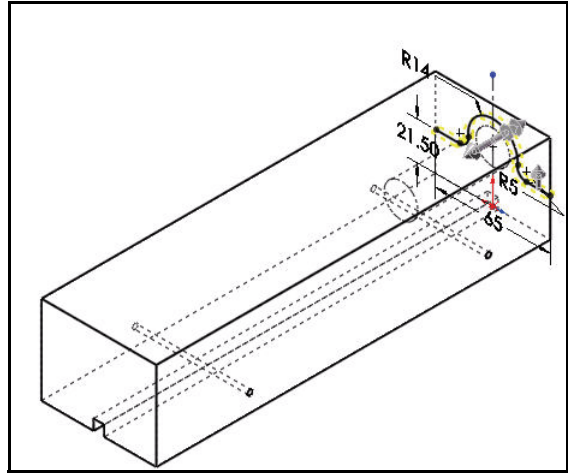
Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** . Zeigen Sie das linear ausgetragene Schnitt-Feature an.

Klicken Sie im PropertyManager **Linear**

austragen auf **OK** .

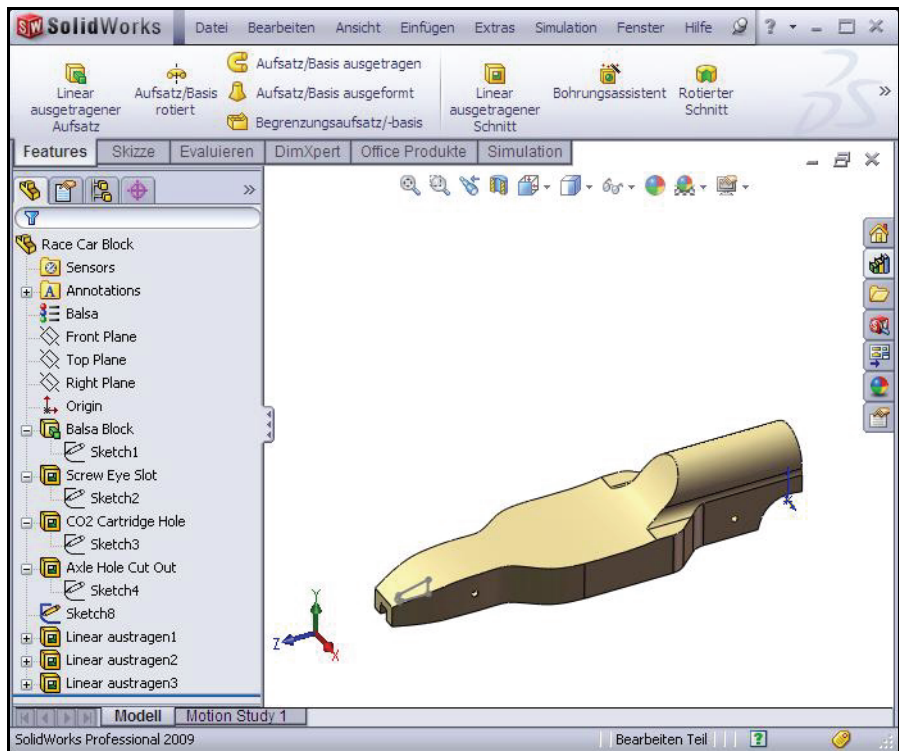
Extrude3 (Linear austragen 3) wird eingeblendet.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Schattiert mit Kanten** .



5 Modell speichern.

Klicken Sie auf **Speichern** .



Erstellen des Frontflügels

1 Mittigen linear ausgetragenen Aufsatz erstellen.

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf Sketch8. Sketch8 ist die Skizze für den Frontflügel des Fahrzeugs.

Klicken Sie auf der Kontext-Symbolleiste auf **Skizze bearbeiten** . Die Skizzieren-Symbolleiste wird im BefehlsManager angezeigt.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die Ansicht **Rechts** .

Drücken Sie die Taste **Z**, um das Modell an die Größe des Grafikbereichs anzupassen.

Zeigen Sie die Bemaßungen der Skizze an.

2 Linear ausgetragenen Aufsatz erstellen.

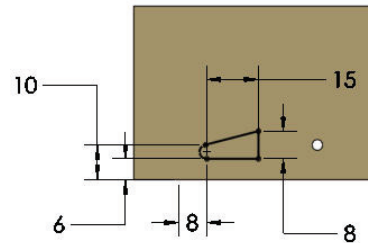
Mit dem Feature **Linear ausgetragener Aufsatz** wird dem Modell Material hinzugefügt.

Klicken Sie im BefehlsManager auf die Registerkarte **Features**. Die Features-Symbolleiste wird eingeblendet.

Klicken Sie auf der Features-Symbolleiste auf **Linear ausgetragener Aufsatz** . Der PropertyManager **Linear austragen** wird eingeblendet.

Wählen Sie **Mittig** als **Endbedingung** in **Richtung 1** aus.

Geben Sie **50,00** mm für die **Tiefe** ein.



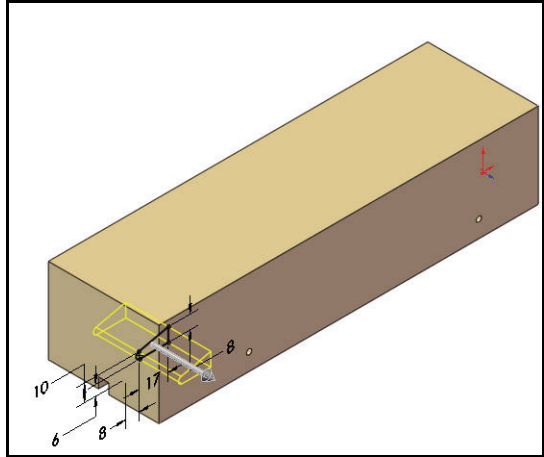
Klicken Sie auf der
Voransichts-Symbolleiste
auf **Isometrisch** .
Zeigen Sie den linear
ausgetragenen Aufsatz an.

Klicken Sie im
PropertyManager **Linear**

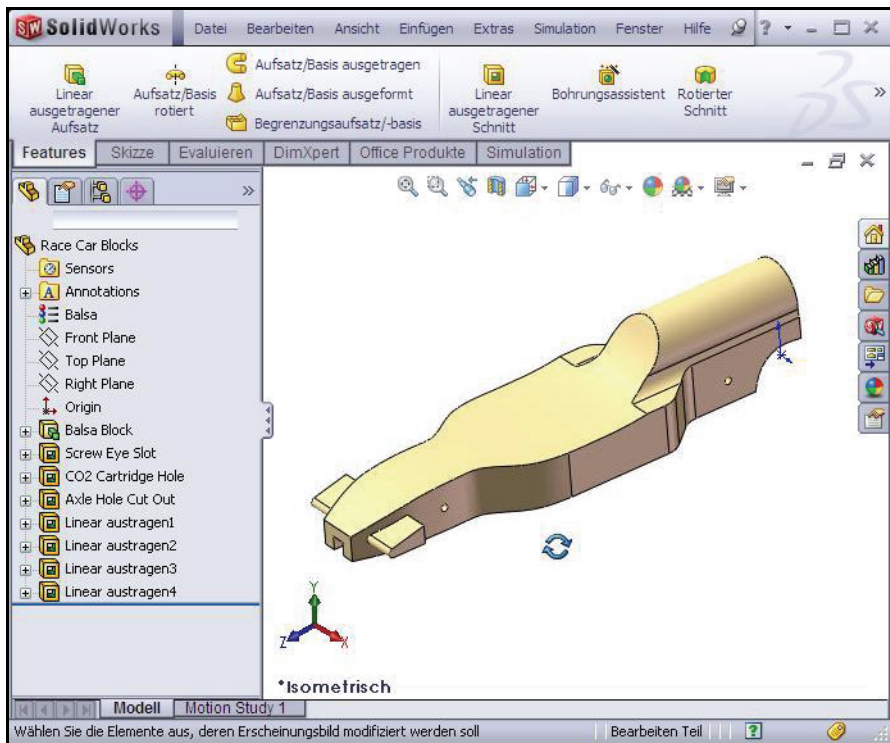
austragen auf **OK** .

Extrude4 (Linear
austragen4) wird
eingblendet.

Klicken Sie auf eine Stelle
im Grafikbereich.

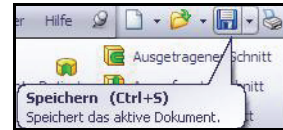


Anmerkung: Drehen Sie das Modell mit der **mittleren Maustaste** im Grafikbereich.
Sehen Sie sich die erstellten Features an.



3 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .

**Erstellen des Heckflügels****1 Skizze erstellen.**

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Verdeckte Kanten ausgeblendet** .

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf **Right Plane** (Ebene rechts).

Klicken Sie auf der Kontext-Symbolleiste auf **Skizze** . Die Skizzieren-Symbolleiste wird eingeblendet. Die **Ebene rechts** ist Ihre Skizzenebene.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die Ansicht **Rechts** .

Drücken Sie die Taste **Z**, um das Modell an die Größe des Grafikbereichs anzupassen.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf das Werkzeug **Ausschnitt vergrößern** .

Vergrößern Sie die Rückseite des Autos, wie in der Abbildung dargestellt.

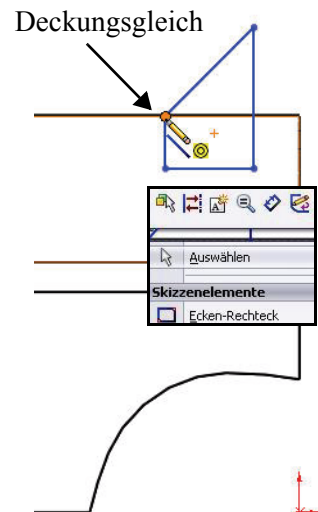
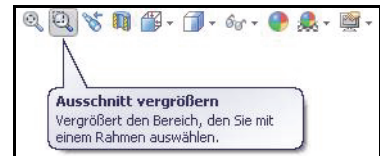
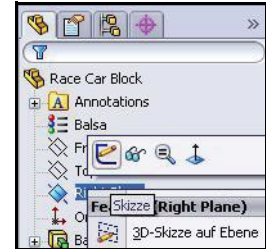
Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf das Werkzeug **Ausschnitt vergrößern** , um es zu deaktivieren.

Klicken Sie auf der Skizzieren-Symbolleiste auf das Werkzeug **Linie** . Der PropertyManager **Linie einfügen** wird eingeblendet.

Skizzieren Sie **vier Linien**, wie in der Abbildung dargestellt. Der erste Punkt ist deckungsgleich mit der oberen horizontalen Kante des Autos.

2 Skizzierwerkzeug „Linie“ abwählen.

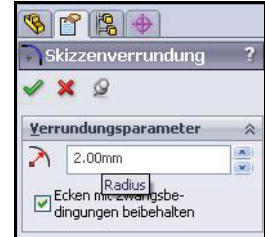
Klicken Sie im Grafikbereich mit der rechten Maustaste auf **Auswählen**.



3 Werkzeug „Skizzenverrundung“ anwenden.

Klicken Sie auf der Skizzieren-Symbolleiste auf das Werkzeug **Skizzenverrundung** . Der PropertyManager **Skizzenverrundung** wird eingeblendet.

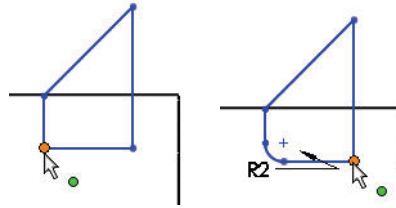
Geben Sie **2 mm** für den Radius ein.



Klicken Sie auf den **linken Endpunkt** der horizontalen Linie.

Klicken Sie auf den **rechten Endpunkt** der horizontalen Linie.

Klicken Sie im PropertyManager **Skizzenverrundung** auf **OK** .

**4 Heckflügel bemaßen.**

Klicken Sie auf der Skizzieren-Symbolleiste auf das Werkzeug **Intelligente Bemaßung** .

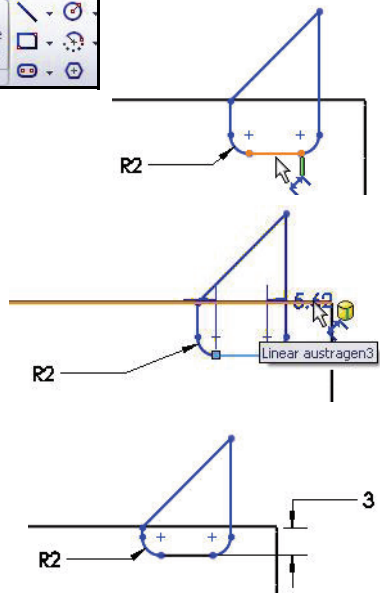
Das Symbol **Intelligente Bemaßung**  wird am Mauszeiger angezeigt.

Bemaßung  wird am Mauszeiger angezeigt.

Klicken Sie auf die **beiden** in der Abbildung hervorgehobenen Kanten.

Klicken Sie rechts auf eine **Position**.

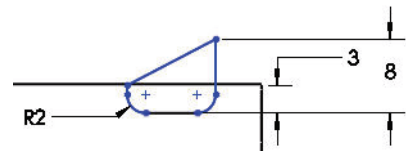
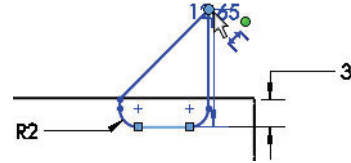
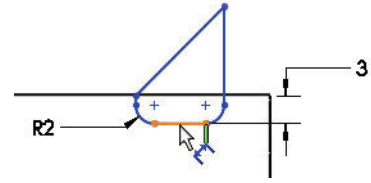
Geben Sie die Bemaßung **3 mm** ein.



Klicken Sie auf die **Kante** und den **Punkt**, die in der Abbildung hervorgehoben sind.

Klicken Sie rechts auf eine **Position**.

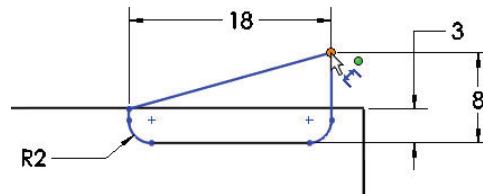
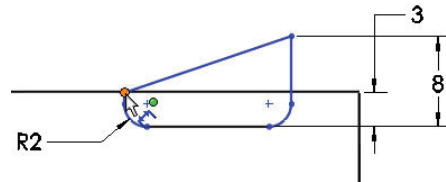
Geben Sie die Bemaßung **8** mm ein.



Klicken Sie auf die **beiden Punkte**, die in der Abbildung hervorgehoben sind.

Klicken Sie auf eine **Position** über dem Modell.

Geben Sie die Bemaßung **18** mm ein.



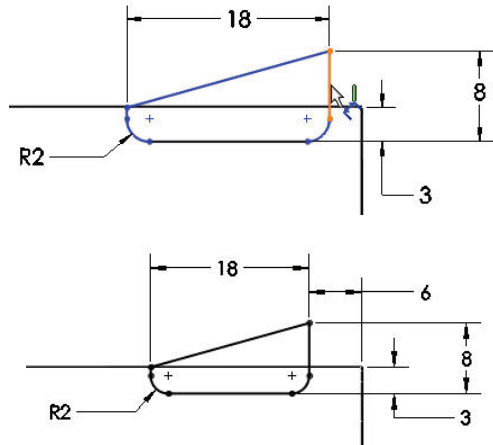
Klicken Sie auf die **beiden Kanten**, die in der Abbildung hervorgehoben sind.

Geben Sie die Bemaßung **6 mm** ein.

Klicken Sie darüber und rechts auf eine **Position**.

Sketch9 (Skizze9) ist voll definiert und wird in Schwarz angezeigt.

Anmerkung: Klicken Sie bei Bedarf im Dialogfeld **Modifizieren** auf das Symbol **Bemaßungsinhalt umkehren**.



Klicken Sie im PropertyManager

Bemaßung auf **OK** .



5 Linear ausgetragenen Aufsatz erstellen.

Klicken Sie im BefehlsManager auf die Registerkarte **Features**. Die Features-Symbolleiste wird eingeblendet.

Klicken Sie auf das Werkzeug **Linear ausgetragener Aufsatz** .

Der PropertyManager Linear austragen wird eingeblendet.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .

Wählen Sie im Dropdown-Menü für die **Endbedingung** die Option **Mittig** aus.

Geben Sie **50 mm** für die **Tiefe** ein.

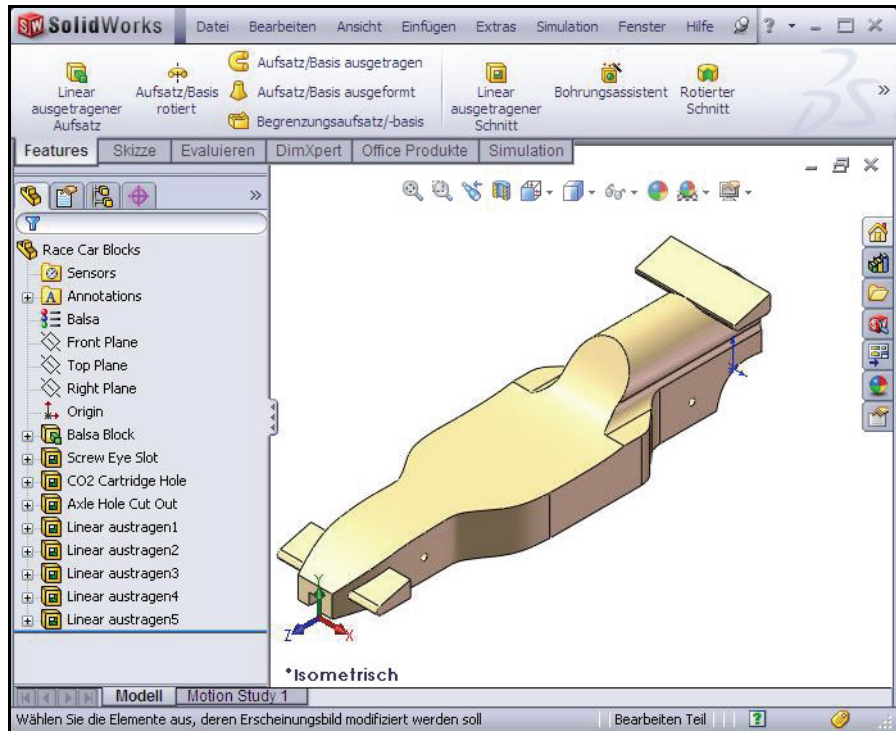
Klicken Sie im PropertyManager **Linear austragen** auf **OK** . Extrude5 (Linear austragen5) wird eingeblendet.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf

Schattiert mit Kanten .

Klicken Sie auf eine Stelle **im** Grafikbereich. Zeigen Sie die Ergebnisse an.





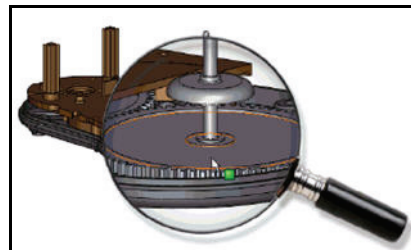
6 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .

Anmerkung: Drücken Sie die Taste **s**, um die vorherigen Befehle im Grafikbereich anzuzeigen.



Anmerkung: Drücken Sie die **g**-Taste, um das Vergrößerungsglas zu aktivieren. Mit dem Vergrößerungsglas können Sie ein Modell untersuchen und Elemente auswählen, ohne die Gesamtansicht des Modells zu ändern.



Einfügen von Verrundungen

1 Verrundungs-Feature einfügen.

Mit Verrundungen wird eine abgerundete interne oder externe Fläche am Teil erstellt. Sie können alle Kanten einer Fläche, ausgewählte Flächensätze, ausgewählte Kanten oder Kantenzüge verrunden.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Verdeckte Kanten ausgeblendet** .

Klicken Sie auf der Features-Symbolleiste auf das Werkzeug **Verrundung** . Der PropertyManager **Verrundung** wird eingeblendet.

Klicken Sie im PropertyManager **Verrundung** auf die Registerkarte **Manuell**. Wählen Sie den Verrundungstyp **Konstanter Radius** aus.

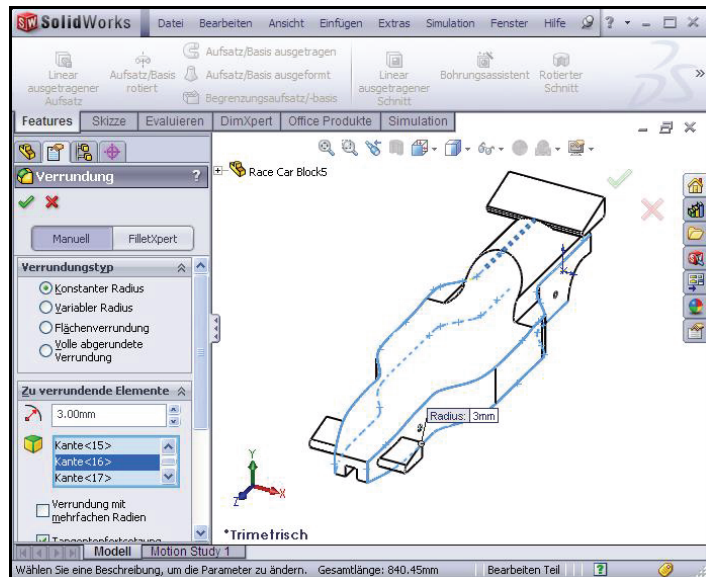
Geben Sie **3 mm** für den **Radius** ein.

Klicken Sie auf die **8 Kanten** an der oberen rechten Seite des Autos. Die ausgewählten Kanten werden im Feld **Zu verrundende Elemente** angezeigt.

Drehen Sie das Auto mit der mittleren Maustaste, um die linke Seite des Fahrzeugs anzuzeigen.

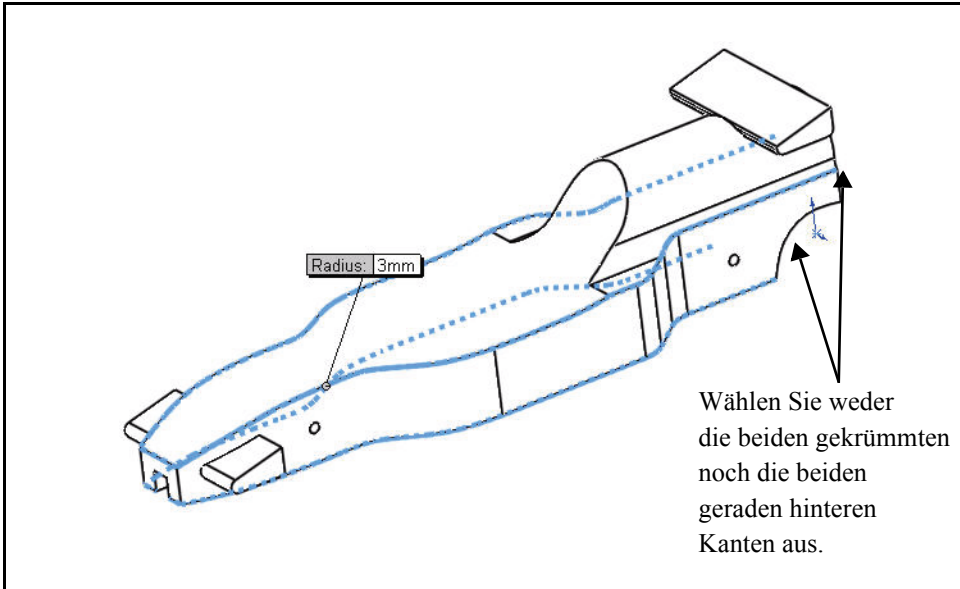
Klicken Sie auf die **8 Kanten** an der oberen linken Seite des Autos.

Klicken Sie auf die **obere Vorderkante** des Autos. Die ausgewählten Kanten werden im Feld **Zu verrundende Elemente** angezeigt.



Drehen Sie das Auto mit der mittleren Maustaste, um die Unterseite anzuzeigen.

Klicken Sie auf die **unteren Kanten** des Autos. Wählen Sie weder die beiden gekrümmten noch die beiden geraden hinteren Kanten aus (siehe Abbildung). Die ausgewählten Kanten werden im Feld **Zu verrundende Elemente** angezeigt.



Klicken Sie im PropertyManager **Verrundung** auf **OK** . Zeigen Sie das Feature **Fillet1** (Verrundung 1) im FeatureManager an.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .

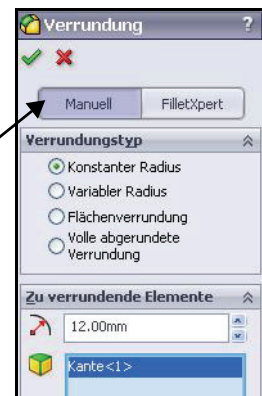
2. Zweites Verrundungs-Feature einfügen.

Cockpit-Bereich verrunden.

Klicken Sie auf der Features-Symbolleiste auf das Werkzeug **Verrundung** . Der PropertyManager **Verrundung** wird eingeblendet.

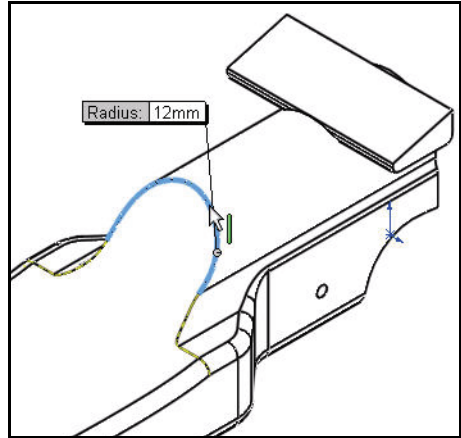
Klicken Sie im PropertyManager **Verrundung** auf die Registerkarte **Manuell**. **Konstanter Radius** ist standardmäßig ausgewählt.

Geben Sie **12 mm** für den **Radius** ein.



Klicken Sie auf die in der Abbildung hervorgehobene **hintere Kante**. Kante1 wird im Feld **Zu verrundende Elemente** angezeigt.

Klicken Sie im PropertyManager **Verrundung** auf **OK** . Zeigen Sie das Feature Fillet2 (Verrundung 2) im FeatureManager an.



3 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .

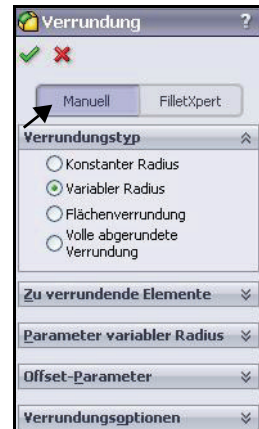
4 Verrundung mit variablem Radius erstellen.

Drehen Sie das Modell mit der mittleren Maustaste, um die hinteren gekrümmten Kanten des Fahrzeugs anzuzeigen.

Klicken Sie auf der Features-Symbolleiste auf das Werkzeug **Verrundung** . Der PropertyManager **Verrundung** wird eingeblendet.

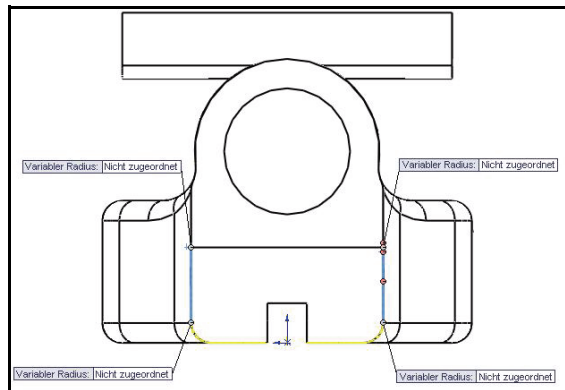
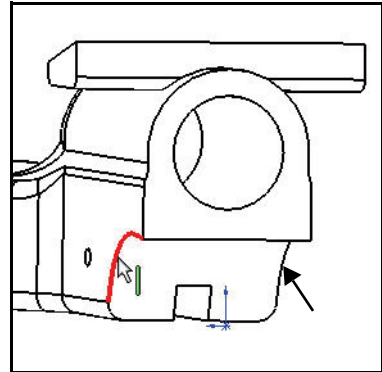
Klicken Sie im PropertyManager **Verrundung** auf die Registerkarte **Manuell**. **Konstanter Radius** ist standardmäßig ausgewählt.

Wählen Sie unter **Verrundungstyp** die Option **Variabler Radius** aus.



Klicken Sie auf die
**beiden gekrümmten
Kanten**.

Klicken Sie und ziehen
Sie die Felder **Variable
Radius** vom Modell
weg.



Klicken Sie **in** das linke
obere Feld Nicht
zugeordnet.

Geben Sie **15** mm ein.

Klicken Sie **in** das rechte
obere Feld Nicht
zugeordnet.

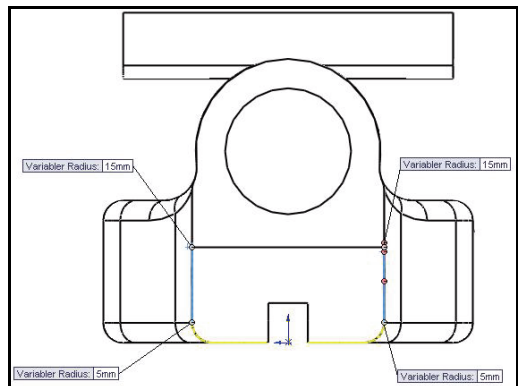
Geben Sie **15** mm ein.

Klicken Sie **in** das linke
untere Feld Nicht
zugeordnet.

Geben Sie **5** mm ein.

Klicken Sie **in** das rechte untere Feld Nicht zugeordnet.

Geben Sie **5** mm ein.



Klicken Sie im PropertyManager **Verrundung** auf

OK . Zeigen Sie das Feature VarFillet1 (Variabler Verrundungsradius 1) im FeatureManager an.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf

Isometrisch .

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf

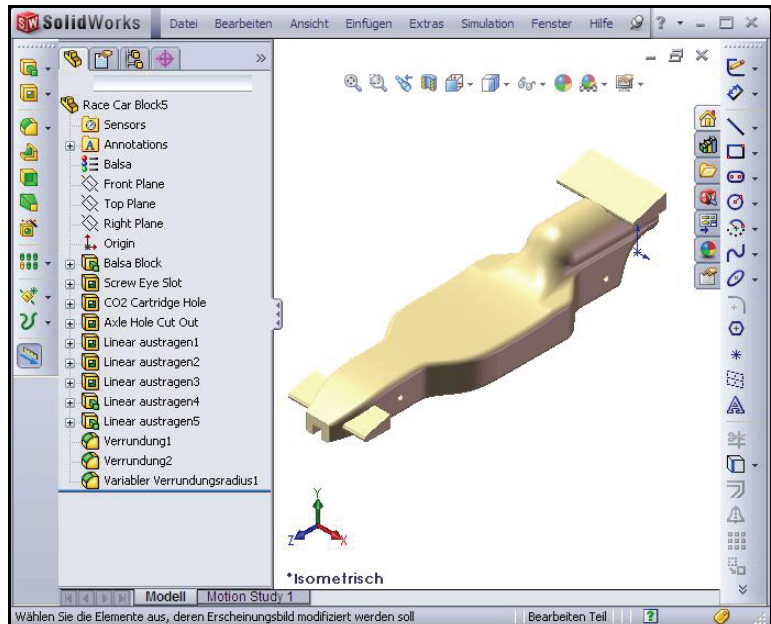
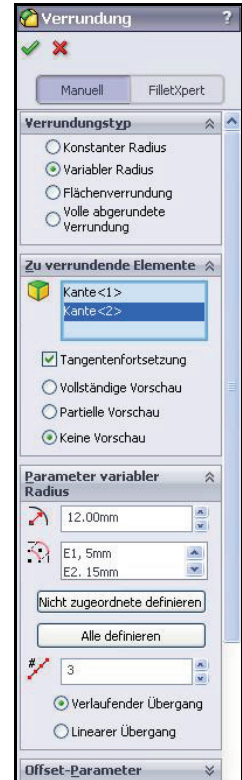
Schattiert .

5 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf

Speichern .

Zeigen Sie das Modell an.



Erstellung einer Baugruppe

Erstellen Sie eine Baugruppe mit dem Teil Race Car Block (Rennwagenblock). Fügen Sie die Räder und Achsen ein.



1 Baugruppe erstellen.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Baugruppe aus Teil/Baugruppe erstellen** .

Klicken Sie auf **OK**, um die Standard-Baugruppenvorlage zu übernehmen. Der PropertyManager **Baugruppe beginnen** wird eingeblendet.

Im Feld **Geöffnete Dokumente** wird die Teildatei Race Car Block (Rennwagenblock) angezeigt.



2 Komponente platzieren.

Klicken Sie im PropertyManager **Baugruppe beginnen** auf **OK** . Der (f) Race Car Block (Rennwagenblock) wird im FeatureManager der Baugruppe als „fixiert“ angezeigt.

3 Ebenen deaktivieren.

Klicken Sie bei Bedarf in der Menüleiste auf **Ansicht**, und deaktivieren Sie **Ebenen**.

Anmerkung: Die erste der Baugruppe hinzugefügte Komponente ist standardmäßig fixiert. Eine fixierte Komponente kann nicht verschoben werden, es sei denn, Sie heben die Fixierung auf.

4 Isometrische Ansicht mit „Verdeckte Kanten ausgeblendet“ festlegen.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Verdeckte Kanten ausgeblendet** .



5 Baugruppe speichern.

Klicken Sie in der Menüleiste auf **Speichern** .

Speichern Sie die Baugruppe im heruntergeladenen Ordner unter dem Namen Race Car (Rennwagen).



Anmerkung: Klicken Sie bei Bedarf auf **Ansicht**, und deaktivieren Sie **Alle Beschriftungen**.

6 Achsen einfügen.

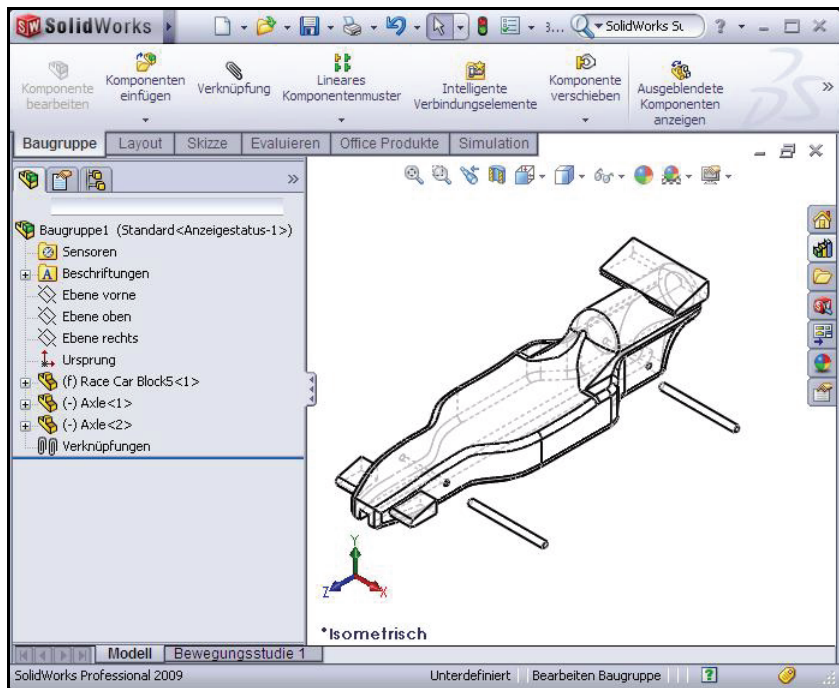
Klicken Sie in der Konstruktionsbibliothek auf das Teil **Axle** (Achse), und ziehen Sie es aus der Konstruktionsbibliothek.

Klicken Sie auf eine **Position** in der Nähe des rückwärtigen Fahrzeugbereichs. Der PropertyManager **Komponenten einfügen** wird eingeblendet. Eine zweite Achse wird am Mauszeiger angezeigt.

Ziehen Sie die **zweite Achse** zum vorderen Fahrzeugbereich. Klicken Sie auf eine **Position**.

Klicken Sie im PropertyManager **Komponenten einfügen** auf **Abbrechen** . Zeigen Sie den FeatureManager an.

Axle <1> und Axle <2> werden angezeigt.



7 Erstes Rad einfügen.

Klicken Sie in der Konstruktionsbibliothek auf das Teil **Wheel** (Rad), und ziehen Sie es aus der Konstruktionsbibliothek.

Klicken Sie auf eine **Position** in der Nähe des rechten rückwärtigen Fahrzeugbereichs. Der PropertyManager **Komponenten einfügen** wird eingeblendet. Ein zweites Rad wird am Mauszeiger angezeigt.

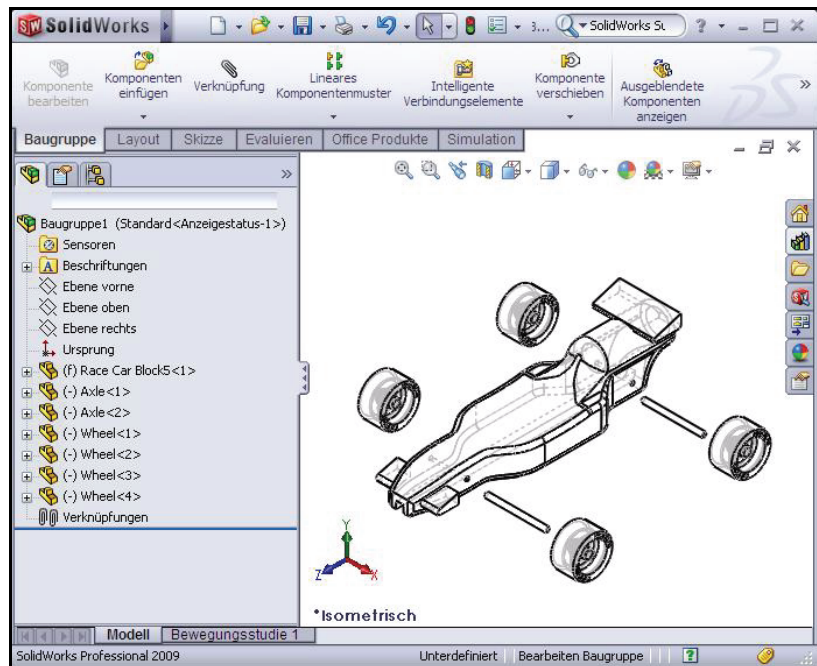
8 Restliche drei Räder einfügen.

Fügen Sie das **zweite Rad** in der Nähe des rechten vorderen Fahrzeugbereichs ein; Wheel<2> (Rad 2).

Fügen Sie das **dritte Rad** in der Nähe des linken rückwärtigen Fahrzeugbereichs ein; Wheel<3> (Rad 3).

Fügen Sie das **vierte Rad** in der Nähe des linken vorderen Fahrzeugbereichs ein; Wheel<4> (Rad 4).

Klicken Sie im PropertyManager **Komponenten einfügen** auf **Abbrechen** . Zeigen Sie den aktualisierten FeatureManager an.

**9 Ursprünge deaktivieren.**

Klicken Sie in der Menüleiste auf **Ansicht**, und deaktivieren Sie **Ursprünge**.

10 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Menüleisten-Symbolleiste auf **Speichern** .

Klicken Sie auf **Ja**, um das Modell neu aufzubauen.

11 Werkzeug „Komponente drehen“ anwenden.

Drehen Sie die beiden Räder auf der linken Seite des Modells.

Klicken Sie im BefehlsManager auf die Registerkarte **Baugruppe**.

Klicken Sie im FeatureManager auf Wheel<3> (Rad<3>). Das ist das linke Hinterrad.

Klicken Sie auf der Baugruppen-Symbolleiste auf das Werkzeug **Komponente drehen** . Der PropertyManager **Komponente drehen** wird eingeblendet.

Drehen Sie Wheel<3>, wie in der Abbildung dargestellt.

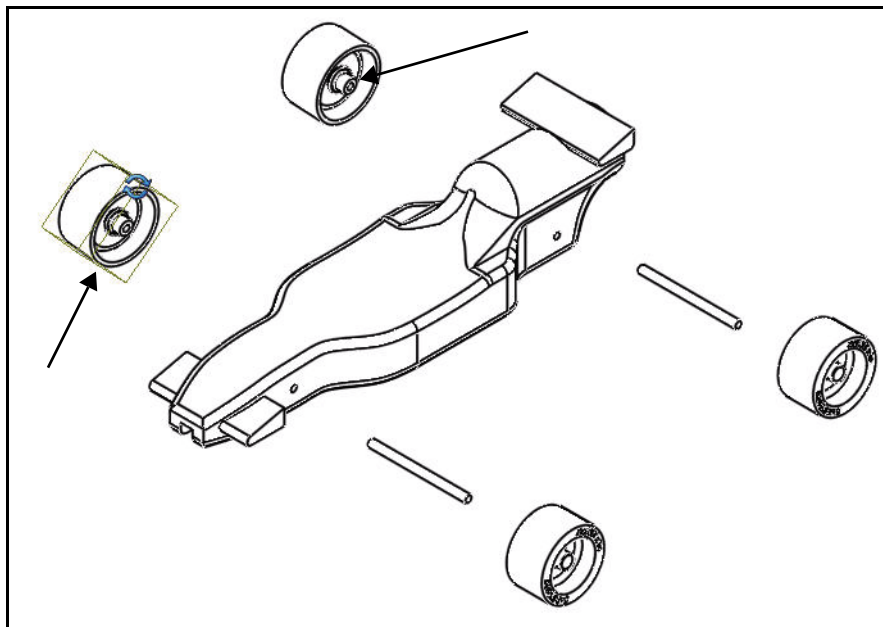
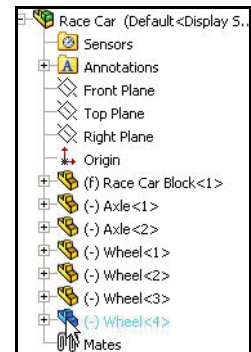
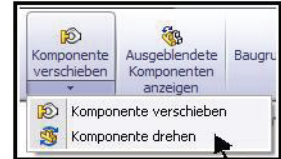
Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager auf Wheel<4> (Rad<4>). Das ist das linke Vorderrad.

Drehen Sie Wheel<4>, wie in der Abbildung dargestellt.

Klicken Sie im PropertyManager **Komponente drehen** auf **OK** .

12 Modell neu aufbauen.

Klicken Sie auf der Menüleiste auf **Modellneuaufbau** .



Einfügen von Verknüpfungen

Eine Baugruppe ist ein Dokument, in dem mindestens zwei Teile und andere Baugruppen (Unterbaugruppen) miteinander verknüpft sind. In einer Baugruppe werden sowohl Teile als auch Unterbaugruppen als Komponenten bezeichnet. Mit Hilfe von Verknüpfungen werden Beziehungen zwischen Komponenten erstellt. Flächen stellen die am häufigsten verwendete Geometrie bei Verknüpfungen dar. In diesem Fall werden die vorhandenen Unterbaugruppen verknüpft, um basierend auf dem von Ihnen erstellten Autoteil eine Baugruppe zu erstellen.

Es gibt drei Typen von Verknüpfungen:

Standardverknüpfungen, Erweiterte Verknüpfungen und Mechanische Verknüpfungen.

Standardverknüpfungen

- Deckungsgleich
- Parallel
- Senkrecht
- Tangential
- Konzentrisch
- Sperren
- Abstand
- Winkel

Erweiterte Verknüpfungen

- Symmetrisch
- Breite
- Bahnverknüpfung
- Linear/Linearkupplung
- Abstand/Winkel

Sie können zur Erstellung einer Verknüpfung viele unterschiedliche Geometrietypen auswählen:

- Flächen
- Ebenen
- Kanten
- Eckpunkte
- Skizzenlinien und Punkte
- Achsen und Ursprünge

Anmerkung: In diesem Abschnitt positionieren Sie das Modell so, dass das richtige Skizzenelement angezeigt wird. Verwenden Sie dazu das Werkzeug

Ausschnitt vergrößern  auf der Voransichts-Symbolleiste, die mittlere Maustaste und die Tasten **F** und **Z**.



1 Achsen mit der Karosserie verknüpfen.

Erstellen Sie eine deckungsgleiche Verknüpfung zwischen der Hinterachse und der Karosserie.

Klicken Sie auf der **Baugruppen-**Symbolleiste auf das Werkzeug

Verknüpfen . Der PropertyManager **Verknüpfen** wird eingeblendet.

Tipp: Vergrößern/verkleinern bzw. drehen Sie die Ansicht, um die zu verknüpfenden Flächen oder Kanten leichter auswählen zu können.

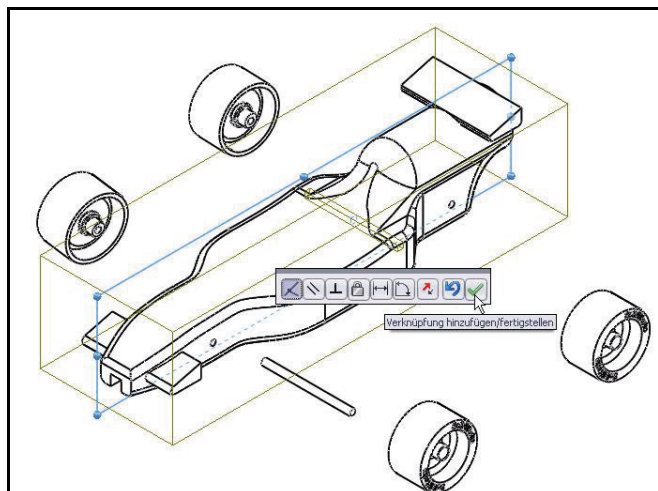
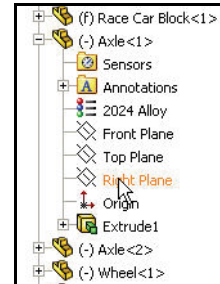
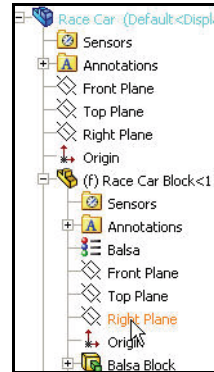
Klappen Sie den aufschwingenden FeatureManager **Race Car** (Rennwagen) im Grafikbereich auf.

Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager auf Race Car Block/Right Plane (Rennwagenblock/Ebene rechts).

Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager auf Race Car Axle<1>/Right Plane (Rennwagenachse 2/Ebene rechts). Standardmäßig ist der Verknüpfungstyp **Deckungsgleich** ausgewählt.

Die ausgewählten Ebenen werden im Feld **Verknüpfungsauswahl** angezeigt.

Klicken Sie auf **Verknüpfung hinzufügen/fertig stellen** , um die Verknüpfung zu übernehmen.



2 Konzentrische Verknüpfung hinzufügen.

Erstellen Sie eine konzentrische Verknüpfung zwischen der Hinterachse und der Karosserie.

Ziehen Sie **Axle<1>**, wie in der Abbildung dargestellt.

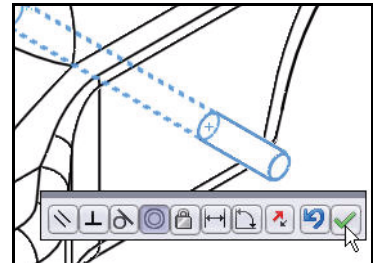
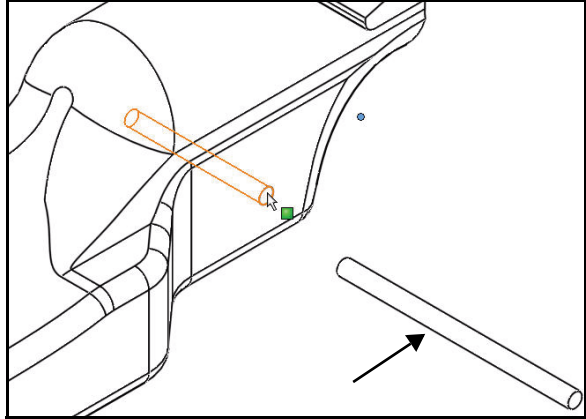
Klicken Sie auf die **innere zylindrische Fläche** der hinteren Bohrung.

Klicken Sie auf die **zylindrische Außenfläche** von **Axle<1>**.

Standardmäßig ist der Verknüpfungstyp **Konzentrisch** ausgewählt.

Klicken Sie auf **Verknüpfung hinzufügen/fertig stellen** , um die Verknüpfung zu übernehmen.

Anmerkung: In diesem Abschnitt positionieren Sie das Modell so, dass das richtige Skizzenelement angezeigt wird. Verwenden Sie dazu das Werkzeug **Ausschnitt vergrößern** , die mittlere Maustaste und die Tasten **F** und **Z**.



3 Deckungsgleiche Verknüpfung hinzufügen.

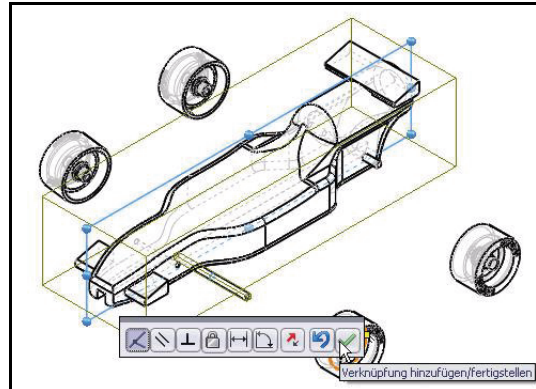
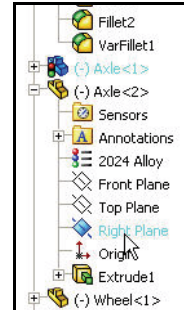
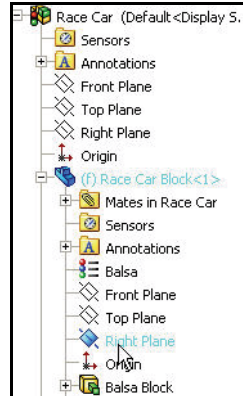
Erstellen Sie eine deckungsgleiche Verknüpfung zwischen der Vorderachse und der Karosserie.

Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager auf Race Car Block/Right Plane (Rennwagenblock/Ebene rechts).

Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager auf Race Car Axle<2>/Right Plane (Rennwagenachse 2/Ebene rechts).

Standardmäßig ist der Verknüpfungstyp **Deckungsgleich** ausgewählt.

Klicken Sie auf **Verknüpfung hinzufügen/fertig stellen** , um die Verknüpfung zu übernehmen.



4 Konzentrische Verknüpfung hinzufügen.

Erstellen Sie eine konzentrische Verknüpfung zwischen der Vorderachse und der Karosserie.

Ziehen Sie Axle<2>, wie in der Abbildung dargestellt.

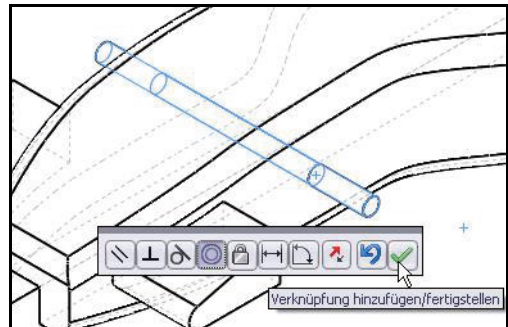
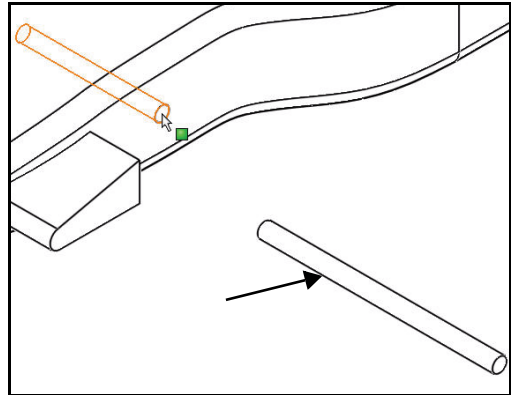
Klicken Sie auf die **innere zylindrische Fläche** der vorderen Bohrung.

Klicken Sie auf die **zylindrische Außenfläche** von Axle<2>.

Standardmäßig ist der Verknüpfungstyp **Konzentrisch** ausgewählt.

Klicken Sie auf **Verknüpfung hinzufügen/fertig stellen** , um die Verknüpfung zu übernehmen.

Im nächsten Abschnitt verknüpfen Sie die Räder mit den Achsen.



1 Räder mit den Achsen verknüpfen.

Erstellen Sie eine konzentrische Verknüpfung zwischen der Vorderachse und dem rechten Vorderrad.

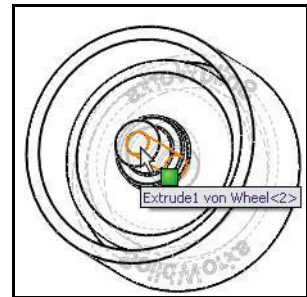
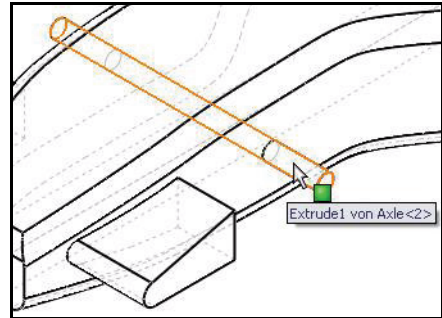
Klicken Sie auf die **zylindrische Außenfläche** von Axle<2>.

Klicken Sie auf die **zylindrische Innenfläche** des rechten Vorderrades Wheel<2>.

Standardmäßig ist der Verknüpfungstyp **Konzentrisch** ausgewählt.

Klicken Sie auf **Verknüpfung hinzufügen/fertig stellen** , um die Verknüpfung zu übernehmen.

Anmerkung: Positionieren Sie das Modell so, dass das richtige Skizzenelement angezeigt wird.



2 Abstandsverknüpfung erstellen.

Erstellen Sie eine Abstandsverknüpfung zwischen der äußeren Endfläche der rechten Vorderachse Axle<2> und der Außenfläche des rechten Vorderrades Wheel<2>.

Klicken Sie auf die **äußere Endfläche** der rechten Vorderachse Axle<2>.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symboleiste auf **Schattiert** .

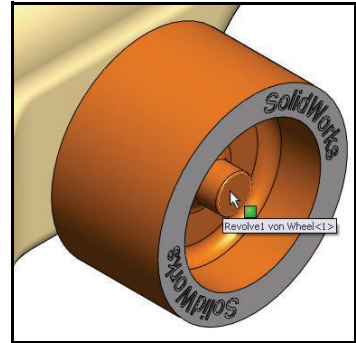
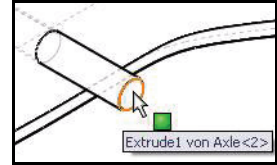
Klicken Sie auf die **Außenfläche** des rechten Vorderrades Wheel<2>, wie in der Abbildung dargestellt.

Klicken Sie auf das Werkzeug

Abstandsverknüpfung .

Geben Sie **7 mm** ein.

Klicken Sie auf **Verknüpfung hinzufügen/fertig stellen** , um die Verknüpfung zu übernehmen.

**3 Die drei restlichen Räder mit der Vorder- bzw. Hinterachse verknüpfen.**

Erstellen Sie mit den **gleichen Verfahren wie oben** konzentrische Verknüpfungen zwischen den Achsen und den Rädern.

Erstellen Sie Abstandsverknüpfungen zwischen der äußeren Endfläche der Achsen und der Außenfläche der Räder.

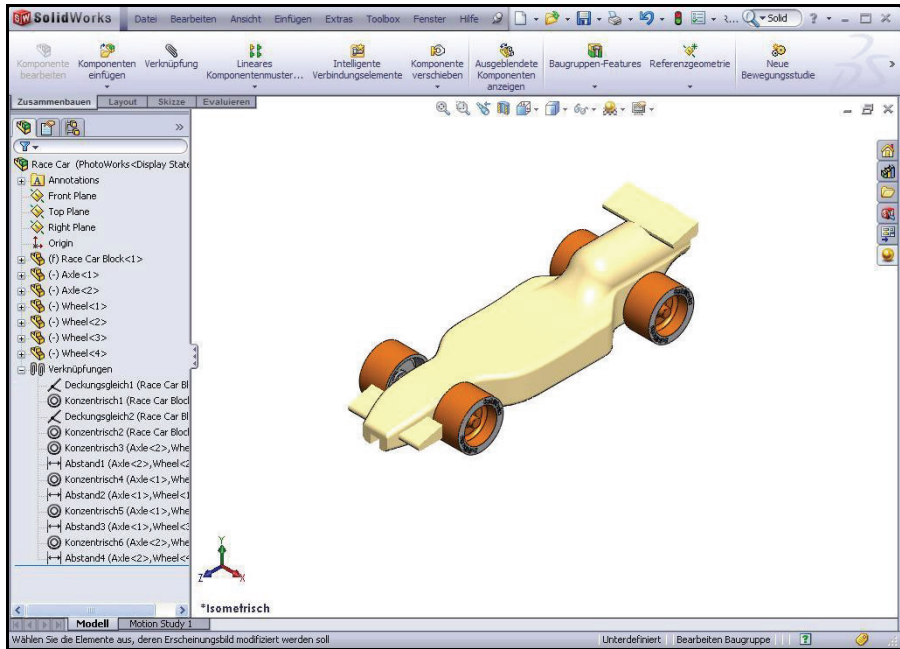
Klicken Sie im PropertyManager **Verknüpfen** auf **OK** .

4 Erstellte Verknüpfungen anzeigen.

Klappen Sie den Ordner Verknüpfungen im FeatureManager auf.

Erstellte Verknüpfungen anzeigen.





5 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .

Berechnen des Gewichts des Rennwagens

Wenn Sie das Auto fertig gestellt haben und ins Rennen schicken möchten, darf es nicht weniger als 55 Gramm wiegen. Dieses Mindestgewicht schließt die CO₂-Patrone nicht ein. Überprüfen Sie das Gewicht des Modells. Wenden Sie dazu das Werkzeug **Masseneigenschaften** an.

- 1 Klicken Sie im BefehlsManager auf die Registerkarte **Evaluieren**. Klicken Sie auf der Evaluieren-Symbolleiste auf **Masseneigenschaften** . Das Dialogfeld **Masseneigenschaften** wird eingeblendet.

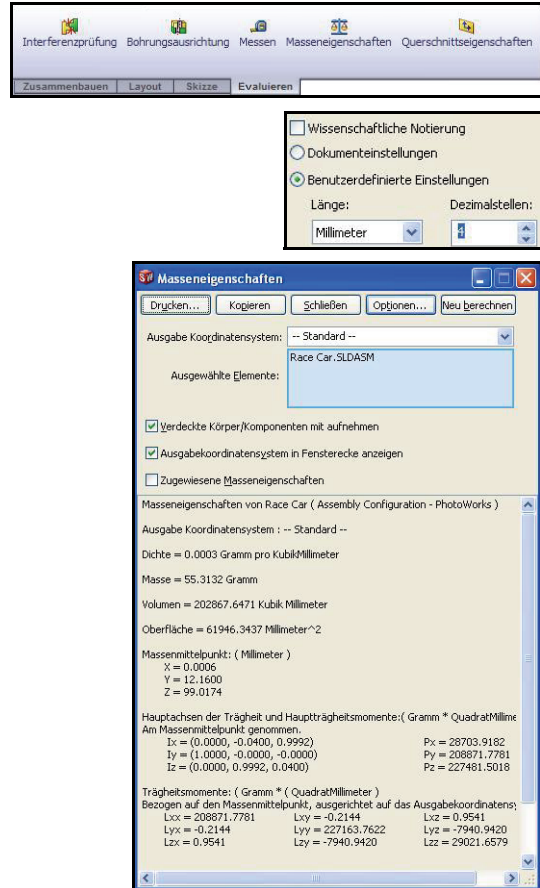
Klicken Sie auf die Schaltfläche **Optionen**.

Aktivieren Sie die Option **Benutzerdefinierte Einstellungen**.

Geben Sie **4** für **Dezimalstellen** ein.

Klicken Sie auf **OK**.

Die Masse beträgt 54,9839 Gramm.



Anmerkung: Die Masse kann unterschiedlich sein, wenn Sie nicht alle oder zuviele Kanten verrundet haben.

Es kommen später noch Führungsösen, Farbe und Abziehbilder hinzu, und das Modell wird geschliffen. Verwenden Sie diese Masse daher als Überschlagswert, und wiegen Sie vor dem Rennen auf jeden Fall das fertige Auto. Am Ende dieser Lektion finden Sie eine Liste mit wichtigen, im Regelwerk enthaltenen Abmessungsanforderungen.

Anmerkung: Die Masse des Axle-Teils beträgt bei Verwendung von 2024 Alloy (Legierung 2024) 0,9896 Gramm. Würde man das Axle-Teil auf AISI 304 umstellen, dann wäre die Gesamtmasse des Rennwagens Race Car etwa 3,67 g größer. Dies wird im Analyse-Abschnitt dieses Buches näher untersucht.

Schließen Sie das Dialogfeld **Masseneigenschaften**.

- 2 **Modell speichern.**

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .

Berechnen der Gesamtlänge des Rennwagens

Wenn Sie den Wagen fertig gestellt haben und ins Rennen schicken möchten, darf er eine Gesamtlänge von 210 mm nicht überschreiten, und die Räder müssen einen Außendurchmesser von mindestens 26 mm und höchstens 34 mm aufweisen. Wenden Sie das Werkzeug **Messen** an, um diese Abmessungen der Baugruppe Race Car zu ermitteln.



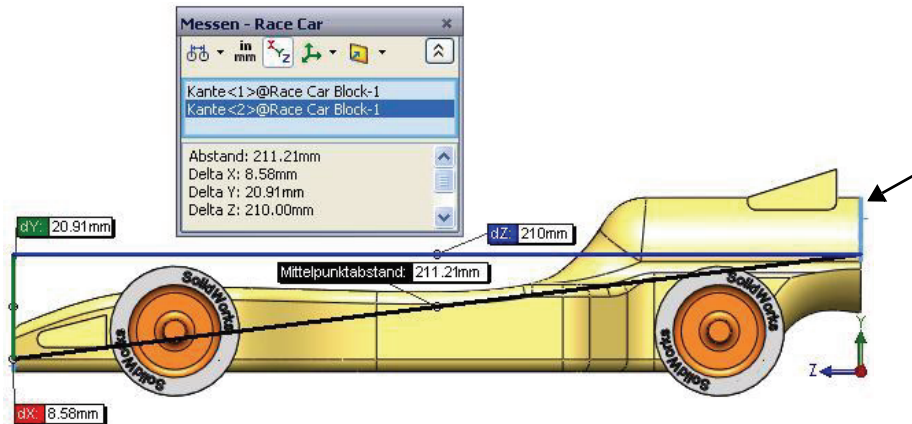
1 Gesamtlänge des Wagens messen.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symboleiste auf die Ansicht **Rechts** .

Klicken Sie auf der Evaluieren-Symboleiste auf das Werkzeug **Messen** . Das Dialogfeld **Messen – Race Car** wird eingeblendet.

Klicken Sie auf die **Vorderkante** des Rennwagens. **Vergrößern** Sie bei Bedarf die Ansicht, um die Kante auszuwählen.

Klicken Sie auf die **hintere Kante** des Rennwagens. Anmerkung: Wählen Sie eine Kante aus, nicht einen Punkt oder eine Fläche. Zeigen Sie die Ergebnisse an.

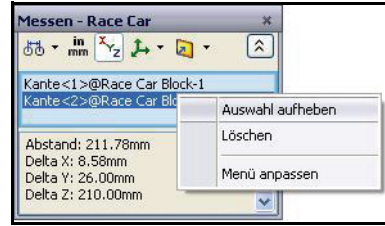


Anmerkung: Der Balsablock hat eine Größe von 223 x 50 x 65 mm. Wenn Sie für die maschinelle Bearbeitung des Fahrzeugs eine Haltevorrichtung verwenden möchten, müssen Sie darauf achten, dass die Konstruktion nicht länger als 210 mm ist. Die meisten Haltevorrichtungen verfügen über eine Nasenplatte, die die Vorderseite des Balsablocks hält. Wenn Ihre Konstruktion zu lang ist, kann der Schaftfräser oder die Haltevorrichtung beschädigt werden.

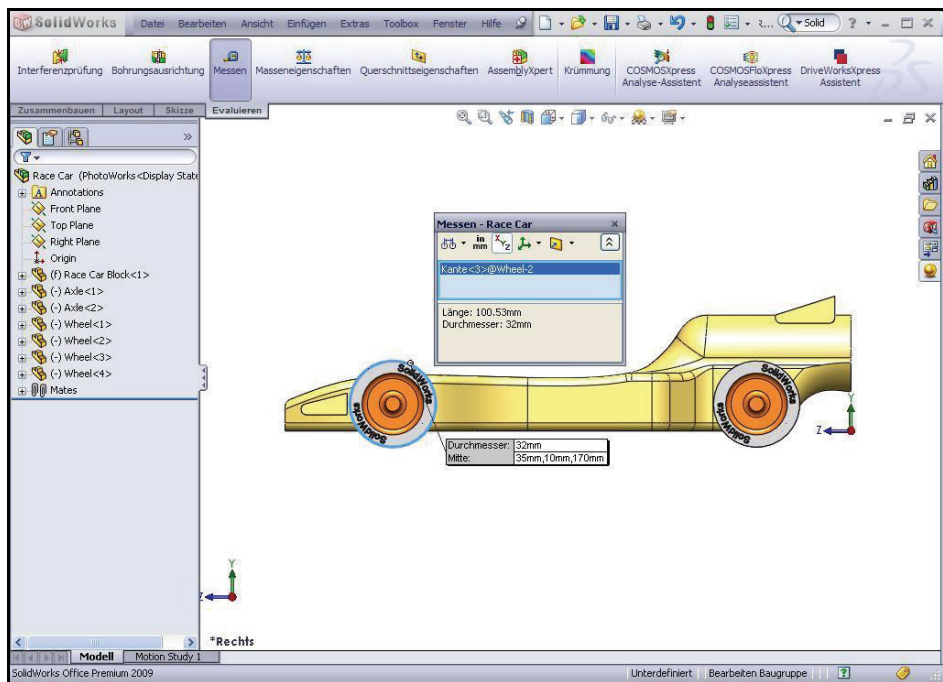
- 2 Raddurchmesser von „Wheel<2>“ messen.
Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Feld **Auswahl**.

Klicken Sie auf **Auswahl aufheben**.

Klicken Sie auf den **Durchmesser** des Vorderrades Wheel<2>. Der Durchmesser von Wheel<2> beträgt 32 mm.



Anmerkung: Wie Sie wissen, muss der Raddurchmesser zwischen 26 mm und 34 mm liegen.



3 Abstand zwischen den Mittelpunkten der beiden Radnaben messen.

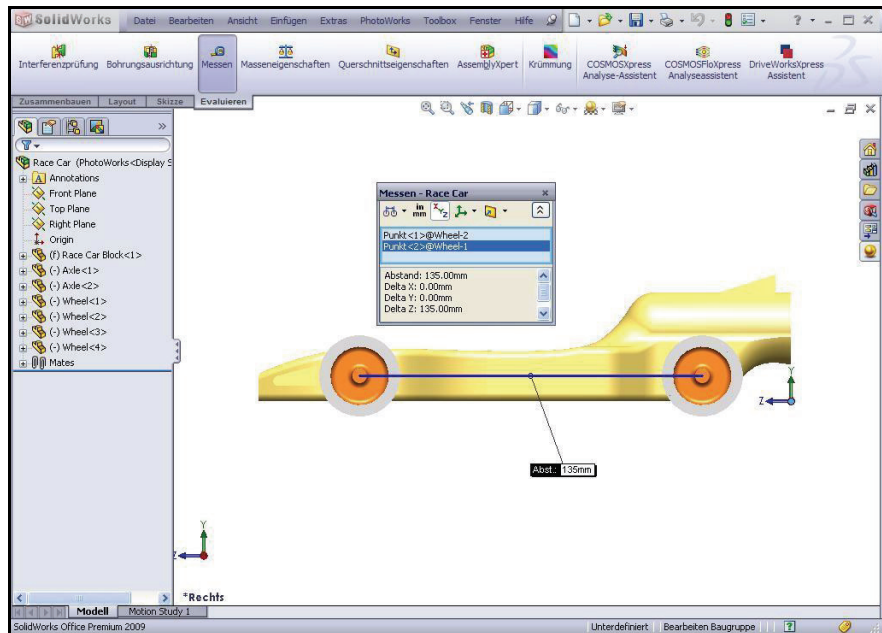
Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Feld **Auswahl**.

Klicken Sie auf **Auswahl aufheben**.

Klicken Sie auf die **Vorderfläche der Radnabe** des Vorderrades Wheel<1>.

Klicken Sie auf die **Vorderfläche der Radnabe** des Hinterrades Wheel<2>. Der Abstand zwischen den Mittelpunkten der beiden Radnaben beträgt 135 mm.

Schließen Sie das Dialogfeld **Messen – Race Car**.



Erstellen einer Explosionsansicht

Für Herstellungszwecke ist es oft nützlich, die Komponenten einer Baugruppe aufzuspalten, um ihre Beziehungen visuell analysieren zu können. Durch das Auflösen der Ansicht einer Baugruppe können Sie die Komponenten getrennt betrachten.

Eine Explosionsansicht besteht aus einer oder mehreren Explosionsstufen. Eine Explosionsansicht wird mit der Baugruppenkonfiguration gespeichert, in der sie erstellt wird. Jede Konfiguration kann über eine Explosionsansicht verfügen.

Der PropertyManager **Explosionsansicht** wird eingeblendet, wenn Sie Explosionsansichten von Baugruppen erstellen oder bearbeiten.

Anmerkung: Während die Baugruppe aufgelöst ist, können ihr keine Verknüpfungen hinzugefügt werden.



1 Konfiguration „Explosionsansicht“ erstellen.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .

Klicken Sie auf die Registerkarte **ConfigurationManager** .

Klicken Sie im ConfigurationManager mit der rechten Maustaste auf **Default** (Standard).

Klicken Sie auf das Werkzeug **Neue Explosionsansicht** . Der PropertyManager **Explosionsansicht** wird eingeblendet.

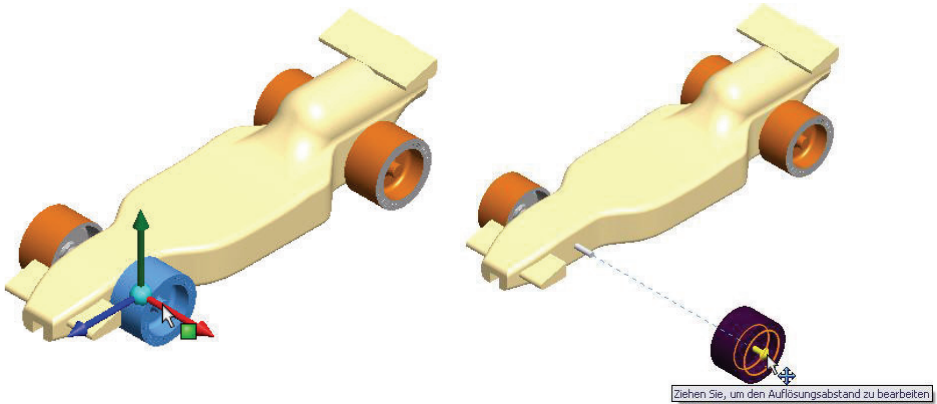
Klicken Sie im Grafikbereich auf das **rechte Vorderrad** (Wheel<2>) des Modells. Eine Triade wird eingeblendet.

Klicken Sie auf den **roten/gelben Pfeil der Triade**, und ziehen Sie ihn nach rechts.

Anmerkung: Ziehen Sie das Rad weit genug nach rechts, um Platz für Axle<2> zu lassen.

Klicken Sie im Feld **Einstellungen** auf die Schaltfläche **Fertig**.



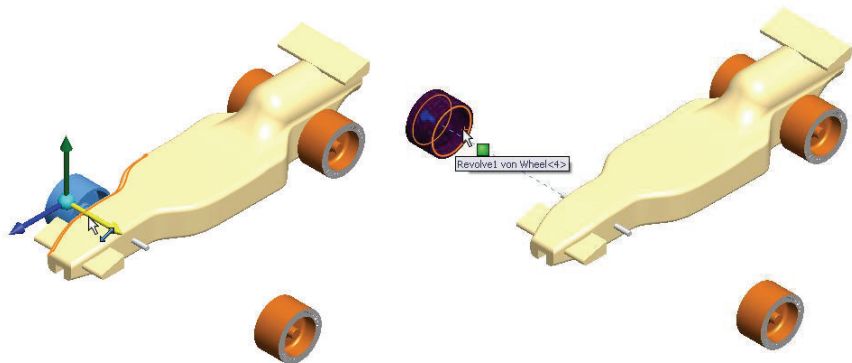


2 Explosionsstufe 2 erstellen.

Klicken Sie auf das **linke Vorderrad** (Wheel<4>) des Modells. Eine Triade wird eingeblendet.

Klicken Sie auf den **roten/gelben Pfeil der Triade**, und ziehen Sie ihn nach links.

Klicken Sie im Feld **Einstellungen** auf die Schaltfläche **Fertig**.



3 Explosionsstufe 3 erstellen.

Klicken Sie auf das **rechte Hinterrad** (Wheel<1>) des Modells. Eine Triade wird eingeblendet.

Klicken Sie auf den **roten/gelben Pfeil der Triade**, und ziehen Sie ihn nach rechts. Ziehen Sie das Rad weit genug nach rechts, um Platz für Axle<1> zu lassen.

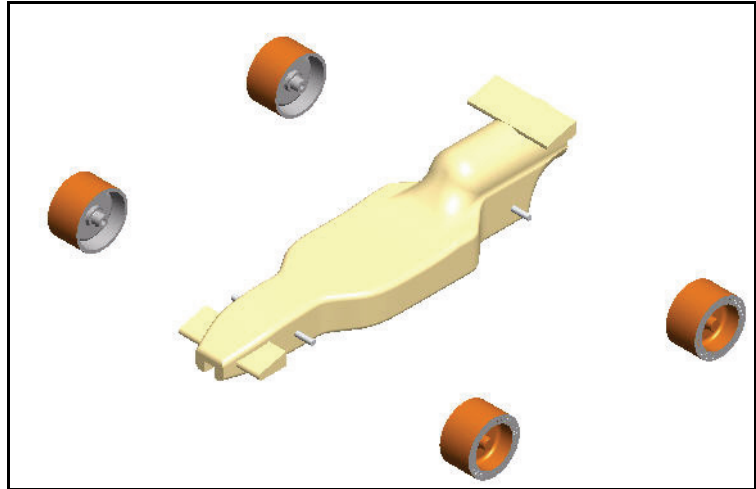
Klicken Sie im Feld **Einstellungen** auf die Schaltfläche **Fertig**.

4 Explosionsstufe 4 erstellen.

Klicken Sie auf das **linke Hinterrad** (Wheel<3>) des Modells. Eine Triade wird eingeblendet.

Klicken Sie auf den **roten/gelben Pfeil der Triade**, und ziehen Sie ihn nach links.

Klicken Sie im Feld **Einstellungen** auf die Schaltfläche **Fertig**. Zeigen Sie die Ergebnisse an.

**5 Explosionsstufe 5 erstellen.**

Klicken Sie auf die **Vorderachse** (Axle<2>) des Modells. Eine Triade wird eingeblendet.

Klicken Sie auf den **roten/gelben Pfeil der Triade**, und ziehen Sie ihn nach rechts.

Klicken Sie im Feld **Einstellungen** auf die Schaltfläche **Fertig**.

6 Explosionsstufe 6 erstellen.

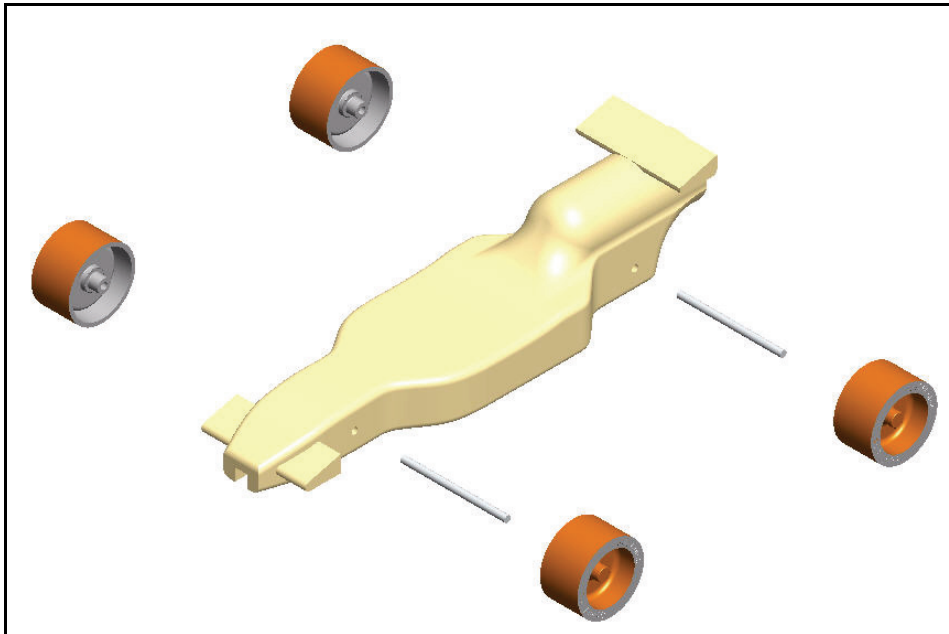
Klicken Sie auf die **rechte Hinterachse** (Axle<1>) des Modells. Eine Triade wird eingeblendet.

Klicken Sie auf den **roten/gelben Pfeil der Triade**, und ziehen Sie ihn nach rechts.

Klicken Sie im Feld **Einstellungen** auf die Schaltfläche **Fertig**. Zeigen Sie das Modell an.

Klappen Sie die einzelnen **Explosionsstufen** im Feld **Explosionsstufen** auf. Zeigen Sie die Ergebnisse an.





7 Zum ConfigurationManager zurückkehren.

Klicken Sie im PropertyManager

Explosionsansicht auf **OK** .

8 Bewegungssimulation der Baugruppe erstellen.

Klappen Sie die Konfiguration **Default** (Standard) auf. **Explosionsansicht1** wird eingeblendet.

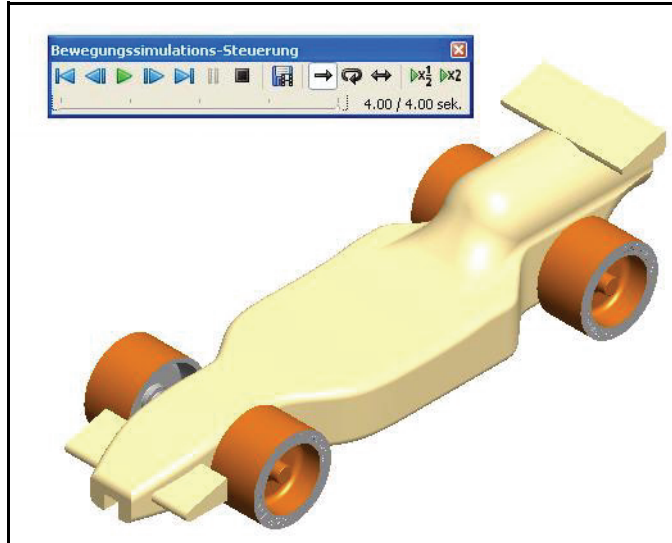
Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Explosionsansicht1**.

Klicken Sie auf **Explosionsansicht der Bewegungssimulation aufheben**. Zeigen Sie die Ergebnisse an.



Klicken Sie im Dialogfeld **Bewegungssimulations-Steuerung** auf die Schaltfläche **Ausführen**. Zeigen Sie eine Bewegungssimulation des Rennwagens (Race Car) an.

Schließen Sie das Dialogfeld **Bewegungssimulations-Steuerung**.



9 Zum FeatureManager zurückkehren.

Klicken Sie auf die Registerkarte

FeatureManager .

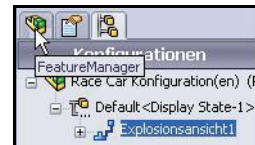
10 Modell speichern.

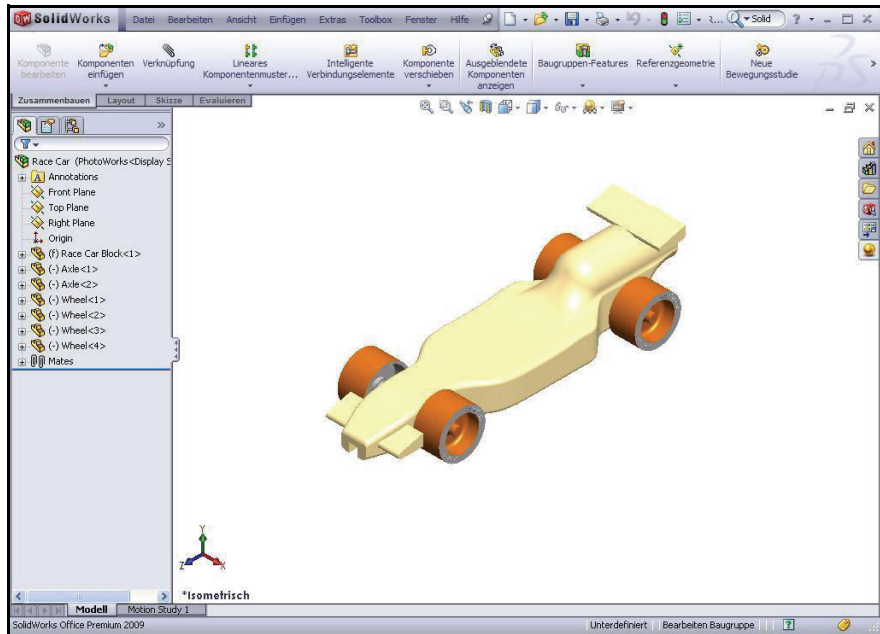
Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .

Klicken Sie auf der Menüleiste auf **Speichern** .

Die Baugruppe ist nun fertig gestellt.

Im nächsten Abschnitt öffnen Sie einzelne Teile der Baugruppe und wenden das Werkzeug **Messen** an.





1 Baugruppen-Teil „Race Car Block“ (Rennwagenblock) öffnen.

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf (f) Race Car Block<1>.

Klicken Sie auf der Kontext-Symbolleiste auf **Teil öffnen** . Der FeatureManager für Race Car Block wird eingeblendet.



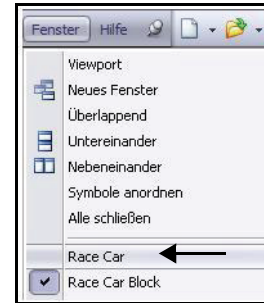
2 Zur Baugruppe „Race Car“ zurückkehren.

Klicken Sie in der Menüleiste auf **Fenster, Race Car**. Die Baugruppe Race Car wird angezeigt.

3 Baugruppen-Teil „Axle“ (Achse) öffnen.

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf **Axle<1>**.

Klicken Sie auf der Kontext-Symbolleiste auf **Teil öffnen** . Der FeatureManager für Axle wird angezeigt.

**4 Werkzeug „Messen“ auf die Achse anwenden.**
Messen Sie die Gesamtlänge.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die Ansicht **Vorderseite** .

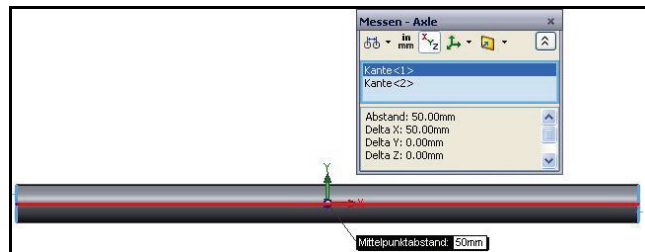
Drücken Sie die Taste **F**, um das Modell an die Größe des Grafikbereichs anzupassen.



Klicken Sie auf der Evaluieren-Symbolleiste auf das Werkzeug **Messen** .

Das Dialogfeld **Messen – Axle** wird eingeblendet.

Klicken Sie auf die **linke Kante** von **Axle<1>**.



Vergrößern Sie bei Bedarf die Ansicht, um die Kante auszuwählen.

Klicken Sie auf die **rechte Kante** von **Axle<1>**.

Zeigen Sie die Ergebnisse an.

5 Durchmesser der Achse bestimmen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Feld **Auswahl**, wie in der Abbildung dargestellt.

Klicken Sie auf **Auswahl aufheben**.

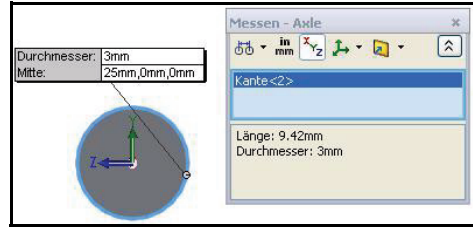
Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die Ansicht **Rechts** .



Klicken Sie auf die **Umfangslinie** von Axle<1>. Der Durchmesser beträgt 3 mm.

Schließen Sie das Dialogfeld **Messen – Axle**.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .



- 6 Zur Rennwagen-Baugruppe „Race Car“ zurückkehren.**
Klicken Sie in der Menüleiste auf **Fenster, Race Car**.

Die Baugruppe Race Car wird angezeigt.



- 1 Diverse Bühnen- und Ansichtseinstellungen kennen lernen.**

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf den Dropdown-Pfeil des Werkzeugs **Bühne übernehmen** .

Sehen Sie sich die Optionen an.

Klicken Sie auf **Hintergrund - Studioraum**.

Zeigen Sie die Ergebnisse im Grafikbereich an.

Klicken Sie auf **Einfaches Weiß**.

Zeigen Sie die Ergebnisse im Grafikbereich an.

Klicken Sie auf **Warme Küche**.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf den Dropdown-Pfeil des Werkzeugs

Ansichtseinstellungen .

Klicken Sie auf das Symbol **Schatten im Modus Schattiert** .

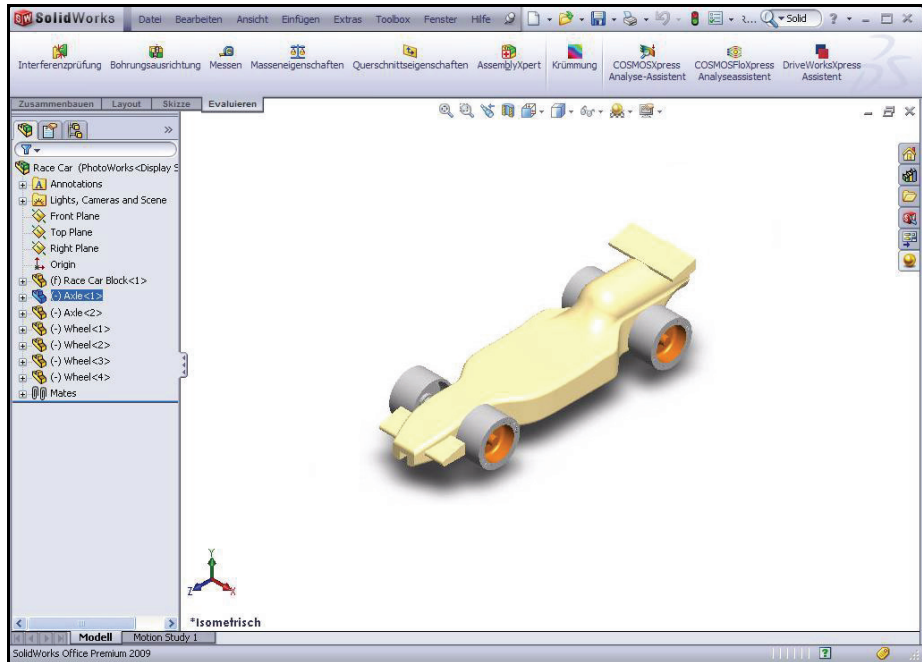
Drehen Sie das Modell mit der mittleren Maustaste. Zeigen Sie die Ergebnisse an.



2 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .

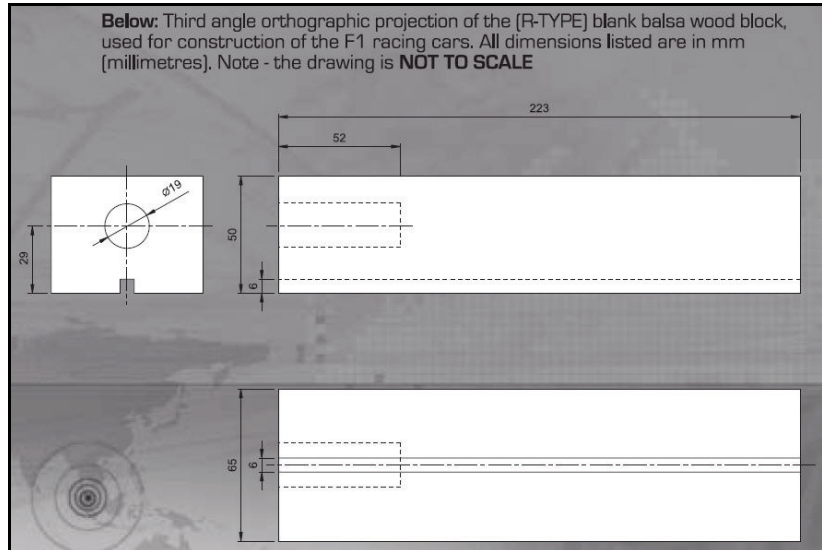
Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Schattiert** .



Klicken Sie auf der Menüleiste auf **Speichern** . Die Baugruppe ist nun fertig gestellt. Nachstehend finden Sie einige im Regelwerk enthaltene Bemaßungsanforderungen für die Baugruppe CO2 Cartridge Race Car (CO2-Patrone und Rennwagen). In der nächsten Lektion erstellen Sie eine bemaßte Zeichnung der Rennwagen-Baugruppe Race Car.

Bemaßungsanforderungen für den Rennwagen

Nachstehend finden Sie einige Bemaßungsanforderungen (R-Typ) für den Rennwagenblock (Race Car Block) und die Bohrung für die CO₂-Patrone. Sehen Sie sich die Bemaßungsanforderungen an. Wenden Sie das Werkzeug **Messen** an, um sicherzugehen, dass Sie die Konstruktionsanforderungen erfüllen!



Karosseriebemaßungen gemäß Regelkatalog 2008 - 2009, kopiert aus dem entsprechenden Ordner der Website F1inschools.co.uk.

Body Dimensions

No.	Structure	Min.	Max.
3a.	Full body length *	170	210
3b.	Body height above the track* (excluding eyelets) including side pods and wings	3	10
3c.	Body width at side pods*	50	65
3d.	Total body width, including wheels *	60	85

(all dimensions stated in millimetres, mm.)

No.	Structure	Min.	Weight
3e.	Body weight without the CO ₂ cartridge	55.0	

(all weight values stated in grams, g.)

3f. No part of the body should be less than 3mm thick - this excludes air foils / wings

3g. Maximum body height (including aerofoils) 60

* Additional Notes

3a. measured between front and rear extremities of body.
 3b. measured from track surface to the car body.
 3c. measured from side-to-side of the car body - the side pods are the part of the car that flanks the sides of the cockpit area of the car. The outside face of the side pods when viewed from the side the pods must present a surface measuring not less than 30X15 mm - a sticker of 30X15mm will be applied to both side pods and must be 100% visible when viewed from the side. Side pods can be convex, concave or flat but capable of taking the **F1 in Schools promotional logo decal**.
 3d. measured between outside edges of the wheels or body, whichever is widest.

Radbemaßungen gemäß
Regelkatalog 2008 - 2009, kopiert
aus dem entsprechenden Ordner
der Website F1inschools.co.uk.

Wheel Dimensions

4a. All F1 cars must have 4 wheels, two at the front, two at the rear and all wheels must be cylindrical.

4b. All wheels must fit the following criteria:

No.	Structure	Min.	Max.
4c.	Front wheel diameter *	26	34
4d.	Front wheel width * (at surface contact point)	15	19
4e.	Rear wheel diameter *	26	34
4f.	Rear wheel width * (at surface contact point)	15	19

(all dimensions stated in millimetres, mm.)

4g. All 4 wheels must touch the racing surface at the same time and all wheels should roll easily.

4h. Wheel dimensions must be consistent with the whole diameter/circumference of the wheel.

4i. A school/college/organised youth group may manufacture their own wheels, as long as they fit within the set specification.

* Additional Notes

4c. & 4e. measured to the extreme outer edges of each wheel.

4d. & 4f. measured between the extreme edges (including any protrusions).

Konstruktions- und
Bemaßungsanforderungen für
die Anordnung der Räder
gemäß Regelkatalog 2008 -
2009, kopiert aus dem
entsprechenden Ordner der
Website F1inschools.co.uk.

Wheel to Body Dimensions

The wheels are not allowed to be inside the car body and 100% of the wheel should be visible from the plan, side and views.

No.	Structure	
5a.	Front wheel visible (from the plan/side view)	Yes / No
5b.	Rear wheel visible (from the plan/side view)	Yes / No

Konstruktions- und
Bemaßungsanforderungen für
den Antrieb gemäß Regelkatalog
2008 - 2009, kopiert aus dem
entsprechenden Ordner der
Website F1inschools.co.uk.

Power Plant

The event organisers will provide all CO₂ cartridges for the regional finals, national finals and World Championship.

No.	Structure	Min.	Max.
6a.	CO ₂ cartridge chamber diameter	19.1	19.9
6b.	Lowest point of chamber to the track surface *	22.5	30
6c.	Depth of hole	50	60
6d.	Wall thickness around cartridge *	3.1	—

6e. No paint is allowed inside the chamber (please seal off or protect the chamber while painting).

* Additional Notes

6b. measured from track surface to lowest surface part of the CO₂ chamber.

6d. clear space surrounding the CO₂ cartridge **below 3 mm the car will not be allowed to race and loose marks accordingly.**

Konstruktions- und
Bemaßungsanforderungen für
Karosserie und Flügel gemäß
Regelkatalog 2008 - 2009,
kopiert aus dem entsprechenden
Ordner der Website
F1inschools.co.uk.

Car Body and Wings

8a. The car body including side pods **AND rear wing**, must be machined from a single piece of balsa wood. Aerofoils at the front may be machined as part of the car body or from a separate material - non-metallic.

8b. The design of the completed R-TYPE car should resemble an actual F1 car and shall include the following features:

An aerofoil on the front nose of the car, an aerofoil on the rear of the car and side pods on both sides of the car

No.	Structure	Min.	Max.
8c.	Rear/Front Wing width (where the wing is split by the body of the car, the width is calculated as a sum of both parts.)	40	65
8d.	Rear/Front wing depth	15	25
8e.	Front wing thickness	1	12
8f.	Rear wing thickness	3	12

* Additional Notes

The whole of the front aerofoil when viewed from the side must be in front of the centre line of the front axle.

The whole of the rear aerofoil when viewed from the side must be behind the centre line of the rear axle.

A driver cockpit/driver is an optional feature.

Designs will be tested and examined for any implants or voids hidden within the car body.

8e/8f. The minimum depth of both front and rear wings is to be measured at the narrowest point on each wing.

Lektion 3

Erstellen einer Baugruppenzeichnung

Nach Abschluss dieser Lektion können Sie:

- eine Zeichnung der Größe B von der Rennwagen-Baugruppe (Race Car) erstellen.
- die Ansichtspalette des Task-Fensterbereichs anwenden.
- eine isometrische Ansicht mit einer Stückliste einfügen.
- den Ansichtsmaßstab ändern.
- den Blattmaßstab ändern.
- ein Zeichenblatt hinzufügen.
- den Titelblock der Zeichnung bearbeiten.
- eine Vorderansicht, Draufsicht und rechte Ansicht einfügen.
- Bemaßungen in Zeichenansichten einfügen.
- eine isometrische Explosionsansicht erstellen.

Zeichnungen

Mit SolidWorks können Sie mühelos Zeichnungen von Teilen oder Baugruppen erstellen. Diese Zeichnungen sind voll assoziativ mit den Teilen und Baugruppen, die sie referenzieren. Wenn Sie in einer fertigen Zeichnung eine Bemaßung ändern, wird diese Änderung auch auf das Modell übertragen. Wenn Sie das Modell ändern, wird auch die Zeichnung automatisch aktualisiert.

Zeichnungen vermitteln drei Aspekte der Objekte, die sie darstellen:

- **Form** – Ansichten vermitteln die Form eines Objekts.
- **Größe** – Bemaßungen vermitteln die Größe eines Objekts.
- **Zusatzinformationen** – Bezugshinweise vermitteln nichtgrafische Informationen zu Herstellungsverfahren, wie Bohrvorgängen, Erweiterungen, Farbauftrag, Beschichtung, Schliff, Wärmebehandlung, Entgratung usw.

Erstellen einer Baugruppenzeichnung

1 Baugruppe „Race Car“ öffnen.

Klicken Sie auf **Datei, Öffnen**, oder klicken Sie auf der Menüleisten-Symbolleiste auf **Öffnen** .

Wechseln Sie zum Ordner der Baugruppe Race Car.

Öffnen Sie die Baugruppe Race Car.

Der FeatureManager der Baugruppe Race Car wird angezeigt.



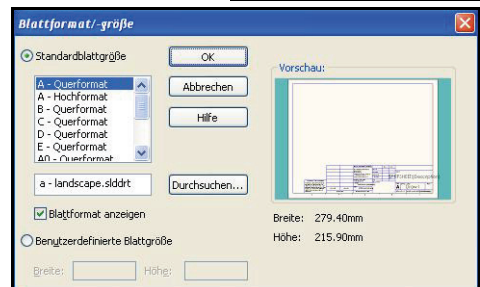
2 Baugruppenzeichnung erstellen.

Klicken Sie auf der Menüleisten-Symbolleiste auf das Werkzeug **Zeichnung aus Teil/Baugruppe erstellen** .

Übernehmen Sie die Standard-Zeichenvorlage.

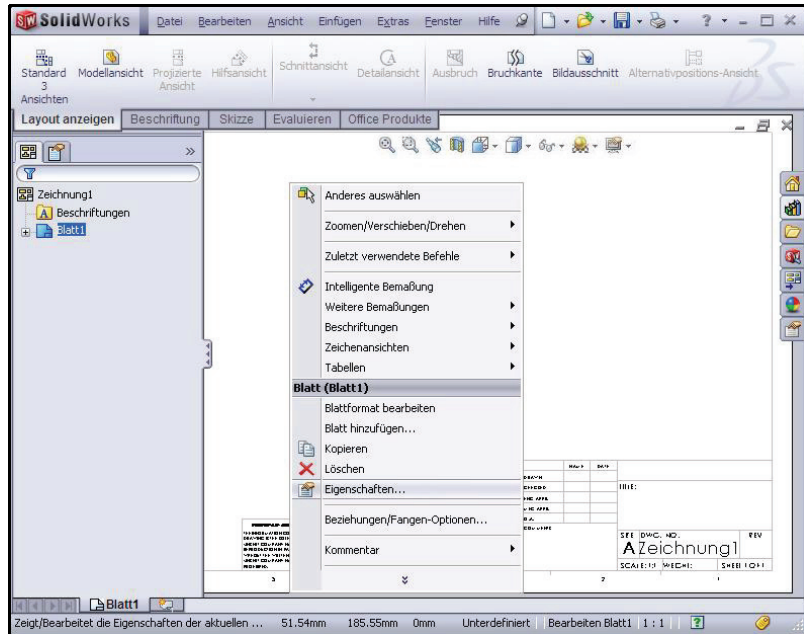
Klicken Sie im Dialogfeld **Neues SolidWorks-Dokument** auf **OK**.

Klicken Sie im Dialogfeld **Blattformat/-größe** auf **OK**.



Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Zeichenblatt.

Klicken Sie auf **Eigenschaften**. Das Dialogfeld **Blatteigenschaften** wird eingeblendet.



3 Blattgröße wählen.

Wählen Sie unter **Blattformat/-größe** die Option **B - Querformat** aus.

Der Standardname des Blattes lautet Sheet1 (Blatt1).

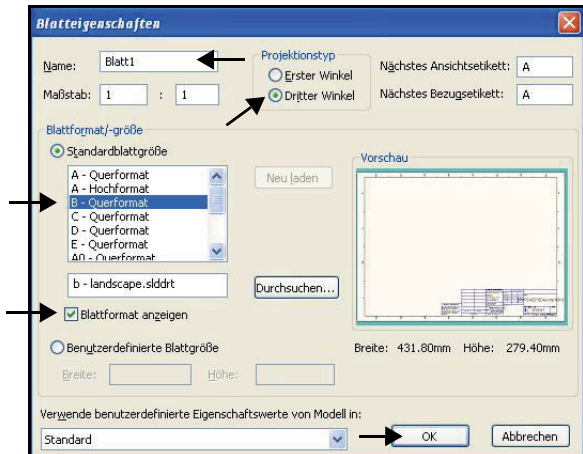
Der **Projektionstyp** ist **Dritter Winkel**.

Der Blatt-**Maßstab** beträgt 1:5.

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Blattformat anzeigen**.

Klicken Sie im Dialogfeld **Blatteigenschaften** auf **OK**.

Das Zeichenblatt wird angezeigt.



**4 Dokument-
eigenschaften
festlegen.**

Klicken Sie auf
Extras, Optionen,
oder klicken
Sie auf der
Menüleiste-
Symbolleiste auf
Optionen .



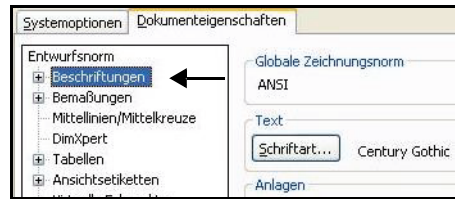
Klicken Sie auf die
Registerkarte
Dokumenteigenschaften.

Wählen Sie **ANSI** als **Globale Zeichnungsnorm** aus.

**5 Beschriftungsschriftart
festlegen.**

Klicken Sie auf den Ordner
Beschriftung.

Klicken Sie auf die
Schaltfläche **Schriftart**. Das
Dialogfeld **Schriftart wählen**
wird eingeblendet. Wählen Sie
die Schriftart für die Zeichnung
aus.



Wählen Sie im Feld **Schriftart**
die Option **Century Gothic** aus.

Wählen Sie im Feld
Schriftschnitt die
Option **Standard** aus.

Aktivieren Sie im Bereich
Höhe die Option **Punkte**.

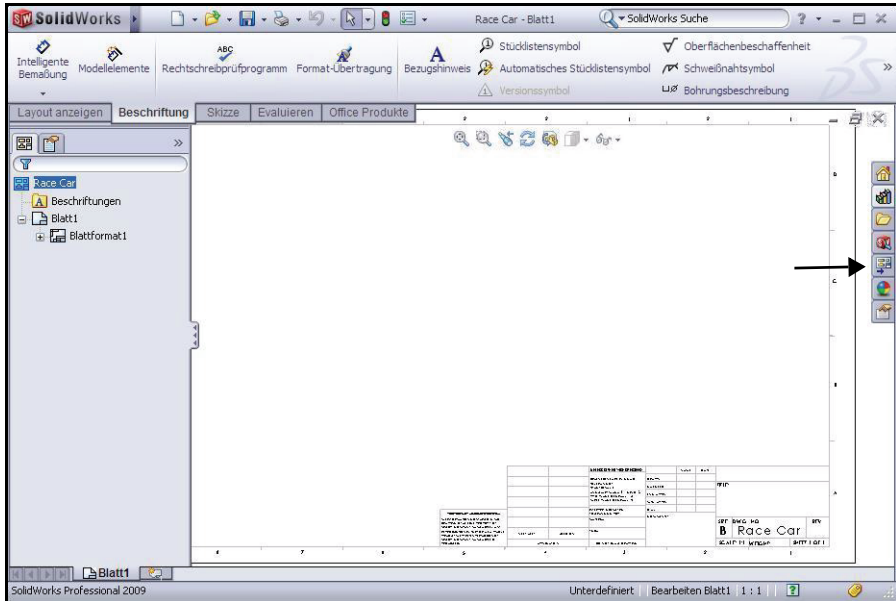
Wählen Sie **16**.

**6 Schließen Sie das Dialogfeld Schriftart wählen.**

Klicken Sie auf **OK**.

7 Zum Grafikbereich zurückkehren.

Klicken Sie auf **OK**.



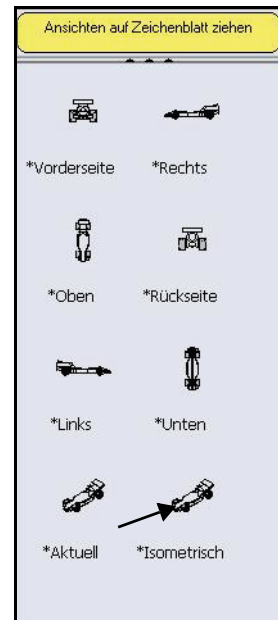
8 Isometrische Ansicht einfügen.

Zeichenansichten können mithilfe der Ansichtspalette eingefügt werden. Die Ansichtspalette enthält Bilder von Standardansichten, Beschriftungsansichten, Schnittansichten und Abwicklungen (Blechteile) des ausgewählten Modells. Sie können die Ansichten in ein aktives Zeichenblatt ziehen, um eine Zeichenansicht zu erstellen.

Klicken Sie bei Bedarf im Task-Fensterbereich auf die Registerkarte **Ansichtspalette** .

Ziehen Sie das Symbol ***Isometrisch** in **Sheet1** (Blatt1).

Die isometrische Ansicht wird angezeigt. Der PropertyManager **Zeichenansicht1** wird eingeblendet.

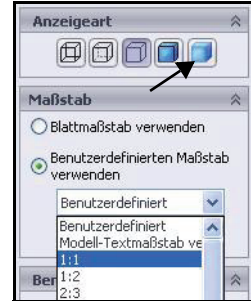


9 Blattmaßstab und Anzeigemodus ändern. Aktivieren Sie die Option **Benutzerdefinierten Maßstab verwenden**.

Wählen Sie **1:1** im Dropdown-Menü aus.

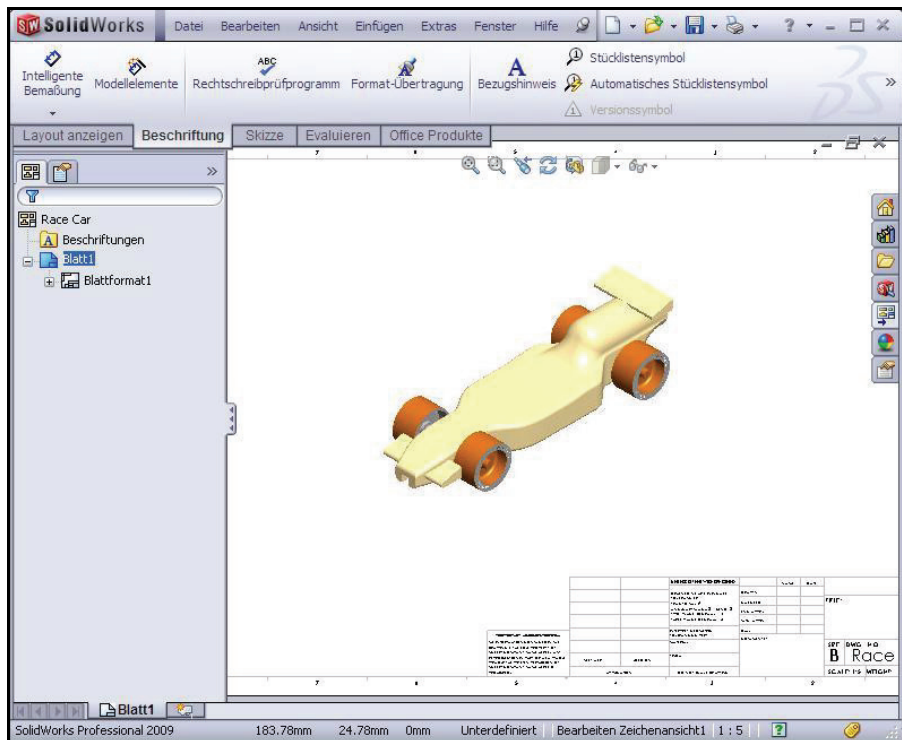
Klicken Sie im Feld **Anzeigeart** auf **Schattiert**.

Klicken Sie im PropertyManager **Zeichenansicht1** auf **OK** .



10 Ursprünge deaktivieren.

Klicken Sie bei Bedarf in der Menüleiste auf **Ansicht**, und deaktivieren Sie **Ursprünge**.



11 Titelblock bearbeiten.

Der Titel des Zeichenblatts wird automatisch mit Informationen aus den Dateieigenschaften der Baugruppe ausgefüllt.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste in **Sheet1** (Blatt1). Klicken Sie nicht in die isometrische Ansicht.

Klicken Sie auf
Blattformat bearbeiten.

Vergrößern Sie den
Titelblock.

Doppelklicken Sie im
Titelfeld auf **Race Car**.

Wählen Sie **22** im Dropdown-Menü aus.

Klicken Sie im PropertyManager **Bezugshinweis** auf **OK** .

12 Zur Zeichnung zurückkehren.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Blatt bearbeiten**.

Zeigen Sie die Ergebnisse an.

13 Zeichnung an die Größe des Blatts anpassen.

Drücken Sie die Taste **F**.

14 Zeichnung speichern.

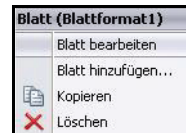
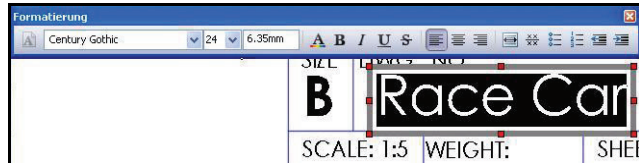
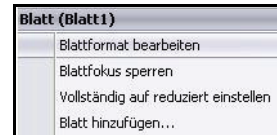
Klicken Sie auf **Speichern** . Übernehmen Sie den Standardnamen.

Klicken Sie auf **Speichern**.

Erstellen einer Stückliste

Fügen Sie eine Stückliste in die Zeichnung der Rennwagen-Baugruppe Race Car ein. Wenn Sie Komponenten in einer Baugruppe hinzufügen oder löschen, wird die Stückliste entsprechend der Änderungen automatisch aktualisiert, wenn Sie unter **Extras**, **Optionen**, **Dokumenteigenschaften**, **Detaillierung** die Option **Automatische Aktualisierung der Stückliste** auswählen.

Zu diesen Änderungen gehören u. a. das Hinzufügen, Löschen oder Ersetzen von Komponenten, das Ändern von Komponentennamen oder benutzerdefinierten Eigenschaften.



1 Stückliste erstellen.

Klicken Sie **in** die isometrische Ansicht. Der PropertyManager **Zeichenansicht1** wird eingeblendet.

Klicken Sie im BefehlsManager auf die Registerkarte **Beschriftung**.

Klicken Sie auf **Tabellen, Stückliste**. Der PropertyManager **Stückliste** wird eingeblendet. Übernehmen Sie die Standardeinstellungen. **Nur oberste Ebene** ist standardmäßig aktiviert, und im Feld **Tabellenvorlage** ist **bom-standard** ausgewählt.

Klicken Sie im PropertyManager **Stückliste** auf **OK** .

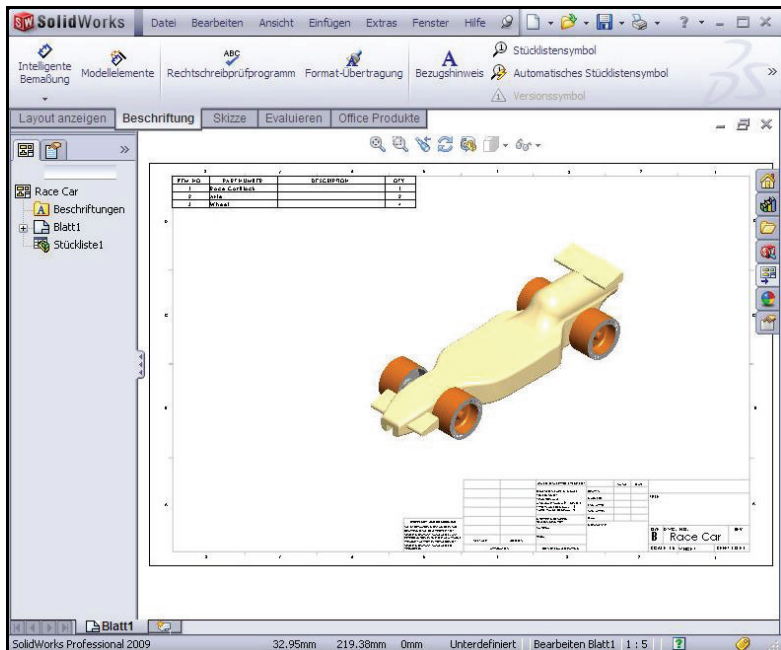
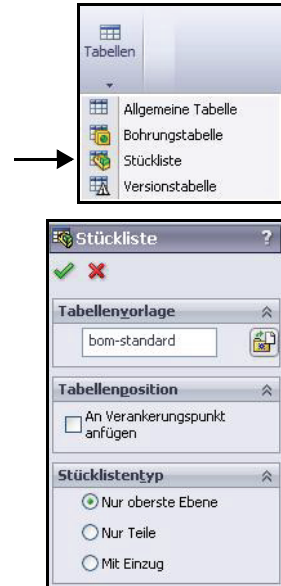
Klicken Sie auf eine **Position** in der rechten oberen Ecke von **Sheet1** (Blatt1).

Zeigen Sie die Ergebnisse an.

Anmerkung: Wenn Sie eine neue Zeichnung öffnen, wählen Sie ein Blattformat aus. Die Standardblattformate enthalten Verknüpfungen mit Systemeigenschaften und benutzerdefinierten Eigenschaften.

2 Zeichnung speichern.

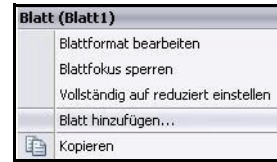
Klicken Sie auf **Speichern** .



Hinzufügen eines Blatts zur Zeichnung.

1 Der Zeichnung ein Blatt hinzufügen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Blatt hinzufügen**. Klicken Sie nicht in die isometrische Ansicht. **Sheet2** (Blatt2) wird angezeigt.



Einfügen einer Vorderansicht, Draufsicht und rechten Ansicht mit der Ansichtspalette.

1 Vorderansicht einfügen.

Klicken Sie im Task-Fensterbereich auf die Registerkarte **Ansichtspalette**.

Ziehen Sie das Symbol ***Vorderseite** in die linke untere Ecke von **Sheet2** (Blatt2). Die Vorderansicht wird angezeigt. Der PropertyManager **Projizierte Ansicht** wird eingeblendet.

2 Draufsicht einfügen.

Klicken Sie auf eine **Position** genau über der Vorderansicht. Die Ansicht **Oben** wird eingeblendet.

3 Rechte Ansicht einfügen.

Klicken Sie auf eine **Position** links neben der Vorderansicht. Die Ansicht **Rechts** wird eingeblendet.

Klicken Sie im PropertyManager **Projizierte Ansicht** auf **OK**. Sehen Sie sich die drei Ansichten an.



4 Blattmaßstab ändern.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste in **Sheet2** (Blatt2). Klicken Sie nicht in eine Zeichenansicht.

Klicken Sie auf **Eigenschaften**.

Geben Sie als **Maßstab** das Verhältnis **1:2** ein.

Klicken Sie im Dialogfeld **Blatteigenschaften** auf **OK**.

Klicken Sie auf die **einzelnen Ansichten**, und ziehen Sie sie in Position.

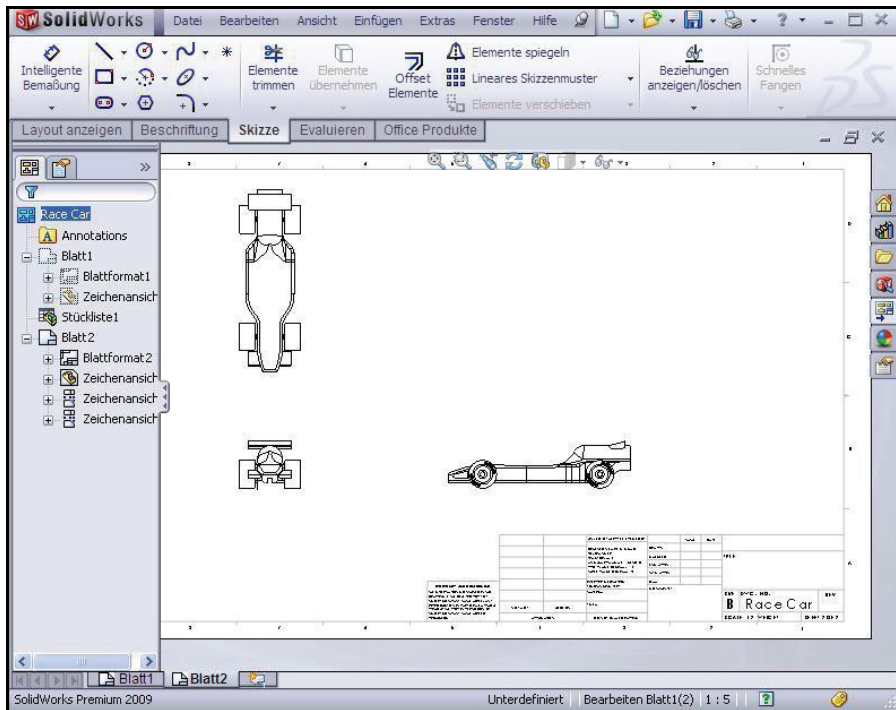


5 Neuaufbau der Zeichnung durchführen.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Modellneuaufbau**.

6 Zeichnung speichern.

Klicken Sie auf **Speichern** .



Einfügen einer Bemaßung in die rechte Zeichenansicht.

1 **Bemaßung in die rechte Ansicht von „Sheet2“ einfügen.**

Vergrößern Sie die rechte Ansicht.

Klicken Sie auf der Skizzieren-Symbolleiste auf **Intelligente Bemaßung** .

Klicken Sie in der Ansicht **Rechts** auf die **linke Kante** des Rennwagens (Race Car).

Anmerkung: Wählen Sie eine Kante aus. Achten Sie auf das Feedback-Symbol.

Klicken Sie in der Ansicht **Rechts** auf die **rechte Kante** des Rennwagens (Race Car).

Klicken Sie auf eine **Position** unterhalb des Fahrzeugs, um die Bemaßung zu platzieren. Die Gesamtbemaßung des Fahrzeugs beträgt 210 mm.



2 Zwei Bemaßungen in die Vorderansicht einfügen.

Drücken Sie die Taste **F**, um das Modell an die Größe des Blattes anzupassen.

Vergrößern Sie die Vorderansicht.

Klicken Sie auf die **linke Vorderkante** des Rades.

Klicken Sie auf die **rechte Vorderkante** des Rades.

Klicken Sie auf eine **Position** unterhalb des Fahrzeugs, um die Bemaßung zu platzieren.

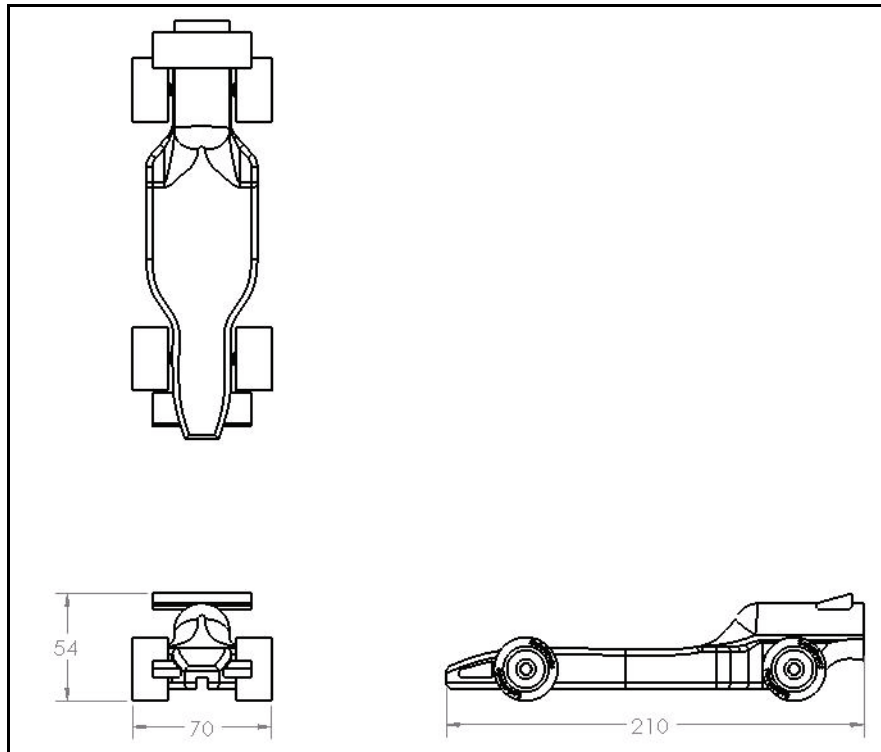
Klicken Sie auf die **Unterkante** des linken Vorderrades.

Klicken Sie auf die **Oberkante** des oberen Flügels.

Klicken Sie auf eine **Position** links neben dem Fahrzeug, um die Bemaßung zu platzieren.

Klicken Sie im PropertyManager **Bemaßung** auf **OK** .

Drücken Sie die Taste **F**, um das Modell an die Größe des Blattes anzupassen.
Zeigen Sie die Ergebnisse an.



Anmerkung: Ziel dieser Lektion ist es nicht, eine vollständig bemaßte technische Zeichnung zu erstellen. Vielmehr sollen einige grundlegende Schritte erläutert werden, die Ingenieure bei der Erstellung der Dokumentation für ein Produkt durchführen. Fügen Sie der Zeichnung weitere Bemaßungen und Informationen hinzu, falls dies für den Wettbewerb erforderlich ist.

3 Titelblock auf Blatt2 bearbeiten.

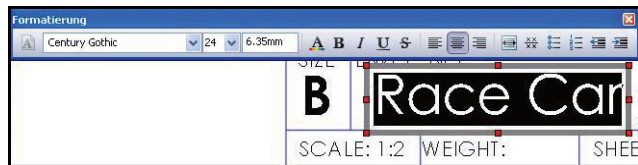
Der Titel des Zeichenblatts wird automatisch mit Informationen aus den Dateieigenschaften der Baugruppe ausgefüllt.



Klicken Sie mit der rechten Maustaste in **Sheet2** (Blatt2). Klicken Sie nicht in die Ansichten.

Klicken Sie auf
Blattformat bearbeiten.

Vergrößern Sie den
Titelblock.



Doppelklicken **Sie** auf
Race Car.

Wählen Sie **22** im Dropdown-Menü aus.

Klicken Sie im PropertyManager **Bezugshinweis** auf **OK** .

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Blatt bearbeiten.**



Führen Sie einen **Neuaufbau**  der Zeichnung durch.

- 4 **Modell an die Größe des Blatts anpassen.**
Drücken Sie die Taste **F**.
- 5 **Zeichnung speichern.**
Klicken Sie auf **Speichern** .

Öffnen eines Teils der Baugruppe

- 1 **Rennwagen-Baugruppe „Race Car“ aus „Sheet2“ öffnen.**

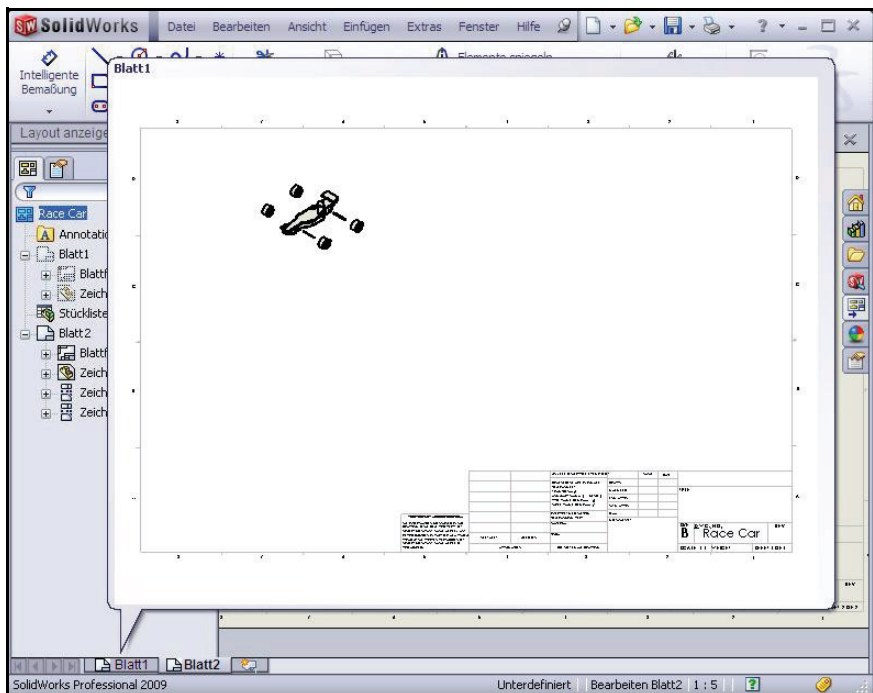
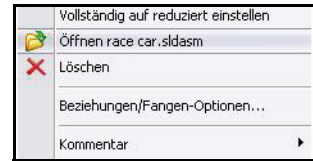
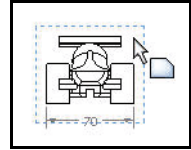
Klicken Sie mit der rechten Maustaste in die **Vorderansicht**.

Klicken Sie auf **Öffnen Race Car.sldasm**. Die Baugruppe Race Car wird angezeigt.

- 2 **Zur Baugruppenzeichnung „Race Car“ zurückkehren.**

Klicken Sie in der Menüleiste auf **Datei**, **Schließen**. Die Zeichnung des Rennwagens (Race Car) wird angezeigt.

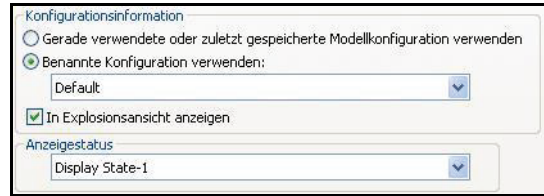
Im nächsten Abschnitt kehren Sie zu **Sheet1** (Blatt1) zurück und erstellen eine isometrische Explosionsansicht.



Erstellen einer Explosionsansicht der Baugruppe

1 Zu „Sheet1“ zurückkehren.

Klicken Sie unten im Grafikbereich auf die Registerkarte **Sheet1** (Blatt1), um zu **Sheet1** zurückzukehren.



2 Explosionsansicht erstellen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste in die **isometrische** Ansicht.

Klicken Sie auf **Eigenschaften**. Das Dialogfeld **Eigenschaften Zeichenansicht** wird eingeblendet.

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **In Explosionsansicht anzeigen**.

Klicken Sie im Dialogfeld **Eigenschaften Zeichenansicht** auf **OK**.

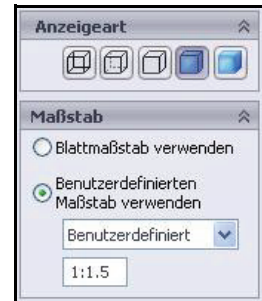
3 Ansichtsmaßstab ändern.

Klicken Sie in die **isometrische** Ansicht in Sheet1. Der PropertyManager **Zeichenansicht1** wird eingeblendet.

Aktivieren Sie die Option **Benutzerdefinierten Maßstab verwenden**.

Wählen Sie **Benutzerdefiniert**.

Geben Sie **1:1.5** ein.



Klicken Sie im PropertyManager **Zeichenansicht1** auf **OK** .

Führen Sie einen **Neuaufbau**  der Zeichnung durch.

4 Zeichnung speichern.

Klicken Sie auf **Speichern** . Zeigen Sie die Ergebnisse an. Der Zeichnungsabschnitt dieses Projekts ist damit abgeschlossen. Sie haben auf **Sheet1** (Blatt1) eine isometrische Explosionsansicht mit einer Stückliste auf oberster Ebene und auf **Sheet2** (Blatt2) drei Ansichten mit eingefügten Bemaßungen erstellt.



Lektion 4

PhotoWorks™

Nach Abschluss dieser Lektion können Sie:

- die Zusatzanwendung **PhotoWorks** laden.
- eine PhotoWorks-Baugruppenkonfiguration erstellen.
- das Werkzeug **Erscheinungsbild** auf die Rennwagen-Baugruppe Race Car anwenden.
- das Werkzeug **Bühne** anwenden.
- die Rennwagen-Baugruppe Race Car rendern.
- das Werkzeug **Abziehbild** bei der Rennwagen-Baugruppe Race Car anwenden und bearbeiten.
- nachvollziehen, wodurch ein Bild realistisch wirkt, und Änderungen vornehmen, um das Rendering realistischer zu gestalten.
- das PhotoWorks-Bild speichern.

PhotoWorks

PhotoWorks ist eine erstklassige Rendering-Lösung für die Erstellung fotorealistischer Bilder von 3D-CAD-Modellen. Mit PhotoWorks können Sie Ihre Konstruktionen für Ihre Kollegen veranschaulichen. PhotoWorks beinhaltet innovative Visualisierungseffekte wie benutzerdefinierte Beleuchtung und eine umfassende Bibliothek mit Erscheinungsbildern und Texturen sowie Hintergrundkulissen.

PhotoWorks ermöglicht das Rendern eines Modells in einer bestehenden Bühne mit Lichtquellen. Sie wählen eines der Studios aus, und die Bühne und die Lichtquellen werden automatisch hinzugefügt und an die Größe des Modells angepasst. Standardmäßig werden Bilder in den Grafikbereich gerendert. Sie können die Bilder auch in einer Vielzahl von Formaten für Drucksachen und Webseiten als Datei speichern.

Mit PhotoWorks können Sie die folgenden Rendering-Elemente definieren und ändern:

- Bühne
- Erscheinungsbilder
- Abziehbilder
- Beleuchtung
- Bildausgabeformate



Aktivieren von PhotoWorks

Als Rendering bezeichnet man das Anwenden von Erscheinungsbildern, Bühnen, Beleuchtung und Abziehbildern auf das Modell.

1 Rennwagen-Baugruppe öffnen.

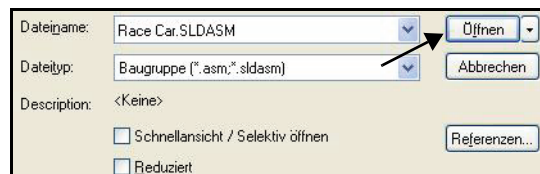
Klicken Sie auf der Menüleiste-

Symboleiste auf **Öffnen** .

Wechseln Sie zum Ordner der Rennwagen-Baugruppe Race Car.

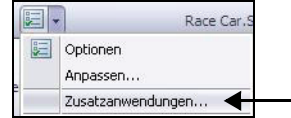
Öffnen Sie die Baugruppe Race Car.

Die Baugruppe Race Car wird im Grafikbereich angezeigt.



2 Zusatzanwendung PhotoWorks laden.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symboleiste auf **Optionen** , **Zusatzanwendungen**. Das Dialogfeld **Zusatzanwendungen** wird eingeblendet.

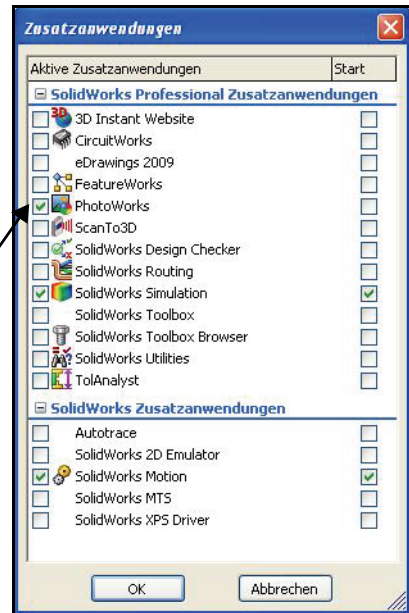


Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **PhotoWorks**.

Klicken Sie im Dialogfeld **Zusatzanwendungen** auf **OK**.

Die Registerkarte **RenderManager**  wird im FeatureManager angezeigt und im Task-Fensterbereich auf der Registerkarte **Erscheinungsbilder/PhotoWorks**  aktualisiert.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symboleiste auf **Schattiert mit Kanten**.



3 PhotoWorks-Symboleiste anzeigen.

Klicken Sie in der Menüleiste auf **Ansicht, Symboleisten**.

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **PhotoWorks**. Die PhotoWorks-Symboleiste wird eingeblendet.

Betrachten Sie die verfügbaren Werkzeuge und Optionen.



Erstellen einer Konfiguration für das Rendering.

Es empfiehlt sich, eine Konfiguration der Baugruppe zu erstellen, die einzig und allein Rendering-Zwecken dient. So können Sie Änderungen an der Baugruppe vornehmen, ohne Dinge wie die Zeichnung zu beeinflussen.

1 Neue Konfiguration erstellen.

Klicken Sie auf die Registerkarte

ConfigurationManager .

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Race Car**.

Klicken Sie auf **Konfiguration hinzufügen**. Der PropertyManager **Konfiguration hinzufügen** wird eingeblendet.

Anmerkung: Die neue Konfiguration ist eine Kopie der aktiven Konfiguration.

Geben Sie im Feld **Konfigurationsname** den Namen **PhotoWorks** ein.

Geben Sie im Feld **Beschreibung** ebenfalls **PhotoWorks** ein.

Klicken Sie im PropertyManager **Konfiguration hinzufügen** auf **OK** .

Zeigen Sie die neue Konfiguration an.



- 2 Zeigen Sie die neue PhotoWorks-Konfiguration an.
Klicken Sie im ConfigurationManager auf die Konfiguration **PhotoWorks**.

Klicken Sie auf die Registerkarte **RenderManager** .

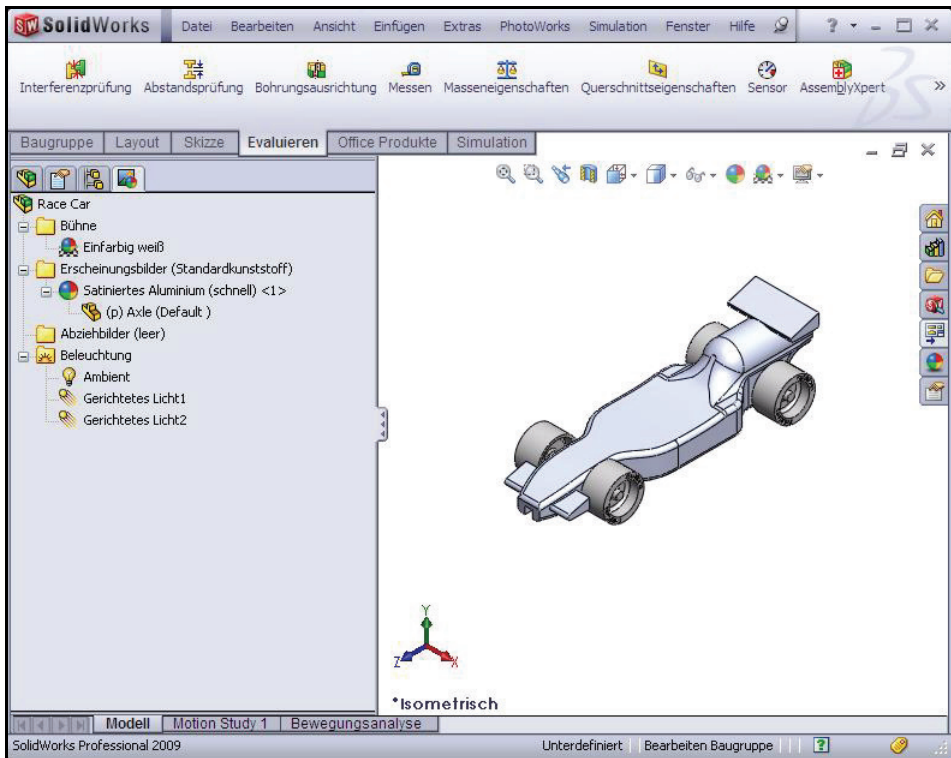
Klappen Sie Bühne, Erscheinungsbilder und Beleuchtung auf.

Zeigen Sie die Details an.

- 3 Zum FeatureManager zurückkehren.

Klicken Sie auf die Registerkarte **FeatureManager** .

Anmerkung: Die aktuelle Konfiguration ist **PhotoWorks**.



Erscheinungsbild

PhotoWorks kann für das Rendern das Erscheinungsbild verwenden, das Sie beim Modellieren des Fahrzeugs (Race Car) angewendet haben. Allerdings ist dies für das Rendering nicht immer die optimale Lösung. Beim Modellieren des Rennwagenblocks (Race Car Block) wurde zum Beispiel Balsaholz verwendet, damit wir die Masse berechnen konnten. Dafür wurden die korrekten Materialeigenschaften benötigt, z. B. die Dichte.

Beim Rendering geht es jedoch eher um das Aussehen des Fahrzeugs. Aus welchem Material es besteht, ist von untergeordnetem Interesse. Zwar können mit PhotoWorks Konstruktionsmaterialien wie Stahl, Kupfer, Aluminium und Kunststoff gerendert werden, Sie haben aber auch die Möglichkeit, Materialien wie Gummi, Leder, Stoff, Farbe usw. anzuwenden und zu rendern.

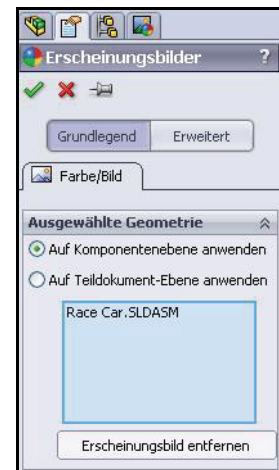
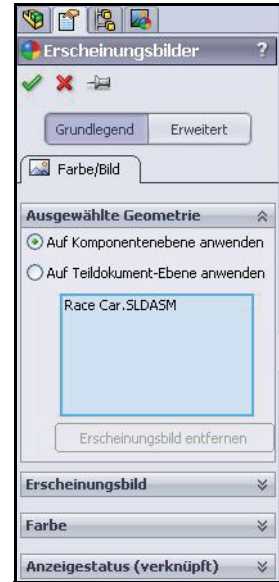
4 Erscheinungsbild auf die Reifen anwenden.

Klicken Sie auf der PhotoWorks-Symboleiste auf das Werkzeug

Erscheinungsbild .

Der PropertyManager **Erscheinungsbilder** wird eingeblendet.

Klicken Sie im PropertyManager **Erscheinungsbilder** auf die Registerkarte **Grundlegend**.



5 Änderungen auf Teilebene anwenden.

Sie können Änderungen auf Teil-, Feature- oder Baugruppenebene anwenden.

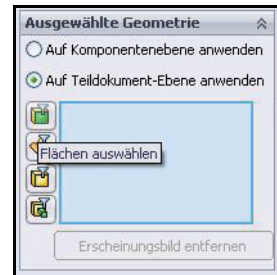
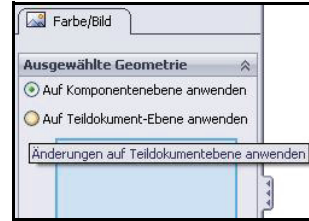
Klicken Sie auf die Option **Auf Teildokument-Ebene anwenden**.

6 Änderungen auf die PhotoWorks-Konfiguration anwenden.

Die PhotoWorks-Konfiguration ist die aktive Konfiguration.

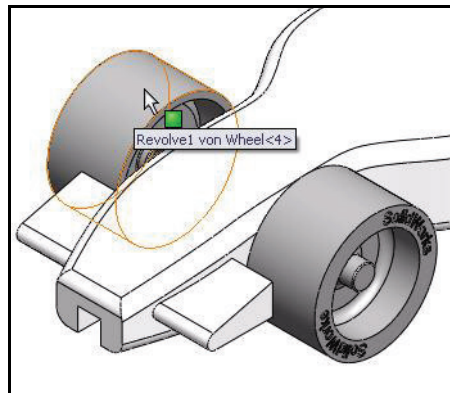
Aktivieren Sie die Option **Diese Konfiguration**.

Klicken Sie im Feld **Ausgewählte Geometrie** auf **Flächen auswählen**.



Klicken Sie im Grafikbereich auf die **obere Fläche** eines Reifens.

Die ausgewählte Fläche wird im Feld **Ausgewählte Geometrie** angezeigt.



Klicken Sie im Task-Fensterbereich auf die Registerkarte

Erscheinungsbilder/PhotoWorks , wie in der Abbildung dargestellt.

Klappen Sie den Ordner Erscheinungsbilder auf.

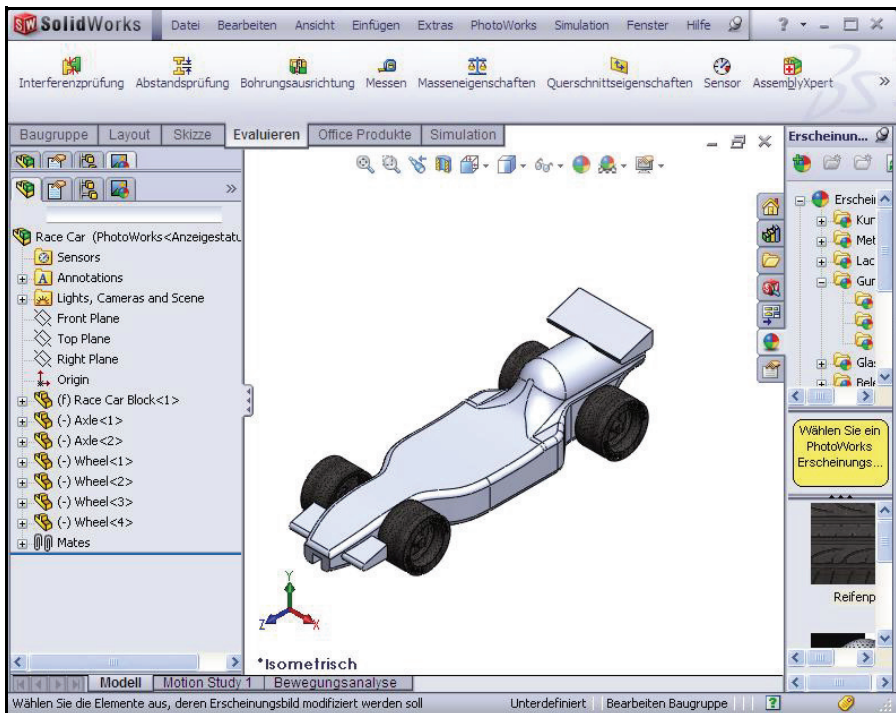
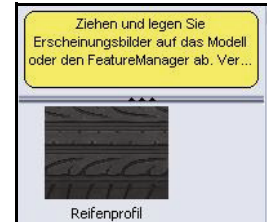
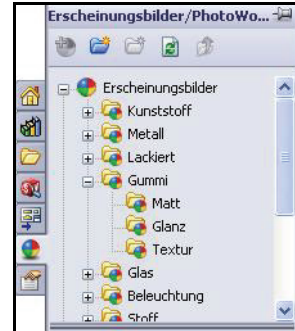
Klappen Sie den Ordner Gummi auf.

Klicken Sie auf den Ordner Textur.

Klicken Sie auf Reifenprofil. Im Grafikbereich wird das Reifenprofil-Erscheinungsbild auf die vier Reifen angewendet.

Klicken Sie im PropertyManager **Erscheinungsbilder** auf **OK** .

Zeigen Sie die Ergebnisse im Grafikbereich an.



7 Erscheinungsbild auf den Front- und Heckflügel anwenden.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symboleiste auf das Werkzeug

Erscheinungsbild bearbeiten .

Der PropertyManager

Erscheinungsbild wird eingeblendet.



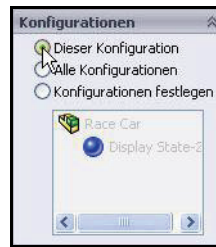
8 Änderungen auf Teilebene anwenden.

Sie können Änderungen auf Teil-, Feature- oder Baugruppenebene anwenden.

Klicken Sie auf die Option **Auf Teildokument-Ebene anwenden**.

9 Änderungen auf die PhotoWorks-Konfiguration anwenden.

Aktivieren Sie die Option **Diese Konfiguration**.



Klicken Sie auf das Feld **Features auswählen**.

Klappen Sie im aufschwingenden FeatureManager Race Car auf.

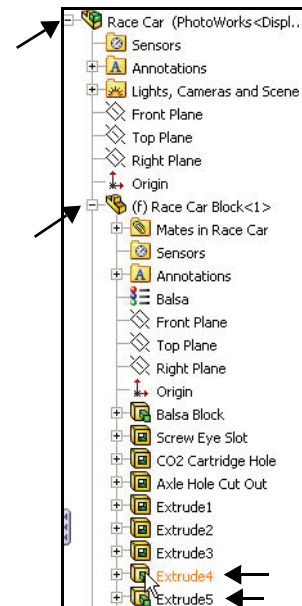
Klappen Sie Race Car Block (Rennwagenblock) auf.

Klicken Sie auf **Extrude4** (Linear austragen4). Extrude4 ist der Frontflügel. Extrude4 wird im Feld **Ausgewählte Geometrie** angezeigt.

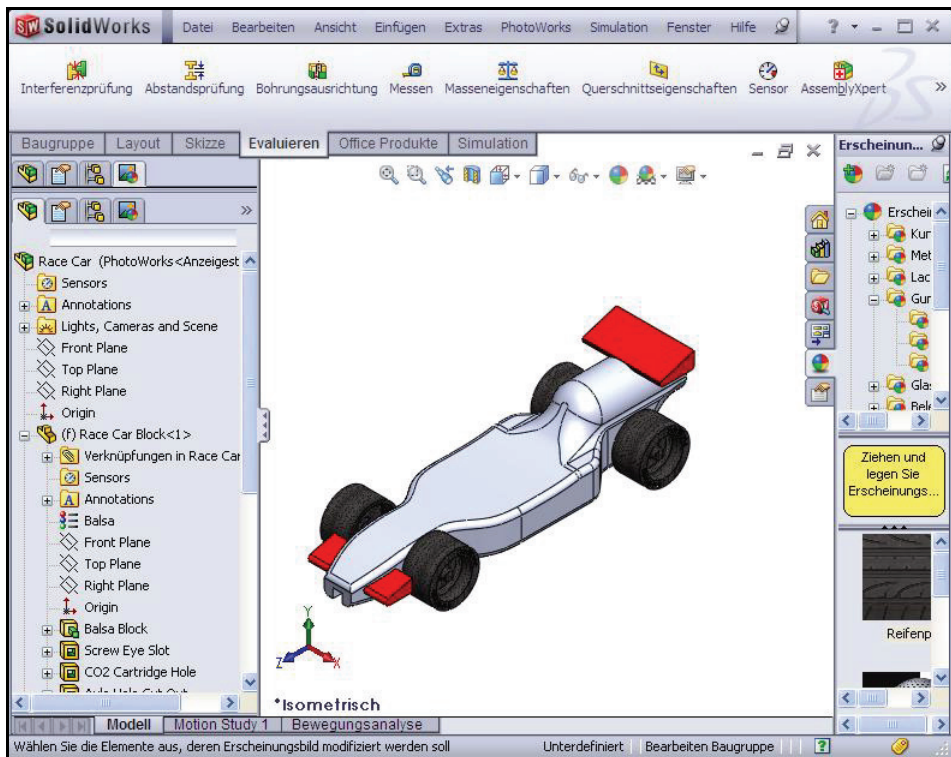
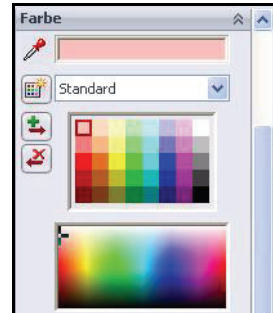
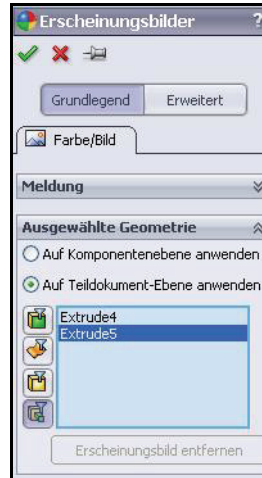
Klicken Sie auf **Extrude5** (Linear austragen5). Extrude5 ist der Heckflügel. Extrude5 wird im Feld **Ausgewählte Geometrie** angezeigt.

Wählen Sie eine **Farbe** aus.

Anmerkung: Über die Farbpalette im Dialogfeld **Farbe** können Sie eine benutzerdefinierte Farbe erstellen und auswählen.

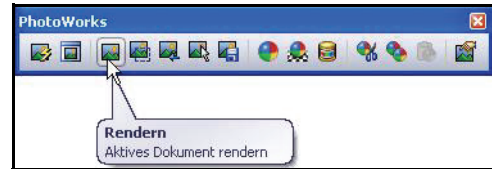


Klicken Sie im PropertyManager
Erscheinungsbilder auf **OK** 
Zeigen Sie die Ergebnisse an.



Rendering

Als Rendering bezeichnet man das Anwenden von Erscheinungsbildern, Bühnen, Beleuchtung und Abziehbildern auf das Modell. Beim vollen Rendering werden alle Optionen angewendet, die in PhotoWorks eingestellt wurden.

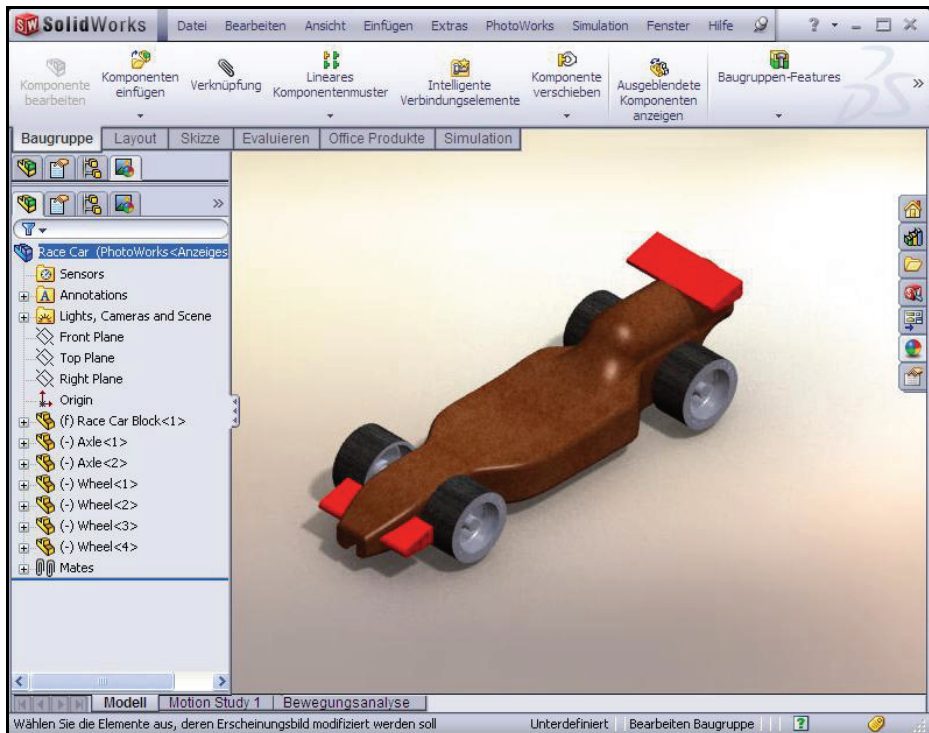


Anmerkung: Durch Vorgänge, die die Ansicht ändern (Zoomen, Verschieben oder Drehen), wird das Rendering entfernt.

1 Modell rendern.

Klicken Sie auf der PhotoWorks-Symbolleiste auf das Werkzeug **Rendern** .

Zeigen Sie das Modell im Grafikbereich an.



Modifizieren des Erscheinungsbilds

1 Erscheinungsbild des Rennwagenblocks ändern.

Drücken Sie zum Beenden des Rendering-Modus die Taste **Z**.

Klicken Sie auf das Werkzeug **Erscheinungsbild** . Der PropertyManager **Erscheinungsbilder** wird eingeblendet. Im Feld **Ausgewählte Geometrie** wird Race Car Block angezeigt.

Klicken Sie auf die Option **Auf Teildokument-Ebene anwenden**.

Klicken Sie im Dialogfeld **Konfigurationen** auf **Diese Konfiguration**.

Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager **Race Car** auf **Race Car Block**.

Klappen Sie den Ordner Erscheinungsbilder auf.

Klappen Sie den Ordner Metall auf.

Klicken Sie auf Silber.

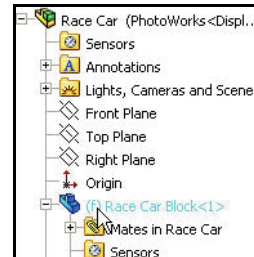
Klicken Sie auf Mattes Silber.

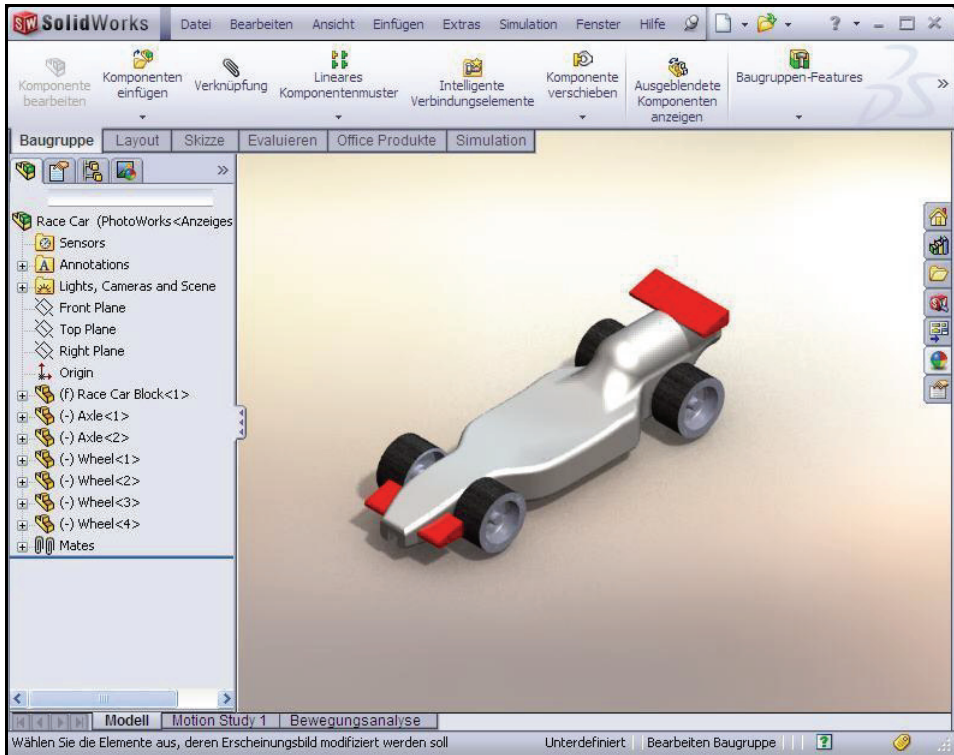
Klicken Sie im PropertyManager **Erscheinungsbilder** auf **OK** .

2 Modell rendern.

Klicken Sie auf der PhotoWorks-Symbolleiste auf das Werkzeug **Rendern** .

Zeigen Sie die Ergebnisse an.





3 Modell speichern.

Drücken Sie zum Beenden des Rendering-Modus die Taste **Z**.

Klicken Sie auf **Speichern** .

Bühnen

PhotoWorks-Bühnen bestehen aus den Gegenständen, die im gerenderten Bild außerhalb des Modells zu sehen sind. Sie können sie sich in etwa wie eine virtuelle, das Modell umgebende Kiste oder Kugel vorstellen. Bühnen bestehen aus Hintergrund- und Vordergrundeffekten und Kulissen. In PhotoWorks sind eine Reihe vordefinierter Bühnen verfügbar, um schnelle und einfache erste Renderings zu ermöglichen.



1 Das Werkzeug „Bühne“ anwenden.

Klicken Sie auf der PhotoWorks-Symboleiste

auf **Bühne** . Das Dialogfeld **Bühnen-Editor** wird eingeblendet.

Klicken Sie auf die Registerkarte **Manager**.

Klicken Sie auf **Studio-Bühnen**.

Klicken Sie auf **Reflektierender schachbrettartiger Boden**.

Klicken Sie auf **Anwenden**.

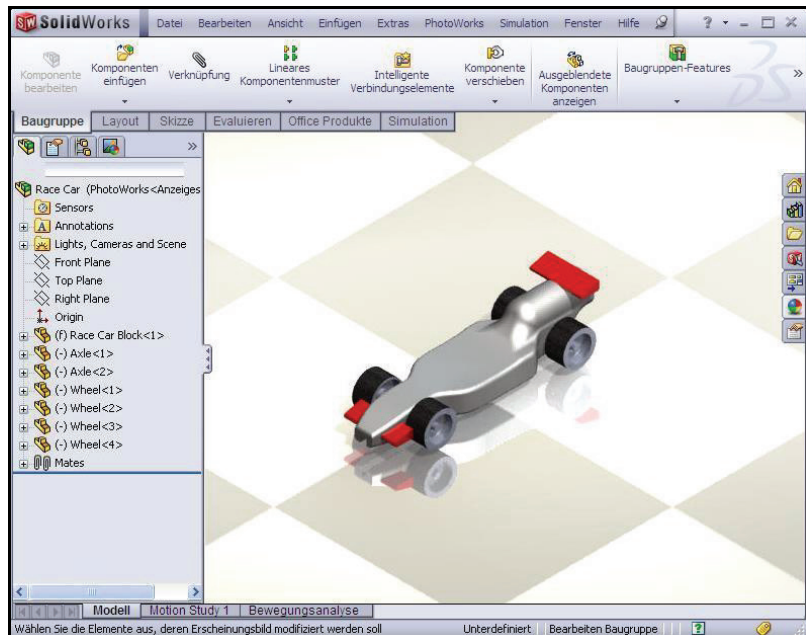
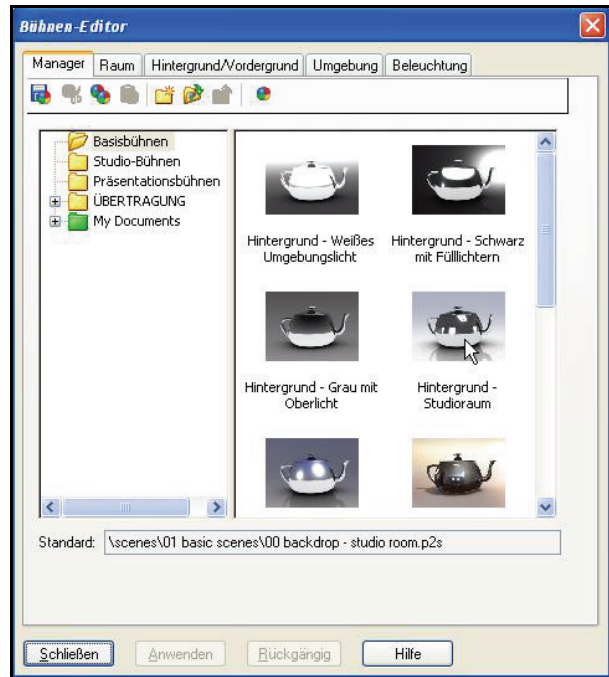
Klicken Sie auf **Schließen**.

2 Modell rendern.

Klicken Sie auf der PhotoWorks-Symboleiste

auf das Werkzeug **Rendern** . Zeigen Sie das Modell an.

Drücken Sie zum Beenden des Rendering-Modus die Taste **Z**.



Abziehbilder

Abziehbilder sind Bildmotive oder Logos, die auf das Modell angewendet werden. In gewisser Weise sind sie mit Texturen vergleichbar, da sie genau wie diese auf die Oberfläche des Teils, Features oder der Fläche angewendet werden.

Bei Abziehbildern kann ein Teil des Bildes über eine Maske herausgefiltert werden. Die Maske sorgt dafür, dass das Material des zugrunde liegenden Teils durch das Abziehbild hindurch scheinen kann.

Abziehbilder können aus zahlreichen Bilddateien erstellt werden, einschließlich folgender Formate:

- Windows Bitmap (*.bmp)
- Tagged Image File (*.tif)
- Joint Photographic Expert Group (*.jpg)

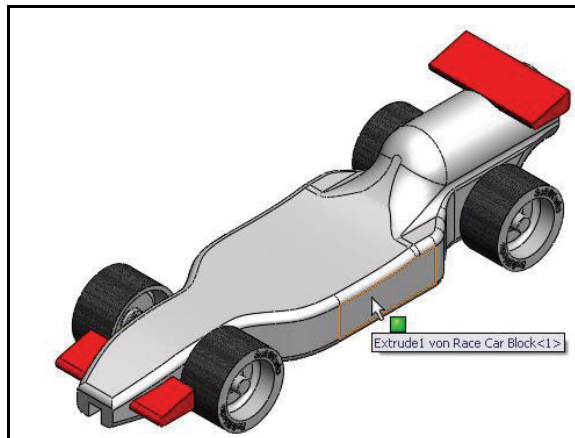
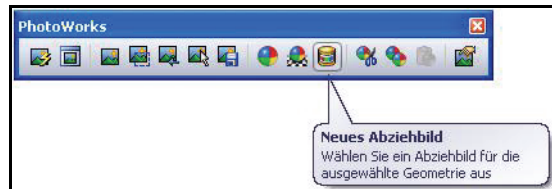
1 Abziehbild zuweisen.

Klicken Sie auf der PhotoWorks-Symbolleiste auf **Neues Abziehbild** .

Der PropertyManager **Abziehbilder** wird eingeblendet.

Klicken Sie ggf. im Task-Fensterbereich auf die Registerkarte **Erscheinungsbilder/PhotoWorks** .

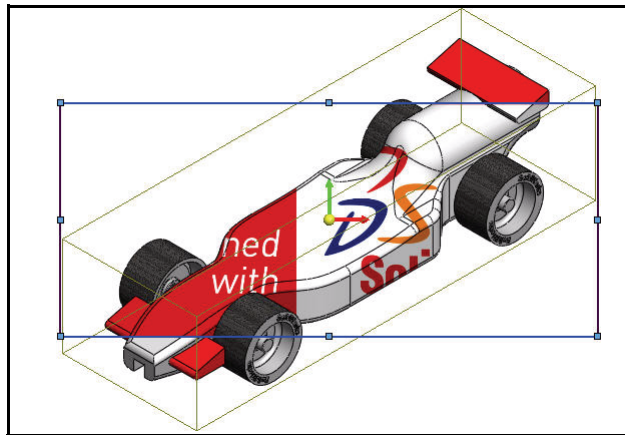
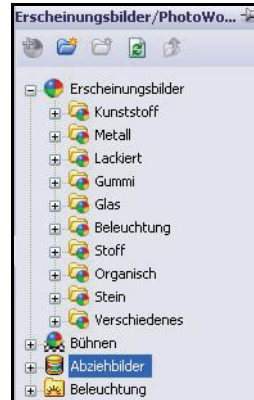
Klicken Sie auf eine Position auf der **rechten Seite** des Rennwagenblocks Race Car Block, wie in der Abbildung dargestellt.



Klicken Sie auf den
Ordner Abziehbilder.

Klicken Sie auf
das Abziehbild
SolidWorks..

Das Abziehbild wird auf
dem Rennwagenblock
Race Car Block
angezeigt.



Aktivieren Sie die Option **Diese Konfiguration**.



Positionieren des Abziehbilds.

Klicken Sie im PropertyManager **Abziehbilder** auf die Registerkarte **Abbildung**.

Das Abziehbild ist noch nicht optimal auf dem Modell positioniert oder skaliert.

Wählen Sie **Projektion** im Dropdown-Menü des Feldes **Abbildung** aus.

Wählen Sie **ZX** im Dropdown-Menü für die Achsenrichtung aus.

Geben Sie **20,00** mm als **horizontale** Position ein.

Geben Sie **-12,50** mm als **vertikale** Position ein.

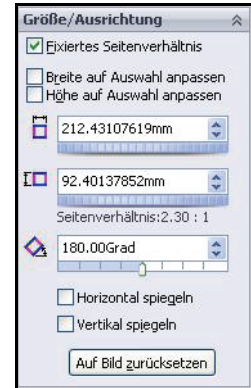
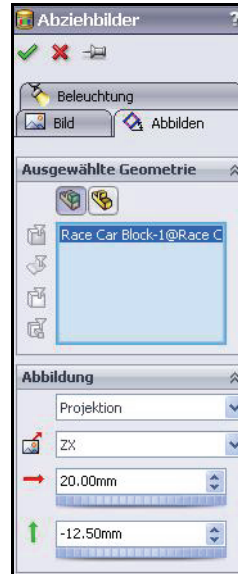
Geben Sie für **Rotation** den Wert **180,00 Grad** ein.

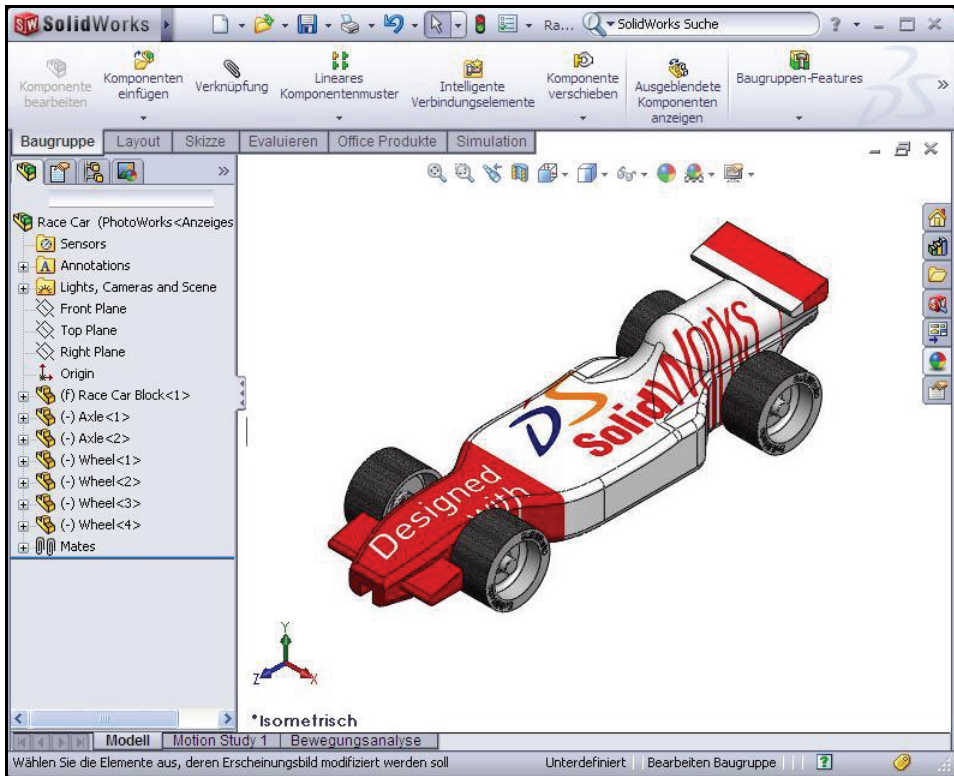
Klicken Sie auf eine Stelle **im** Grafikbereich. Zeigen Sie die Ergebnisse an.

Klicken Sie im PropertyManager **Abziehbilder** auf **OK**

Zeigen Sie die Ergebnisse an.

Tipp: Erstellen Sie ein Abziehbild aus einer vorhandenen Datei. Wählen Sie die Registerkarte **Bild** aus. Klicken Sie unter dem **Bilddateipfad** auf die Schaltfläche **Durchsuchen**.

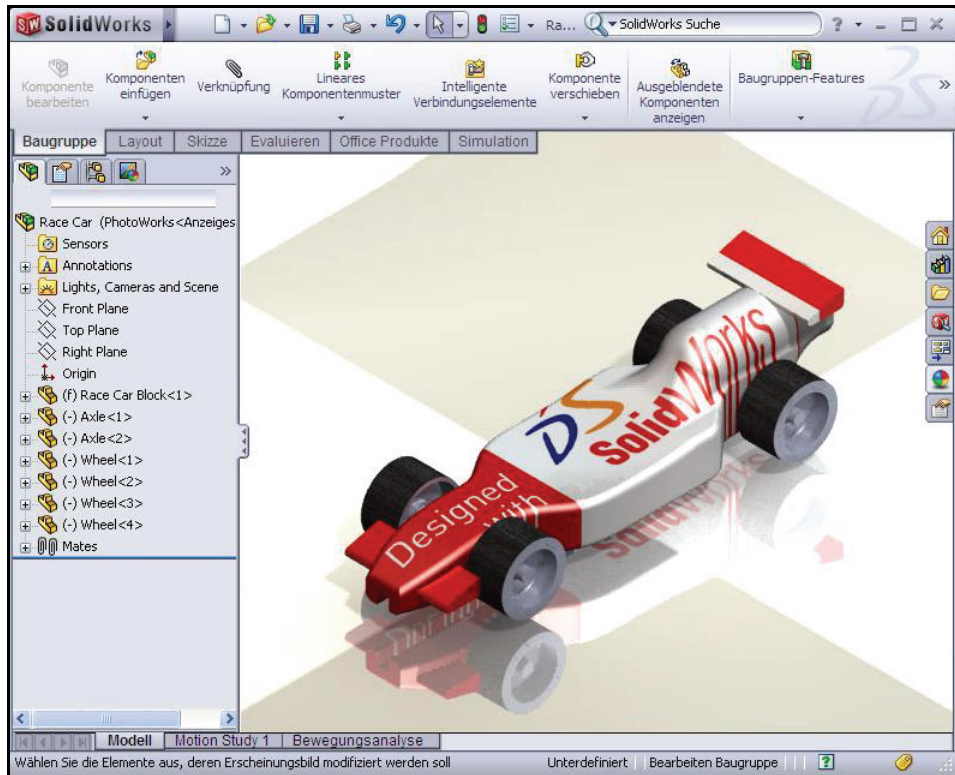




2 Modell rendern.

Klicken Sie auf der PhotoWorks-Symbolleiste auf das Werkzeug **Rendern** .

Zeigen Sie das Modell im Grafikbereich an.



3 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symboleiste auf **Schattiert** .

Drücken Sie zum Beenden des Rendering-Modus die Taste **Z**.

Klicken Sie auf **Speichern** .

4 RenderManager überprüfen.

Klicken Sie auf die Registerkarte **RenderManager** .

Klappen Sie die einzelnen Ordner auf. Zeigen Sie die Ergebnisse an.

Bearbeiten des Abziehbildes

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Logo <1>**.

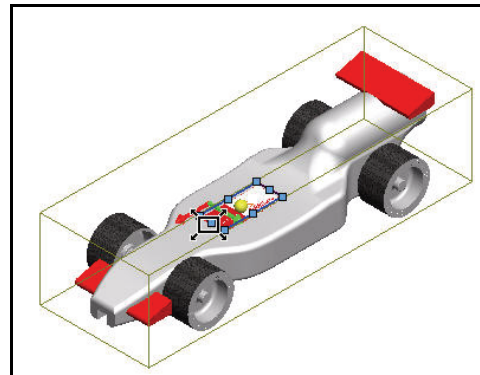
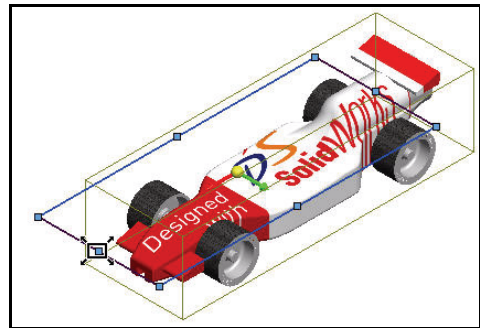
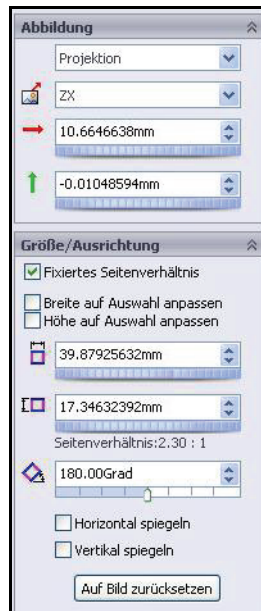
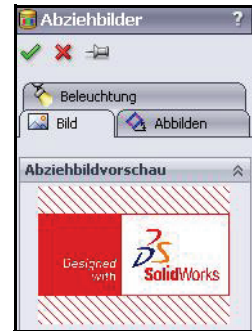
Klicken Sie auf **Bearbeiten**. Der PropertyManager **Abziehbilder** wird eingeblendet.



Klicken Sie auf die Registerkarte **Abbildung**.

Mit dem **Abziehbildrahmen in der Grafikanisicht** können Sie das Abziehbild verschieben, vergrößern, verkleinern oder drehen. Sehen Sie sich die endgültige Position des Abziehbildes im PropertyManager an.

Anmerkung: Ziehen Sie die Kanten oder einen Punkt innerhalb des Rahmens, um das Bild zu verschieben. Ziehen Sie die Ecken des Rahmens, um die Größe zu ändern. Ziehen Sie die Kugel in der Mitte, um das Abziehbild zu drehen.



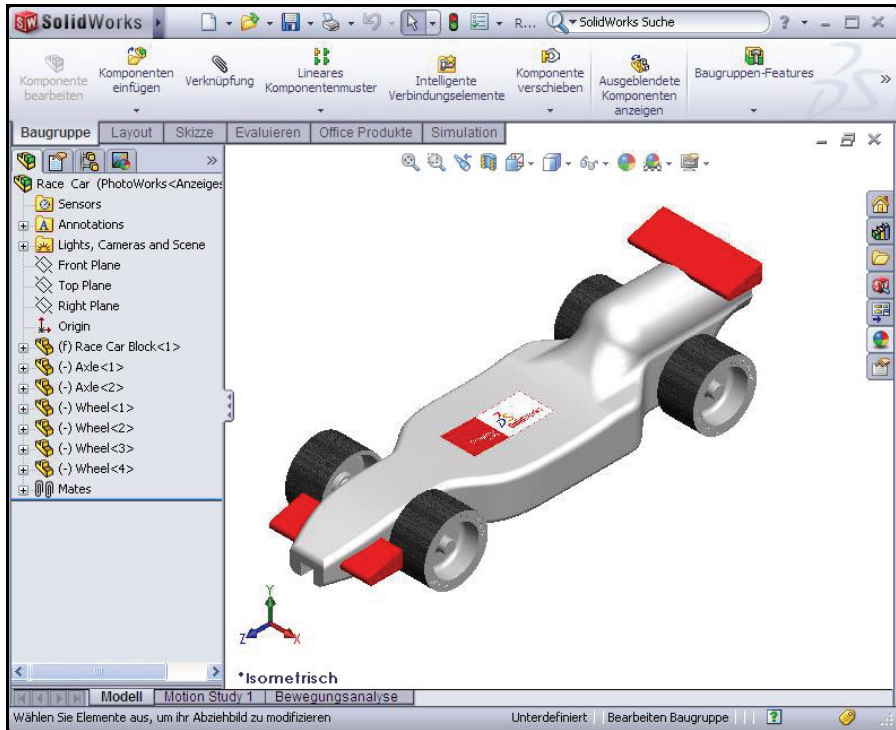
Klicken Sie im PropertyManager **Abziehbilder** auf **OK** .

5 Zum FeatureManager zurückkehren.

Klicken Sie auf die Registerkarte **FeatureManager** .

6 Modell speichern.

Klicken Sie auf **Speichern** . Damit ist dieser Abschnitt abgeschlossen. Viel Spaß beim Experimentieren mit Abziehbildern, Erscheinungsbildern, Beleuchtung, Bühnen usw.!



Ausgabeoptionen

In der Regel hat das Rendern auf dem Computerbildschirm vor allem zwei Gründe:

- Das Sichtbarmachen der Effekte von Erscheinungsbildern und Bühnen. Normalerweise ist dies ein Zwischenschritt auf dem Weg zur Endfassung.
- Das Erfassen des Bildes mit Bildschirmaufnahme-Software zur Verwendung in anderen Programmen. Die Bilder in diesem Handbuch wurden als Bildschirmaufnahmen erstellt.

Dabei handelt es sich jedoch selten um die Endfassung.

Rendern auf einen Drucker

Wenn ein gedrucktes Bild von einem Projekt erstellt werden soll, bietet es sich an, direkt auf einen Drucker zu rendern. Die Möglichkeiten dieser Option sind jedoch begrenzt, da das Hinzufügen von Beschriftungen, die Erfassung mehrerer Bilder auf einer Seite sowie die Bildbearbeitung ausgeschlossen sind. Das Rendern auf einen Drucker ist für Abbildungen in Microsoft® Word oder PowerPoint® nicht sinnvoll, da der Ausdruck in diesem Fall in eine Grafikdatei konvertiert werden müsste.

Im Folgenden werden einige gängige Anwendungsbereiche für Drucker-Renderings aufgelistet:

- Produktpräsentationen in der Eingangshalle vor Produktionsbeginn
- Schautafeln bei Konferenzen
- Projektberichte

Um ein gerendertes Bild über den Drucker auszugeben, verwenden Sie den Druckbefehl in PhotoWorks, nicht den SolidWorks-Druckbefehl.

Rendern in eine Datei

Die praktischste Ausgabemethode ist das Rendern eines Bildes in eine Datei. Bilddateien können für viele Verwendungszwecke eingesetzt werden, unter anderem für Webseiten, Schulungshandbücher, Verkaufsbroschüren und PowerPoint® Präsentationen.

Gerenderte Bilddateien lassen sich mit anderen Software-Programmen weiter bearbeiten. So können Beschriftungen oder Effekte hinzugefügt oder Änderungen vorgenommen werden, die über die Funktionen der PhotoWorks-Software hinausgehen. Diese Phase wird auch als Nachbearbeitung bezeichnet.

Dateitypen

Bilder können in den folgenden Dateiformaten gerendert werden:

- Windows Bitmap (*.bmp)
- TIFF (*.tif)
- TARGA (*.tga)
- Mental Ray Bühnendatei (*.mi)
- JPEG (*.jpg)
- PostScript (*.ps)
- Encapsulated PostScript (*.eps)
- Silicon Graphics 8 Bit RGBA (*.rgb)
- Portable pixmap (*.ppm)
- Utah/Wavefront Farbe, Typ A (*.rla)
- Utah/Wavefront Farbe, Typ B (*.rlb)
- Softimage Farbe (*.pic)
- Alias Farbe (*.alias)
- Abekas/Quantel, PAL (720x576) (*.qntpal)
- Abekas/Quantel, NTSC (720x486) (*.qntntsc)
- Mental images 8 Bit Farbe (*.ct)

Methoden zur Verbesserung der Rendering-Qualität

Die Qualität der Bilddatei kann je nach den in SolidWorks und PhotoWorks ausgewählten Optionen unterschiedlich ausfallen. Im Großen und Ganzen ist die Rendering-Qualität direkt proportional zur Rendering-Zeit. Nachstehend finden Sie einige Möglichkeiten, die Bildqualität zu verbessern.

Anmerkung: Nicht alle dieser Optionen wurden im Rahmen der Einführung in PhotoWorks behandelt. Wenn Sie weitere Informationen zu PhotoWorks wünschen, bitten Sie Ihren Lehrer/Kursleiter um ein Exemplar des Handbuchs *PhotoWorks Step-By-Step: A Self-Study Guide to Photorealistic Rendering (Anleitungen zum Selbststudium – Fotorealistisches Rendering)*. Es ist bei dem für Ihre Schule zuständigen SolidWorks-Fachhändler (VAR) erhältlich.

- Verbesserung der Bildqualität in SolidWorks.
In PhotoWorks werden beim Importieren der zu rendernden Modelle tessellierte Daten der schattierten SolidWorks-Modelle verwendet. Durch eine Steigerung der Qualität schattierter Bilder können gezackte Kanten bei gekrümmten Oberflächen reduziert werden.
- Erhöhung der Anzahl gerenderter Pixel.
Verwenden Sie eine hohe DPI-Einstellung (Punkte pro Zoll), um mehr Pixel zu rendern.
- Aktivieren von Ray-Tracing.
Ray-Tracing ermöglicht die Lichtreflexion und Brechung an Volumenkörpern.
- Verwenden einer höheren Kantenglättungseinstellung.
Durch höhere Einstellungen für die Kantenglättung kann das gezackte Erscheinungsbild von nicht vertikalen oder horizontalen Kanten abgemildert werden.
- Erhöhung der Schattenqualität.
Durch eine Erhöhung der Schattenqualität lässt sich eine Verbesserung der Schattenkanten erzielen.
- Aktivieren der indirekten Beleuchtung.
Über die indirekte Beleuchtung wird Oberflächen Licht hinzugefügt, das von anderen Oberflächen reflektiert wurde.
- Aktivieren der kaustischen Beleuchtung.
Durch die kaustische Beleuchtung wird die Darstellung mit Glanzlichtern, die durch Lichtbrechung durch transparente Materialien erzeugt werden, realistischer gestaltet.
- Aktivieren der globalen Beleuchtung.
Die globale Beleuchtung umfasst alle Formen von indirekter Beleuchtung außer kaustischen Effekten. Darunter fallen auch Farbinformationen und Stärke.

Anzahl der zu rendernden Pixel

Um qualitativ hochwertige Ergebnisse bei einer effizienten Dateigröße zu erzielen, müssen wir die richtige Größe für das Rendern des Bildes bestimmen. Im Allgemeinen sollten Sie Bitmap-Bilder nicht vergrößern, da die Bildschärfe dadurch beeinträchtigt wird. Bilder können verkleinert werden, allerdings ist die ursprüngliche Datei dann größer als erforderlich.

Dpi und Ppi im Vergleich

Dpi (Dots per Inch) und Ppi (Pixels per Inch) werden häufig synonym verwendet, tatsächlich unterscheiden sich die beiden Begriffe jedoch. „Dots per Inch“ (Punkte pro Zoll) ist die Anzahl der Punkte, die pro linearem Zoll gedruckt werden. „Pixels per Inch“ (Pixel pro Zoll) bezeichnet die Auflösung eines auf einen Bildschirm projizierten Bildes.

Berechnung der korrekten Anzahl von Pixeln

Frage: Wie wird die Anzahl der für die Endfassung zu rendernden Pixel berechnet?

Antwort: Nehmen Sie die Ausgabemethode als Grundlage.

Im Allgemeinen wird für Webseiten eine Auflösung von 72 dpi verwendet. Für Zeitungen ist eine Auflösung von 125 dpi bis 170 dpi üblich. Qualitativ hochwertige Broschüren und Zeitschriften weisen eine Auflösung von 200 dpi bis 400 dpi auf. Bei Büchern reicht die Spanne im Allgemeinen von 175 dpi bis 350 dpi. Für PowerPoint Präsentationen empfiehlt sich in der Regel 96 ppi.

Wenn die Ausgabe auf einem Drucker erfolgen und das Bild wie ein Foto aussehen soll, können 300, 600 oder 1200 dpi erforderlich sein.

Multiplizieren Sie die Druckerauflösung in dpi (Punkte pro Zoll) mit der gewünschten Größe in Zoll.

Die korrekte Anzahl der Pixel kann berechnet und direkt eingegeben werden. Sie haben aber auch die Möglichkeit, die Bildgröße in Zentimeter oder Zoll und die Punkte pro Zoll (dpi) anzugeben und das Ergebnis von PhotoWorks berechnen zu lassen.

Beispiel 1

Angenommen, Sie möchten ein Rendering des Rennwagens Race Car in einen Microsoft Word Bericht aufnehmen, den Sie auf einem Drucker mit 300 dpi ausdrucken werden. Das Bild soll 5 Zoll breit und 3,75 Zoll hoch sein.

Die Multiplikation der gewünschten Bildgröße mit dem dpi-Wert des Druckers ergibt 1500 mal 1125 Pixel.

1 In Datei rendern.

Sie legen Wert auf eine gute Druckqualität. Rendern Sie das Bild daher in eine TIFF-Datei. Dies führt zwar zu einer großen Datei, aber auch zu einer hervorragenden Bildauflösung.

Klicken Sie auf der PhotoWorks-Symbolleiste auf **In Datei rendern** .

Geben Sie als Verzeichnis für die Suche den Ordner Race Car an.

Wählen Sie als Format **8 Bit RGBA TIFF** aus.

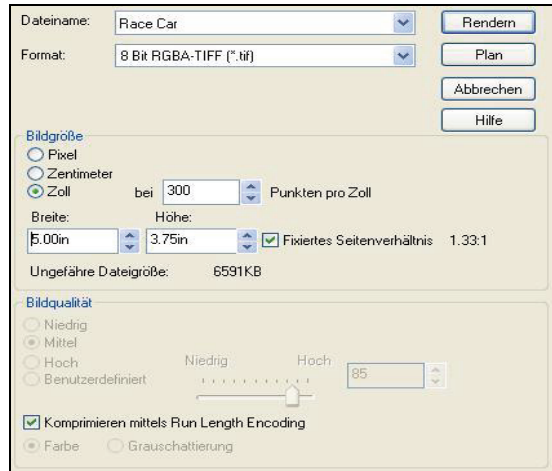
Nennen Sie die Datei Race Car.tif.

Wählen Sie **Fixiertes Seitenverhältnis**.

Wählen Sie **Zoll** für Bildgröße aus.

Geben Sie **5,00** für Breite ein.

Geben Sie **3,75** für Höhe ein.



Beispiel 2

Angenommen, das gerenderte Bild soll in eine PowerPoint Präsentation eingebunden werden. Für PowerPoint Präsentationen werden in der Regel Bilder mit 96 dpi verwendet. Das Bild soll 5,5 Zoll breit sein.

Berechnen Sie die richtige Höhe, um das Seitenverhältnis beizubehalten:

$$\frac{5}{3,75} = \frac{5,5}{NewHeight}$$

Daraus ergibt sich: $3,75 \times 5,5 = 5 \times NewHeight$ oder $20,625 = 5 \times NewHeight = 4,125$

Die Multiplikation der gewünschten Bildgröße mit 96 dpi ergibt 528 mal 396 Pixel.

Dies führt zu einer Dateigröße von etwa 816 KB.

2 Speichern und schließen.

Speichern und **schließen** Sie alle geöffneten Dateien.

Lektion 5

Analyse

Nach Abschluss dieser Lektion können Sie:

- den Heckflügel des Rennwagenblocks (Race Car Block) ändern, um die Masse zu erhöhen.
- das Werkzeug Messen anwenden.
- das Werkzeug Masseneigenschaften anwenden.
- SolidWorks SimulationXpress™ auf das Teil Axle-A anwenden.
- das Material am Teil Axle-A ändern und SimulationXpress erneut ausführen.
- die SolidWorks SimulationXpress™ Analyse speichern.
- SolidWorks Flow Simulation™ auf die anfängliche Baugruppe Race Car Block anwenden.
- SolidWorks Flow Simulation auf die endgültige Baugruppe Race Car (Rennwagen) anwenden.
- die Ergebnisse vergleichen.
- die SolidWorks Flow Simulation Analyse speichern.

Ändern des Heckflügels

In Lektion 2 haben Sie die Baugruppe Race Car erstellt. Sie haben das Werkzeug **Masseneigenschaften** angewendet und die Masse des Rennwagens (Race Car) ohne Farbe, Abziehbilder, Schleifen usw. mit 54,98 g berechnet.

Vergrößern Sie nun den Heckflügel, um die Gesamtmasse der Baugruppe Race Car zu erhöhen.

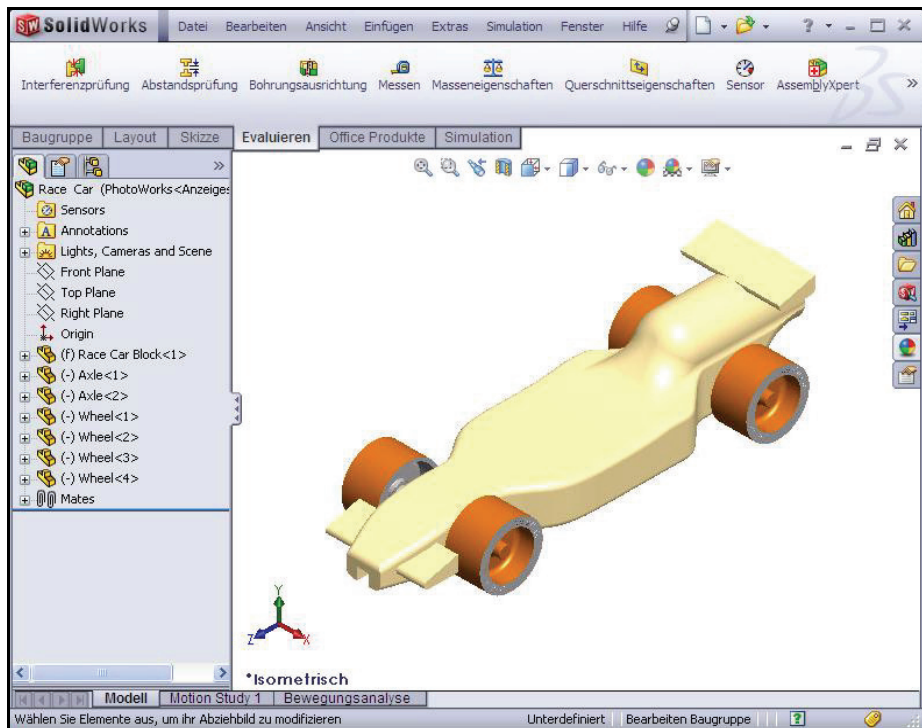
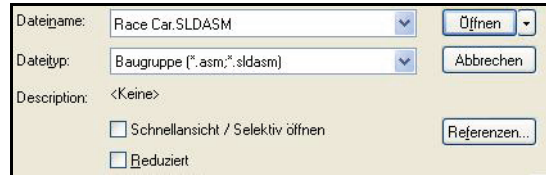
1 Rennwagen-Baugruppe öffnen.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Öffnen** .

Wechseln Sie zum Ordner der Rennwagen-Baugruppe Race Car.

Öffnen Sie die Baugruppe Race Car.

Die Baugruppe Race Car wird angezeigt.



2 Teil „Race Car Block“ öffnen.

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf Race Car Block.

Klicken Sie auf der Kontext-

Symbolleiste auf **Teil öffnen** .

Der FeatureManager für Race Car Block wird eingeblendet.

3 Heckflügel anzeigen.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Verdeckte**

Kanten ausgeblendet .

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die Ansicht

Rechts .

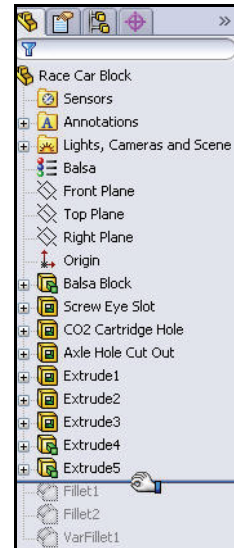
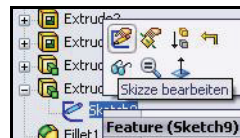
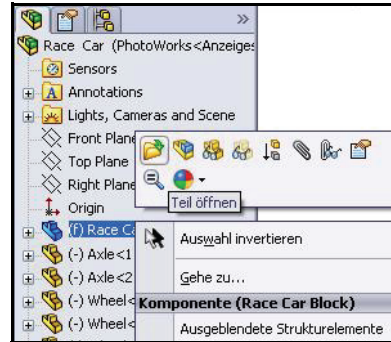
Drücken Sie die Taste **F**, um das Modell an die Größe des Grafikbereichs anzupassen.

Ziehen Sie die **Einfügleiste** unter Extrude5 (Linear austragen5).

Klappen Sie Extrude5 auf.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Sketch9 (Skizze9).

Klicken Sie auf der Kontext-Symbolleiste auf **Skizze bearbeiten** .



Vergrößern Sie den Heckflügel.

4 Höhe des Heckflügels ändern.

Doppelklicken Sie auf den Bemaßungstext **8**.

Geben Sie im Dialogfeld **Modifizieren** den Wert **10** ein.

Klicken Sie auf das Werkzeug

Modellneuaufbau .

Klicken Sie im Dialogfeld

Modifizieren auf das **grüne Häkchen** .

5 Breite des Heckflügels ändern.

Doppelklicken Sie auf den Bemaßungstext **18**.

Geben Sie im Dialogfeld **Modifizieren** den Wert **22** ein.

Klicken Sie auf das Werkzeug **Modellneuaufbau** .

Klicken Sie im Dialogfeld **Modifizieren** auf das **grüne Häkchen** .

Klicken Sie im PropertyManager **Bemaßung** auf **OK** . Sehen Sie sich die geänderten Bemaßungen des Heckflügels an.

Klicken Sie auf das Werkzeug **Modellneuaufbau** .

Ziehen Sie im FeatureManager die **Einfügeleiste** unter VarFillet1 (Variabler Verrundungsradius1), wie in der Abbildung dargestellt.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Schattiert** .

6 Modell speichern.

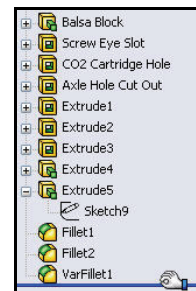
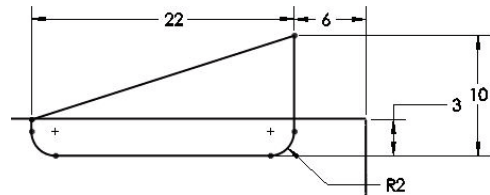
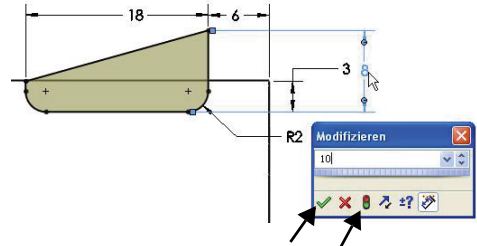
Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .

7 Zur Rennwagen-Baugruppe „Race Car“ zurückkehren.

Klicken Sie in der Menüleiste auf Datei, Schließen. Die Baugruppe Race Car wird angezeigt.

Klicken Sie auf **Ja**, um einen Neuaufbau durchzuführen.



Berechnen der neuen Masse

Sie haben die Höhe und Breite des Heckflügels geändert. Vergleichen Sie die ursprüngliche Konstruktion mit der geänderten Konstruktion. Wenden Sie dazu das Werkzeug **Masseneigenschaften** an. Messen Sie die Gesamtmasse der Baugruppe Race Car.

1 Werkzeug „Masseneigenschaften“ anwenden.

Klicken Sie auf die Registerkarte **Evaluieren**.

Klicken Sie auf der Evaluieren-Symbolleiste auf

Masseneigenschaften . Das Dialogfeld **Masseneigenschaften** wird eingeblendet.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Optionen**.

Aktivieren Sie die Option **Benutzerdefinierte Einstellungen**.

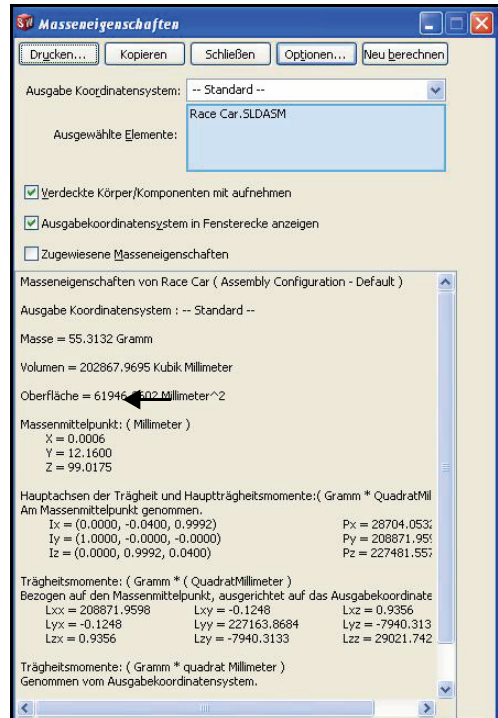
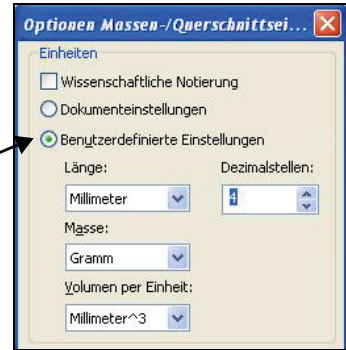
Geben Sie **4** für **Dezimalstellen** ein.

Klicken Sie im Dialogfeld **Optionen Massen-/Querschnittseigenschaften** auf **OK**.

Sehen Sie sich die neue Masse der Baugruppe Race Car an. Die neue Masse beträgt etwa 55,31 g im Vergleich zu 54,98 g.

Klicken Sie im Dialogfeld **Masseneigenschaften** auf **Schließen**.

Probieren Sie unterschiedliche Konstruktionsänderungen an der Baugruppe Race Car aus. Stellen Sie sicher, dass die endgültige Konfiguration den Wettbewerbsanforderungen entspricht.



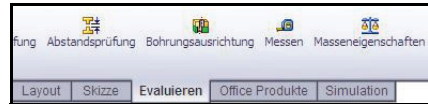
Anwenden des Werkzeugs „Messen“

Wenden Sie das Werkzeug **Messen** an, um den geänderten Heckflügel zu messen. Sie haben den Heckflügel des Rennwagenblocks (Race Car Block) geändert.

Bestätigen Sie die geänderten Bemaßungen.

1 Werkzeug „Messen“ anwenden.

Klicken Sie auf der Evaluieren-Symbolleiste auf das Werkzeug **Messen** . Das Dialogfeld **Messen – Race Car** wird eingeblendet.



Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Auswahlfeld, und wählen Sie **Auswahl aufheben**.

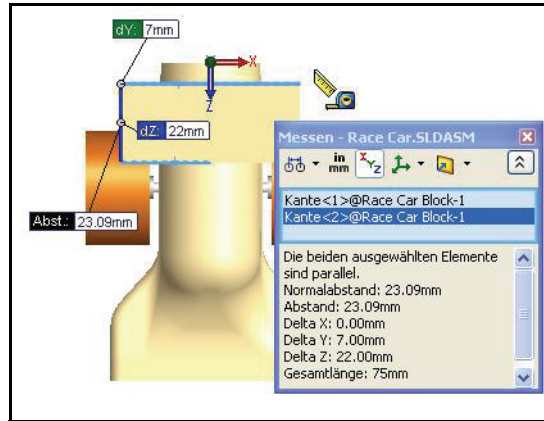


Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die Ansicht **Oben** .

2 Breite des Heckflügels messen.

Klicken Sie auf die **Vorderkante** des Heckflügels.

Klicken Sie auf die **hintere Kante** des Heckflügels. **22 mm** wird angezeigt

**3 Höhe des Heckflügels messen.**

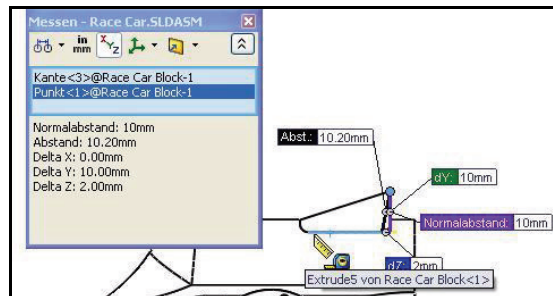
Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Auswahlfeld, und wählen Sie **Auswahl aufheben**.

Klicken Sie auf die Ansicht **Rechts** .

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Verdeckte Kanten ausgeblendet** .

Klicken Sie auf die **untere Kante** des Heckflügels.

Klicken Sie auf den **höchsten Punkt** des Heckflügels. Zeigen Sie die Bemaßungen an.



Schließen Sie das Dialogfeld **Messen – Race Car**.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Schattiert mit Kanten** .

Klicken Sie auf die Ansicht **Isometrisch** .

4 Modell speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Speichern** .

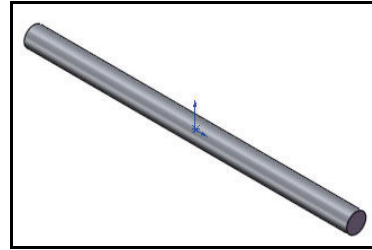
Klicken Sie in der Menüleiste auf **Fenster, Alle schließen**. Alle Modelle werden geschlossen.

Spannungsanalyse der Achse

In diesem Abschnitt werden Sie das in der Rennwagen-Baugruppe Race Car verwendete Teil Axle-A (Achse-A) mithilfe von SolidWorks SimulationXpress™ rasch analysieren. Eine Analyse lässt sich schnell und einfach durchführen. Dazu sind nur fünf Schritte erforderlich:

1. Material des Teils definieren.
2. Lager anwenden.
3. Lasten anwenden.
4. Teil analysieren.
5. Teil optimieren (optional).
6. Zeigen Sie die Ergebnisse an.

Nach einer ersten, elementaren Analyse des Teils Axle-A und der Überprüfung der Sicherheit dieses Teils werden Sie das Material ändern und die Analyse erneut ausführen.



Konstruktionsanalyse

Nach dem Erstellen einer Konstruktion in SolidWorks ist es empfehlenswert, Folgendes zu prüfen:

- Ist das Teil stabil genug?
 - Wie wird es sich verformen?
 - Kann ich weniger Material verwenden, ohne die Leistung zu beeinträchtigen?
- Ohne Analysewerkzeuge kann nur durch kostenintensive Konstruktionszyklen mit Prototypentests gewährleistet werden, dass die Leistung des Produkts den Kundenerwartungen entspricht. Dank der Konstruktionsanalyse können Konstruktionszyklen nun schneller und kostengünstiger an Computermodellen ausgeführt werden. Das Testen kostspieliger physischer Prototypen entfällt. Selbst wenn die Fertigungskosten nicht so sehr ins Gewicht fallen, bietet die Konstruktionsanalyse bedeutende Vorzüge hinsichtlich der Produktqualität. Ingenieure können Konstruktionsprobleme bereits viel früher erkennen und sparen sich den zeitintensiven Prototypenbau. Die Konstruktionsanalyse erleichtert auch Studien zahlreicher Konstruktionsoptionen und bietet Unterstützung bei der Entwicklung optimierter Konstruktionen.

Spannungsanalyse

Die Spannungsanalyse oder statische Analyse ist die gängigste Konstruktionsanalyse. Sie prognostiziert, wie das Modell sich unter Last verformt. Im Rahmen der Spannungsanalyse werden Verschiebungen, Dehnungen und Spannungen im ganzen Teil basierend auf Materialien, Lagern und Lasten berechnet. Ein Material versagt, wenn die Spannung ein bestimmtes Ausmaß erreicht. Verschiedene Materialien versagen bei verschiedenen Spannungsstärken. In SolidWorks SimulationXpress™ wird die lineare statische Analyse, die auf der Finite-Elemente-Methode (FEM) beruht, zur Berechnung der Spannungen verwendet.

Die linearen statischen Berechnungen stützen sich auf folgende Annahmen zur Berechnung der Spannungen im Teil:

- **Annahme der Linearität.** Die erhaltene Reaktion ist direkt proportional zu den angewendeten Lasten.
- **Annahme der Elastizität.** Das Teil nimmt wieder seine ursprüngliche Form an, wenn die Lasten entfernt werden.
- **Statische Annahme.** Alle Lasten werden langsam und schrittweise angewendet, bis sie ihre volle Stärke erreichen.

Benutzeroberfläche

SolidWorks SimulationXpress führt Sie durch sechs Schritte zum Definieren der Materialeigenschaften, Lager und Lasten, zur Analyse und Optimierung des Teils und zur Anzeige der Ergebnisse. Die Benutzeroberfläche von SolidWorks SimulationXpress besteht aus folgenden Komponenten:

Willkommen (Registerkarte): Hiermit können Sie die Standardeinheiten und einen Ordner zum Speichern der Analyseergebnisse festlegen.

Material (Registerkarte): Hiermit weisen Sie dem Teil Materialeigenschaften zu. Das Material kann aus der Materialbibliothek zugewiesen werden, oder Sie können die Materialeigenschaften selbst eingeben.

Lager (Registerkarte): Hiermit können Sie Lager auf die Flächen des Teils anwenden.

Last (Registerkarte): Hiermit können Sie Kräfte und Drücke auf die Flächen des Teils anwenden.

Analysieren (Registerkarte): Hiermit können Sie die Analyse mit den Standardeinstellungen durchführen oder die Einstellungen ändern.

Optimieren (Registerkarte): Optimiert eine Modellbemaßung basierend auf einem angegebenen Kriterium.

Ergebnisse (Registerkarte): Hiermit können Sie die Analyseergebnisse auf folgende Weise anzeigen:

- Sie können kritische Bereiche anzeigen, bei denen der Faktor der Sicherheitsverteilung kleiner als der angegebene Wert ist.
- Sie können die Spannungsverteilung im Modell anzeigen, mit oder ohne Angabe des maximalen und minimalen Spannungswertes.
- Sie können die resultierende Verschiebungsverteilung im Modell anzeigen, mit oder ohne Angabe des maximalen und minimalen Verschiebungswertes.
- Sie können das verformte Modell anzeigen.
- Sie können einen HTML-Bericht erstellen.
- Sie können eDrawings Dateien mit den Analyseergebnissen erstellen.

Neu starten (Schaltfläche): Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um vorhandene Analysedaten und -ergebnisse zu löschen und eine neue Analysesitzung zu beginnen.

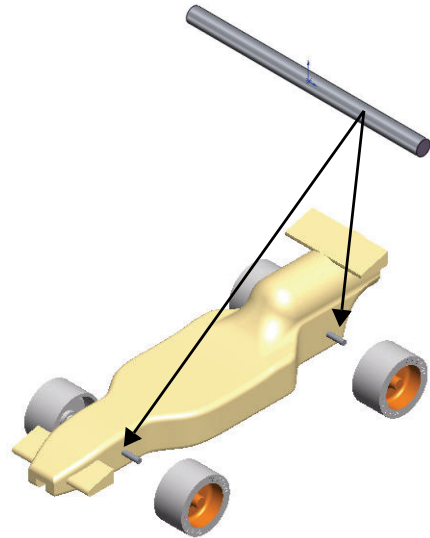
Aktualisieren (Schaltfläche): Hiermit wird die SolidWorks SimulationXpress Analyse durchgeführt, wenn die Lager und Lasten gelöst sind. Wenn sie nicht gelöst sind, wird eine Meldung angezeigt, und Sie müssen ungültige Lager oder Lasten bearbeiten. Die Schaltfläche Aktualisieren wird angezeigt, wenn Sie nach Anwenden von Lasten oder Lagern die Geometrie ändern. Die Option wird auch angezeigt, wenn Sie nach der Analyse Änderungen an den Materialeigenschaften, Lagern, Lasten oder der Geometrie vornehmen. Nachdem eines dieser Elemente geändert wurde, werden Ausrufezeichen auf den Registerkarten Analysieren und Ergebnisse angezeigt. Ein Ausrufezeichen auf der Registerkarte Lager oder Last bedeutet, dass ein Lager oder eine Last nach einer Geometrieänderung ungültig wurde.

Analyse des Teils „Axle-A“ (Achse-A)

Wechseln Sie zum heruntergeladenen Ordner Analysis (Analyse), und öffnen Sie das Teil Axle-A in diesem Abschnitt.

Führen Sie eine Spannungsanalyse des Teils Axle-A durch.

Das Teil Axle-A ist ein umbenanntes Teil von Axle (Achse), das in der Rennwagen-Baugruppe Race Car verwendet wird.

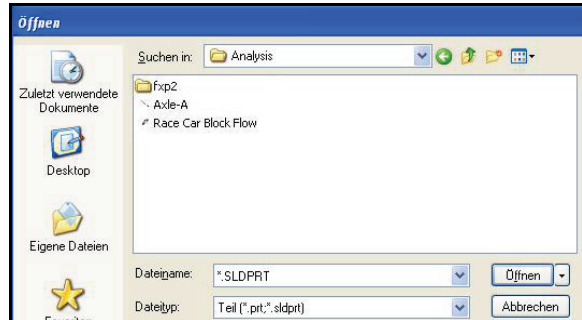


Öffnen des Teils „Axle-A“

1 Teil „Axle-A“ öffnen.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Öffnen** .

Wählen Sie den **Ordner** aus, in den Sie den Ordner **Analysis** (Analyse) heruntergeladen haben.

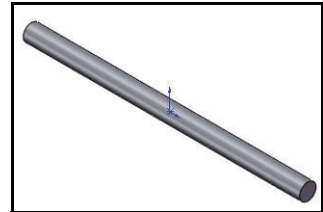


Stellen Sie den **Dateityp** auf **Teil** ein.

Doppelklicken Sie auf **Axle-A**. Das Teil Axle-A wird im Grafikbereich eingeblendet.

2 Ansichtsausrichtung ändern.

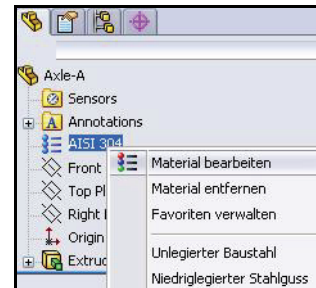
Falls das Teil nicht in einer isometrischen Ansicht angezeigt wird, klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .

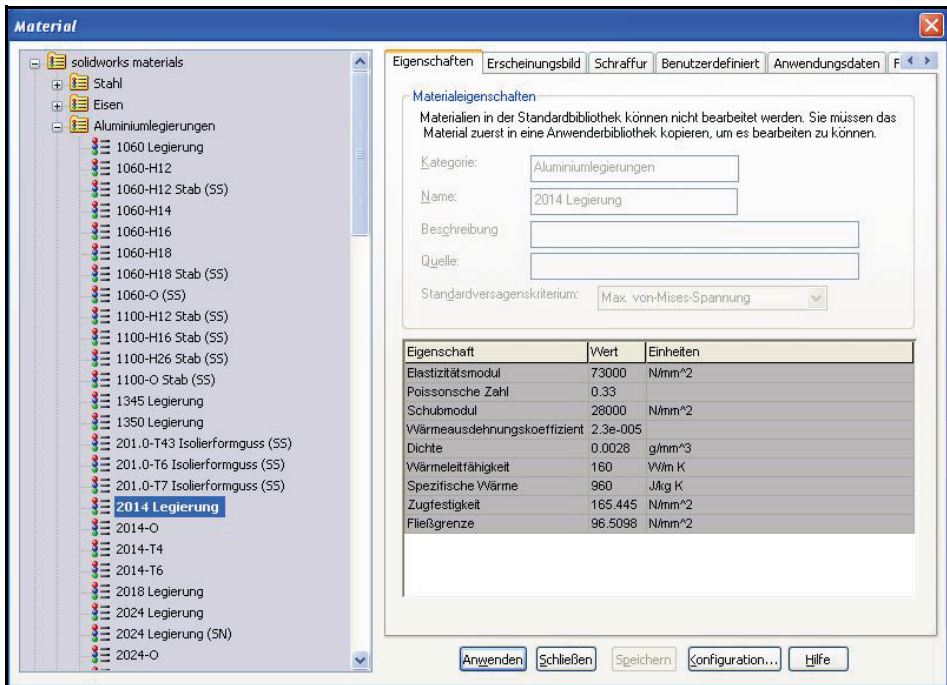


3 Material prüfen.

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf **2024 Alloy** (Legierung 2024).

Klicken Sie auf **Material bearbeiten**. Die physikalischen Materialeigenschaften werden im Dialogfeld **Materialien** angezeigt.





Anmerkung: Die Materialeigenschaften der Legierung 2024 werden in SimulationXpress verwendet.

4 Zum FeatureManager zurückkehren.

Klicken Sie im Dialogfeld **Materialien** auf **Schließen**.

SolidWorks SimulationXpress

Nachdem Sie das Teil in SolidWorks geöffnet haben, können Sie SolidWorks SimulationXpress starten und sofort mit der Analyse beginnen. Im Dialogfeld Optionen wählen Sie das bevorzugte Standard-Einheitensystem aus und legen einen Ordner zum Speichern der Analyseergebnisse fest.

Einheitensysteme

Die folgende Tabelle enthält die von SimulationXpress verwendeten Größen und deren Einheiten in verschiedenen Einheitensystemen:

		SI	Englisch (IPS)	Metrisch
Lasten	Kraft	N (Newton)	lb (Pfund)	kgf
	Druck	N/m ²	psi (lb/in ²)	kgf/cm ²
Material-eigenschaften	EX: Elastizitätsmodul	N/m ²	psi (lb/in ²)	kgf/cm ²
	NUXY: Poissonsche Zahl	dimensionslos	dimensionslos	dimensionslos
	SIGYLD: Fließgrenze	N/m ²	psi (lb/in ²)	kgf/cm ²
	DENS: Massendichte	kg/m ³	lb/in ³	kg/cm ³
Ergebnisse	Äquivalente Spannung	N/m ²	psi (lb/in ²)	kgf/cm ²

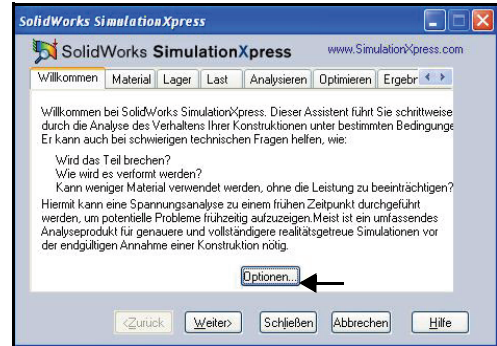
Table 1: In SimulationXpress verwendete Einheitensysteme

Starten von SimulationXpress und Festlegen der Analyseoptionen

1 SolidWorks SimulationXpress ausführen.

Klicken Sie in der Menüleiste auf **Extras, SimulationXpress**.

Die SolidWorks SimulationXpress Anwendung wird gestartet, und die Registerkarte **Willkommen** ist ausgewählt.



Tipp: Sie können SimulationXpress schnell ausführen, indem Sie im BefehlsManager auf der Registerkarte **Evaluieren** auf **SimulationXpress Analyse-Assistent** klicken.



2 Systemeinheiten festlegen.

Klicken Sie auf dem Bildschirm **Willkommen** auf die Schaltfläche **Optionen**.

Stellen Sie die Option **System der Einheiten** auf **SI**, (**MMGS**) ein.

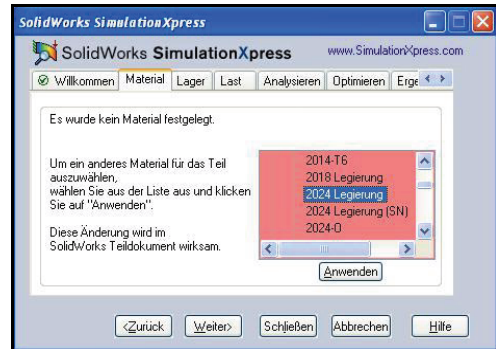
Geben Sie im Feld **Ablageort für Ergebnisse** den Pfad des Ordners **Analysis** an.

Klicken Sie auf **Weiter>**.



Zuweisen von Material

Die Reaktion des Teils hängt vom Herstellungsmaterial ab. Die elastischen Eigenschaften des Teilmaterials müssen angegeben werden. Sie können ein Material aus der SolidWorks Materialbibliothek entnehmen oder selbst Materialeigenschaften definieren. SimulationXpress verwendet die folgenden Materialeigenschaften zur Durchführung der Spannungsanalyse.



Elastizitätsmodul (EX). Für ein linear elastisches Material ist das Elastizitätsmodul die Spannung, die die Dehnung des Materials um eine Einheit verursacht. Anders ausgedrückt: die Spannung dividiert durch die zugehörige Dehnung. Das Elastizitätsmodul wurde von Young eingeführt und wird daher auch als Youngsches Modul bezeichnet.

Poissonsche Zahl (NUXY). Die Materialdehnung in Längsrichtung wird von einem Schrumpfen in den Querrichtungen begleitet. Wenn z. B. auf einen Körper in der X-Richtung eine Zugspannung angewendet wird, ist die Poissonsche Zahl als Verhältnis der lateralen Dehnung in der Y-Richtung dividiert durch die Dehnung in Längsrichtung (X-Richtung) definiert. Poissonsche Zahlen sind dimensionslose Größen. Wenn sie nicht definiert sind, nimmt das Programm den Standardwert 0 an.

Fließgrenze (SIGYLD). SimulationXpress verwendet diese Materialeigenschaft zur Berechnung der Sicherheitsfaktor-Verteilung. In SimulationXpress wird davon ausgegangen, dass das Material zu fließen beginnt, wenn die äquivalente Spannung (von Mises) diesen Wert erreicht.

Massendichte (DENS). Die Dichte ist definiert als Masse pro Volumeneinheit. Die Einheit der Dichte lautet lb/Zoll³ im englischen System und kg/m³ im SI-System. In SimulationXpress wird die Massendichte verwendet, um Masseneigenschaften des Teils in die Berichtsdatei aufzunehmen.

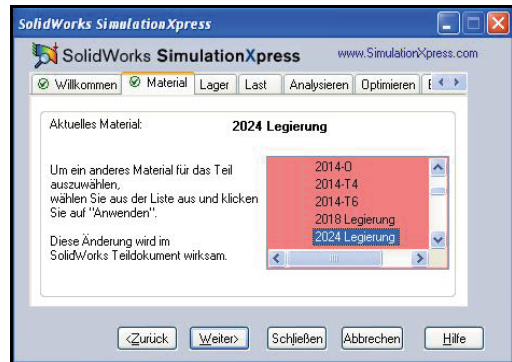
Zuweisen von Material

1 Material zuweisen.

Klicken Sie auf **2024 Alloy** (Legierung 2024), wie in der Abbildung dargestellt.

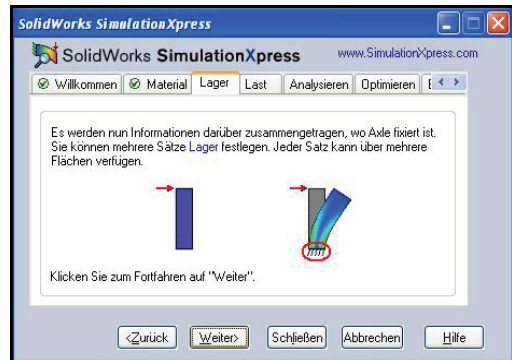
Klicken Sie auf **Anwenden**.

Klicken Sie auf **Weiter>**.



Anwenden von Lagern

Ein Teil, auf das kein Lager angewendet wird, bewegt sich als starrer Körper unbegrenzt in Richtung der aufgebrachten Last. Im Abschnitt zu Lagern definieren Sie, wie das Teil Axle-A in der Analyse befestigt wird. Die Flächen mit Lager werden im Raum fixiert. Sie müssen mindestens eine Fläche des Teils mit Lagern versehen, um den Abbruch des Analyseprogramms aufgrund von einer durch Starrkörperbewegungen verursachten Instabilität zu verhindern.



Anwenden eines Lagers

1 Lager anwenden.

Die Registerkarte **Lager** wird aktiviert. Im Abschnitt **Lager** werden Informationen dazu erfasst, wo das Teil Axle-A fixiert ist. Sie können mehrere Lagersätze angeben. Jeder Satz kann mehrere Flächen umfassen.

2 Lager benennen.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

Löschen Sie den Text **Restraint1** (Lager1).

Geben Sie stattdessen **Fix Axle-A at the ends** (Achse A an Enden fixieren) ein.

Anmerkung: Es empfiehlt sich, den Lagern aussagekräftige Namen zu geben.

3 Flächen für Lager auswählen.

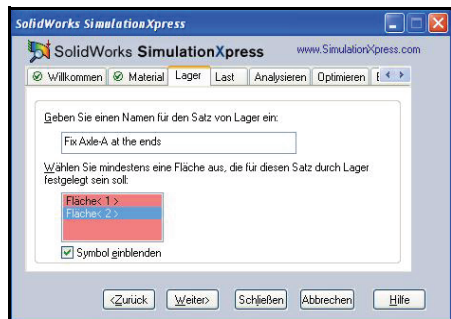
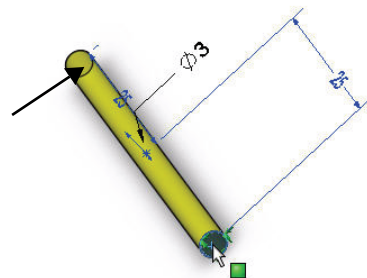
Klicken Sie auf die **rechte Außenfläche** des Teils Axle-A.

Klicken Sie auf die **linke Außenfläche** des Teils Axle-A, wie in der Abbildung dargestellt.

Face<1> (Fläche 1) und Face<2> (Fläche 2) werden im Auswahlfeld eingblendet.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

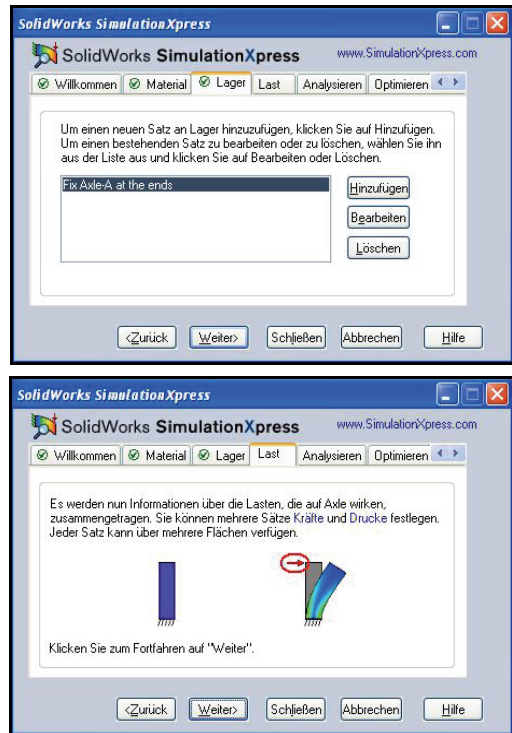
Anmerkung: Klicken Sie auf **Hinzufügen**, um einen neuen Lagersatz hinzuzufügen. Um einen vorhandenen Satz zu bearbeiten oder zu löschen, führen Sie die entsprechenden Funktionen im Feld aus.



Anwenden einer Last

Über die Registerkarte **Last** können Sie die auf das Teil wirkenden Lasten festlegen. Bei einer Last kann es sich entweder um eine Kraft oder um einen Druck handeln.

Sie können mehrere Lasten auf eine oder mehrere Flächen anwenden. Die Richtung einer Kraft kann in Bezug auf Ebenen oder normal auf ausgewählte Flächen angegeben werden. Druck wird immer normal auf ausgewählte Flächen angewendet.



Anwenden einer Last

1 Last anwenden.

Klicken Sie auf **Weiter>**. Erfassen Sie Informationen zu den auf das Teil **Axle-A** wirkenden Lasten. Sie können mehrere Sätze von Kräften oder Drücken angeben. Jeder Satz kann mehrere Flächen umfassen.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

2 Lastart auswählen.

Wählen Sie **Kraft**.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

3 Namen für die Kraft eingeben.

Löschen Sie den Text **Load1** (Last1).

Geben Sie **1N** als Text für die Last ein.

4 Fläche auswählen, auf die die Kraft ausgeübt wird.

Klicken Sie auf die **zylindrische Fläche** des Teils **Axle-A**.

Face <1> (Fläche 1) wird im Auswahlfeld eingeblendet.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

5 Richtung und Größe der Kraft angeben.

Wählen Sie die Option **Normal auf eine Referenzebene** aus.

Klicken Sie im FeatureManager auf die **Ebene Oben**.

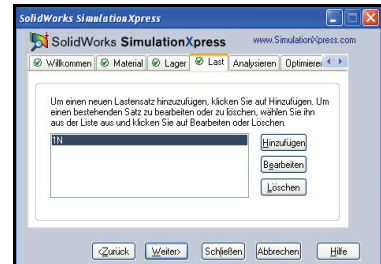
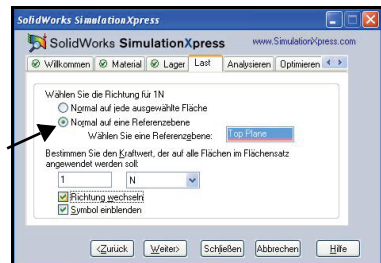
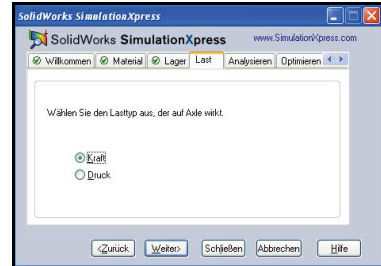
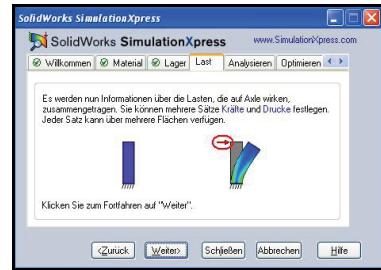
Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Richtung wechseln**. Die Pfeile für die Kraft zeigen nach unten.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

6 Ergebnisse analysieren.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

Die Registerkarte **Analysieren** wird eingeblendet.



Ausführen der Analyse

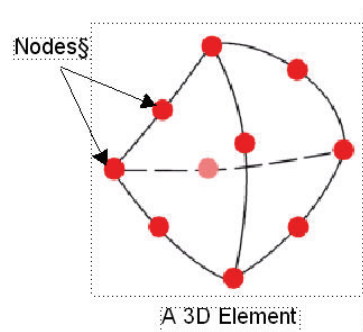
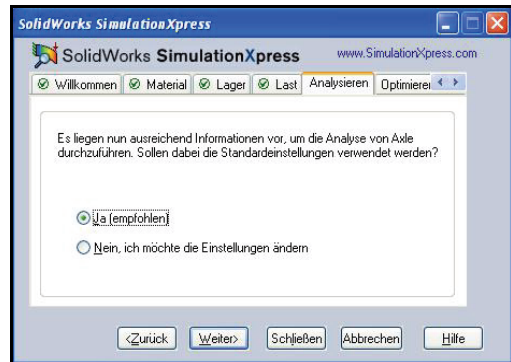
Über die Registerkarte **Analysieren** führen Sie die Analyse aus. SimulationXpress bereitet das Modell für die Analyse vor und berechnet die Verschiebungen, Dehnungen und Spannungen.

Die erste Phase der Analyse ist die Vernetzung. Bei der Vernetzung wird die Geometrie im Grunde in kleine, einfach geformte Teile unterteilt, die als finite Elemente bezeichnet werden.

In der Konstruktionsanalyse werden finite Elemente verwendet, um die Reaktion des Modells auf angewendete Lasten und Lager zu berechnen. SimulationXpress berechnet eine globale Elementgröße für das Modell, und zwar basierend auf dem Volumen, der Oberfläche und anderen geometrischen Details. Sie können in SimulationXpress die Standardelementgröße festlegen oder eine andere Elementgröße verwenden.

Nach der erfolgreichen Vernetzung des Modells beginnt die zweite Phase automatisch. SimulationXpress erstellt die Gleichungen, die das Verhalten der einzelnen Elemente regeln; dabei werden auch die Verbindungen der Elemente untereinander berücksichtigt. Diese Gleichungen setzen die Verschiebungen zu bekannten Materialeigenschaften, Lagern und Lasten in Beziehung. Anschließend werden die Gleichungen in einem großen Satz simultaner algebraischer Gleichungen organisiert. Der Solver findet die Verschiebungen in die X-, Y- und Z-Richtung an den einzelnen Knoten.

Mit Hilfe der Verschiebungen werden die Dehnungen in den verschiedenen Richtungen berechnet. Abschließend werden mit Hilfe von mathematischen Ausdrücken die Spannungen berechnet.



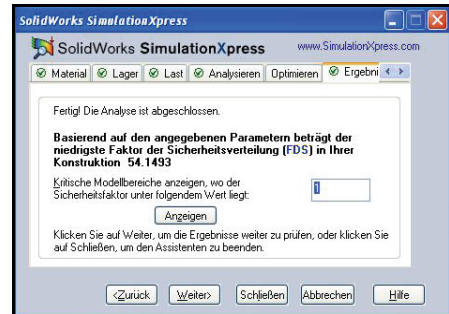
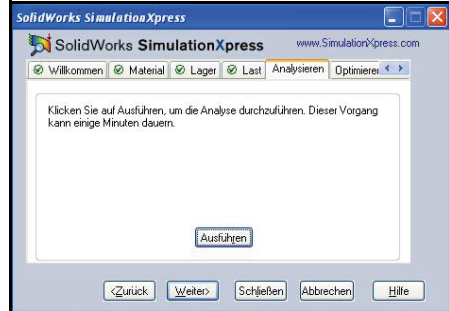
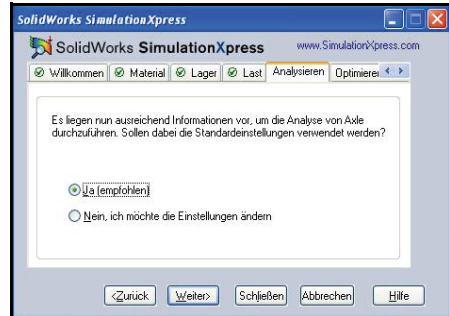
Ausführen der Analyse

- 1 **Standardeinstellungen verwenden.**
Aktivieren Sie die Option **Ja (empfohlen)**.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

- 2 **Analyse ausführen.**
Klicken Sie auf **Ausführen**.

Die Analyse beginnt. Nach Abschluss der Analyse wird ein Häkchen auf der Registerkarte **Analysieren** und der Registerkarte **Ergebnisse** angezeigt.



Betrachten der Ergebnisse

Das Betrachten der Ergebnisse ist ein entscheidender Schritt im Analyseprozess. In diesem Schritt bewerten Sie, inwieweit Ihre Konstruktion den angegebenen Arbeitsbedingungen standhält. In diesem Stadium werden Sie in die Lage versetzt, wichtige Entscheidungen darüber zu fällen, ob Sie die Konstruktion in der jetzigen Form übernehmen und mit der Prototyperstellung fortfahren, weitere Verbesserungen an der Konstruktion vornehmen oder weitere Last- und Lagersätze darauf anwenden.



Im ersten Dialogfeld der Registerkarte **Ergebnisse** wird der niedrigste Faktor der Sicherheitsverteilung des Modells unter der angegebenen Last und dem Lager angezeigt.

SimulationXpress verwendet das maximale von-Mises-Spannungskriterium zur Berechnung der Faktoren der Sicherheitsverteilung. Dieses Kriterium besagt, dass ein zähes Material zu fließen beginnt, wenn die äquivalente Spannung (von-Mises-Spannung) die Fließgrenze des Materials erreicht hat. Die Fließgrenze (SIGYLD) ist als Materialeigenschaft definiert. SimulationXpress berechnet den Faktor der Sicherheitsverteilung an der entsprechenden Stelle, indem die Fließgrenze durch die äquivalente Spannung an dieser Stelle dividiert wird.

Bedeutung der Werte beim Faktor der Sicherheitsverteilung:

- Ein Faktor der Sicherheitsverteilung unter 1,0 an einer Stelle gibt an, dass das Material an dieser Stelle nachgegeben hat und dass die Konstruktion nicht sicher ist.
- Ein Faktor der Sicherheitsverteilung von 1,0 an einer Stelle gibt an, dass das Material an dieser Stelle zu fließen beginnt.
- Ein Faktor der Sicherheitsverteilung größer als 1,0 an einer Stelle gibt an, dass das Material an dieser Stelle nicht nachgegeben hat.
- Das Material beginnt an einer Stelle zu fließen, wenn Sie neue Lasten gleich der vorliegenden Lasten multipliziert mit dem resultierenden Faktor der Sicherheitsverteilung anwenden.

Anzeigen der Ergebnisse

1 Ergebnisse anzeigen.

Der Faktor der Sicherheitsverteilung des Teils Axle-A beträgt etwa 68,92.

Dieser Wert deutet darauf hin, dass die aktuelle Konstruktion sicher oder überkonstruiert ist.

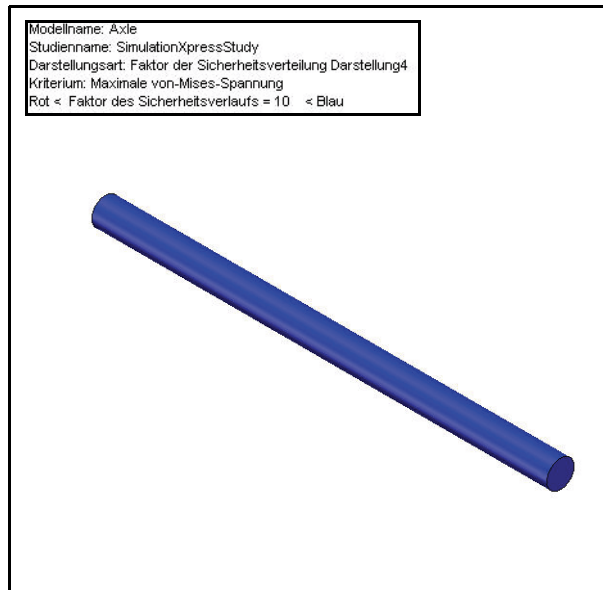
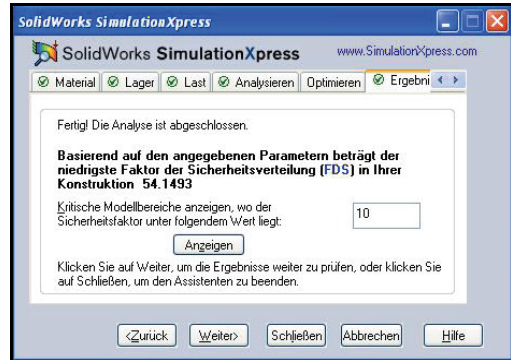
2 Sicherheitsfaktor ändern.

Geben Sie in das Feld **Kritische Modellbereiche anzeigen, wo der Sicherheitsfaktor unter folgendem Wert liegt:** den Wert **10** ein.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Anzeigen**.

Folgende Darstellung wird angezeigt. Bereiche in Blau haben einen Faktor der Sicherheitsverteilung von mehr als 10 (überkonstruierte Bereiche).

Bereiche in Rot haben einen Faktor der Sicherheitsverteilung von weniger als 10. Alle Bereiche werden in Blau angezeigt.

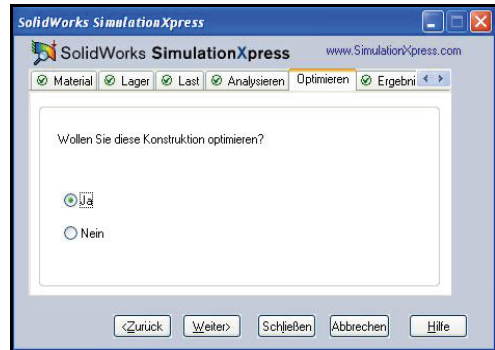


Optimierung des Modells

Auf der Registerkarte **Optimieren** können Sie Optimierungsanalysen durchführen, nachdem Sie die Spannungsanalysen auf der Registerkarte **Analysieren** abgeschlossen haben. Dabei wird versucht, den optimalen Wert für eine Modellbemaßung zu finden, und zwar unter Einhaltung eines bestimmten Kriteriums:

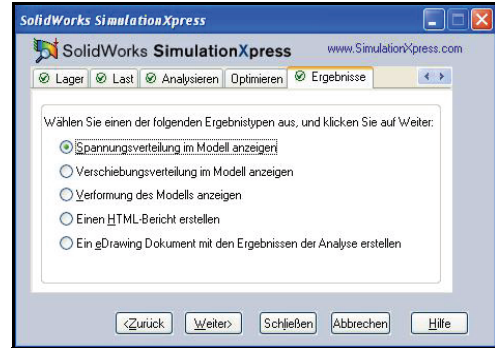
- Sicherheitsfaktor
- Maximale Spannung
- Maximale Verschiebung

Sie können den gewünschten Sicherheitsfaktor eingeben oder den Sicherheitsfaktor basierend auf dem oberen und unteren Grenzwert von SimulationXpress berechnen lassen. Führen Sie den Optimierungsprozess jetzt nicht aus.



Spannungen

Wenn auf einen Körper Lasten angewendet werden, versucht der Körper, deren Auswirkungen zu absorbieren, indem interne Kräfte entstehen, die im Allgemeinen an den einzelnen Stellen unterschiedlich sind. Die Stärke dieser internen Kräfte wird als Spannung bezeichnet. Die Spannungseinheit ist Kraft pro Fläche.



In SimulationXpress kann eine Spannungsgröße angezeigt werden, die als äquivalente (oder auch von-Mises-) Spannung bezeichnet wird. Während die äquivalente Spannung an einer Stelle den Spannungszustand an dieser Stelle nicht eindeutig definiert, bietet sie ausreichende Informationen zur Bewertung der Sicherheit der Konstruktion für viele zähe Materialien.

Die äquivalente Spannung ist richtungslos. Sie wird vollständig durch die Größe (in Spannungseinheiten) definiert, d. h. als Kraft pro Fläche. In SimulationXpress werden die von-Mises-Fließkriterien zur Berechnung der Faktoren der Sicherheitsverteilung an verschiedenen Stellen des Modells verwendet.

Spannungsverteilung

1 Spannungsverteilung im Teil anzeigen.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

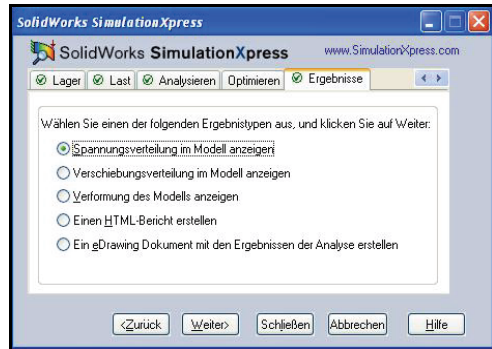
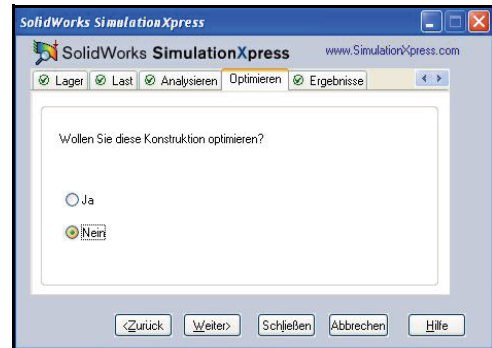
Klicken Sie auf die Option **Nein**.

Führen Sie den Optimierungsprozess jetzt nicht aus.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

Aktivieren Sie die Option **Spannungsverteilung im Modell anzeigen**.

Klicken Sie auf **Weiter>**.



2 Spannungen anzeigen.

Die Spannungsdarstellung wird im Grafikbereich eingeblendet.

Bewegungssimulation der Spannungsdarstellung

Starten Sie die Bewegungssimulation.

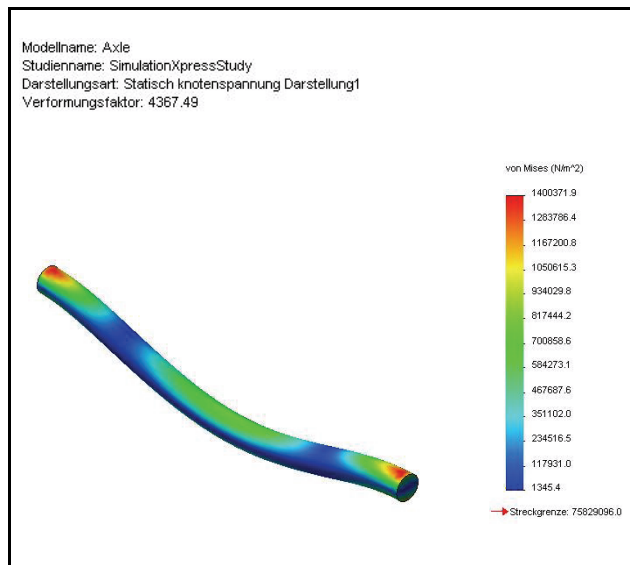
Klicken Sie auf **Ausführen**.

Halten Sie die Bewegungssimulation an.

Klicken Sie auf **Stopp**.

Speichern Sie die Bewegungssimulation.

Klicken Sie auf **Speichern**. Das Dialogfeld **Speichern unter** wird geöffnet.

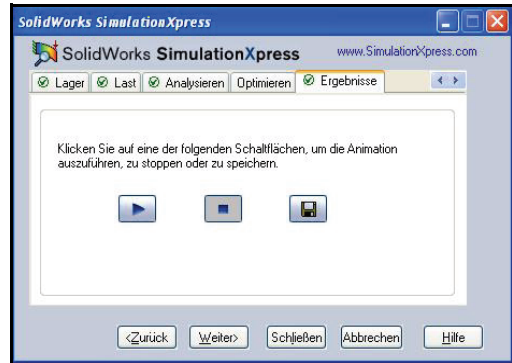


Klicken Sie im Dialogfeld **Speichern unter** auf **Speichern**, um den Dateityp und den Namen der Bewegungssimulationsdatei zu übernehmen.

Anmerkung: SimulationXpress speichert die Bewegungssimulationsdatei in dem im Dialogfeld **Optionen** angegebenen Ordner, es sei denn, Sie haben beim Speichern der Bewegungssimulation im vorherigen Schritt einen anderen Ordner angegeben.

Speichern der Analysedaten und Schließen von SimulationXpress

- 1 **SimulationXpress schließen.**
Klicken Sie auf **Schließen**.

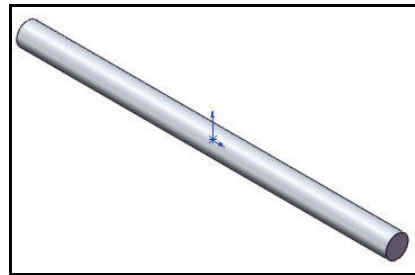


- 2 **Analysedaten speichern.**
Klicken Sie im Meldungsfenster auf **Ja**.

Ändern des Materials von „Axle-A“ (Achse-A)

SimulationXpress bietet Ihnen die Möglichkeit, folgende Frage zu beantworten: „Kann ich die Materialdicke bei Axle-A verringern oder gar das Material ändern, ohne die Leistung zu beeinträchtigen?“

Ändern Sie das Material von 2024 Alloy (Legierung 2024) in AISI 304. Führen Sie die Analyse erneut durch, und vergleichen Sie die Ergebnisse.



1 Material im FeatureManager ändern.

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf **2024 Alloy** (Legierung 2024).

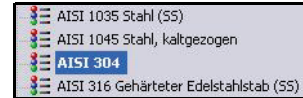
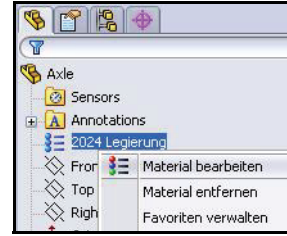
Klicken Sie auf **Material bearbeiten**. Das Dialogfeld **Materialien** wird eingeblendet.

Klappen Sie den Eintrag **Stahl** auf.

Klicken Sie auf **AISI 304**.

Klicken Sie auf **Anwenden**.

Klicken Sie auf **Schließen**.

**2 SimulationXpress ausführen.**

Klicken Sie in der Menüleiste auf **Extras, SimulationXpress**.

Ausrufezeichen werden auf den Registerkarten **Analysieren** und **Ergebnisse** angezeigt, wenn das Modell neu analysiert werden muss und die vorhandenen Ergebnisse nicht zur aktuellen Modellgeometrie gehören. Die Schaltfläche **Aktualisieren** wird in der linken unteren Ecke des SimulationXpress Fensters eingeblendet.



3 Analyse aktualisieren.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Aktualisieren**.

Die Analyse beginnt. Nach Abschluss der Analyse wird die Registerkarte **Ergebnisse** angezeigt. Der Faktor der Sicherheitsverteilung des geänderten Modells beträgt etwa 146,65.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

Ausführen des Optimierungsprozesses

1 Optimierung ausführen.

Aktivieren Sie die Option **Ja**.

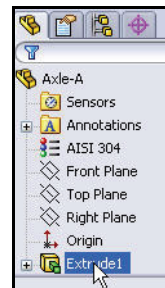
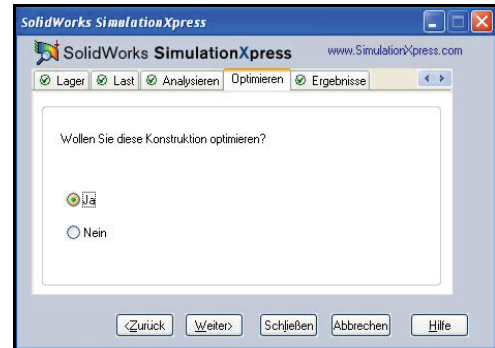
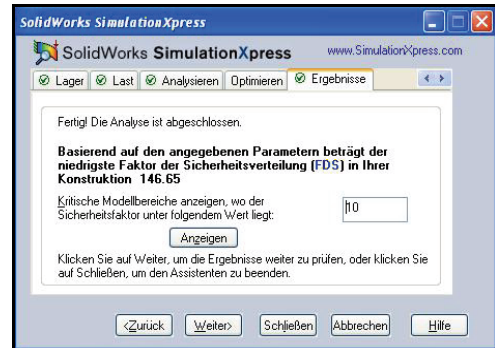
Klicken Sie auf **Weiter>**.

Geben Sie **52** ein, wie in der Abbildung dargestellt.

Anmerkung: Denken Sie daran, dass für das Material 2024 Alloy (Legierung 2024) ein Wert von etwa 68,92 berechnet wurde.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

Klicken Sie im FeatureManager auf **Extrude1**. Zeigen Sie die Bemaßungen im Grafikbereich an.



Klicken Sie im Grafikbereich auf den Durchmesser 3.

D1@Sketch1@Axle-A Part wird angezeigt.

Klicken Sie auf **Weiter>**.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Optimieren**. Der Vorgang kann einige Minuten dauern.

Anmerkung: In Lektion 2 betrug die Masse der Achse unter Verwendung von 2024 Alloy (Legierung 2024) 0,9896 Gramm. Der Durchmesser betrug 3,00 mm.

Die optimierte Konstruktion mit einer Achse aus dem Material AISI 304 weist einen Durchmesser von 2,46 mm auf (32,87 % weniger Material) bei einem Sicherheitsfaktor von 52.

Klicken Sie auf **Schließen**.

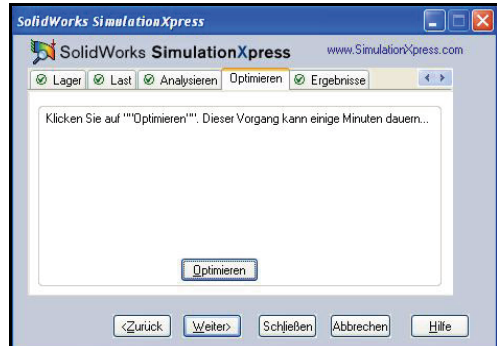
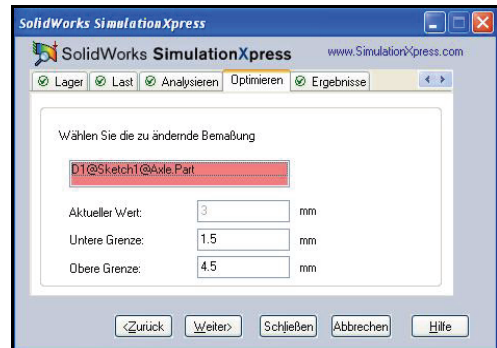
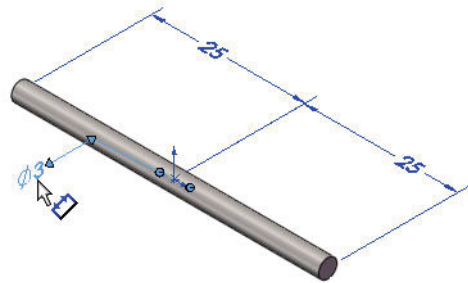
Klicken Sie auf **Nein**.

2 Neuen Durchmesser des Modells anzeigen.

Doppelklicken Sie im FeatureManager auf Extrude1 (Linear austragen1), um den neuen Durchmesser anzuzeigen.

3 Alle Modelle schließen.

Klicken Sie in der Menüleiste auf **Fenster, Alle schließen**. Damit ist dieser Abschnitt abgeschlossen.



SolidWorks Flow Simulation

In dieser Lektion analysieren Sie mit SolidWorks Flow Simulation die Aerodynamik der anfänglichen Baugruppe Race Car Block und der endgültigen Baugruppe Race Car. Betrachten Sie SolidWorks Flow Simulation in diesem Abschnitt als einen virtuellen Windkanal.

Anmerkung: Die anfängliche Baugruppenkonfiguration Race Car Block wurde aus Zeitersparnisgründen bereits erstellt; sie befindet sich im Ordner Flow Simulation, den Sie heruntergeladen haben.

Was ist SolidWorks Flow Simulation?

SolidWorks Flow Simulation ist das einzige vollständig in SolidWorks eingebettete Werkzeug zur Fließverhaltensanalyse für Konstrukteure. Mit dieser Software können Sie das Volumenkörpermodell direkt analysieren. Mit dem Assistenten können Sie außerdem mühelos Einheiten, Fluidtyp, Fluidsubstanzen und mehr einrichten.

Die Analyse umfasst mehrere Schritte:

1. Eine Konstruktion in SolidWorks erstellen.
Mit SolidWorks Flow Simulation können Teile, Baugruppen, Unterbaugruppen und Mehrkörper analysiert werden.
2. Eine Projektdatei in SolidWorks Flow Simulation erstellen.
SolidWorks Flow Simulation Projekte enthalten alle Einstellungen und Resultate einer Analyse und jedes Projekt, das mit einer SolidWorks Konfiguration verknüpft ist.
3. Analyse ausführen. Dieser Vorgang wird manchmal auch als Lösen bezeichnet.
4. Die SolidWorks Flow Simulation Ergebnisse anzeigen. Dazu gehören:
Ergebnisdarstellungen:
 - Vektoren, Konturen und Isolines
 - Schnittdarstellungen, Oberfläche, Durchflussbahnen und ISO-OberflächenVerarbeitete Ergebnisse:
 - XY-Darstellungen (Microsoft Excel)
 - Ziele (Microsoft Excel)
 - Oberflächenparameter
 - Punktparameter
 - Berichte (Microsoft Word)
 - Referenzfluidtemperaturen

Fließverhaltensanalyse

Mit einer Fließverhaltensanalyse wird das Verhalten von Flüssigkeiten wie Wasser oder Öl oder von Gasen wie Wasserstoff, Sauerstoff oder Luft dynamisch untersucht. Bei der Simulation einer Wettervorhersage, von Tsunami-Daten oder des Autoverkehrs spielt die Fließverhaltensanalyse eine Rolle.

Eine Fließverhaltensanalyse dient der Energieeinsparung und unterstützt die Wärmeübertragung.

Energieeinsparung: Das Gesamtspannungslast eines Motors kann durch Analysieren seiner Struktur und seines Gewichts verringert werden, während eine Fließverhaltensanalyse Daten zur Verbrennungseffizienz liefern kann, mit denen der Wirkungsgrad erhöht werden kann.

Wärmeübertragung: Bezieht sich auf den Energieaustausch in Form von Wärme. In einem Kernreaktor zum Beispiel wird durch den radioaktiven Zerfall nicht direkt elektrische Energie erzeugt. Die an das Wasser abgegebene Wärme erzeugt Dampf, der die Turbinen antreibt, die wiederum elektrischen Strom erzeugen.

Eine Fließverhaltensanalyse wird in vielen Bereichen der produzierenden Industrie verwendet:

- **Aerodynamische Konstruktion und Maschinen**
Ventilatoren und stromerzeugende Windräder
- **Kühlen und Heizen**
Vorhersage des Umfangs der Wärmezufuhr bez. Wärmeabgabe
- **Mit Fluiden arbeitende Maschinen**
Pumpen, Kompressoren und Ventile
- **Elektrische Geräte**
Computer und exothermische Messungen von elektrischen Präzisionsgeräten
- **Transportmaschinen**
Kraftfahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge

Was bezweckt eine Konstruktionsanalyse?

Nach dem Erstellen einer Konstruktion in SolidWorks ist es empfehlenswert, Folgendes zu prüfen:

- Wie schnell bewegt sich das Teil?
- Wie wird es vom Luftwiderstand beeinflusst?
- Kann ich weniger Material verwenden, ohne die Leistung zu beeinträchtigen?

Ohne Analysewerkzeuge kann nur durch kostenintensive Konstruktionszyklen mit Prototypentests gewährleistet werden, dass die Leistung des Produkts den Kundenerwartungen entspricht. Dank der Konstruktionsanalyse können Konstruktionszyklen nun schneller und kostengünstiger an Computermodellen ausgeführt werden. Selbst wenn die Fertigungskosten nicht so sehr ins Gewicht fallen, bietet die Konstruktionsanalyse bedeutende Vorzüge hinsichtlich der Produktqualität. Ingenieure können Konstruktionsprobleme bereits viel früher erkennen und sparen sich den zeitintensiven Prototypenbau. Die Konstruktionsanalyse erleichtert auch die Untersuchung zahlreicher Konstruktionsoptionen und bietet Unterstützung bei der Entwicklung optimierter Konstruktionen. Eine schnelle und preiswerte Analyse führt oft zu nicht unmittelbaren Lösungen, und Ingenieure profitieren davon, indem sie das Produktverhalten besser verstehen können.

Vor dem Einsatz von SolidWorks Simulation Flow auszuführende Schritte

Stellen Sie sicher, dass die SolidWorks Flow Simulation Software installiert ist.

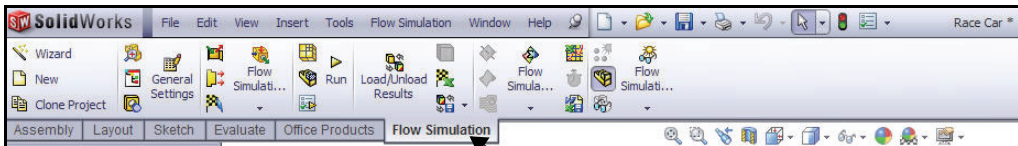
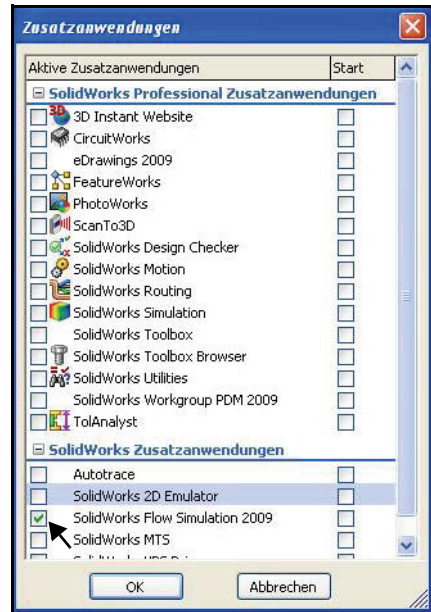
Klicken Sie in der Menüleiste auf **Extras, Zusatzanwendungen**.

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **SolidWorks Flow Simulation 2009**.

Klicken Sie im Dialogfeld **Zusatzanwendungen** auf **OK**.

Anmerkung: Die Registerkarte **Flow Simulation** wird im BefehlsManager mit einem aktiven Dokument angezeigt.

Tipp: Wählen Sie im BefehlsManager **Flow Simulation** Werkzeuge aus.



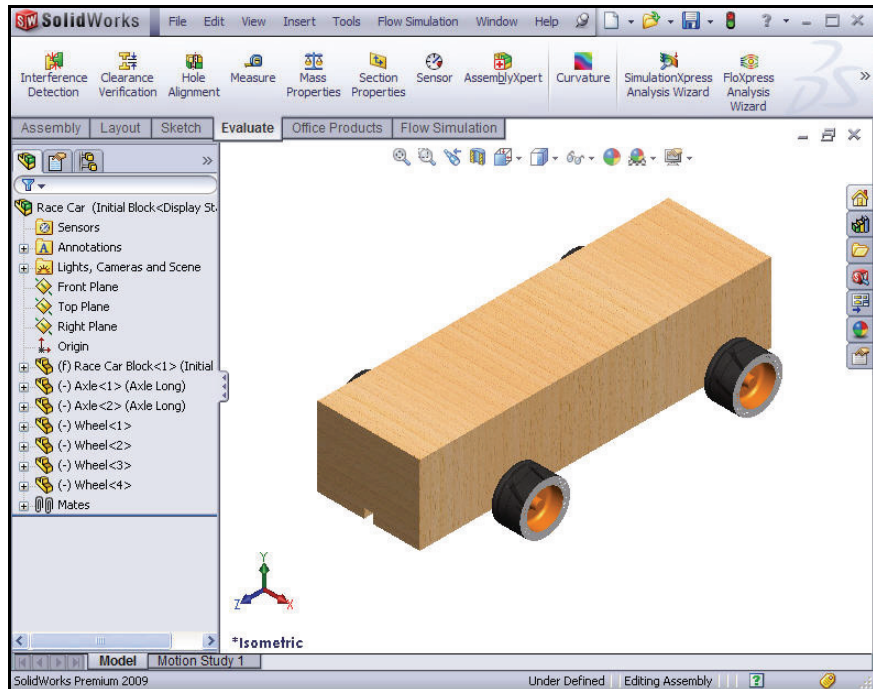
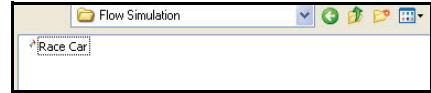
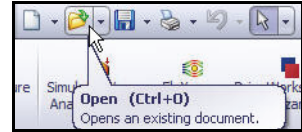
Analysieren des anfänglichen Rennwagenblocks

- 1 Rennwagen-Baugruppe „Race Car“ im Ordner „Flow Simulation“ öffnen.

Klicken Sie auf der Menüleisten-Symboleiste auf **Öffnen** .

Wechseln Sie zum Ordner Flow Simulation.

- 2 Auf „Race Car“ doppelklicken. Die Baugruppenkonfiguration Race Car (Initial Block) wird im Grafikbereich angezeigt. Die Baugruppenkonfiguration Race Car (Initial Block) wurde bereits für Sie erstellt, um Zeit zu sparen.

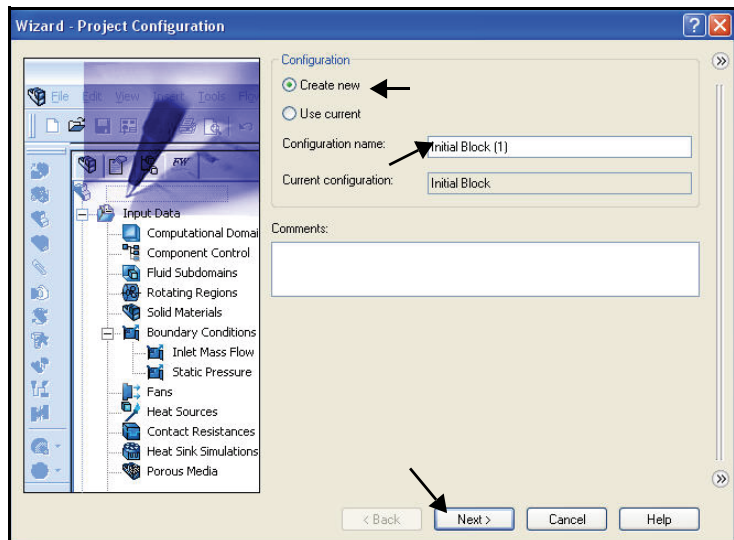
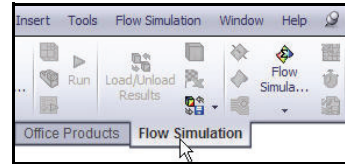


Erstellen eines Fließverhaltensprojekts

- 3 Klicken Sie im BefehlsManager auf die Registerkarte **Flow Simulation**.
Klicken Sie im BefehlsManager **Flow Simulation** auf **Wizard**  (Assistent).
Das Dialogfeld **Wizard** (Assistent) wird eingeblendet. Sehen Sie sich die Optionen an.
- 4 **Projektnamen konfigurieren.**
Klicken Sie auf die Option **Create new** (Neu erstellen).

Übernehmen Sie den **Configuration name** (Konfigurationsnamen): **Initial Block (1)** (**Anfänglicher Block**).

Klicken Sie auf **Next>** (Weiter).



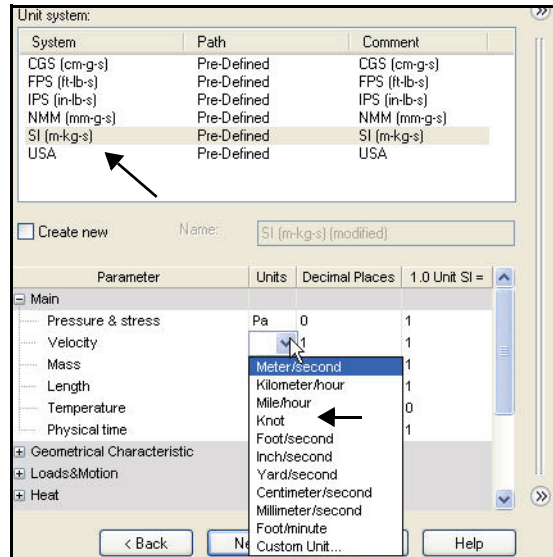
Anmerkung: Alle erforderlichen Analysedaten für dieses Projekt werden in dieser SolidWorks Modellkonfiguration gespeichert.

5 Einheitensystem festlegen.

Klicken Sie im Feld **Unit system** (Einheitensystem) auf **SI(m-k-g-s)**.

Klicken Sie in das Feld **Velocity/Units** (Geschwindigkeit/Einheiten).

Wählen Sie **Mile/hour** (Meile/Stunde) aus.



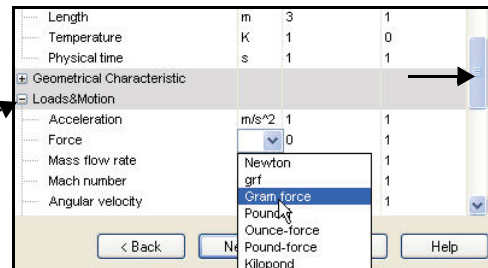
Zeigen Sie (Bildlauf nach unten) die Option **Loads&Motion** (Lasten & Bewegung) an.

Klappen Sie den Ordner **Loads&Motion** auf.

Klicken Sie in das Feld **Force/Units** (Kraft/Einheiten).

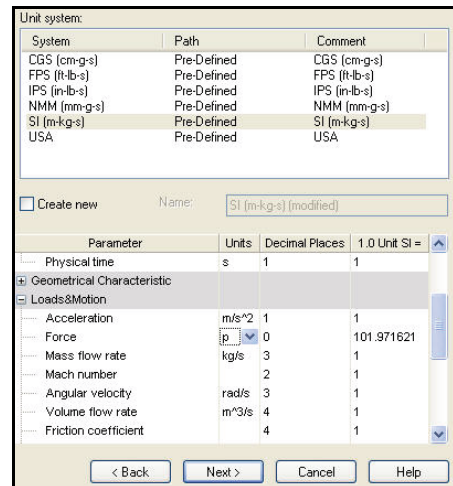
Wählen Sie **Grams force** (Pond) aus.

Klicken Sie auf **Next>** (Weiter).



Pond (Gram-force)

Pond ist eine Einheit der Kraft und ist etwa so groß wie die Gewichtskraft einer Masse von 1 g auf der Erde. Die Schwerkraftbeschleunigung g hängt aber von der geografischen Breite, Länge und der Höhe über dem Meeresspiegel ab. Die genaue Definition lautet: 1 Pond ist die Gewichtskraft einer Masse von 1 g an einer Stelle, an der die Beschleunigung aufgrund der Schwerkraft $9,80665 \text{ m pro Sekunde im Quadrat}$ beträgt.



6 Analyseart und physikalische Merkmale festlegen.

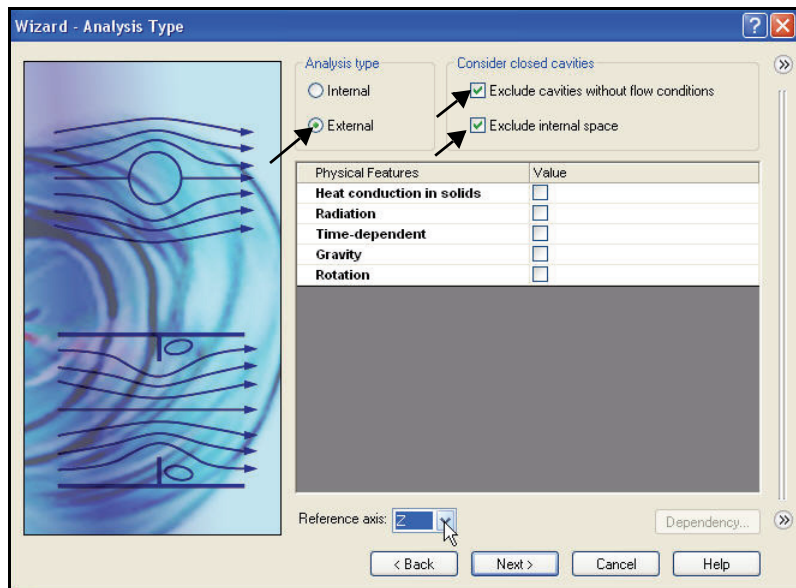
Klicken Sie unter **Analysis type** (Analyseart) auf **External** (Extern).

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Exclude cavities without flow conditions** (Vertiefungen ohne Strömungsbedingungen ausschließen).

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Exclude internal space** (Internen Raum ausschließen).

Wählen Sie **Z** als **Reference axis** (Referenzachse) aus.

Anmerkung: Die Referenzachse wird gewählt, so dass ein Winkelgeschwindigkeitsvektor auf die Referenzachse ausgerichtet werden kann.



Anmerkung: Bei einer internen Analyse werden geschlossene Flusspfade, bei einer externen Analyse offene Flusspfade untersucht. Eine interne Analyse wird zum Beispiel für einen Auspuffkrümmer bei einem Kraftfahrzeugmotor verwendet.

Klicken Sie auf **Next>** (Weiter).

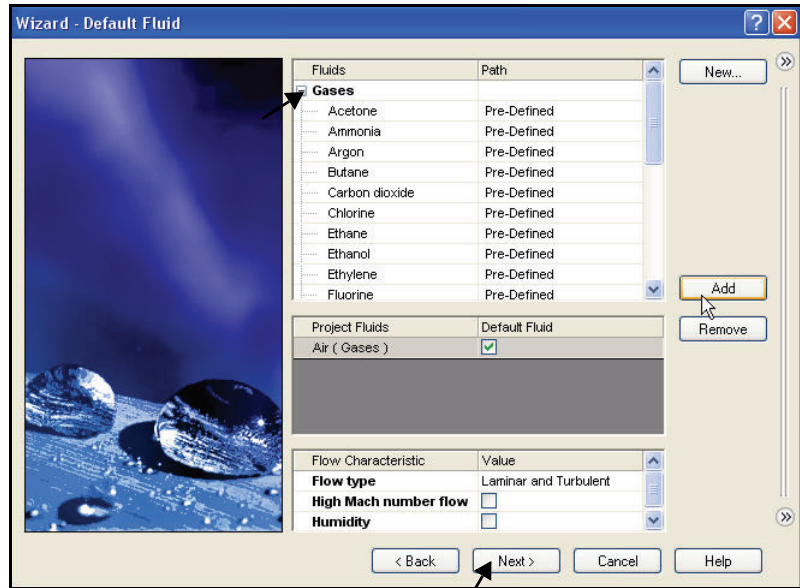
7 Standardfluid festlegen.

Klappen Sie den Ordner **Gases** (Gase) auf.

Klicken Sie auf **Air** (Luft).

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Add** (Hinzufügen).

Tipp: Sie können auch auf **Air** doppelklicken oder den Eintrag aus der einen Liste in die andere ziehen.



Anmerkung: Zu SolidWorks Flow Simulation gehört eine Datenbankbibliothek mit verschiedenen Flüssigkeiten und Gasen, die sogenannte technische Datenbank. Mit dieser Datenbank können Sie eigene Materialien erstellen.

SolidWorks Flow Simulation kann bei einer Analyse entweder inkompressible Flüssigkeiten oder kompressible Gase analysieren, aber nicht beides gleichzeitig. Sie können außerdem weitere physikalische Merkmale festlegen, die vom Programm berücksichtigt werden müssen.

Klicken Sie auf **Next>** (Weiter).

8 Wandbedingungen festlegen.

Übernehmen Sie die Standardeinstellungen: **Adiabatic wall** (Adiabatische Wand) und **Roughness = 0 micrometer** (Rauheit = 0 Mikrometer).

Klicken Sie auf **Next>** (Weiter).

9 Anfangs- und Umgebungsbedingungen festlegen.

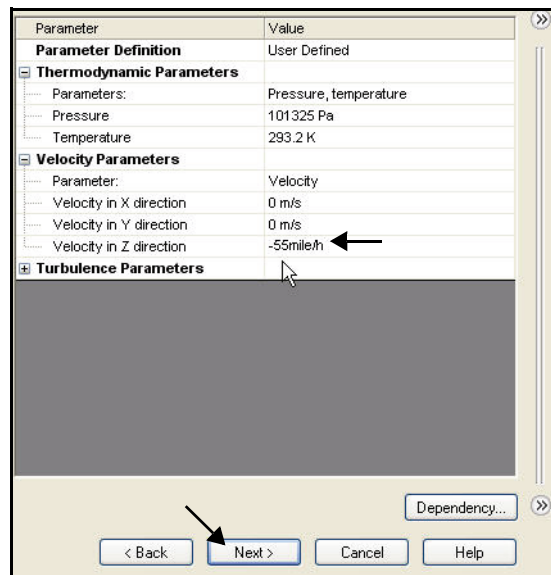
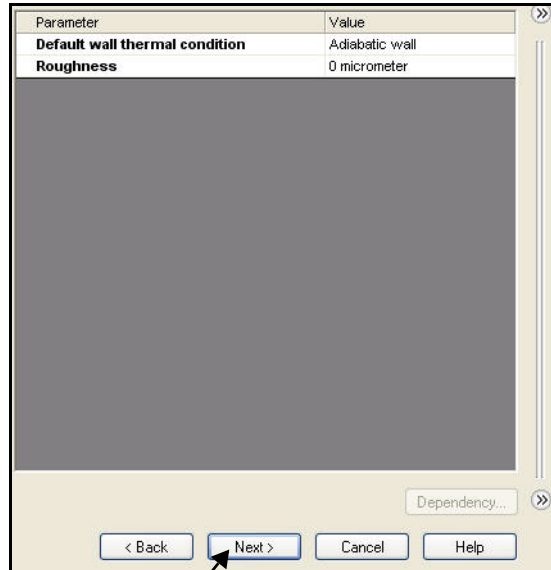
Doppelklicken Sie in das Wertefeld für **Velocity in Z direction** (Geschwindigkeit in Z-Richtung).

Geben Sie **-55 mile/h** (Meile/h) ein. Das sind etwa -24,58 m/s.

Anmerkung: Das Minuszeichen ist wichtig! Es zeigt an, dass die Luft zum Fahrzeug hin strömt.

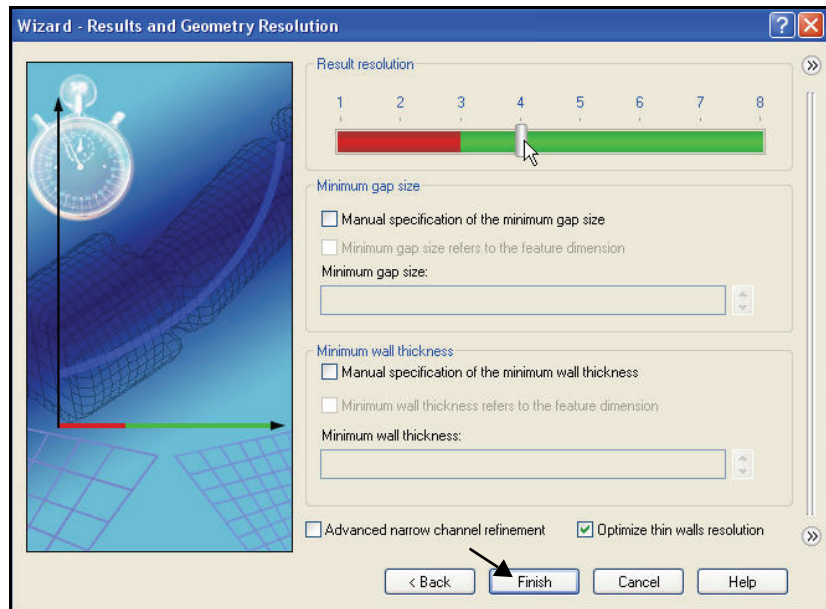
In Wirklichkeit bewegt sich das Fahrzeug durch ruhende Luft. In einem Windkanal ist das Fahrzeug in Ruhe und die Luft bewegt sich. Betrachten Sie dieses Beispiel einer Fließverhaltenssimulation als virtuellen Windkanal. Das Fahrzeug ist in Ruhe und die Luft bewegt sich.

Klicken Sie auf **Next>** (Weiter).



10 Ergebnis- und Geometrieauflösung festlegen.

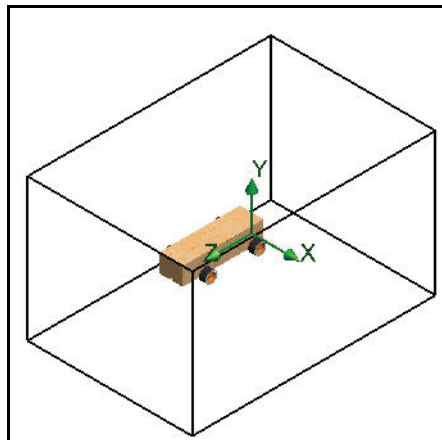
Stellen Sie die **Result resolution** (Ergebnisauflösung) auf **4** ein. Damit erhalten Sie Ergebnisse mit einer akzeptablen Genauigkeit in einer angemessenen Zeit.



Klicken Sie auf die Schaltfläche **Finish** (Fertigstellen).

11 Modell im Grafikbereich anzeigen.

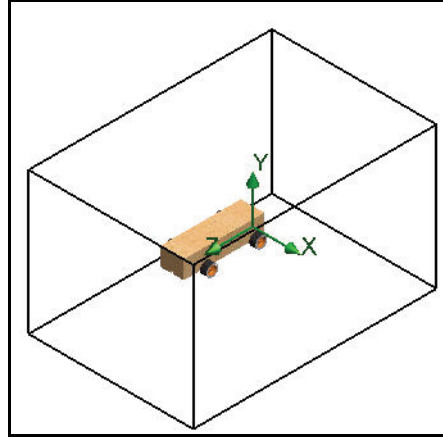
Verkleinern Sie die Ansicht, um das Rechengebiet im Grafikbereich anzuzeigen.



Rechengebiet

SolidWorks Flow Simulation Berechnungen werden in einem Volumen ausgeführt, das Rechengebiet genannt wird. Die Grenzen dieses Volumens sind parallel zu den Ebenen des globalen Koordinatensystems. Bei externen Strömungen wird die Größe des Rechengebiets automatisch anhand der Größe des Modells berechnet.

In der Abbildung rechts stellt der schwarze Kasten das Rechengebiet dar.



Modifizieren des Rechengebiets

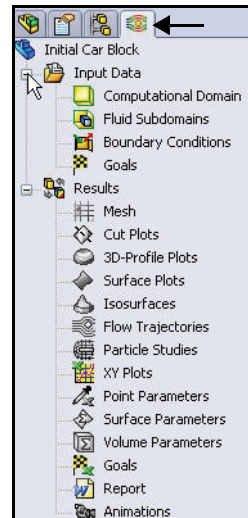
Gründe für eine Modifizierung des Rechengebiets:

■ Größe

Das Rechengebiet soll verkleinert werden, um die Lösungszeit zu verringern, auf Kosten der Genauigkeit. Bei einem kleineren Rechengebiet sind weniger Fluidzellen zu berechnen. Bei Verwendung der Standardgrößen für das Rechengebiet kann der Lösungsvorgang selbst auf einem mittelschnellen Computer mehr als 1,5 Stunden dauern. Solche Lösungszeiten sind im Schulunterricht unpraktisch.

- 1 **Die Flow Simulation Analysestruktur anzeigen.** Klicken Sie auf die Registerkarte **Flow Simulation analysis tree** (Flow Simulation Analysestruktur) .

Klappen Sie den Ordner Input Data (Dateneingabe) auf.



2 Größe des Rechengebiets festlegen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Computational Domain (Rechengebiet).

Klicken Sie auf **Edit Definition** (Definition bearbeiten).

Geben Sie auf der Registerkarte **Size (Größe)** die folgenden Werte ein:

- **X min** = - 0,16 m
- **X max** = 0,16 m
- **Y min** = - 0,15 m
- **Y max** = 0,15 m
- **Z min** = - 0,21 m
- **Z max** = 0,31 m

Klicken Sie auf **OK**.

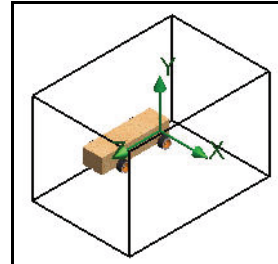
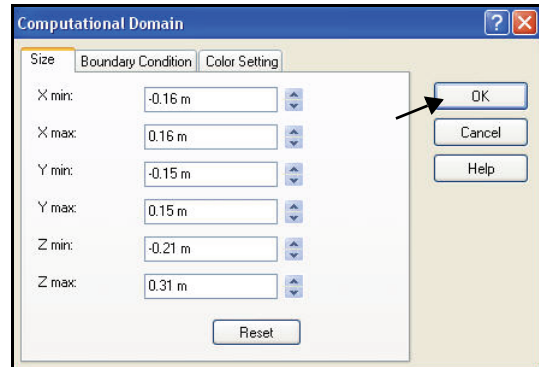
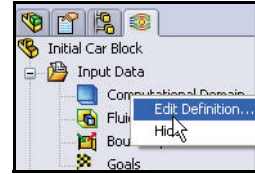
3 Ergebnisse.

Das resultierende Rechengebiet wird im Grafikbereich eingeblendet.

Festlegen von Zielen

Sie können die folgenden vier technischen Ziele festlegen:

- **Globales Ziel**
Ein physikalischer Parameter, der innerhalb des ganzen Rechengebiets berechnet wird.
- **Oberflächenziel**
Ein physikalischer Parameter, der auf einer benutzerdefinierten Fläche des Modells berechnet wird.
- **Volumenziel**
Ein physikalischer Parameter, der in einem benutzerdefinierten Raum innerhalb des Rechengebiets entweder im Fluid oder im Volumenkörper berechnet wird.
- **Gleichungsziel**
Ein Ziel, das durch eine Gleichung definiert wird, die die angegebenen Ziele oder Parameter der Eingabedaten des angegebenen Projekts als Variablen enthält.

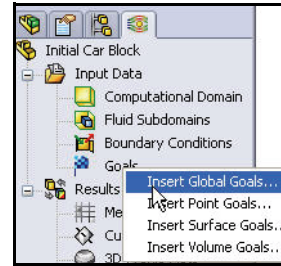


4 Globale Ziele einfügen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Goals (Ziele).

Klicken Sie auf **Insert Global Goals (Globale Ziele einfügen)**. Der PropertyManager **Global Goals (Globale Ziele)** wird eingeblendet.

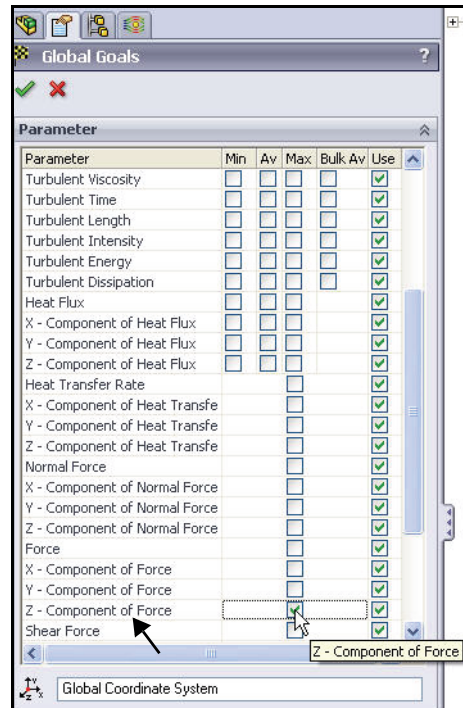
Tipp: Ziehen Sie den Rand des PropertyManager-Fensters nach rechts, um dieses zu verbreitern. Dadurch lassen sich die Parameternamen leichter lesen.

**5 Ziel für Luftwiderstand festlegen.**

Gehen Sie (Bildlauf nach unten) in der Spalte **Parameter** zur **Z - Component of Force (Z-Komponente der Kraft)**.

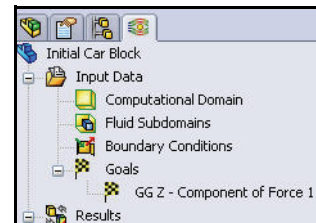
Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Max** (Maximum).

Klicken Sie im PropertyManager **Global Goals** auf **OK** . Betrachten Sie die Aktualisierung im FeatureManager.

**6 Zweites globales Ziel einfügen.**

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Goals (Ziele).

Klicken Sie in der Flow Simulation Analysestruktur auf **Insert Global Goals (Globale Ziele einfügen)**.

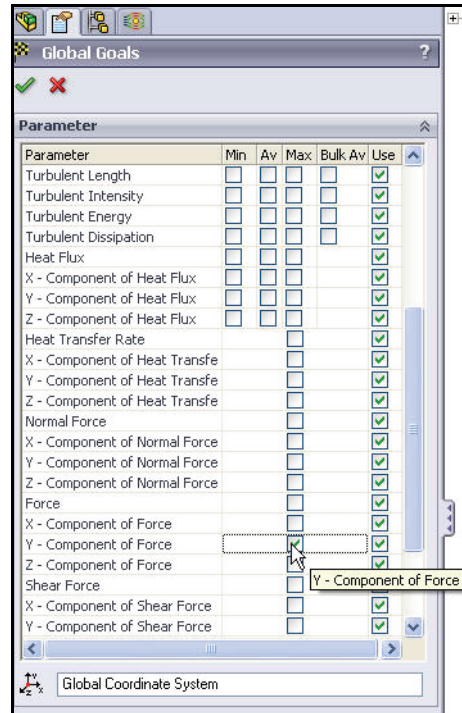


7 Ziel für Auftriebskraft bzw. Abtriebskraft festlegen.

Gehen Sie (Bildlauf nach unten) in der Spalte **Parameter** zur **Y - Component of Force (Y-Komponente der Kraft)**.

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Max** (Maximum).

Klicken Sie im PropertyManager **Global Goals (Globale Ziele)** auf **OK** . Betrachten Sie die Aktualisierung im FeatureManager.

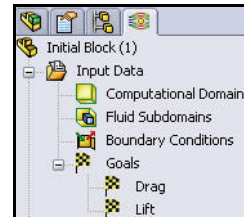
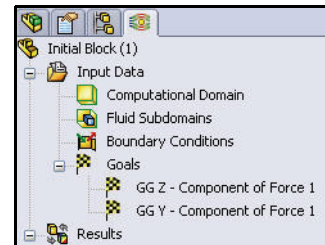


8 Ziele umbenennen.

In der Flow Simulation Analysestruktur werden zwei Zielsymbole angezeigt.

Benennen Sie GGZ - Component of Force 1 (GGZ - Kraftkomponente 1) in Drag (Luftwiderstand) um.

Benennen Sie GGY - Component of Force 1 (GGY - Kraftkomponente 1) in Lift (Auftriebskraft) um.



Ausführen der Analyse

1 Analyse ausführen.

Klicken Sie im Flow Simulation BefehlsManager auf **Run (Ausführen)** . Das Dialogfeld **Run (Ausführen)** wird eingeblendet. Betrachten Sie die Optionen.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Run (Ausführen)**.

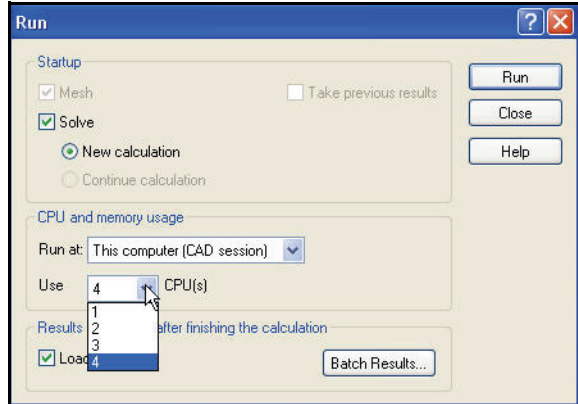
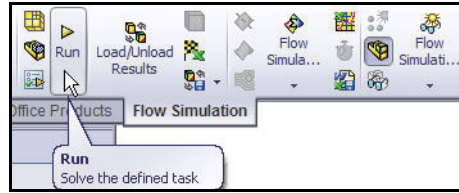
2 Gleichungslöserinformationen.

Das Dialogfeld **Solver** wird eingeblendet. Links im Fenster wird ein Protokoll aller Schritte des Lösungsverfahrens angezeigt. Rechts befindet sich ein Fenster mit Netzinformationen und Warnungen in Bezug auf die Analyse.

Anmerkung: Die Analyse kann bis zu 25 Minuten dauern.

3 Berechnung unterbrechen.

Klicken Sie nach etwa 60 Iterationen auf der Solver-Symbolleiste auf die Schaltfläche **Suspend (Anhalten)** . Damit werden die Berechnungen angehalten, so dass Sie einige der verschiedenen Vorschauarten untersuchen können.



Parameter	Value
Fluid cells	71050
Partial cells	3563
Iterations	60
Last iteration fini...	09:16:39
CPU time per last...	00:00:04
Travels	0.706197
Iterations per 1 t...	84
Cpu time	0 : 3 : 10
Calculation time left	0 : 17 : 47
Status	Calculation

- 4 Geschwindigkeit in der Vorschau anzeigen.**
Klicken Sie auf der Solver-Symbolleiste auf das Werkzeug **Insert Preview (Vorschau einfügen)** . Das Dialogfeld **Preview Settings (VorschauEinstellungen)** wird eingeblendet.

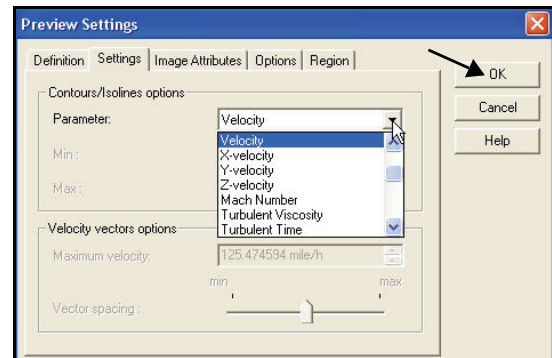
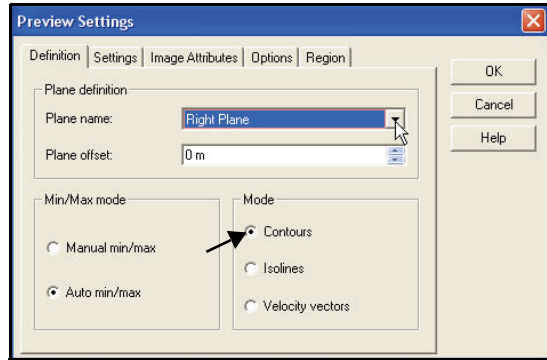
Wählen Sie **Right Plane (Ebene rechts)** als **Plane name (Ebenennamen)** aus.

Wählen Sie **Contours (Konturen)** für **Mode (Modus)** aus.

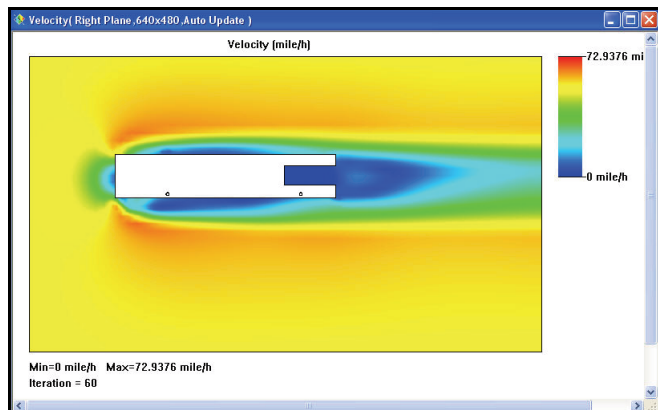
Klicken Sie im Dialogfeld **Preview Settings (VorschauEinstellungen)** auf die Registerkarte **Settings (Einstellungen)**.

Wählen Sie **Velocity (Geschwindigkeit)** als **Parameter** aus. Sehen Sie sich die Optionen an.

Klicken Sie auf **OK**.



- 5 Vorschaufeld anzeigen.**
Eine Vorschau des Geschwindigkeitsdiagramms wird in einem separaten Fenster angezeigt.
Zeigen Sie die Ergebnisse an.
Schließen Sie das Vorschaufenster.



6 Druck in der Vorschau anzeigen.

Klicken Sie auf der Solver-Symbolleiste auf das Werkzeug **Insert Preview (Vorschau einfügen)** . Das Dialogfeld **Preview Settings (Vorschau-einstellungen)** wird eingeblendet.

Wählen Sie **Right Plane (Ebene rechts)** als **Plane name (Ebenennamen)** aus.

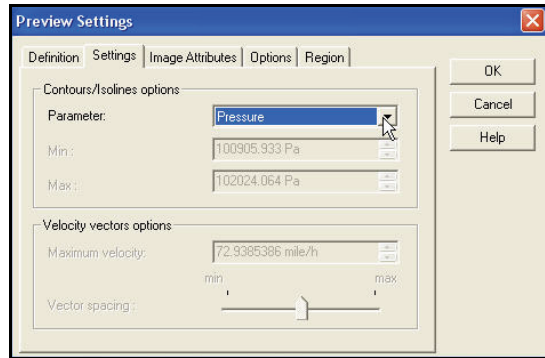
Wählen Sie **Contours (Konturen)** für **Mode (Modus)** aus.

Klicken Sie auf die Registerkarte **Settings (Einstellungen)**.

Wählen Sie **Pressure (Druck)** als **Parameter** aus.

Klicken Sie auf **OK**.

Zeigen Sie die Ergebnisse an.



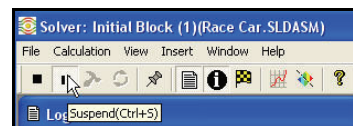
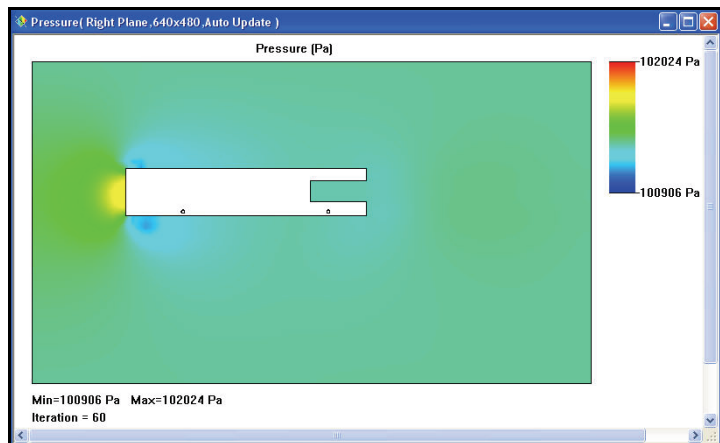
7 Berechnung wieder aufnehmen.

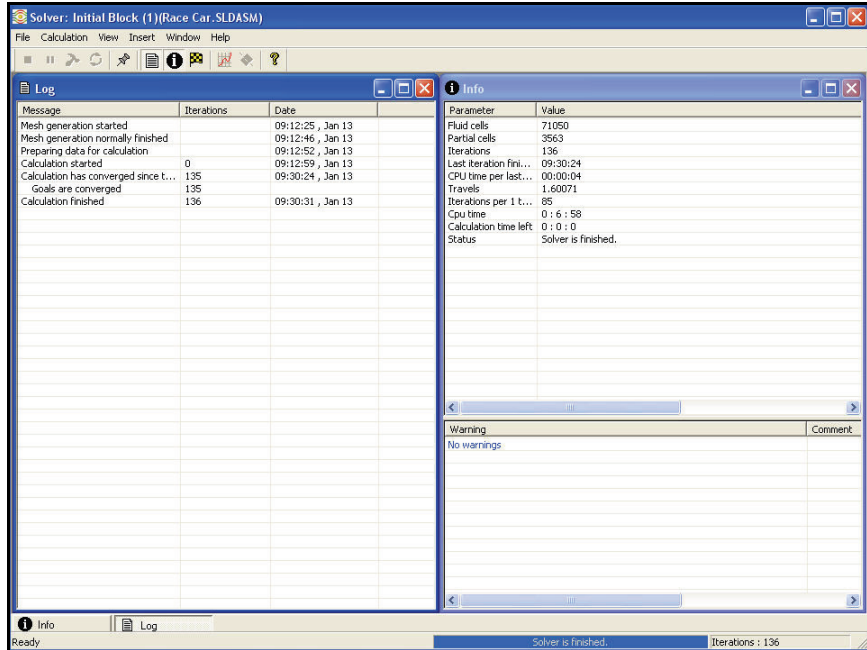
Schließen Sie das Vorschaufenster.

Klicken Sie auf der Solver-Symbolleiste auf das Werkzeug **Suspend (Anhalten)** .

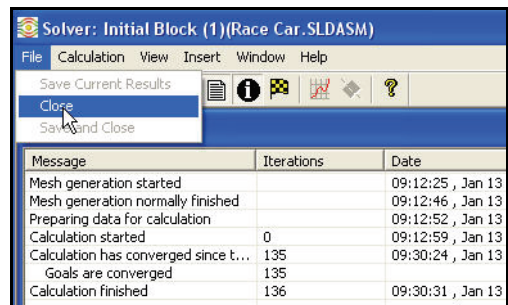
8 Fertigstellung.

In der Statusleiste am unteren Rand des Fensters wird angezeigt, wenn der Solver die Berechnung abgeschlossen hat.

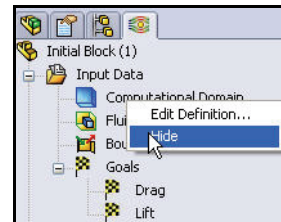




- 9 Solver-Fenster schließen.**
Klicken Sie im Dialogfeld **Solver** auf **File (Datei)**, **Close (Schließen)**.



- 10 Rechengebiet ausblenden.**
Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Computational Domain (Rechengebiet)**.
Klicken Sie auf **Hide (Ausblenden)**.



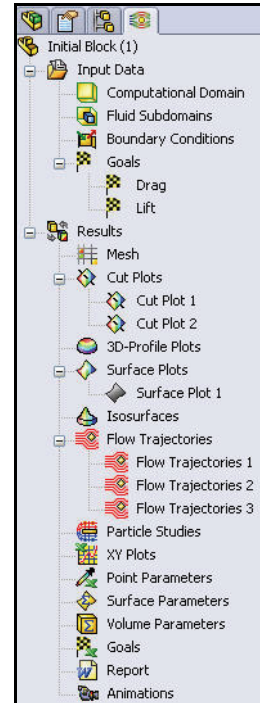
- 11 Dokument speichern.**
Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Save (Speichern)**.

Anzeigen der Ergebnisse

Nach Abschluss der Berechnung können Sie die gespeicherten Rechenergebnisse über zahlreiche Flow Simulation Optionen direkt im Grafikbereich anzeigen. Folgende Ergebnisoptionen sind verfügbar:

- Cut Plots (Schnittdarstellungen) (Schnittansicht der Parameterverteilung)
- Section Plots (Profildarstellungen) (erzeugt Konturen der Ergebnisse auf den angegebenen Profilen)
- Flow Trajectories (Durchflussbahnen) (Stromlinien und Teilchenbahnen)
- Goal Plot (Zieldarstellung) (Verhalten der angegebenen Ziele während der Berechnung)
- XY Plots (XY-Darstellungen) (Parameteränderung entlang einer Kurve, Skizze)
- Surface Parameters (Oberflächenparameter) (Ermitteln von Parametern bei bestimmten Oberflächen)
- Point Parameters (Punktparameter) (Ermitteln von Parametern an bestimmten Punkten)
- Report (Bericht) (Projektberichtsabgabe in Microsoft Word)
- Animation of results
(Bewegungssimulation der Ergebnisse)

Als nächstes sollen Schnittdarstellungen, Oberflächendarstellungen und Durchflussbahnen betrachtet werden.



Zugreifen auf die Ergebnisse

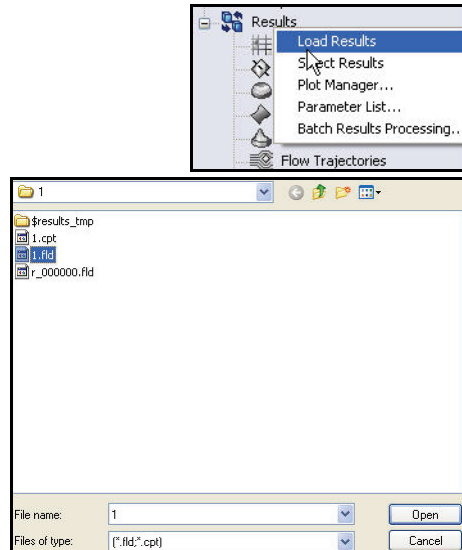
1 Ergebnisse gegebenenfalls laden.

Klicken Sie in der Flow Simulation Analysestruktur mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Results** (Ergebnisse).

Klicken Sie auf **Load Results** (Ergebnisse laden). Das Dialogfeld **Load Results (Ergebnisse laden)** wird eingeblendet.

Anmerkung: Wenn **Unload Results** (Ergebnisse entladen) angezeigt wird, sind die Ergebnisse schon geladen.

Doppelklicken Sie auf **1.fld**.



2 Ansichtseinstellungen ändern.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner **Results** (Ergebnisse).

Klicken Sie auf **View Settings** (Einstellungen anzeigen).

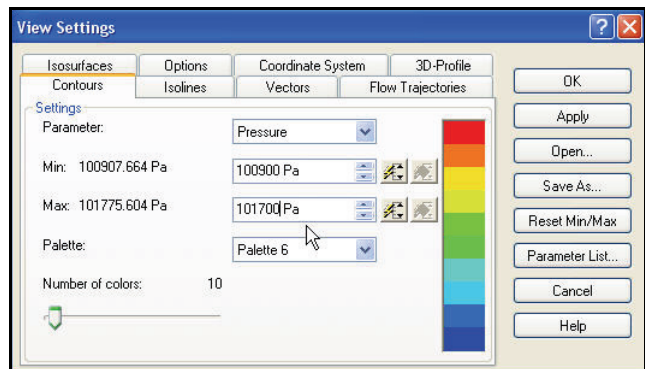
Klicken Sie im Dropdown-Menü für die Einstellung **Parameter** auf **Pressure** (Druck).

Geben Sie **100900** für **Min** ein.

Geben Sie **101700** für **Max** ein.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Apply** (Anwenden).

Klicken Sie im Dialogfeld **View Settings** (Einstellungen anzeigen) auf **OK**.



Anmerkung: Die Standardwerte werden nicht verwendet, weil die minimalen und maximalen Druckwerte verschieden sind, wenn Sie eine Konstruktionsänderung am Fahrzeug vornehmen und die Analyse erneut durchführen. Dies bedeutet, Rot stellt bei zwei verschiedenen Darstellungen zwei verschiedene Druckwerte dar. Bei Verwendung derselben Minimum- und Maximum-Einstellungen für jede Analyse sind sinnvolle Vergleiche zwischen verschiedenen Iterationen der Konstruktion möglich.

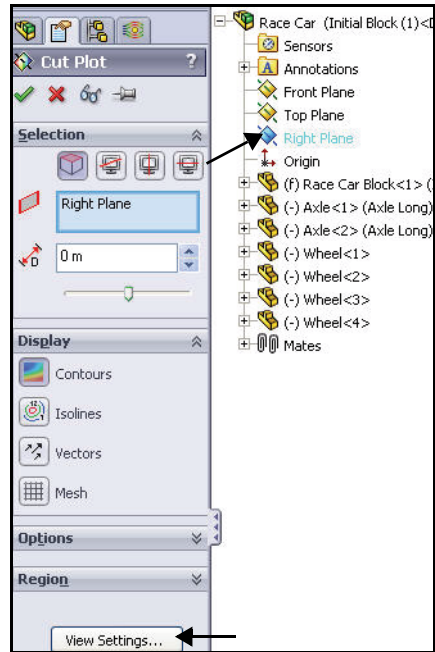
3 Schnittdarstellung erstellen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Cut Plots (Schnittdarstellungen).

Klicken Sie auf **Insert (Einfügen)**. Der PropertyManager **Cut Plot (Schnittdarstellung)** wird eingeblendet. **Front Plane (Ebene vorne)** ist standardmäßig ausgewählt.

Klappen Sie im aufschwingenden FeatureManager Race Car auf. Sehen Sie sich die Features an.

Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager auf Right Plane (Ebene rechts). **Right Plane (Ebene rechts)** wird im Feld **Selection Plane or Planar Face (Auswahlebene oder ebene Fläche)** angezeigt.



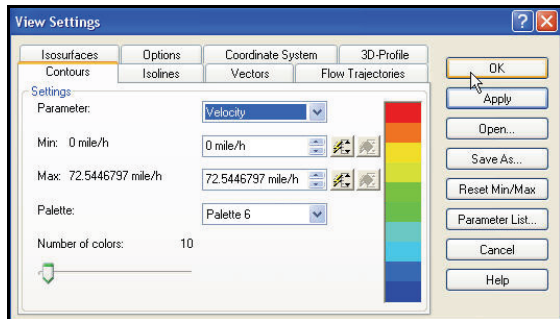
Klicken Sie im PropertyManager **Cut Plot (Schnittdarstellung)** auf die Schaltfläche **View Settings (Einstellungen anzeigen)**. Das Dialogfeld **View Settings (Ansichtseinstellungen)** wird eingeblendet.

Klicken Sie auf die Registerkarte **Contours (Konturen)**.

Klicken Sie im Dropdown-Menü für die Einstellung **Parameter** auf **Velocity (Geschwindigkeit)**.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Apply (Anwenden)**.

Klicken Sie im Dialogfeld **View Settings (Ansichtseinstellungen)** auf **OK**.



4 Profildarstellung anzeigen.

Klicken Sie im PropertyManager **Cut Plot (Schnittdarstellung)** auf **OK** .
Zeigen Sie die Profildarstellung im Grafikbereich an.

Anmerkung: Möglicherweise müssen Sie auf die Registerkarte **Hide FeatureManager Tree Area (FeatureManager ausblenden)** klicken, um die ganze Darstellung sehen zu können.

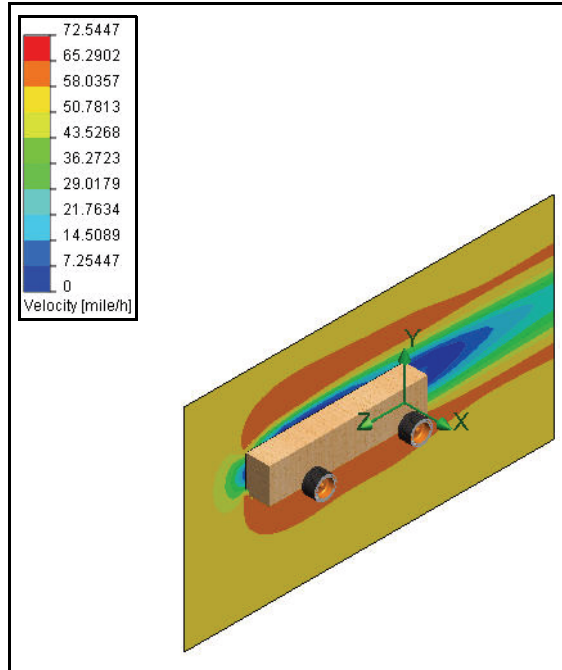
5 Zeigen Sie die Ergebnisse an.

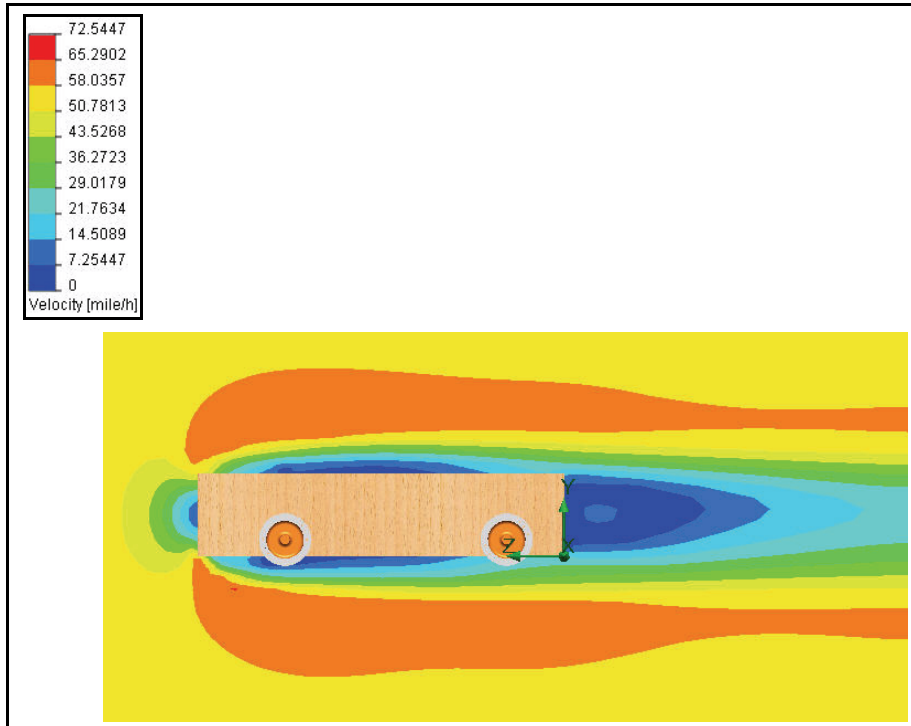
Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die Ansicht

Rechts . Zeigen Sie die Ergebnisse an.

Anmerkung: Klicken Sie gegebenenfalls auf die Registerkarte **FeatureManager**, um die Geschwindigkeitsskala im Grafikbereich anzuzeigen.

Anmerkung: Sehen Sie sich die Hochgeschwindigkeitsbereiche in Rot und Orange um das Modell herum an.

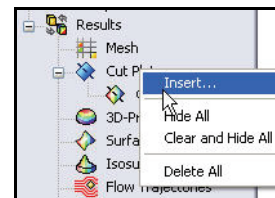




6 Zweite Schnittdarstellung erstellen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Cut Plots (Schnittdarstellungen).

Klicken Sie auf **Insert (Einfügen)**. **Front Plane (Ebene vorne)** ist standardmäßig ausgewählt.

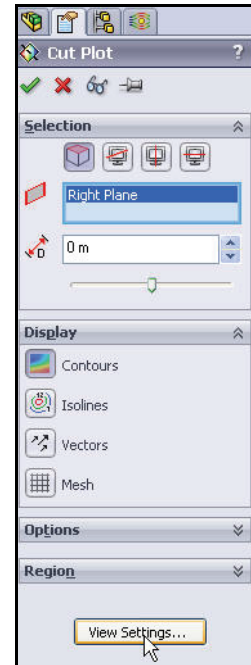


7 Ausgewählte Ebene ändern.

Klappen Sie im aufschwingenden FeatureManager die Baugruppe Race Car auf.

Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager auf Right Plane (Ebene rechts). **Right Plane (Ebene rechts)** wird im Feld **Selection Plane or Planar Face (Auswahlebene oder ebene Fläche)** angezeigt.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **View Settings (Einstellungen anzeigen)**.



Klicken Sie auf die Registerkarte **Contours (Konturen)**.

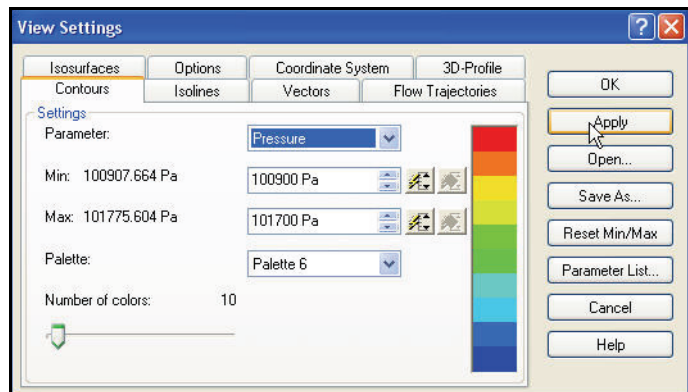
8 Einstellungen anzeigen.

Klicken Sie im Dropdown-Menü für die Einstellung **Parameter** auf **Pressure (Druck)**.

Sehen Sie den Min.-Wert **100900** an.

Sehen Sie den Max.-Wert **101700** an.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Apply (Anwenden)**.



Klicken Sie im Dialogfeld **View Settings** (**Ansichtseinstellungen**) auf **OK**.

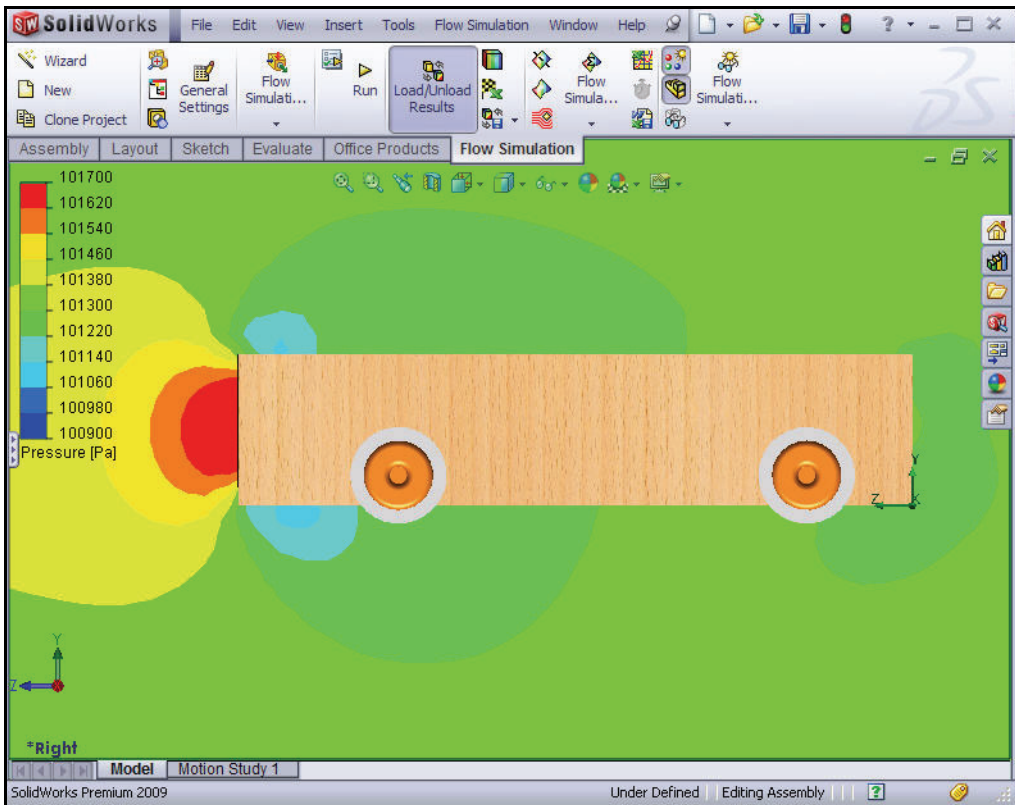
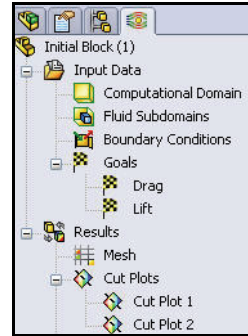
Klicken Sie im PropertyManager **Cut Plot**

(**Schnittdarstellung**) auf **OK** ☒. Cut Plot 2 wird in der Flow Simulation Analysestruktur angezeigt.

Anmerkung: Klicken Sie gegebenenfalls auf die Registerkarte **FeatureManager**, um den ganzen Grafikbereich anzuzeigen (siehe Abbildung).

9 Zweite Darstellung anzeigen.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symboleiste auf die Ansicht **Rechts** . Betrachten Sie die Darstellung.



10 Schnittdarstellungen ausblenden.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Cut Plots.

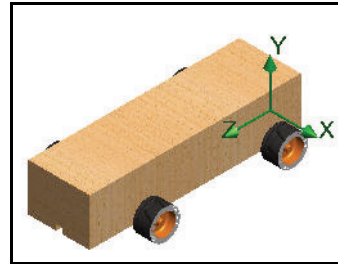
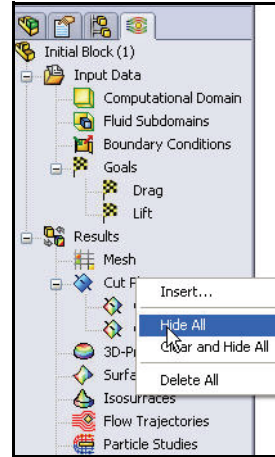
Klicken Sie auf **Hide All (Alles ausblenden)**.
Zeigen Sie das Modell im Grafikbereich an.

11 Isometrische Ansicht anzeigen.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf **Isometrisch** .

12 Dokument speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Save (Speichern)** .

**13 Oberflächendarstellung einfügen.**

Klicken Sie in der Flow Simulation Analysestruktur mit der rechten Maustaste auf Surface Plots (Oberflächendarstellungen).

Klicken Sie auf **Insert (Einfügen)**.

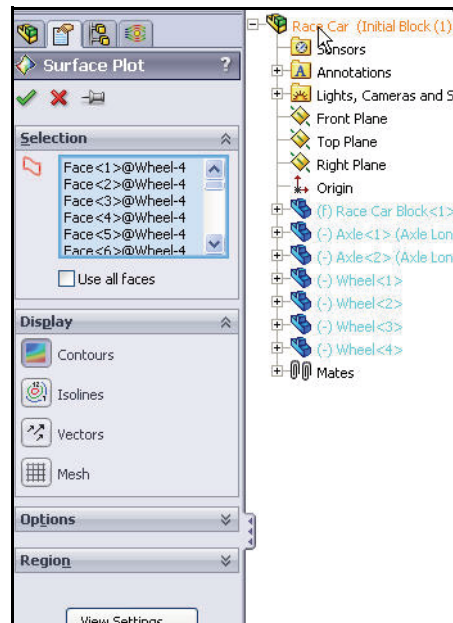
Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen **Use all faces (Alle Flächen verwenden)**.

Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager auf Race Car. Zeigen Sie die ausgewählten Oberflächen an.
Anmerkung: Dies kann 1 bis 2 Minuten in Anspruch nehmen.

Klicken Sie auf das Feld **Contours (Konturen)**.

Klicken Sie im PropertyManager **Surface Plot (Oberflächendarstellung)** auf **OK** .

Ein Statusfeld wird eingeblendet.

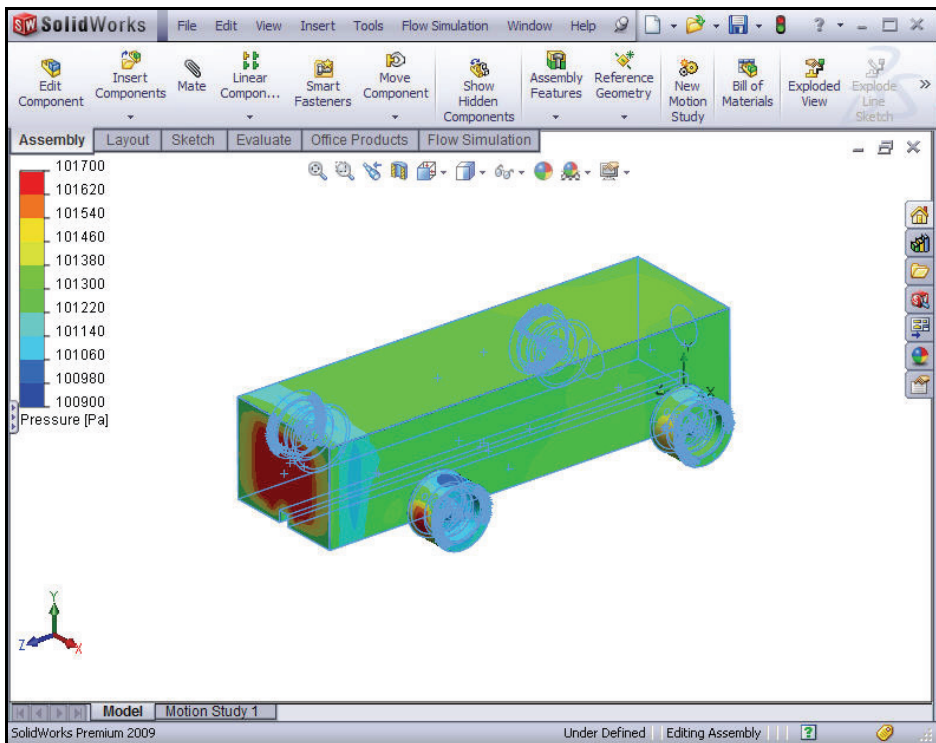


14 Ergebnisse der Oberflächendarstellung.

In der **Oberflächendarstellung** wird die Druckverteilung auf den ausgewählten Modellflächen oder SolidWorks Flächen angezeigt.

Drehen Sie das Modell im Grafikbereich, um die Oberflächen mit den entsprechenden Farben anzuzeigen.

Anmerkung: Der Luftwiderstand ist gleich dem Druck multipliziert mit dem Flächeninhalt. In der Oberflächendarstellung sehen Sie, dass ein Abrunden der Nase des Körpers zu einem viel kleineren Bereich hohen Drucks führt. Dies bedeutet, der Luftwiderstand für den Körper des Rennwagens Race Car wurde verringert. Ein zusätzlicher Frontflügel würde den hohen Druck vor den Rädern verringern und auf den Race Car eine nach unten wirkende Kraft ausüben.



Interpretieren der Ergebnisse

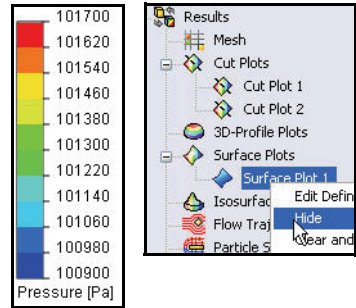
Rot zeigt Bereiche hohen Drucks an. Blau zeigt Bereiche niedrigen Drucks an. An der Oberflächendarstellung sieht man, dass der Druck vor dem anfänglichen Fahrzeugblock (Car Block) und an der vorderen Oberfläche der Vorderräder am höchsten ist.

15 Oberflächendarstellung ausblenden.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Surface Plot 1.

Klicken Sie auf **Hide (Ausblenden)**. Damit wird die Oberflächendarstellung ausgeblendet, so dass die Durchflussbahnen leichter zu erkennen sind.

Anmerkung: Klicken Sie auf **Show (Anzeigen)** zum Anzeigen der Oberflächendarstellung.



Durchflussbahnen

Durchflussbahnen werden als Stromlinien angezeigt. Stromlinien sind Kurven, bei denen der Vektor der Strömungsgeschwindigkeit an jedem Punkt der Kurve tangential zu der Kurve ist.

Tipp: Sie entsprechen einer Rauchfahne in einem Windkanal.

1 Durchflussbahn einfügen.

Klicken Sie in der Flow Simulation Analysestruktur mit der rechten Maustaste auf Flow Trajectories (Durchflussbahnen).

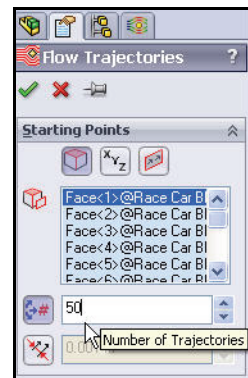
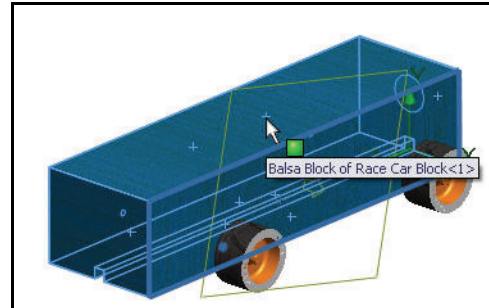
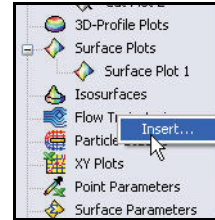
Klicken Sie auf **Insert (Einfügen)**. Die Referenzoption ist aktiv.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Auswahlfeld, und wählen Sie **Clear Selections (Auswahl aufheben)**.

Klicken Sie auf die zehn ebenen Oberflächen des Rennwagenblocks (**Race Car Block**).

Klicken Sie auf die Fläche der vier Räder.

Geben Sie **50** für die **Number of trajectories (Anzahl der Bahnen)** ein.



Wählen Sie im Dropdown-Menü **Draw trajectories** (**Bahnen zeichnen**) die Option **Lines with arrows** (**Linien mit Pfeilen**) aus.

Klicken Sie im PropertyManager **Flow Trajectories** (**Durchflussbahnen**) auf **OK** .

2 Durchflussbahn anzeigen.

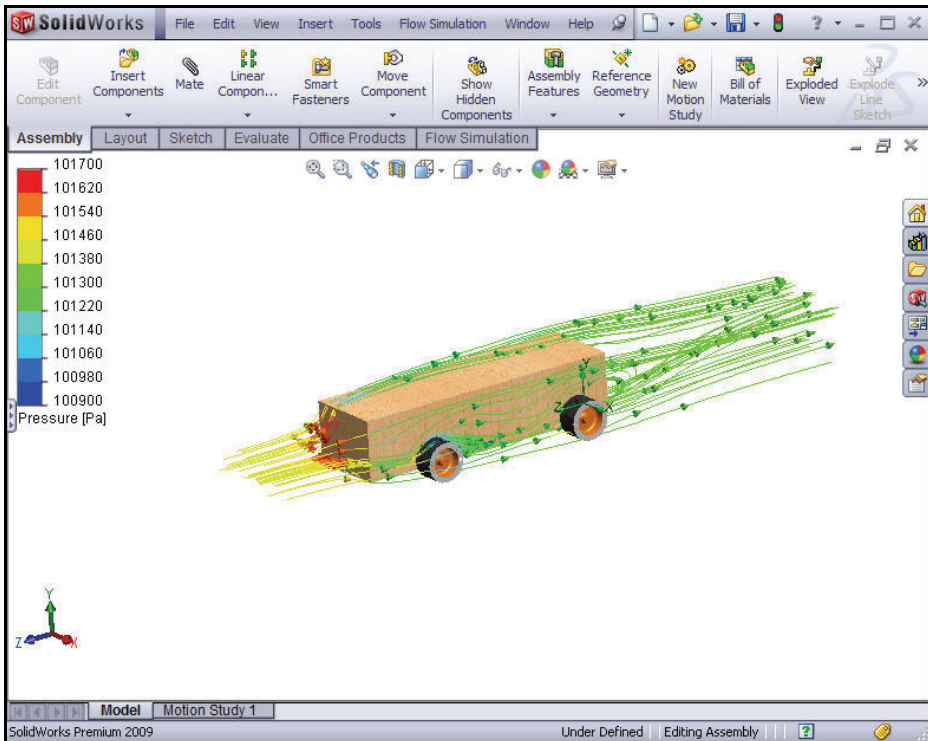
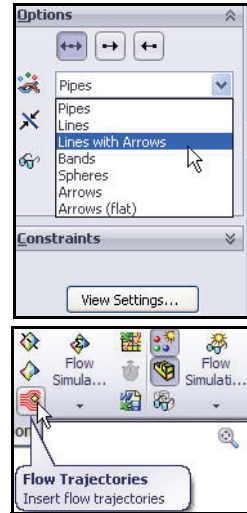
Mit dieser Art von Anzeige lassen sich die Luftströmungen um das Fahrzeug herum leichter veranschaulichen.

Drehen Sie das Modell im Grafikbereich, um die Turbulenz an den Vorderrädern und hinter dem Block anzuzeigen.

Anmerkung: Klicken Sie auf der Simulations-Symboleiste auf das Werkzeug **Flow Trajectories** (**Durchflussbahnen**) , um eine neue Durchflussbahn einzufügen.

3 Dokument speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symboleiste auf **Save (Speichern)** .



Experimentieren mit anderen Durchflussbahnen

Mit Durchflussbahnen können Sie auf zweierlei Arten experimentieren:

- Bearbeiten der Definition der vorhandenen Darstellung
- Einfügen einer neuen Darstellung

Wenn Sie mehrere Durchflussbahnen erstellen, können Sie sie nacheinander oder gleichzeitig anzeigen.

Sie erstellen nun weitere Durchflussbahnen.

4 Durchflussbahn ausblenden.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Flow Trajectories 1.

Klicken Sie auf **Hide (Ausblenden)**.

5 Neue Durchflussbahndarstellung einfügen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Flow Trajectories.

Klicken Sie auf **Insert (Einfügen)**.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen Sie **Clear Selections (Auswahl aufheben)** aus.

Klicken Sie im aufschwingenden FeatureManager auf Right Plane (Ebene rechts).

Geben Sie **200** für die **Number of trajectories (Anzahl der Bahnen)** ein.

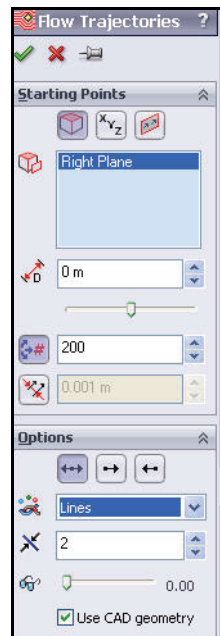
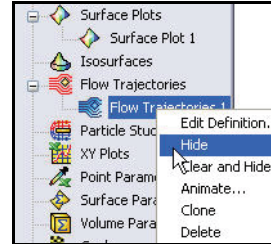
Wählen Sie im Dropdown-Menü **Draw trajectories (Bahnen zeichnen)** die Option **Lines (Linien)** aus.

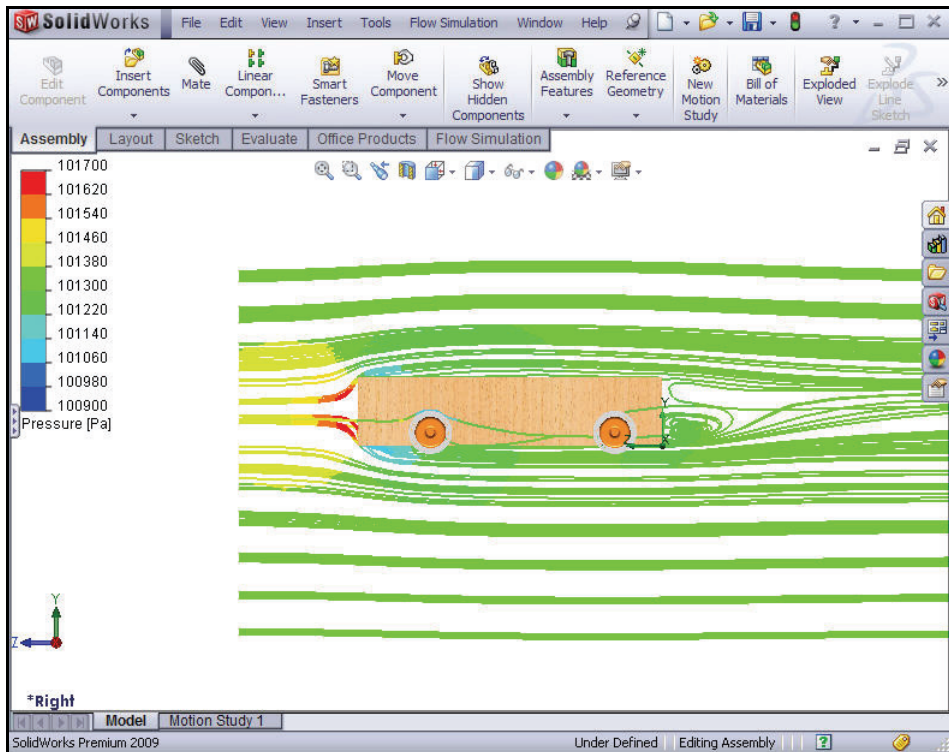
Klicken Sie im PropertyManager **Flow Trajectories (Durchflussbahnen)** auf **OK** .

6 Ansicht „Rechts“ anzeigen.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symbolleiste auf die

Ansicht **Rechts** .





Anmerkung: Beachten Sie die Turbulenz vor und hinter dem Körper des Blocks.

1 Weitere Durchflussbahndarstellung einfügen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Flow Trajectories 2.

Klicken Sie auf **Hide (Ausblenden)**.

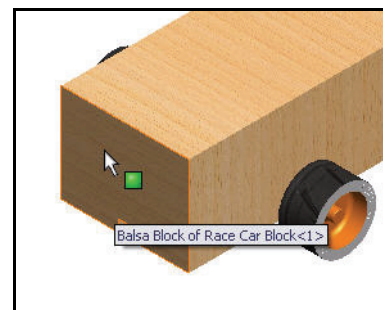
Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Flow Trajectories.

Klicken Sie auf **Insert (Einfügen)**.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste, und wählen Sie **Clear Selections (Auswahl aufheben)** aus.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symboleiste auf **Isometrisch** .

Klicken Sie auf die **vordere Fläche** des Rennwagens.

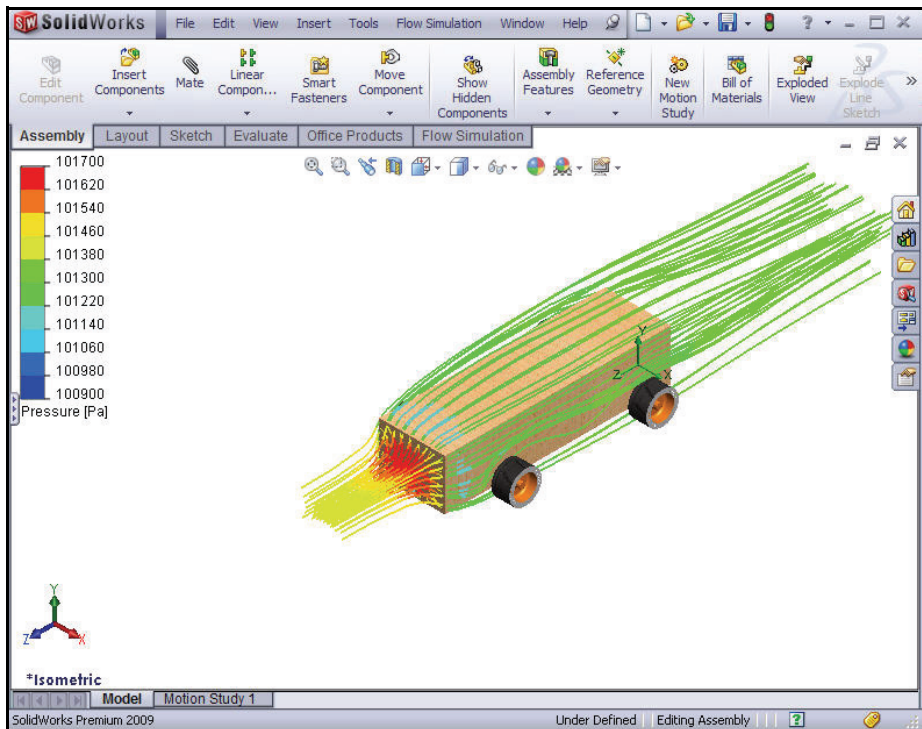


Geben Sie **50** für die **Number of trajectories (Anzahl der Bahnen)** ein.

Wählen Sie im Dropdown-Menü **Draw trajectories (Bahnen zeichnen)** die Option **Lines (Linien)** aus.

Klicken Sie im PropertyManager **Flow Trajectories (Durchflussbahnen)** auf **OK** .

Tipp: Wegen der geringeren Anzahl von Durchflussbahnlinien ist leichter zu erkennen, ob das Modell von merklichen Turbulenzen umgeben ist.



An den Durchflussbahnen lässt sich folgendes erkennen:

- Die rote Farbe der Durchflussbahnen am vorderen Körper der Baugruppe Race Car zeigt einen Bereich hohen Drucks an. Dieser Druck beeinflusst die Geschwindigkeit des Rennwagens (Race Car).
- Die Durchflussbahnen hinter den Rädern sind ziemlich gleichmäßig, was darauf hinweist, dass keine Turbulenz vorhanden ist.

2 Alle Durchflussbahnen ausblenden.

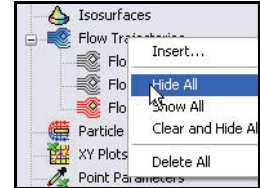
Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Flow Trajectories.

Klicken Sie auf **Hide All (Alles ausblenden)**.

3 Dokument speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf

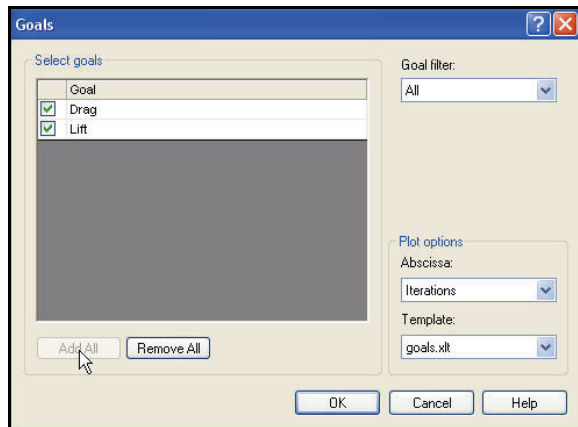
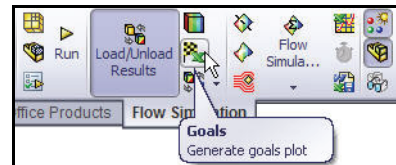
Save (Speichern) .



Quantitative Ergebnisse

Die vorhergehenden Beispiele von Oberflächendarstellungen und Durchflussbahnen sind ausgezeichnete Werkzeuge zum Veranschaulichen, wie Luft um einen Körper herumströmt. Sie sind allerdings mehr qualitativ als quantitativ. Im Folgenden soll eine eher quantitative Interpretation der Ergebnisse vorgestellt werden.

Anmerkung: Für den nächsten Abschnitt wird Microsoft® Excel benötigt.



1 Zieldarstellung erstellen.

Klicken Sie auf der Registerkarte **Flow Simulation** auf das Werkzeug

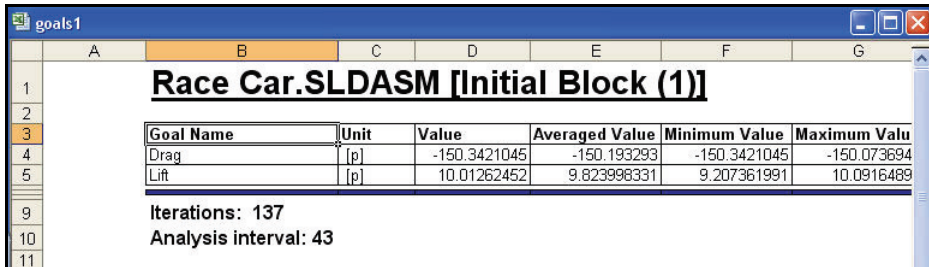
Goals (Ziele) . Das Dialogfeld **Goals (Ziele)** wird eingeblendet.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Add All (Alle hinzufügen)**.

Klicken Sie auf **OK**.

2 Excel Arbeitsblatt.

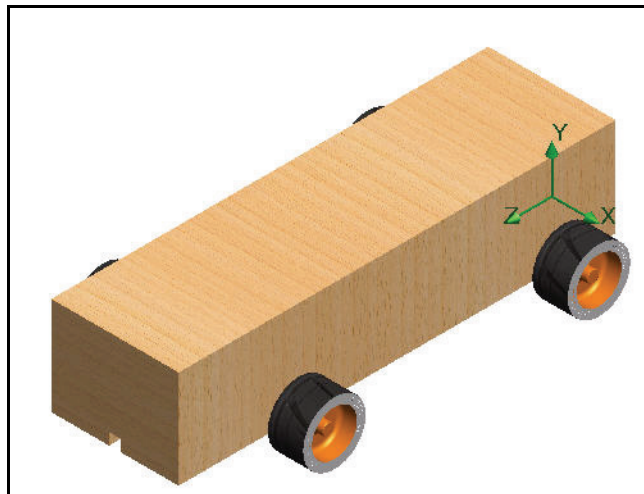
Microsoft® Excel wird gestartet und ein Arbeitsblatt wird geöffnet. Betrachten Sie insbesondere die ersten drei Spalten. Sie enthalten den Namen des Ziels, die Einheiten (gram-force/Pond in diesem Fall) und den Wert.



The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'goals1' with the following data:

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value
Drag	[p]	-150.3421045	-150.193293	-150.3421045	-150.073694
Lift	[p]	10.01262452	9.823998331	9.207361991	10.0916489

Iterations: 137
Analysis interval: 43



Anmerkung: Die Zahlen können sich leicht unterscheiden.

3 Baugruppe speichern und schließen.

Klicken Sie auf **Datei, Speichern**. Übernehmen Sie den Standardnamen.

Klicken Sie auf **Speichern**.

Schließen Sie das **Excel** Arbeitsblatt.

Einheiten, Werte und Interpretation der Ergebnisse

Pond (gram-force) ist, wie schon erwähnt, eine Einheit der Kraft und ist etwa so groß wie die Gewichtskraft einer Masse von 1 g auf der Erde. Der Luftwiderstand am Fahrzeug ist eine Kraft. Gramm ist eine Masseneinheit. Man kann also nicht sagen, der Luftwiderstand beträgt etwa -150,34 Gramm.

Richtig muss es heißen: Die Luftwiderstandskraft beträgt etwa 150,34 Pond und die nach unten gerichtete Abtriebskraft beträgt etwa 10,01 Pond.

Ändern der Konstruktion

Anhand der Analyse der Baugruppenkonfiguration Race Car (Initial Block) mithilfe von SolidWorks Flow Simulation lässt sich folgern, dass die Form des Körpers erheblich verbessert werden kann.

Eine Analyse lässt sich am einfachsten erneut durchführen, indem das SolidWorks Flow Simulation Projekt, das für die Konstruktion des anfänglichen Blocks erstellt wurde, geklont wird. So brauchen Sie die Ziele nicht erneut hinzufügen und das Rechengebiet nicht neu definieren. Sie können aber Darstellungen nicht wiederverwenden, bei denen neue Features an der endgültigen Standard-Race Car-Konfiguration erstellt wurden.

Um Zeit zu sparen, wird die endgültige Standardkonfiguration für diesen Abschnitt zur Verfügung gestellt. Mit Hilfe von Konfigurationen können Sie mehrere Varianten eines Teils in einer einzelnen SolidWorks Datei darstellen. Zum Beispiel kann die Konstruktion durch Unterdrücken von Features und Ändern der Bemaßungswerte des Modells mühelos geändert werden, ohne ein weiteres neues Modell erstellen zu müssen.

Tipp: Eine Konfiguration kann geändert werden, so dass die Bemaßung einen anderen Wert annimmt. Sowohl bei Teilen und als auch Baugruppen kann die Konfiguration geändert werden.

Anmerkung: Einige der referenzierten Flächen der Fahrzeugkarosserie sind in der endgültigen Standardkonfiguration nicht vorhanden. Sie wurden entfernt, als Schnitt-Features und Verrundungen auf den Körper angewendet wurden. Deshalb muss die Referenz neu definiert werden, bevor Darstellungen angezeigt werden können. Außerdem wurde das Achsen-Teil (Axle) in der ursprünglichen Block-Konfiguration modifiziert, um die Baugruppe zu fixieren.

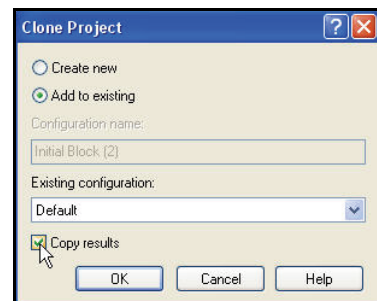
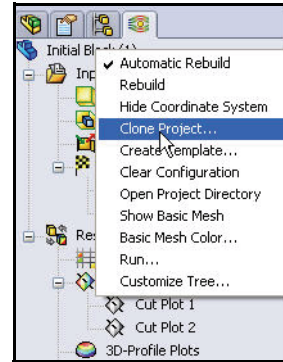
4 Projekt klonen.

Klicken Sie in der Flow Simulation Analysestruktur mit der rechten Maustaste auf die Konfiguration Initial Block (1) (Anfänglicher Block).

Klicken Sie auf **Clone Project (Projekt klonen)**.

Klicken Sie auf **Add to existing (Zu bestehendem hinzufügen)**.

Wählen Sie **Default (Standard)** für **Existing configuration (Bestehende Konfiguration)** aus.



Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Copy results (Ergebnisse kopieren)**.

Klicken Sie auf **OK**. In einer Meldung werden Sie gefragt, ob Sie das Rechengebiet zurücksetzen möchten.

Klicken Sie auf **No (Nein)**.

Anmerkung: Um einen sinnvollen Vergleich der zwei Ergebnissätze leichter durchführen zu können, verwenden Sie gleich große Rechengebiete. Außerdem müssten Sie beim Neufestlegen des Rechengebiets die Symmetriebedingungen neu definieren. Dies würde extra Arbeit bedeuten.

5 Netzeinstellungen zurücksetzen.

Möchten Sie die Netzeinstellungen zurücksetzen?

Klicken Sie auf **Yes (Ja)**.

6 Solver ausführen.

Klicken Sie im Flow Simulation BefehlsManager auf **Run (Ausführen)** .

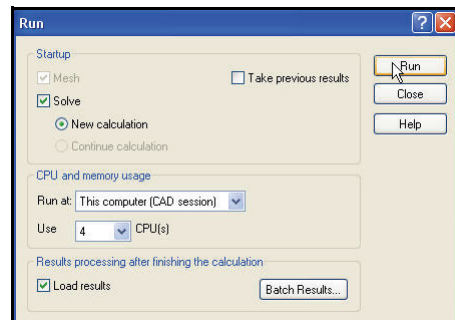
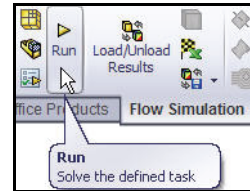
Klicken Sie im Dialogfeld **Run (Ausführen)** auf **Run (Ausführen)**.

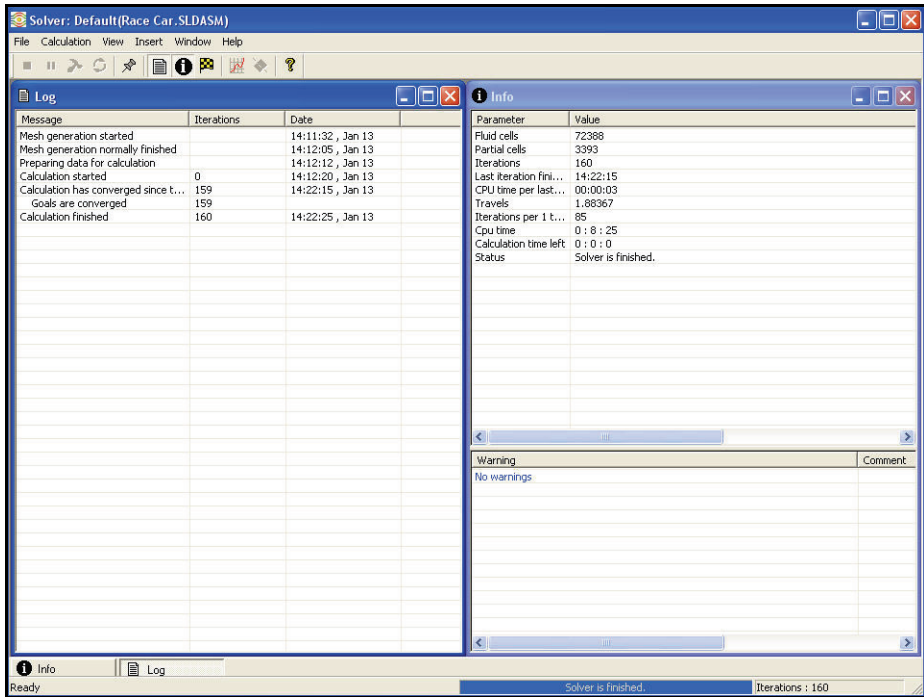
Die Berechnung kann 10 bis 15 Minuten dauern.

7 Fertigstellung.

In der Statusleiste am unteren Rand des Fensters wird angezeigt, wenn der Solver die Berechnung abgeschlossen hat.

Schließen Sie das Dialogfeld **Solver**.

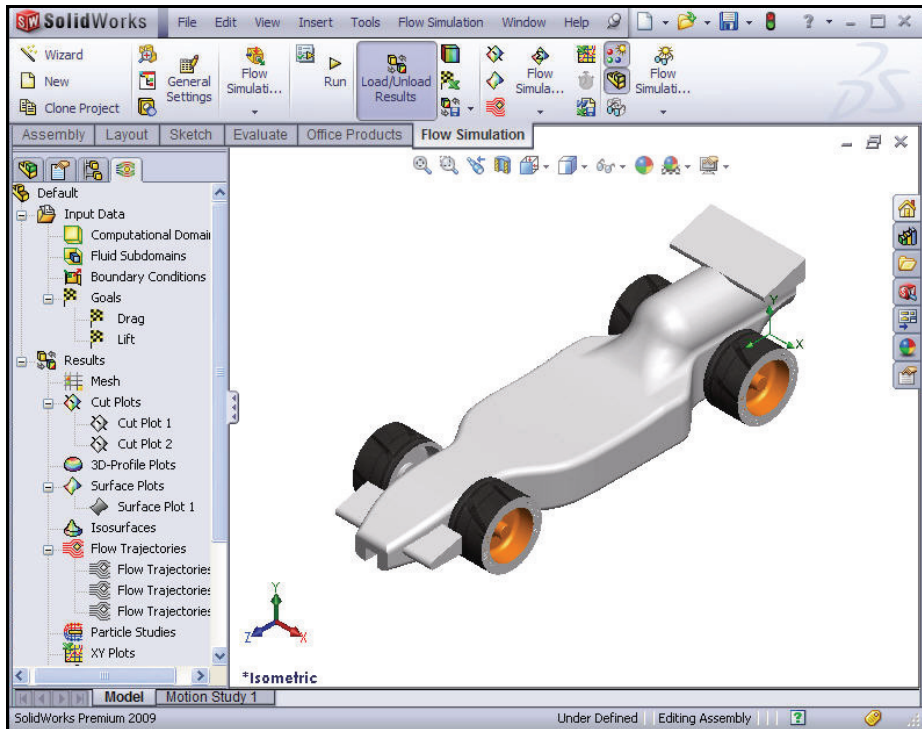
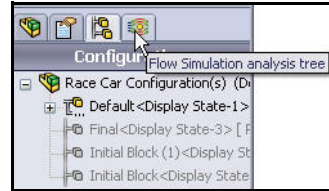




Prüfen der Ergebnisse

1 Ergebnisse laden.

Klicken Sie auf die Registerkarte **Flow Simulation** **analysis tree** (Flow Simulation Analysestruktur).
Prüfen Sie die Ergebnisse für die Standardkonfiguration (Default). Die Standardkonfiguration (Default) ist die endgültige Konfiguration der Baugruppe Race Car.



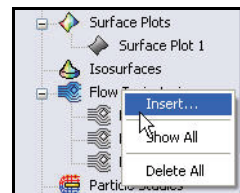
1 Durchflussbahndarstellung erstellen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Flow Trajectories.

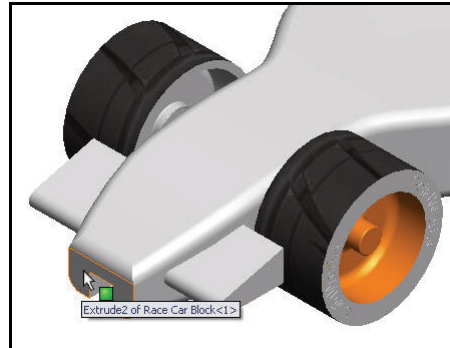
Klicken Sie auf **Insert (Einfügen)**.

Klicken Sie auf der Voransichts-Symboleiste auf

Isometrisch .



Klicken Sie auf die **vordere Fläche** des Rennwagens (Race Car).

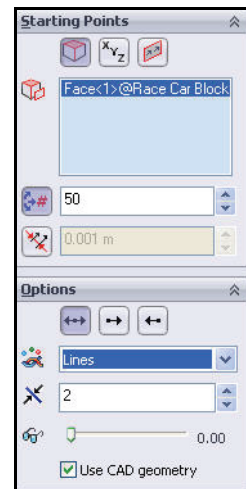


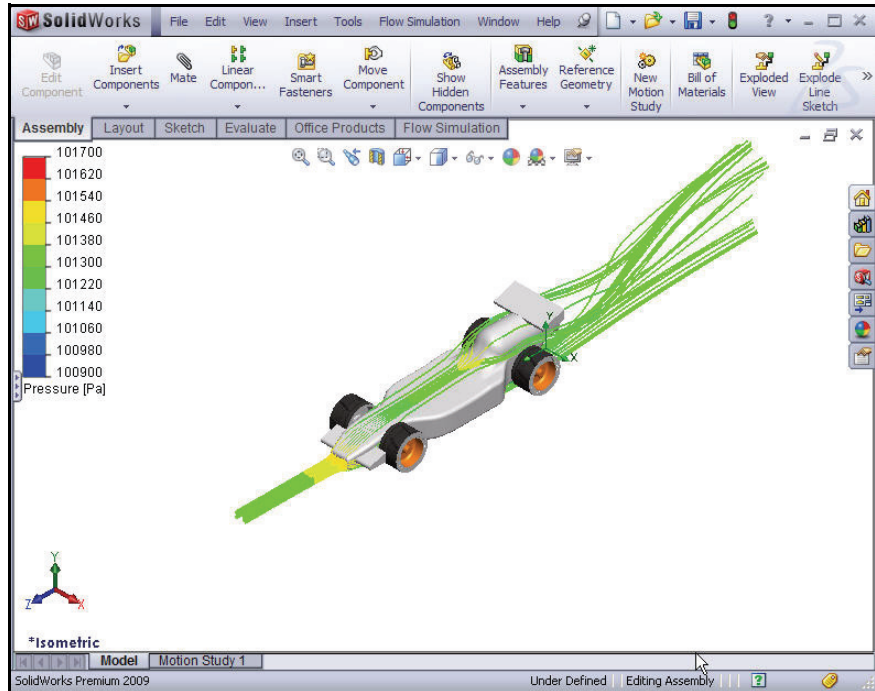
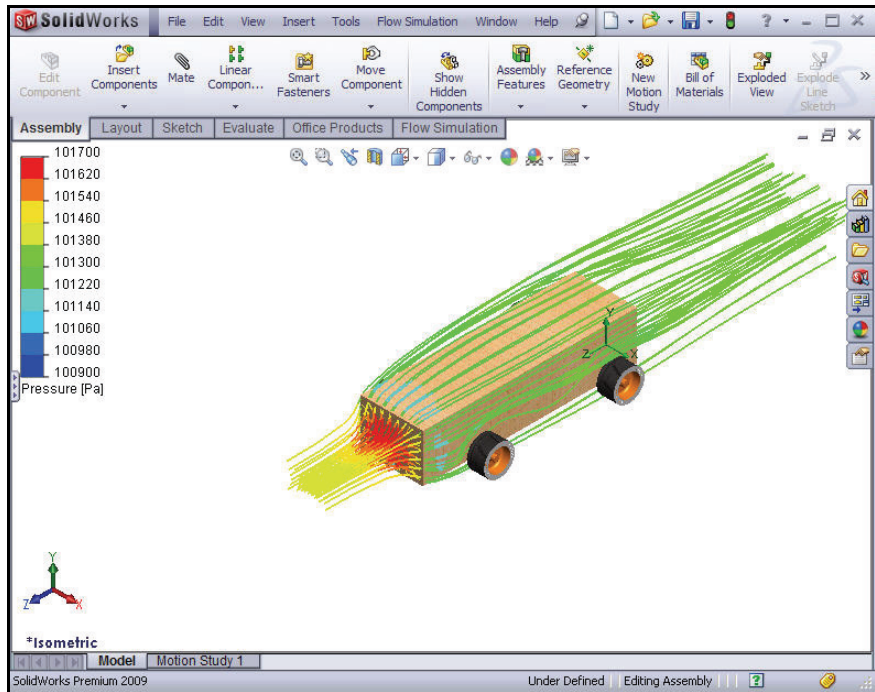
Geben Sie **50** für die **Number of trajectories (Anzahl der Bahnen)** ein.

Wählen Sie im Dropdown-Menü **Draw trajectories (Bahnen zeichnen)** die Option **Lines (Linien)** aus.

Klicken Sie im PropertyManager **Flow Trajectories (Durchflussbahnen)** auf **OK** .

Die folgenden Abbildungen enthalten die zwei Durchflussbahndarstellungen Race Car (ursprünglicher Block) und die endgültige Standard-Race Car-Konfiguration im Vergleich. Zeigen Sie die Druckbereiche an.





2 Durchflussbahndarstellung modifizieren.

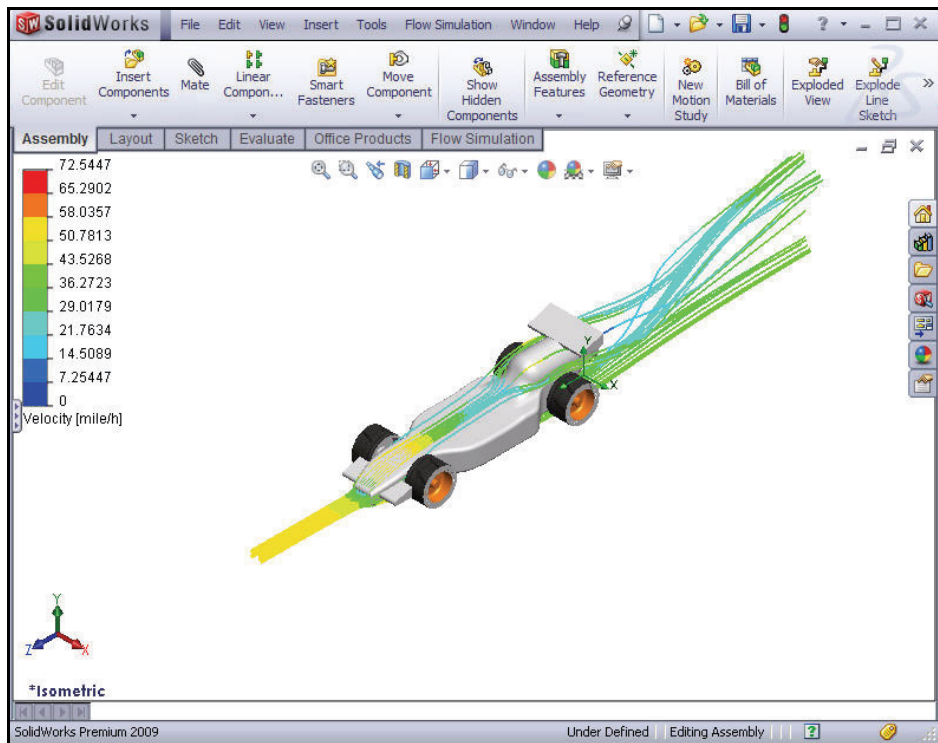
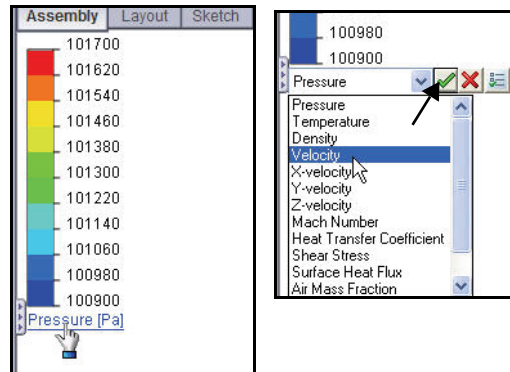
Platzieren Sie den Cursor im Grafikbereich über **Pressure (Pa) (Druck -Pa)**, wie in der Abbildung dargestellt.

Klicken Sie auf **Pressure (Pa) (Druck)**. Zeigen Sie das Dropdown-Menü an.

Klicken Sie auf **Velocity (Geschwindigkeit)**.

Klicken Sie auf das **grüne Häkchen**.

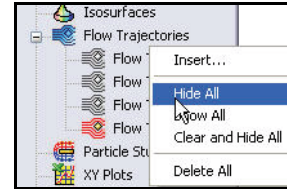
Zeigen Sie die neue Durchflussbahndarstellung an.



3 Alle Durchflussbahnen ausblenden.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ordner Flow Trajectories.

Klicken Sie auf **Hide All (Alles ausblenden)**.

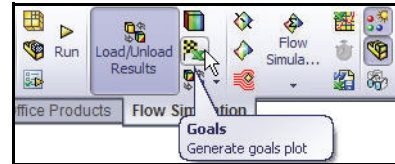
**4 Dokument speichern.**

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf

Save (Speichern) .

Quantitative Ergebnisse

Anmerkung: Für den nächsten Abschnitt wird Microsoft® Excel benötigt.

**1 Zieldarstellung erstellen.**

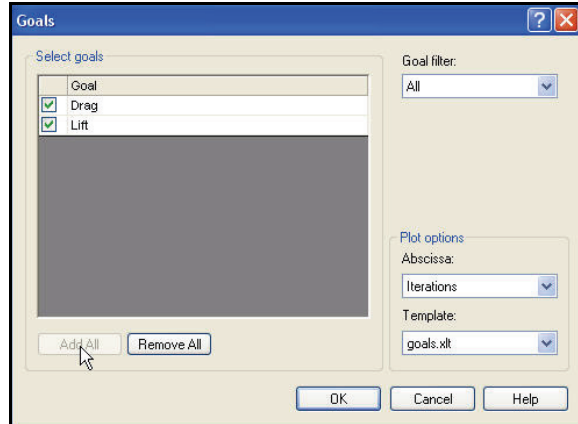
Klicken Sie auf der Registerkarte **Flow Simulation** auf das

Werkzeug **Goals (Ziele)** .

Das Dialogfeld **Goals (Ziele)** wird eingeblendet.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Add All (Alle hinzufügen)**.

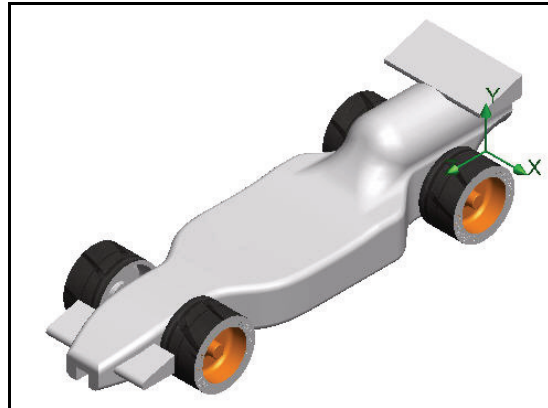
Klicken Sie auf **OK**.

**2 Excel Arbeitsblatt.**

Microsoft® Excel wird gestartet und ein Arbeitsblatt wird geöffnet. Betrachten Sie insbesondere die ersten drei Spalten. Sie enthalten den Namen des Ziels, die Einheiten (gram-force/Pond in diesem Fall) und den Wert.

goals1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Race Car.SLDASM [Default]									
2										
3										
4	Goal Name	Unit	Value	Averaged	Minimum Value	Maximum Value	Progress	Use In Con	Delta	
5	Drag	[p]	-61.77667378	-61.94769	-62.2701506	-61.747739	100	Yes	0.137606	
6	Lift	[p]	-26.62101293	-26.27734	-26.8396863	-25.419734	100	Yes	0.448423	
7										
8										
9	Iterations: 137									
10	Analysis interval: 43									
11										



goals1

	A	B	C	D	E	F	G
1	Race Car.SLDASM [Initial Block (1)]						
2							
3							
4	Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	
5	Drag	[p]	-150.3421045	-150.193293	-150.3421045	-150.073694	
6	Lift	[p]	10.01262452	9.823998331	9.207361991	10.0916489	
7							
8							
9	Iterations: 137						
10	Analysis interval: 43						
11							

goals1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Race Car.SLDASM [Default]									
2										
3										
4	Goal Name	Unit	Value	Averaged	Minimum Value	Maximum Value	Progress	Use In Con	Delta	
5	Drag	[p]	-61.77667378	-61.94769	-62.2701506	-61.747739	100	Yes	0.137606	
6	Lift	[p]	-26.62101293	-26.27734	-26.8396863	-25.419734	100	Yes	0.448423	
7										
8										
9	Iterations: 137									
10	Analysis interval: 43									
11										

Der Luftwiderstand für die neue Konstruktion beträgt 61,77 Pond. Der Luftwiderstand des ursprünglichen Blocks betrug 150,32 Pond.

Prozentuale Verbesserung

Zum Ermitteln der prozentualen Verbesserung verwenden Sie die folgende Formel:

$$\left(\frac{InitialValue - FinalValue}{InitialValue} \right) \times 100 = PercentageChange$$

Zur Vereinfachung runden Sie auf 2 Dezimalstellen. Daraus ergibt sich:

Die Änderungen führten beim Luftwiderstand zu einer Verringerung um etwa 58,91 %!

Was lässt sich über die Auf- bzw. Abtriebskraft sagen?

Die ursprüngliche Blockkonstruktion wies eine *nach oben wirkende Auftriebskraft* von etwa 10,01 Pond auf. Die modifizierte Konstruktion weist eine *nach unten wirkende Abtriebskraft* von etwa 26,62 Pond auf. Mit dem vorderen Flügel wird also erreicht, dass das Vorderteil des Fahrzeugs bei hohen Geschwindigkeiten nach unten gedrückt wird.

3 Excel Arbeitsblatt speichern und schließen.

Klicken Sie auf **Speichern**.

Schließen Sie das Excel Arbeitsblatt.

4 Dokument speichern.

Klicken Sie auf der Menüleiste-Symbolleiste auf **Save (Speichern)** .

5 Alle Modelle und Dialogfelder schließen.

Klicken Sie auf **Datei, Schließen**.

Experimentieren Sie weiter!

Verwenden Sie, was Sie gelernt haben, und untersuchen Sie einige weitere Konstruktionsänderungen. Oder besser noch, entwickeln Sie Ihre eigene Fahrzeugkarosseriekonstruktion. Mit SolidWorks Flow Simulation als virtuellem Windkanal können Sie mit vielen verschiedenen Ideen und Ansätzen experimentieren, bevor Sie mit dem Sägen bzw. Schneiden von Holz beginnen.

Durchsuchen Sie das Internet nach Ideen zum Konstruieren Ihres Fahrzeugs. Die folgende Website ist eine ausgezeichnete Quelle:

<http://www.science-of-speed.com>

Klicken Sie auf **Showroom**.

Mit SolidWorks in Verbindung mit SolidWorks Flow Simulation können Sie mühelos viele Konstruktionsvarianten untersuchen. Viel Spaß!

SolidWorks Flow Simulation

Während dieser kurzen Sitzung zur Verwendung von SolidWorks Flow Simulation wurden die Hauptkonzepte der Fließverhaltens-Simulation von Fluiden kurz vorgestellt. SolidWorks Flow Simulation vermittelt einen Einblick in Teile und Baugruppen und das zugehörige Fließverhalten, die Wärmeübertragung und Kräfte auf eingetauchte oder von Fluiden umgebene Volumenkörper.

Das einzige vollständig in SolidWorks integrierte Produkt zur Simulation des Fließverhaltens, SolidWorks Flow Simulation, ist unglaublich einfach zu verwenden; Sie sagen einfach der Software, woran Sie interessiert sind, anstatt Analysekonstruktionsziele in numerische Kriterien und Iterationszahlen übersetzen zu müssen.

Greifen Sie auf physikalische Fluidmodelle für technische Anwendungen zu. SolidWorks Flow Simulation kann eine breite Palette von realen Fluiden wie Luft, Wasser, Saft, Speiseeis, Honig, Kunststoffschmelzen, Zahnpasta und Blut analysieren. Dies macht die Anwendung in fast jedem Industriesektor ideal für Ingenieure.

Simulieren Sie reelle Betriebsbedingungen. SolidWorks Flow Simulation enthält verschiedene Typen von Randbedingungen zum Darstellen von Situationen aus dem täglichen Leben.

Automatisieren Sie Fluidströmungsaufgaben. SolidWorks Flow Simulation nutzt verschiedene Automatisierungswerkzeuge, um Analyseprozesse zu vereinfachen und Ihnen zu helfen, effizienter arbeiten zu können.

Interpretieren Sie die Ergebnisse mit leistungsstarken und intuitiven Werkzeugen zur Veranschaulichung. Nach Abschluss Ihrer Analyse bietet SolidWorks Flow Simulation verschiedene Werkzeuge zur Veranschaulichung der Ergebnisse. Mit diesen Werkzeugen können Sie einen wertvollen Einblick in die Leistungsfähigkeit Ihres Modells erhalten.

Arbeiten Sie mit anderen zusammen und stellen Sie Ihre Analyseergebnisse anderen zur Verfügung. Wenn Sie SolidWorks Flow Simulation einsetzen, können Sie problemlos mit anderen zusammenarbeiten und Analyseergebnisse allen Personen, die am Produktentwicklungsprozess beteiligt sind, auf effiziente Weise zur Verfügung stellen.