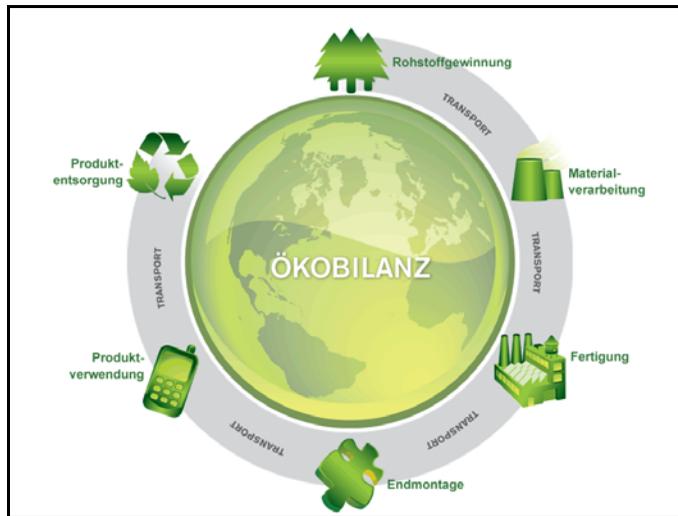




SolidWorks® Sustainability – Einführung in die umweltverträgliche Konstruktion



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

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

Es ist untersagt, Material ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von DS SolidWorks in irgendeiner Form oder auf irgendeine Weise, elektronisch oder mechanisch, für welchen Zweck auch immer, zu vervielfältigen oder zu übertragen. Die in diesem Dokument behandelte Software wird unter einer Lizenz ausgeliefert und darf nur in Übereinstimmung mit den Lizenzbedingungen verwendet und kopiert werden. Alle Gewährleistungen, die von DS SolidWorks in Bezug auf die Software und Dokumentation übernommen werden, sind im SolidWorks Corporation Lizenz- und Subskriptionsdienst-Vertrag festgelegt, und nichts, was in diesem Dokument aufgeführt oder durch dieses Dokument impliziert ist, darf als Modifizierung oder Änderung dieser Gewährleistungen betrachtet werden.

Hinweisen zu Patenten der SolidWorks Standard, Premium und Professional Produkte

US-amerikanische Patente 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 und 7.571.079 sowie Patente anderer Länder (z. B. EP 1.116.190 and JP 3.517.643).

Weitere US-amerikanische Patente und Patente anderer Länder angemeldet.

Hinweise zu Marken und sonstige Hinweise für alle SolidWorks Produkte

SolidWorks, PDMWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, DWGeditor, PDMWorks, eDrawings und das eDrawings Logo sind eingetragene Marken und FeatureManager ist eine eingetragene Gemeinschaftsmarke von DS SolidWorks. SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation und SolidWorks 2010 sind Produktnamen von DS SolidWorks. CircuitWorks, DWGgateway, DWGseries, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst und XchangeWorks sind Marken von DS SolidWorks. FeatureWorks ist eine eingetragene Marke von Geometric Ltd.

Andere Marken- oder Produktbezeichnungen sind Marken der jeweiligen Eigentümer.

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

Lieferant/Hersteller:

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

Copyright-Hinweise für SolidWorks Standard, Premium und Professional Produkte

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

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

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

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt von der Microsoft Corporation,

© 1996-2009. Alle Rechte vorbehalten.

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

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt von 3Dconnexion, © 1998-2009.

Die Software basiert zum Teil auf der Arbeit der Independent JPEG Group. Alle Rechte vorbehalten.

Teile dieser Software beinhalten PhysX™ und sind urheberrechtlich geschützt von NVIDIA, © 2006-2009.

Teile dieser Software sind Eigentum der UGS Corp. und urheberrechtlich geschützt, Copyright © 2009.

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

Teile dieser Software sind urheberrechtlich geschützt von DriveWorks Ltd., © 2007-2009.

© 1984-2009 Adobe Systems Inc. und Lizenzgeber.

Alle Rechte vorbehalten. Geschützt durch die US-amerikanischen Patente 5.929.866; 5.943.063;

6.289.364; 6.563.502; 6.639.593; 6.754.382. Patente angemeldet.

Adobe, das Adobe Logo, Acrobat, das Adobe PDF Logo, Distiller und Reader sind eingetragene Marken

oder Marken von Adobe Systems Inc. in den USA und anderen Ländern.

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

Andere Teile von SolidWorks 2010 sind von DS SolidWorks Lizenzgebern lizenziert.

Copyright-Hinweise für SolidWorks Simulation

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

PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System Integration, Inc. Alle Rechte vorbehalten.

Teile dieses Produkts werden von DC Micro

Development unter Lizenz vertrieben, urheberrechtlich geschützt von DC Micro Development, Inc., © 1994-

2005. Alle Rechte vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

Einführung	1
Verwendung dieses Buchs.....	2
Was ist die SolidWorks-Software?.....	2
Voraussetzungen.....	2
Im Handbuch verwendete Konventionen	3
Bevor Sie anfangen.....	3
Lektion 1: SustainabilityXpress	6
Verwenden von SustainabilityXpress.....	7
Nur für SolidWorks 2009 Benutzer.....	8
Arbeiten mit Teilen und Baugruppen	10
Explosionsansicht.....	10
Öffnen eines Teils aus einer Baugruppe	11
Optionen von SustainabilityXpress	12
Material	12
Manufacturing (Fertigung).....	12
Process (Verfahren).....	12
Verwenden Sie dazu folgende Methoden:	13
Umweltbelastung.....	13
Carbon Footprint (CO2-Fußabdruck).....	13
Energieverbrauch.....	13
Air Acidification (Luftversauerung).....	14
Water Eutrophication (Wasser-Eutrophisierung)	14
Bericht.....	14
Bezug.....	14
Materialien	15
Festlegen des Bezugs	15
Farbcodes.....	16

SolidWorks

Maschinenbaukonstruktion und Technologie

Verwenden von Find Similar (Ähnliche Materialien suchen)	16
Materialeigenschaften	17
Einstellen von Suchbedingungen	18
Erstellen eines Berichts.....	21
Inhalt von Berichten.....	22
Life Cycle Assessment (LCA) – Lebenszyklusanalyse.....	23
Optimieren einer nachhaltigen Konstruktion.....	24
Ändern des Verfahrens.....	24
Ändern des Fertigungsverfahrens und der Produktnutzungsregionen	24
Festlegen des Materials des Teils.....	25
Lektion 2: Sustainability.....	26
Verwenden von Sustainability	27
Darstellen von Baugruppen	28
Erste Schritte	28
Farbverlauf	28
Auswählen von Eigenschaften und Sortieren von Teilen	29
Öffnen von Sustainability	30
Nicht zugewiesene Materialien	31
Stecknadel.....	31
Teile und Baugruppen in Sustainability	31
Unterschiede zwischen Sustainability und SustainabilityXpress	32
Verwenden der Aufgabenliste.....	33
Anzeigen der Ergebnisse.....	34
Zusätzliche Menüoptionen.....	34
Transport und Nutzung.....	34
Verwenden von Sustainability zusammen mit der Baugruppenvisualisierung	35
Einfügeleiste.....	35
Bearbeiten eines Teils	36
Bearbeiten weiterer Teile	37
Arbeiten mit Teilen in Sustainability	38
Auswerten der Endergebnisse	39

Einführung

Nach Abschluss dieser Lektion sind Sie dazu in der Lage:

- die Beziehungen zwischen Bauteilen, Baugruppen und Zeichnungen zu beschreiben und.
- die Hauptkomponenten der Benutzeroberfläche von SolidWorks zu identifizieren.
- die benötigten Begleitdateien herunterzuladen und zu extrahieren.

Verwendung dieses Buchs

SolidWorks Sustainability – Einführung in die umweltverträgliche Konstruktion vermittelt Ihnen die Prinzipien der Verwendung von SustainabilityXpress und Sustainability als integralen Bestandteil eines kreativen und iterativen Konstruktionsprozesses.

Bei diesem Projekt soll nach dem Grundsatz „Learning by Doing“ anhand einer vollständigen Konstruktionsanalyse vorgegangen werden.

Was ist die SolidWorks-Software?

SolidWorks ist eine CAD-Automationssoftware. In SolidWorks skizzieren Sie Ideen und experimentieren mit unterschiedlichen Entwürfen, um 3D-Modelle unter Verwendung der einfach zu erlernenden grafischen Benutzeroberfläche von Windows® zu erstellen.

SolidWorks wird von Studenten, Konstrukteuren, Technikern und anderen Fachleuten genutzt, um einfache und komplexe Bauteile, Baugruppen und Zeichnungen zu produzieren.

Voraussetzungen

Bevor Sie mit SolidWorks Sustainability – Einführung in die umweltverträgliche Konstruktion beginnen, sollten Sie die folgenden, in die SolidWorks Software integrierten Online-Übungen durcharbeiten:

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

Sie können auf die Online-Übungsanleitungen über den Menüpfad **Hilfe, SolidWorks Lehrbücher, Alle SolidWorks Lehrbücher (Satz 1)** zugreifen. Nach dem Aufruf der Online-Übungsanleitungen wird das Hauptfenster von SolidWorks angepasst und die Übung in einem eigenen Fenster angezeigt.

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 6: Drawing Basics (Grundlagen des Zeichnens)

Im Handbuch verwendete Konventionen

In diesem Handbuch werden die folgenden typografischen Konventionen verwendet:

Konvention	Bedeutung
Fett Sans Serif	Befehle und Optionen von SolidWorks werden mit dieser Schriftart hervorgehoben. Einfügen, Aufsatz bedeutet beispielsweise, dass Sie im Menü Einfügen die Option Aufsatz wählen sollen.
Maschinenschrift	Namen von Features und Dateien werden mit dieser Schriftart hervorgehoben. Beispiel: Skizze1 .
17 Diesen Schritt ausführen	Die Schritte in den Lektionen sind in Fett Sans Serif nummeriert.

Bevor Sie anfangen

Kopieren Sie die Begleitdateien für die Lektionen auf Ihren Computer, bevor Sie mit dem Projekt beginnen, falls Sie dies nicht bereits im Vorfeld getan haben.

1 Starten Sie SolidWorks.

Starten Sie die SolidWorks-Anwendung über das **Start**-Menü.

2 SolidWorks Content.

Klicken Sie auf **Konstruktionsbibliothek** , um den Task-Fensterbereich der Konstruktionsbibliothek zu öffnen.

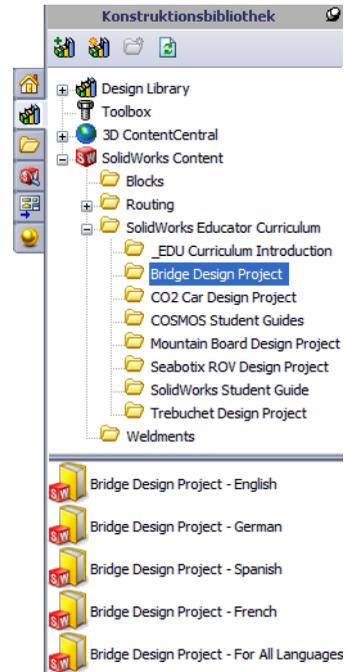
Klicken Sie auf SolidWorks Content, um die untergeordneten Ordner anzuzeigen.

Klicken Sie auf SolidWorks Educator Curriculum.

Klicken Sie auf Sustainability.

Anmerkung: Außer dem Ordner Sustainability können noch weitere Curriculum-Ordner aufgelistet sein.

Im unteren Fensterbereich wird ein Symbol für eine ZIP-Datei angezeigt, welche die Begleitdateien für dieses Projekt enthält.



3 Zip-Datei herunterladen.

Drücken Sie **Strg**, und klicken Sie auf das Symbol.

Sie werden gefragt, in welchem Verzeichnis die Zip-Datei gespeichert werden soll.

Fragen Sie Ihren Lehrer/Kursleiter, wo die Zip-Datei gespeichert werden soll. In der Regel ist C:\Temp eine gute Wahl für den Speicherort.

Klicken Sie auf **OK**.

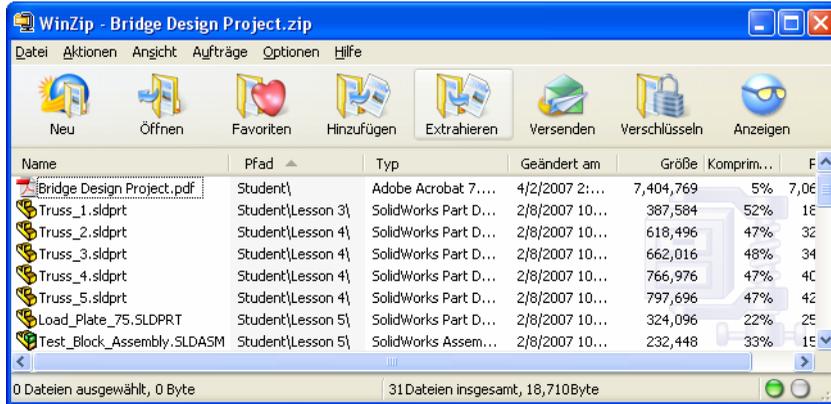


Tip: Merken Sie sich, wo Sie sie gespeichert haben.

4 Zip-Datei öffnen.

Navigieren Sie zu dem Ordner, in dem sich die ZIP-Datei befindet, die Sie in Schritt 3 gespeichert haben.

Doppelklicken Sie auf die Datei **Sustainability.zip**.



5 Klicken Sie auf „Extrahieren“.

Klicken Sie auf **Extrahieren**, und wechseln Sie zu dem Verzeichnis, in dem Sie die Projektdateien speichern möchten. Das System erstellt automatisch einen Ordner mit dem Namen **_Sustainability_Project_ENG** an dem von Ihnen angegebenen Speicherort. Beispiel: Ein häufig gewählter Speicherort ist der Ordner **Eigene Dateien**. Klären Sie mit dem Kursleiter ab, wo die Dateien gespeichert werden sollen.



Sie verfügen jetzt über einen Ordner namens **Sustainability Project** auf Ihrer Festplatte. Die Daten in diesem Ordner werden in den Übungen verwendet.

Tipp: Merken Sie sich, wo Sie sie gespeichert haben.

Lektion 1

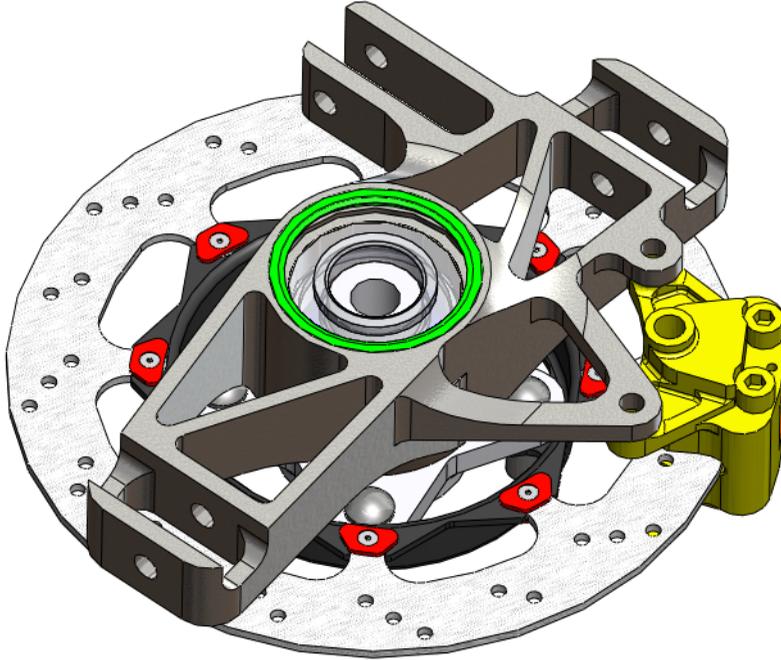
SustainabilityXpress

Nach Abschluss dieser Lektion können Sie:

- SustainabilityXpress herunterladen
- SustainabilityXpress als Zusatzanwendung hinzufügen und aktivieren
- ein einzelnes Teil einer Baugruppe öffnen
- durch SustainabilityXpress navigieren
- einen Nachhaltigkeits-Bericht erstellen
- eine nachhaltige Konstruktion optimieren

Verwenden von SustainabilityXpress

SustainabilityXpress ist eine SolidWorks Zusatzanwendung, mit der die Benutzer in der Lage sind, Konstruktionen mit einer erhöhten Nachhaltigkeit im Hinblick auf Materialtyp, Fertigungsprozess, Materialeinsatz und Umweltbelastung zu erstellen.

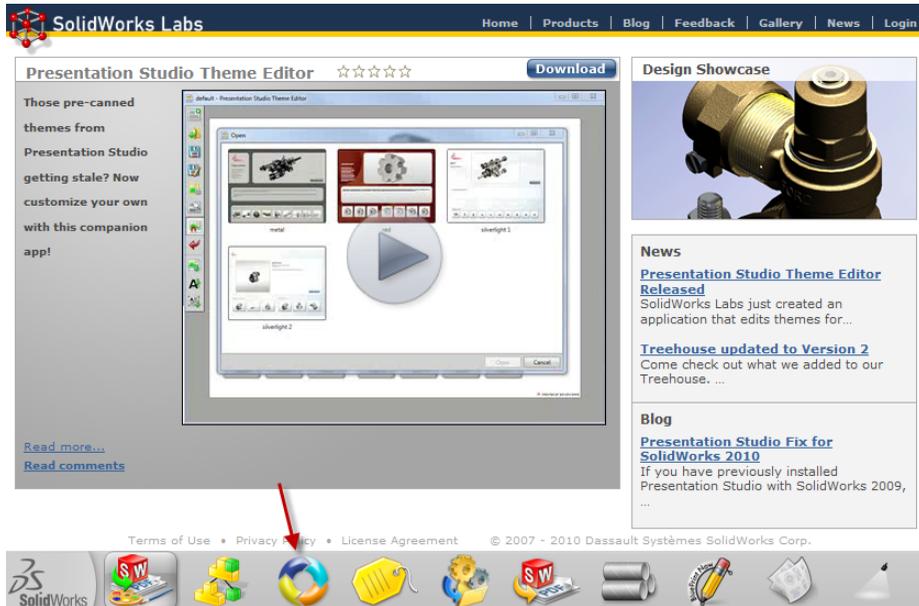


Nur für SolidWorks 2009 Benutzer

Dieser Abschnitt gilt nur für Benutzer von SolidWorks 2009. Bei SolidWorks 2010 ist SustainabilityXpress bereits integriert.

1 Herunterladen von SustainabilityXpress für SolidWorks 2009.

Gehen Sie zu <http://labs.solidworks.com>, und klicken Sie unten auf der Seite auf das Symbol **Sustainable**.



2 SustainabilityXpress herunterladen.

Oben auf der SustainabilityXpress-Seite klicken Sie auf **Download** . Hierdurch gelangen Sie zu einer anderen Webseite.

3 Optionen auswählen.

Unten auf der Seite finden Sie diese drei Links: **Download 32 bit**, **Download 64 bit** und **Download Tutorial**. Wenn Sie nicht wissen, ob Ihr Computer ein 32- oder 64-Bit-System ist, können Sie es wie folgt bestimmen.

1. Klicken Sie im Windows-**Start** menü auf **Alle Programme, Zubehör, Systemprogramme, Systeminformationen**.
2. Doppelklicken Sie auf „System“ und klicken Sie auf „Eigenschaften“.
3. Unter **Systemübersicht** werden Informationen aufgelistet. Unter **Systemtyp** finden Sie die Angabe „X86-basierter PC“, was für ein 32-Bit-System steht, oder „X64-basierter PC“, was für ein 64-Bit-System steht.

4 Ausführen.

Nachdem Sie Ihren Systemtyp bestimmt haben, klicken Sie auf der Download-Seite auf den **Download**-Link, der Ihrem Systemtyp entspricht.

Im Download-Bildschirm klicken Sie auf **Save File**. Nachdem der Download der .exe-Datei im Browser abgeschlossen wurde, öffnen Sie die .exe-Datei und klicken Sie auf **Run** (Ausführen).

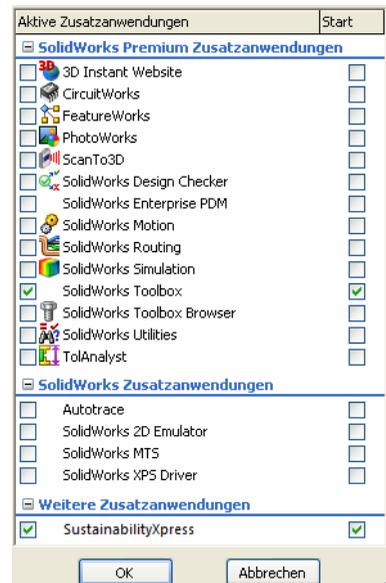
5 Automatische Extrahierung.

Das Fenster für die automatische Extrahierung wird eingeblendet. Klicken Sie auf **Unzip**, und dann auf **OK**.

Es wird ein weiteres Download-Fenster eingeblendet. Klicken Sie dann auf **Next** (Weiter) und auf **Finish** (Fertig stellen). SustainabilityXpress wird dann die Dateien laden. Klicken Sie abschließend auf **Close** (Schließen), um den Download-Assistenten zu beenden.

6 Zusatzanwendung aktivieren.

Klicken Sie auf **Extras, Zusatzanwendungen**. Klicken Sie auf beiden Häkchen von SustainabilityXpress wie gezeigt.



Anmerkung: Wenn Sie SustainabilityXpress nach dem Download für 2009 aktivieren wollen, wird es unter **Weitere Zusatzanwendungen** angezeigt; siehe Abbildung. Andernfalls wird SustainabilityXpress unter **Aktive Zusatzanwendungen** angezeigt.

Arbeiten mit Teilen und Baugruppen

In diesem Abschnitt wird ein Teil einer Baugruppe geöffnet, um zwei verschiedene Anzeigemethoden für eine Baugruppe zu zeigen.

Anmerkung: In dieser Baugruppe ist eine Explosionsansicht vorhanden. Es wird demonstriert, wie auf diese Explosionsansicht zugegriffen werden kann, so dass das Erstellen einer Explosionsansicht nicht erforderlich ist.

1 Baugruppe öffnen.

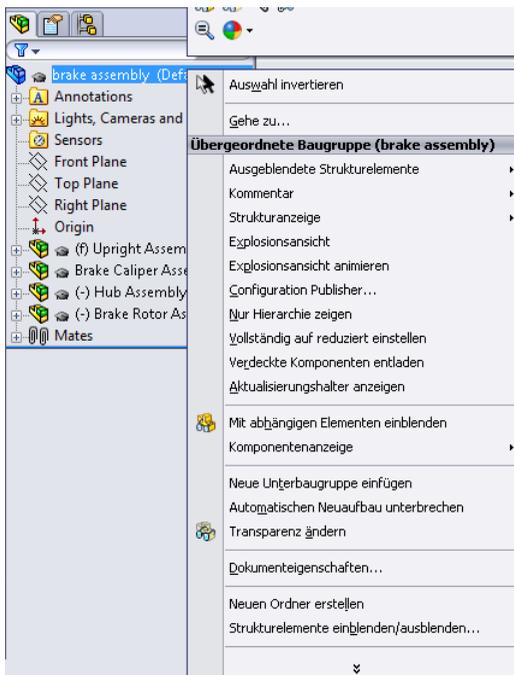
Öffnen Sie die Baugruppe Brake Assembly (Bremsenbaugruppe) im Ordner Brake Assembly.

Explosionsansicht

Zuerst wird gezeigt, wie auf eine Explosionsansicht einer Baugruppe zugegriffen wird. Bei einer Explosionsansicht werden die einzelnen Teile einer Baugruppe auseinandergezogen dargestellt, so dass sie einen Abstand zueinander aufweisen. Es sieht aus als wäre ein Bild während einer Explosion der Baugruppe gemacht worden.

2 Explosionsansicht.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Brake Assembly im FeatureManager, und wählen Sie Explosionsansicht.

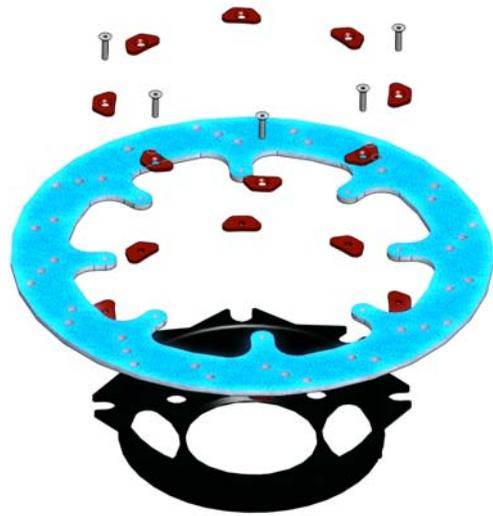
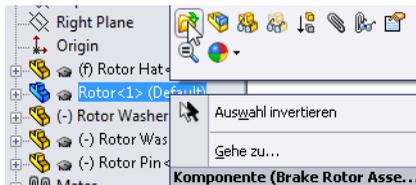


3 Zoom.

Als nächstes sehen Sie sich Rotor (Bremsscheibe) mithilfe von **Zoomen auf Auswahl** näher an. Klappen Sie im FeatureManager die Komponente Brake Rotor Assembly auf.

Klicken Sie auf die Komponente Rotor.

Klicken Sie auf **Ansicht, Modifizieren, Zoomen auf Auswahl**.

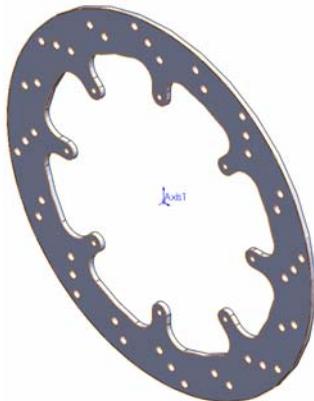


Öffnen eines Teils aus einer Baugruppe

Nun wird die Komponente Rotor geöffnet. Um ein einzelnes Teil einer Baugruppe zu bearbeiten, können Sie das Teil öffnen und bearbeiten und anschließend speichern und schließen. Danach bauen Sie die Baugruppe neu auf.

4 Teil öffnen.

Klicken Sie im FeatureManager mit der rechten Maustaste auf Rotor (Bremsscheibe), und wählen Sie **Teil öffnen**  aus dem Kontextmenü.



Anmerkung: SustainabilityXpress funktioniert nur bei einzelnen Teilen. Die Vollversion **Sustainability** funktioniert bei mehreren Teilen oder Baugruppen.

Optionen von SustainabilityXpress

Im Folgenden werden Sie durch die Benutzeroberfläche von SustainabilityXpress und die verschiedenen Menüs geführt, und es werden einige der in dieser SolidWorks Zusatzanwendung verwendeten Begriffe erläutert. Es sind vier Hauptmenüs vorhanden: **Material**, **Manufacturing** (Fertigung), **Transportation and Use** (Transport und Verwendung) und **Environmental Impact** (Umweltbelastung).

Zuerst wird SustainabilityXpress gestartet.

1 SustainabilityXpress starten.

Klicken Sie auf **Extras, SustainabilityXpress**.

Anmerkung: Beim ersten Öffnen sollte alles schwarz sein, bis auf die Bereiche.

Material

Mithilfe dieser Option können Sie über Dropdown-Menüs ein Material für ein bestimmtes Teil auswählen. Sie können auch mit **Find Similar** (Ähnliche Materialien suchen) nach alternativen Materialien suchen. Oder Sie weisen dem Teil ein Material Ihrer Wahl zu.



Manufacturing (Fertigung)

Der Abschnitt **Manufacturing** enthält die Optionen **Process** (Verfahren) und **Use** (Nutzung), mit denen Weltregionen der Herstellung und Nutzung festgelegt werden.

Process (Verfahren)

Über diese Option kann auf das Dropdown-Menü **Process** zugegriffen werden, mit dem Sie das Fertigungsverfahren für ein Teil auswählen können. Mithilfe einer Weltkarte können Sie festlegen, wo das Teil hergestellt wird: in Nordamerika, Europa, Asien oder Japan.



Verwenden Sie dazu folgende Methoden:

In diesem Menü wird die zweite Weltkarte verwendet. Hier können Sie auswählen, wohin das Produkt nach der Herstellung transportiert wird. Je kürzer die Transportentfernung zwischen Herstellungsort und Nutzungsort, desto höher die Nachhaltigkeit.



Umweltbelastung

Dieser Abschnitt umfasst vier Größen: **Carbon Footprint** (CO₂-Fußabdruck), **Total Energy** (Gesamtenergieverbrauch), **Air Acidification** (Luftversauerung) und **Water Eutrophication** (Wasser-Eutrophisierung). Es sind vier Hauptmenüs vorhanden: **Material**, **Manufacturing** (Fertigung), **Transportation and Use** (Transport und Verwendung) und **Environmental Impact** (Umweltbelastung).

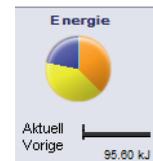
Carbon Footprint (CO₂-Fußabdruck)

Ein Maß für CO₂- und andere Treibhausgasemissionen wie Methan (in CO₂-Äquivalenteinheit, CO₂e), die überwiegend durch den Verbrauch fossiler Brennstoffe verursacht werden. Der CO₂-Fußabdruck wird auch als Globalerwärmungspotential (GWP) bezeichnet.



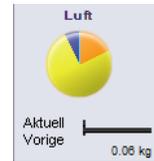
Energieverbrauch

Ein Maß für die Energie aus nicht erneuerbaren Energiequellen, die mit dem Lebenszyklus eines Teils verbunden ist und in Nits Megajoule (MJ) angegeben wird. Diese Größe umfasst nicht nur die während des Lebenszyklus eines Produkts verbrauchten Brennstoffe oder Elektrizitätsmengen, sondern auch die zur Förderung und Verarbeitung dieser Brennstoffe benötigte Energie sowie die Energie von Materialien, die freigesetzt werden würde, wenn sie verbrannt würden. Der Energieverbrauch wird als unterer Heizwert ausgedrückt, oder als Bedarf an Energie aus nicht erneuerbaren Quellen, die beispielsweise aus dem Verbrennen von Heizöl oder Gas gewonnen wird. Die bei der Energieumwandlung z. B. in elektrischen Strom, Wärme, Dampf usw. geltenden Wirkungsgrade werden berücksichtigt.



Air Acidification (Luftversauerung)

Schwefeldioxid, Distickstoffoxid und andere saure Emissionen in der Luft erhöhen den Säuregehalt von Regenwasser, welches wiederum zu sauren Erdböden und Seen führt. Diese Säuren können für die Pflanzen- und Tierwelt des Bodens und Wassers giftig sein. Saurer Regen kann auch Beton und andere Baustoffe langsam zersetzen. Diese Größe wird in der Regel in Nits von entweder Schwefeldioxid-Äquivalent (SO₂e) oder Mol H⁺ Äquivalent angegeben.



Water Eutrophication (Wasser-Eutrophisierung)

Wenn einem Wasserökosystem eine übermäßige Menge an Nährstoffen zugeführt wird, tritt eine Eutrophisierung ein. Nitrate und Phosphate aus Abwässern und agrarwirtschaftlichen Düngemitteln verursachen eine starke Algenblüte, wodurch dem Wasser der Sauerstoff entzogen wird und Pflanzen und Tiere sterben. Diese Größe wird in der Regel in kg Phosphat-Äquivalent (PO₄e) oder kg Stickstoff- (N) Äquivalent angegeben.



Bericht

Ganz unten in SustainabilityXpress befinden sich die Schaltflächen **Generate Report** (Bericht erstellen)  und **Email Report** (Bericht per E-Mail senden). Durch Klicken auf **Generate Report** erstellt SolidWorks automatisch ein Word-Dokument der aktuellen Analyse. Diese Analyse kann einen einzelnen Materialtyp und dessen Umweltbelastung umfassen, oder einen Vergleich von zwei verschiedenen Materialtypen. Nach Ausführen von **Email Report** wird Microsoft Outlook geöffnet, um das Word-Dokument per E-Mail zu senden.

Bezug

Rechts neben den Berichtsschaltflächen befinden Sie die Schaltflächen **Set Baseline**  und **Import Baseline**. Nach dem Klicken auf **Set Baseline** wird der zuletzt verwendete Materialtyp als Bezug für alle folgenden Materialtypvergleiche festgelegt. Andernfalls werden nach jedem Klicken auf ein anderes Material die Materialien automatisch verglichen und die Umweltbelastungen dynamisch neu berechnet. Wenn kein Unterschied zwischen den aktuellen und vorherigen Einstellungen und Materialien vorhanden ist, werden alle Umweltbelastungsfaktoren grün dargestellt. Sie können einen gespeicherten SustainabilityXpress-Bezug aus einem anderen Teil importieren, indem Sie auf **Import Baseline** klicken.

Materialien

In SolidWorks werden einem Modell mithilfe von Materialien die Farben, Texturen, Schraffuren und mechanischen Eigenschaften für Zusatzanwendungen wie SimulationXpress und SustainabilityXpress zugewiesen.

2 Klasse.

Klicken Sie auf das Dropdown-Menü **Class** (Klasse), das 14 verschiedene Materialkategorien aufweist.

Wählen Sie **Steel** (Stahl).

3 Name.

Behalten Sie im Dropdown-Menü **Name** die Auswahl des Standardstahls mit der Bezeichnung **1023 Carbon Steel Sheet (SS)** bei.



Tip: Das Umweltbelastungen-Menü wurde sofort nach der Auswahl des Stahls aktualisiert. Diese Aktualisierung wird nach jeder Auswahl eines neuen Materials, Verfahrens oder Gebiets ausgeführt. Jeder Faktor der Umweltverträglichkeit muss sich geändert haben und nun in Rot angezeigt werden.

Festlegen des Bezugs

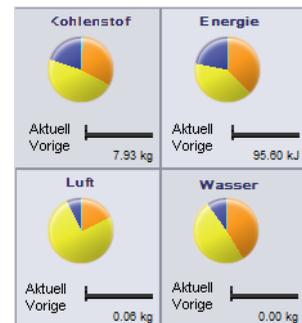
Wenn Sie ein Material als Bezug festlegen, wird jedes nachfolgend ausgewählte Material mit dem Bezugsmaterial verglichen. Wenn kein Bezugsmaterial festgelegt wird, wird das aktuell ausgewählte Material mit dem zuvor ausgewählten Material verglichen.

Um einen aussagekräftigeren Materialvergleich zu erzielen, legen Sie **Steel 1023 Carbon Steel Sheet (SS)** als das Bezugsmaterial fest.

4 Bezug festlegen.

Klicken Sie auf **Set Baseline** (Bezug festlegen) .

Nachdem Sie den Bezug festgelegt haben, wird die Umweltbelastungsdarstellung erneut aktualisiert und muss wie in der Abbildung rechts aussehen.



Farbcodes

Wenn auf **Set Baseline** geklickt wird, wird farblich dargestellt, ob ein Material umweltfreundlich ist.

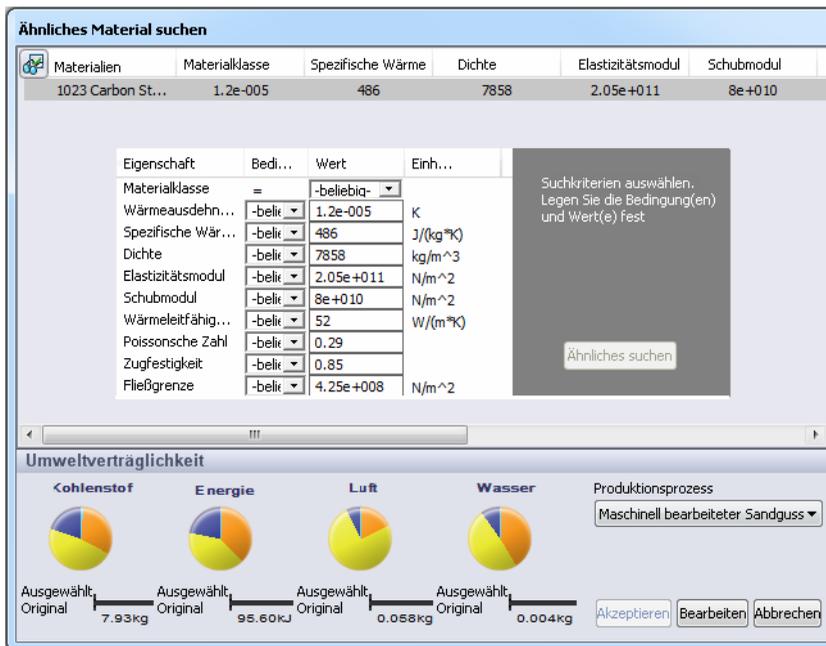
- *Schwarz* ist die Farbe des Bezugsmaterials.
- *Grün* bedeutet, dass das aktuelle Material umweltfreundlicher als das Bezugsmaterial ist.
- *Rot* bedeutet, dass das aktuelle Material weniger umweltfreundlich als das Bezugsmaterial ist.

Verwenden von Find Similar (Ähnliche Materialien suchen)

Nun wird eine Suche nach alternativen Materialien ausgeführt. Bei dieser Suche definieren und suchen Sie nach Materialien mit ähnlichen Materialeigenschaften.

5 Find Similar (Ähnliche Materialien suchen).

Klicken Sie auf im Dialogfeld auf **Find Similar**. Es wird ein neues Dialogfeld aufgerufen.



Das Menü **Find Similar Material** (Ähnliche Materialien suchen) hat mehrere Optionen. Es enthält eine Liste mit mehreren Materialeigenschaften, die mit Thermal Expansion (Wärmeausdehnung) beginnt.

Materialeigenschaften

Es folgen die Einheiten und ein kurze Beschreibung der Eigenschaften.

Eigenschaft	Beschreibung	Einheit
Wärmeausdehnung	Die Veränderung in der Länge pro Längeneinheit je Grad Temperaturänderung (Änderung der Normaldehnung pro Temperatureinheit).	K
Spezifische Wärme	Die Wärmemenge, die benötigt wird, um die Temperatur einer Masseneinheit des Materials um ein Grad zu erhöhen.	J/kg K
Dichte	Masse pro Volumeneinheit.	kg/m ³
Elastizitätsmodul	Das Verhältnis aus der Spannung und der zugehörigen Dehnung in einer festgelegten Richtung.	N/m ²
Schubmodul	Das Verhältnis aus Schubspannung in einer Ebene geteilt durch die zugehörige Schubdehnung.	N/m ²
Wärmeleitfähigkeit	Die Rate der Wärmeübertragung durch eine Einheit der Dicke des Materials pro Einheit der Temperaturdifferenz.	W/m K
Poissonsche Zahl	Das Verhältnis aus der Kontraktion (Querdehnung), normal auf die aufgebrachte Last, und der Axialdehnung, in der Richtung der aufgebrachten Last. Poissonsche Zahlen sind dimensionslose Größen.	---
Zugfestigkeit	Die maximale Zugspannung, die auf ein Material wirken kann, bevor es versagt.	N/m ²
Fließgrenze	Die Spannung, bei welcher das Material dauerhaft verformt wird.	N/m ²

Anmerkung: Materialien können unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Stahl zum Beispiel weist die Eigenschaft „Wärmeausdehnung“ auf, während Holz nicht über diese Eigenschaft verfügt.

Einstellen von Suchbedingungen

Das Dialogfeld enthält zwei Spalten mit Standardmaterialdaten: **Condition** (Bedingung) und **Value** (Wert). Die Inhalte dieser Spalten können sich ändern. Die erste Zeile **Material Class** (Materialklasse) hat keine Wertoption. Sie können nach einem Material mit einer bestimmten **Class** (Klasse) suchen oder alle Materialien durchsuchen.

Bei den anderen Zeilen, die mit **Thermal Expansion** (Wärmeausdehnung) beginnen, ist unter der Spalte **Condition** ein Dropdown-Menü vorhanden. Klicken Sie auf den Abwärtspfeil, woraufhin vier Optionen angezeigt werden. Die vier Optionen sind: **Any** (Beliebig), **>**, **<** und **~**. Mit diesen Optionen können Sie nach einem neuen Material suchen, das einen beliebigen Wert oder größeren oder kleineren Wert oder einen ähnlichen wie den eingestellten Wert aufweist.

6 Bedingungen festlegen.

Stellen Sie **Material Class** (Materialklasse) auf **Any** (Beliebig) ein.

Klicken Sie auf **~**, um für die **Thermal Expansion** (Wärmeausdehnung) einen Wert festzulegen, der ungefähr so groß wie der Standardwert **1.2e-005 K** ist. Wählen Sie auch **>** für den Wert der **Specific Heat** (Spezifischen Wärme) von **486 J/(kg*K)**.

Eigenschaft	Bedi...	Wert	Einh...
Materialklasse	=	-beliebig-	
Wärmeausdehn...	~	1.2e-005	K
Spezifische Wär...	>	486	J/(kg*K)
Dichte	-belieg	7858	kg/m^3
Elastizitätsmodul	-belieg	2.05e+011	N/m^2
Schubmodul	-belieg	8e+010	N/m^2
Wärmeleitfähig...	-belieg	52	W/(m*K)
Poissonsche Zahl	-belieg	0.29	
Zugfestigkeit	-belieg	0.85	
Fließgrenze	-belieg	4.25e+008	N/m^2

Suchkriterien auswählen.
 Legen Sie die Bedingung(en)
 und Wert(e) fest

Ähnliches suchen

7 Suchen.

Klicken Sie auf **Find Similar** (Ähnliches Material suchen).

SustainabilityXpress sucht anhand der festgelegten Eigenschaftsbedingungen und Werte nach den Materialien, die ähnliche Eigenschaften wie **Steel 1023 Carbon Steel Sheet (SS)** mit den hinzugefügten Änderungen aufweisen. Es werden fünf verschiedene Materialien angezeigt, die den festgelegten Kriterien entsprechen.

8 Material testen.

Klicken Sie auf den Namen **Cast Carbon Steel** (Warmfester Stahlguss).

Materialien	Wärmeausdehn...	Spezifische Wärme	Dichte	Elastizitätsmodul	Schubmodul
1023 Carbon St...	1.2e-005	486	7858	2.05e+011	8e+010
<input type="checkbox"/> Cast Carbon Steel	1.2e-005	500	7800	2e+011	7.6e+010
<input type="checkbox"/> Cast Carbon St...	1.2e-005	500	7800	2e+011	7.6e+010
<input type="checkbox"/> Gray Cast Iron	1.2e-005	510	7200	6.61781e+010	5e+010
<input type="checkbox"/> Gray Cast Iron ...	1.2e-005	510	7200	6.61781e+010	5e+010
<input type="checkbox"/> Malleable Cast I...	1.2e-005	510	7300	1.9e+011	8.6e+010

Anmerkung: Unten in diesem Bildschirm wird ebenfalls die Umweltverträglichkeit angezeigt. Nach dem Klicken auf **Cast Carbon Steel** wird die Umweltverträglichkeit im Vergleich zum festgelegten Bezugsmaterial bestimmt und die Anzeige entsprechend geändert.

Die Betrachtung der vier Umweltbelastungsfaktoren ergibt, dass dieses Material bei einigen etwas umweltverträglicher ist, bei anderen weniger. Da eine Vielzahl von Materialien zur Auswahl steht, kann das Material möglicherweise noch weiter eingegrenzt werden.

9 Suche bearbeiten.

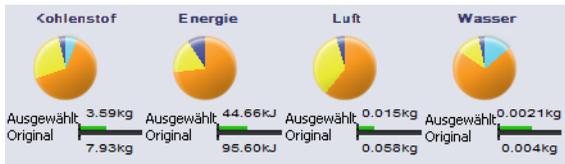
Klicken Sie auf **Edit** (Bearbeiten). Hierdurch gelangen Sie in den vorherigen Bildschirm mit den bereits festgelegten Bedingungen und Werten. In diesem Bildschirm ändern Sie die Anforderungen für die **Tensile Strength** (Zugfestigkeit).

Klicken Sie auf das Dropdown-Menü **Condition** (Bedingung) und wählen Sie **<** für **Tensile Strength**. In der zugehörigen Spalte **Value** (Wert) ändern Sie den Wert auf **4e+008 N/M^2**.

Eigenschaft	Bedi...	Wert	Einh...
Materialklasse	=	-beliebig-	
Wärmeausdehn...	~	1.2e-005	K
Spezifische Wär...	>	486	J/(kg*K)
Dichte	-belie	7858	kg/m^3
Elastizitätsmodul	-belie	2.05e+011	N/m^2
Schubmodul	-belie	8e+010	N/m^2
Wärmeleitfähig...	-belie	52	W/(m*K)
Poissonsche Zahl	-belie	0.29	
Zugfestigkeit	-belie	0.85	
Fließgrenze	<	4e+008	N/m^2

10 Neue Suche.

Klicken Sie auf **Find Similar** (Ähnliches Material suchen). Es werden zwei Materialien gefunden. Klicken Sie auf das erste Material **Gray Cast Iron** (Graues Gusseisen). Daraufhin wird für alle Umweltbelastungsfaktoren der Status „Grün“ signalisiert. Es wurde also ein Material gefunden, das insgesamt umweltverträglicher als **1023 Carbon Steel Sheet (SS)** ist.

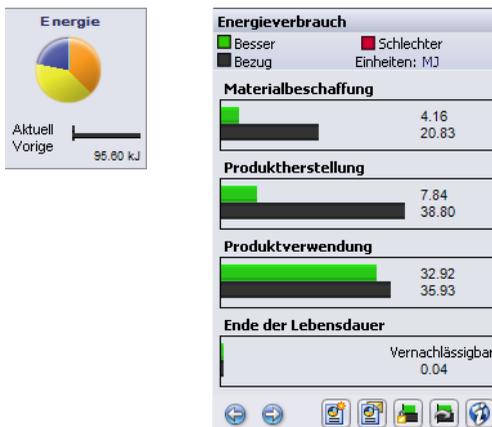


11 Material akzeptieren.

Klicken Sie auf **Accept** (Akzeptieren). Durch Klicken auf **Accept** wird das Material auf **Gray Cast Iron** (Graues Gusseisen) geändert.

12 Umweltbelastung.

Über das Umweltbelastungenmenü können die einzelnen Umweltbelastungsfaktoren als Balkendiagramm (nicht als Tortendiagramm) angezeigt werden. Klicken Sie auf den Umweltbelastungsfaktor **Energy Consumption** (Energieverbrauch). Das Umweltbelastungenmenü wird automatisch aktualisiert und zeigt nur das Balkendiagramm für den Energieverbrauch an. Sie können zum ursprünglichen Bildschirm mit allen vier Umweltbelastungsfaktoren zurückkehren, indem Sie auf den Links-Pfeil  klicken.



Tipp: Dieser Vorgang kann für alle vier Umweltbelastungsfaktoren ausgeführt werden.

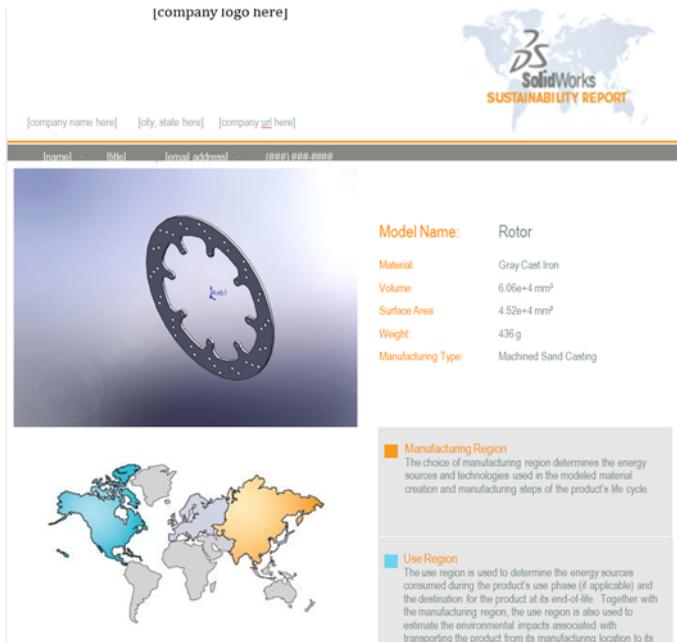
Erstellen eines Berichts

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie ein Bericht in Form eines Microsoft Word-Dokuments erzeugt wird, das den Vergleich zwischen den Materialien 1023 Carbon Steel Sheet (SS) und Gray Cast Iron enthält.

Anmerkung: Nachdem der erste Bericht für das Teil erstellt wurde, ändert sich das Symbol **Generate Report** (Bericht erstellen) in **Update Report** (Bericht aktualisieren).

13 Bericht erstellen.

Klicken Sie auf **Generate Report** (Bericht erstellen) . Das Dokument wird automatisch geöffnet. Sehen Sie sich das Dokument an.



The screenshot shows a Sustainability Report for a part named "Rotor". The report includes a 3D model of the rotor, a world map with the manufacturing region highlighted in orange, and a table of material properties. The report also includes fields for company name, city, state, and zip code, and a header with the SolidWorks Sustainability Report logo.

Property	Value
Model Name	Rotor
Material	Gray Cast Iron
Volume	6.05e+4 mm ³
Surface Area	4.52e+4 mm ²
Weight	436 g
Manufacturing Type	Machined Sand Casting

Manufacturing Region
The choice of manufacturing region determines the energy sources and technologies used in the modeled material creation and manufacturing steps of the product's life cycle.

Use Region
The use region is used to determine the energy sources consumed during the product's use phase (if applicable) and the destination for the product at its end-of-life. Together with the manufacturing region, the use region is also used to estimate the environmental impacts associated with transporting the product from its manufacturing location to its

Inhalt von Berichten

Es folgt eine Beschreibung des Berichtsinhalts.

Seite	Beschreibung
1	Eigenschaften des endgültig ausgewählten Materials wie z. B. Volumen, Oberfläche, Gewicht und Fertigungstyp.
2	Umweltbelastungsfaktoren. Grafische Darstellung und numerische Aufschlüsselung der Eigenschaften Materialtyp, Fertigung, Materialnutzung und Ende der Lebensdauer für jeden der Faktoren.
3	Angaben für das Bezugsmaterial entsprechend der Angaben auf der ersten Seite.
4	Eine vollständige Aufschlüsselung aller Faktoren mit Vergleich von Gray Cast Iron (Graues Gusseisen) mit dem Bezugsmaterial 1023 Carbon Steel Sheet (SS) .
5	
6	Glossar der im Bericht enthaltenen Begriffe.

Tipp: Unten auf der zweiten Seite finden Sie einen Link zur SolidWorks Website. Klicken Sie auf diesen Link (oder halten Sie die Strg-Taste gedrückt und klicken Sie zum Öffnen auf den Link). Auf dieser Site wird berechnet, welche Wegstrecke in einem Hybridfahrzeug eingespart werden könnte, wenn graues Gusseisen verwendet werden würde. Sie können einen Vergleich zwischen Materialien anstellen oder nur die Aufschlüsselung des betreffenden Materials anzeigen. Unten auf der Seite befinden sich Registerkarten für jeden Umweltbelastungsfaktor. Nach dem Aufruf der Seite ist der CO2-Fußabdruck eingestellt, und für Ihre Konstruktion wird ein Äquivalent von 20 Meilen in einem Hybridfahrzeug angegeben. Wenn Sie auf die Registerkarte „Energy Consumption“ (Energieverbrauch) klicken, wird ein Energieverbrauch angegeben, der dem Betrieb eines Fernsehgeräts für 11 bis 23 Stunden entspricht.

Life Cycle Assessment (LCA) – Lebenszyklusanalyse

Auf der sechsten Seite des Berichts finden Sie ein LCA-Diagramm.



Was bedeutet LCA? LCA ermöglicht Ihnen, den Lebenszyklus eines Produkts zu analysieren bzw. eine Ökobilanz aufzustellen, wobei die Umweltbelastungsfaktoren auf aussagekräftige Weise dargestellt werden. Das Ziel von LCA (wird auch als Lebenszyklusanalyse, Ökobilanz oder „Analyse von der Wiege bis zur Bahre“ bezeichnet) ist, Produkte und Dienstleistungen hinsichtlich sämtlicher Umweltschäden und gesellschaftlicher Kosten, die ihnen zugeordnet werden können, miteinander zu vergleichen und das umweltfreundlichste Produkt auszuwählen.

Die Vorteile einer Lebenszyklusanalyse sind:

- Ermitteln der strategischen Risiken und Problemfelder bezüglich der Umweltverträglichkeit Ihrer Produkte in einem frühen Stadium, so dass diese Analyse als „Frühwarnsystem“ dienen kann.
- Ermitteln der Proportionalität und Relevanz der einzelnen Phasen eines Produktlebenszyklus.
- Konkretisieren des ökologischen Handlungsbedarfs und Erzielen eines besseren Image als die Wettbewerber.
- Verbesserung der Kommunikation mit politischen Entscheidungsträgern und Behörden dank Lebenszyklusanalyse (LCA).
- Beitragen zu ökologischen Innovationen durch Einsatz der Lebenszyklusanalyse (LCA).

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie unter

<http://www.pe-international.com>.

Optimieren einer nachhaltigen Konstruktion

Nun optimieren Sie die Konstruktion mithilfe von **Process** (Verfahren) und **Regions** (Regionen).

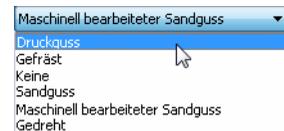
Ändern des Verfahrens

Mit der Option **Process** wird der Herstellungsprozess für das Teil definiert, was sich auf die Umweltverträglichkeit auswirkt.

14 Process (Verfahren).

Oben im Menü **Manufacturing** (Fertigung) neben dem Titel **Process** befindet sich ein Dropdown-Menü.

Aktuell ist es auf **Machined Sand Casting** (Maschinensandguss) eingestellt. Wählen Sie ein anderes Verfahren, um zu ermitteln, ob es umweltverträglicher ist.



Anstatt **Machined Sand Casting** wählen Sie **Milled** (Fräsen).

Das Fertigungsverfahren kann mit zwei Methoden geändert werden. Die erste Methode ist der Zugriff über das Menü **Find Similar** (Ähnliches Material finden). Über dieses Menü kann auch nach ähnlichen Materialien gesucht werden.

Die zweite Methode ist die Verwendung des Menüs **Manufacturing** (Fertigung) der Zusatzanwendung SustainabilityXpress.

Anmerkung: Die im Dropdown-Menü für die Fertigungsverfahren verfügbaren Optionen hängen vom jeweiligen Materialtyp ab.

Beachten Sie, dass die Umweltbelastungsfaktoren aktualisiert wurden und alle etwas besser als zuvor sind.

Ändern des Fertigungsverfahrens und der Produktnutzungsregionen

Über das Dropdown-Menü **Process** (Verfahren) kann auf zwei Weltkarten zugegriffen werden. Auf diesen Karten wird dargestellt, wo ein Teil gefertigt und wohin es transportiert wird. Aktuell ist sind die Standards eingestellt: der Fertigungsort ist Asien und der Transport erfolgt nach Nordamerika.

Ändern Sie nun die Einstellungen, so dass Fertigungsort und Transportziel übereinstimmen und die Transportkosten gespart werden.

15 Regionen.

Klicken Sie auf der ersten Karte auf **North America** (Nordamerika).

Diese Änderung bei den Regionen hat die Konstruktion noch umweltfreundlicher gemacht. Alle Umweltbelastungsfaktoren werden weiterhin in Grün angezeigt.



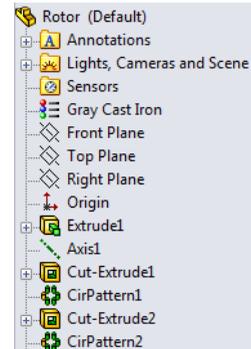
Festlegen des Materials des Teils

Zum Schluss wird das Material für das Teil festgelegt. Sie sind nun alle Funktionen der Zusatzanwendung SustainabilityXpress durchgegangen und haben das am besten geeignete bzw. umweltverträglichste Material für die Bremsscheiben eines Fahrzeugbremssystems ermittelt.

16 Material festlegen.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Set Material** (Material festlegen) im Menü **Materials** (Materialien). Hierdurch wird Rotor (Bremsscheibe) automatisch **Gray Cast Iron** (Graues Gusseisen) zugewiesen, wie im FeatureManager gezeigt wird.

Wenn Sie möchten, können Sie einen weiteren Bericht erstellen, um die Auswirkungen auf die Umweltbelastungsfaktoren zu sehen, die die Verfahrens- und Regionsänderungen bewirkt haben.



17 SustainabilityXpress schließen.

Klicken Sie auf das rote „X“ im SustainabilityXpress-Menü, um es zu schließen.

18 Speichern Sie jetzt nicht.

Im Teil klicken Sie auf **File, Close** (Datei, Schließen), um das Teil zu schließen. Klicken Sie auf bei der Anzeige der Meldung **Save changes to rotor?** (Änderungen an Bremsscheibe speichern?) auf **No** (Nein).

In der Baugruppe klicken Sie auf **File, Close** (Datei, Schließen), um die Baugruppe zu schließen. Klicken Sie im Dialogfeld **Save Modified Documents** (Modifizierte Dokumente speichern) auf **Don't Save** (Nicht speichern).

Sie haben die SustainabilityXpress-Übung erfolgreich abgeschlossen.

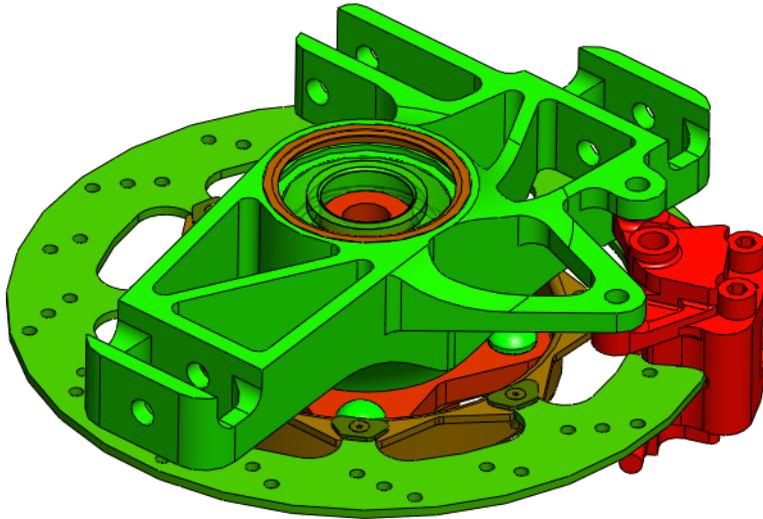
Lektion 2 Sustainability

Nach Abschluss dieser Lektion:

- können Sie durch die Baugruppenvisualisierung navigieren
- kennen Sie die Unterschiede zwischen SustainabilityXpress und Sustainability
- können Sie durch Sustainability navigieren
- können Sie Sustainability zusammen mit der Baugruppenvisualisierung verwenden

Verwenden von Sustainability

Sustainability ist eine SolidWorks Zusatzanwendung, mit der die Benutzer in der Lage sind, Konstruktionen mit einer erhöhten Nachhaltigkeit im Hinblick auf Materialtyp, Fertigungsprozess, Materialeinsatz und Umweltbelastungen zu erstellen.



Darstellen von Baugruppen

Assembly Visualization (Baugruppenvisualisierung) ist ein existierendes SolidWorks Werkzeug, mit dem die Teile einer Baugruppe nach Kategorien wie z. B. Dichte und Volumen geordnet und farbcodiert werden können. Dieses Werkzeug wurde in Sustainability integriert.

Erste Schritte

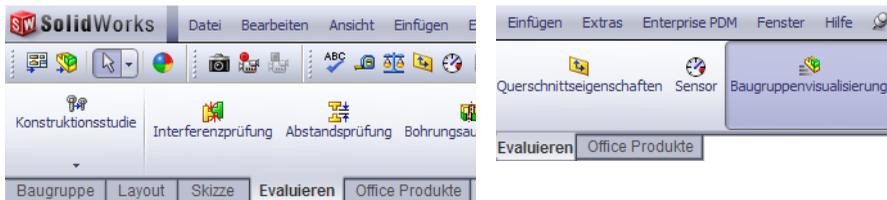
1 Baugruppe öffnen.

Öffnen Sie die Baugruppe **Brake Assembly** (Bremsenbaugruppe) im Ordner **Brake Assembly**.

Anmerkung: Diese Bremsenbaugruppe wurde bereits unter „Baugruppe öffnen.“ auf Seite 10 verwendet.

2 Baugruppe darstellen.

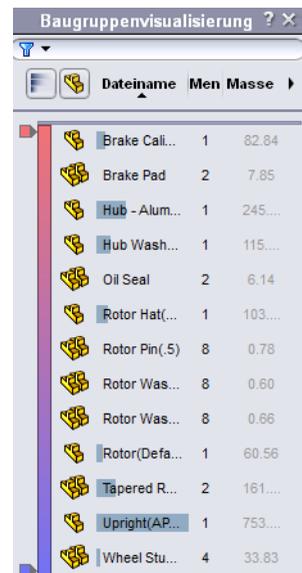
Klicken Sie auf die Registerkarte **Evaluate** (Evaluieren), und dann auf **Assembly Visualization** (Baugruppenvisualisierung).



Daraufhin wird die Baugruppe über dem FeatureManager angezeigt.

Farbverlauf

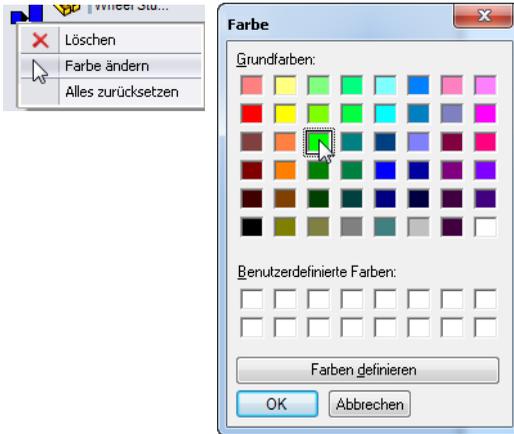
Das Anfangs eingestellte Farbspektrum reicht von Rot bis Blau. Sie ändern diese Farben, so dass sie den Koordinaten mit den Farben Rot und Grün unter „Farbcodes“ auf Seite 16 entsprechen.



Teilname	Men	Masse
Brake Call...	1	82.84
Brake Pad	2	7.85
Hub - Alum...	1	245...
Hub Wash...	1	115...
Oil Seal	2	6.14
Rotor Hat(...)	1	103...
Rotor Pin(,5)	8	0.78
Rotor Was...	8	0.60
Rotor Was...	8	0.66
Rotor(Defa...	1	60.56
Tapered R...	2	161...
Upright(AP...	1	753...
Wheel Stu...	4	33.83

3 Farbverlauf einstellen.

Klicken Sie auf den Farbbalken, um ihn zu aktivieren. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die blaue Markierung unten im Baugruppendarstellungsfenster. Wählen Sie **Change Color** (Farbe ändern). Wählen Sie wie gezeigt den Grünton aus. Klicken Sie auf **OK**, um den Komponenten in der Baugruppe die Farbe zuzuweisen.



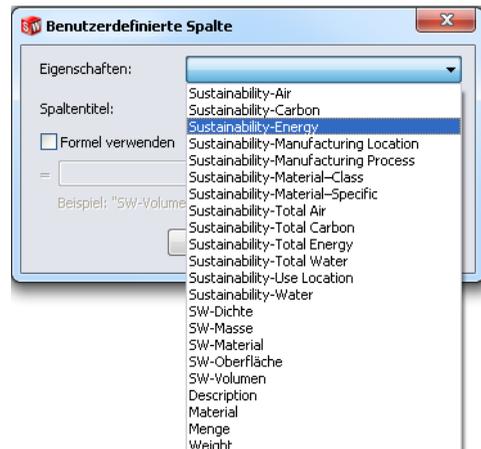
Auswählen von Eigenschaften und Sortieren von Teilen

Sie können festlegen, welche Option die größte Auswirkung hinsichtlich der Umweltbelastungen der Baugruppe hat und dadurch die Konstruktion optimieren.

4 Eigenschaft auswählen.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Pfeil, und wählen Sie **More** (Mehr).

Wählen Sie **Sustainability Energy** (Umweltbelastung – Energie), und klicken Sie auf **OK**.



5 Sortieren.

Als nächstes sortieren Sie die Teile nach Umweltbelastung bzw. nach Energieverbrauch. Klicken Sie auf den Spaltentitel **Sustainability-Energy** (Umweltbelastung – Energie), so dass der darunterliegende Pfeil nach unten zeigt.

Sie können auch zwischen der Anzeige von Teilen und Baugruppen und der Anzeige von nur Baugruppen umschalten, indem Sie **Flat/Nested View**  (Flache Ansicht/Strukturansicht) wählen.



Anmerkung: Die Spalte **Sustainability-Energy** ist noch leer, da **Sustainability** noch nicht ausgeführt wurde. Die Teile sind nach Name sortiert.

Öffnen von Sustainability

Sustainability wurde gestartet und sieht ähnlich wie SustainabilityXpress aus („Optionen von SustainabilityXpress“ auf Seite 12). Der wesentliche Unterschied ist, dass in Sustainability Baugruppen bearbeitet werden können, was Sie später sehen werden.

6 Sustainability starten.

Klicken Sie auf **Tools, Sustainability** (Extras, Sustainability).

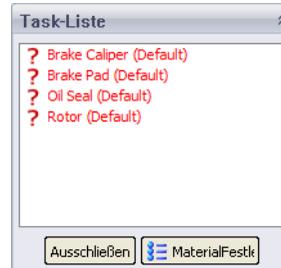
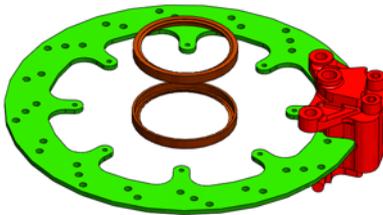
Ein Dialogfeld wird aufgerufen, das das Lebenszyklusanalyse- (LCA) Diagramm zeigt. Dieses Dialogfeld hilft Ihnen, die einzelnen Umweltbelastungsfaktoren zu bewerten und eine umweltverträglichere Konstruktion mithilfe von SolidWorks zu erstellen. Klicken Sie auf **Continue** (Weiter).



Nicht zugewiesene Materialien

Die **Task List** (Aufgabenliste) im Dialogfeld „Sustainability“ gibt an, dass vier Teilen kein Material zugewiesen wurde. Sustainability weist darauf hin, für welche Teile Materialien zugewiesen sowie Fertigungsverfahren und -region und Transportregion ausgewählt werden müssen.

Die Baugruppe zeigt nur die vier Teile an, denen kein Material zugewiesen wurde. Dies sind die vier Teile, die im Dialogfeld aufgelistet werden.



Stecknadel

Da dieses Menü häufig verwendet wird, soll es am Bildschirm angezeigt bleiben. Dies wird mit der kleinen **Stecknadel** in der oberen rechten Ecke des Menüs eingestellt.

7 Stecknadel.

Klicken Sie auf die **Stecknadel**  in der oberen rechten Ecke.

Anmerkung: Wenn die Stecknadel geneigt in die Seite hinein zeigt, wird das Menü immer am Bildschirm angezeigt. Wenn die Stecknadel horizontal dargestellt wird, ist das Menü verdeckt, wenn es nicht im Fokus ist.

Teile und Baugruppen in Sustainability

Mit der Zusatzanwendung Sustainability kann jedes Teil wie in SustainabilityXpress geöffnet werden. Ein Unterschied zwischen Sustainability und SustainabilityXpress ist, dass Sustainability so eingestellt werden kann, dass diese Anwendung immer im Vordergrund angezeigt bleibt bzw. die Top-Ansicht ist. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter „Öffnen eines Teils aus einer Baugruppe“ auf Seite 11.

Unterschiede zwischen Sustainability und SustainabilityXpress

Nachdem Sie mit der Baugruppenvisualisierung gearbeitet haben, öffnen Sie Sustainability, um die Unterschiede zwischen SustainabilityXpress und Sustainability zu sehen. Sie erkennen, dass Sustainability Baugruppen unterstützt.

Funktionalität	SolidWorks SustainabilityXpress	SolidWorks Sustainability
Ist in die SolidWorks Benutzeroberfläche integriert	✓	✓
Analysieren von Teilen	✓	✓
Auswahl von Materialien	✓	✓
Suchen von ähnlichen Materialien	✓	✓
Sofortige Aktualisierung der Anzeige der Umweltbelastungsfaktoren nach Änderungen	✓	✓
Festlegen und Importieren von Bezügen	✓	✓
Erstellen und Senden von benutzerdefinierten Berichten	✓	✓
Anzeige von detaillierten Vergleichsdarstellungen für jeden Umweltbelastungsfaktorsfaktor	✓	✓
Analysieren von Baugruppen		✓
Unterstützt das Baugruppenvisualisierungswerkzeug		✓
Unterstützt Konfigurationen		✓
Einbeziehung von Energieverbrauchswerten		✓
Angeben der Transportmethode		✓

Verwenden der Aufgabenliste

Als nächstes wählen Sie verschiedene Materialtypen für Teile, denen in der Aufgabenliste kein Material zugewiesen wurde. Teile können auch von der Analyse ausgeschlossen werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter „Material“ auf Seite 12 und „Manufacturing (Fertigung)“ auf Seite 12.

Anmerkung: Nachdem das Material zugewiesen wurde, ändert sich das Symbol von ? in ein Teilesymbol, dem ein Häkchen überlagert ist. Weiterhin wird das Teil transparent angezeigt.

8 Material der Oil Seal (Öldichtung) zuweisen.

Klicken Sie in der Task List (Aufgabenliste) auf Oil Seal.

Wählen Sie **Rubber** (Gummi) für **Class** (Klasse) und **Silicon Rubber** (Silikonkautschuk) für **Name**.

Klicken Sie auf **Set Material**  (**Material zuweisen**).

9 Material der Rotor (Bremsscheibe) zuweisen.

Klicken Sie in der Task List (Aufgabenliste) auf Rotor.

Wählen Sie **Iron** (Eisen) für **Class** (Klasse) und **Gray Cast Iron** (Graues Gusseisen) für **Name**.

Wählen Sie **Milled** (Gefräst) für **Process** (Verfahren).

Klicken Sie auf **North America** (Nordamerika) für **Manufacturing Region** (Herstellungsregion).

Klicken Sie auf **Set Material**  (Material zuweisen).

10 Brake Pad (Bremsbelag) ausschließen.

Klicken Sie in der Task List (Aufgabenliste) auf Brake Pad.

Bremsbeläge werden in einigen Fällen aus giftigen Verbundmaterialien wie Keramik, Kevlar und anderen Kunststoffen hergestellt. In der Bibliothek von SolidWorks ist möglicherweise nicht das von Ihnen gewünschte Verbundmaterial enthalten. In diesem Fall können Sie den Bremsbelag von der Analyse ausschließen.

Anmerkung: Sie können ein Material mit den gewünschten Eigenschaften erstellen und in der Bibliothek speichern.

Klicken Sie auf **Exclude** (Ausschließen).

11 Material dem Brake Caliper (Bremssattel) zuweisen.

Klicken Sie in der Task List (Aufgabenliste) auf Brake Caliper.

Wählen Sie **Steel** (Stahl) für **Class** (Klasse) und **Chrome Stainless Steel** (Verchromter Edelstahl) für **Name**.

Klicken Sie auf **Set Material**  (Material zuweisen).

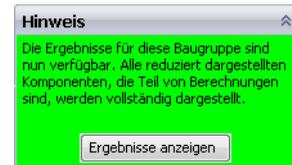
Anzeigen der Ergebnisse

Nachdem Sie nun die Materialien den vier Teilen in der Aufgabenliste zugewiesen bzw. Teile ausgeschlossen haben, können Sie die Ergebnisse anzeigen.

12 Ergebnisse anzeigen.

Klicken Sie auf im Menü „Message“ auf **View Results** (Ergebnisse anzeigen).

Die Analyse der Baugruppe und Materialien kann einige Zeit in Anspruch nehmen.



Zusätzliche Menüoptionen

Auf der Sustainability-Hompage stehen drei Menüs zur Verfügung. Der Abschnitt **Manufacturing** (Fertigung) entspricht in etwa dem in SustainabilityXpress. Der Abschnitt **Transportation and Use** (Transport und Nutzung) verfügt über weitere Optionen. Beispielsweise kann unter vier Verkehrsmitteln für den Transport ausgewählt werden: **Train** (Zug), **Truck** (LKW), **Boat** (Schiff) und **Plane** (Flugzeug). Außerdem ist der Abschnitt **Type of Energy** (Art der Energiequelle) vorhanden. Hier können Sie zwischen sechs Energiequellen wählen und den Energieverbrauch der Baugruppe angeben. Die **Environmental Impacts** (Umweltbelastungsfaktoren) entsprechen denen in SustainabilityXpress.

Weitere Informationen zu den Menüs „Manufacturing“ (Fertigung) und „Environmental Impact“ (Umweltbelastungsfaktor) finden Sie unter „Manufacturing (Fertigung)“ auf Seite 12 und „Umweltbelastung“ auf Seite 13.

Transport und Nutzung

Vor dem Festlegen des Bezugs ändern Sie einige Transporteinstellungen.

13 Transportart festlegen.

Klicken Sie auf **Airplane** (Flugzeug).

Anmerkung: Neben den Transportarten können Sie die Art der Energiequelle festlegen.



14 Art der Energiequelle festlegen.

Als **Type of energy** (Art der Energiequelle) wählen Sie **Gasoline** (Kraftstoff).

Als Kraftstoffverbrauch über den Lebenszyklus des Produkts wählen Sie 1 Gallone.

Geben Sie **1** ein, und klicken Sie auf **Set Baseline** (Bezug festlegen).

Verwenden von Sustainability zusammen mit der Baugruppenvisualisierung

Jetzt verwenden Sie Sustainability zusammen mit der Baugruppenvisualisierung, um eine umweltverträglichere Konstruktion zu erstellen.

Wenn Änderungen in Sustainability vorgenommen werden, wird die Baugruppenvisualisierung sofort entsprechend aktualisiert. In der Baugruppenvisualisierung werden die einzelnen Teile entsprechend ihres Energieverbrauchs geordnet. Der Spalte „Sustainability Energy“ (Umweltbelastung – Energie) können Sie entnehmen, dass viele Teile einen hohen Energieverbrauch aufweisen, während die Werte anderer Teile nahe bei Null liegen.

Einfügleiste

Um Teile auszuschließen, die nicht untersucht werden sollen, ziehen Sie die unten liegende Einfügleiste nach oben. Die Teile unterhalb der Leiste werden ausgeblendet.

15 Ziehleiste.

Bewegen Sie den Mauszeiger über die unten liegende Einfügleiste, bis die Hand erscheint. Klicken Sie auf die unten liegende Einfügleiste und ziehen Sie sie nach oben auf eine Position zwischen dem **Wheel Stud** (Radbolzen) und der **Hub Washer** (Unterlegscheibe). Lassen Sie die Leiste los.

Ziehen Sie die obere Einfügleiste auf die gleiche Weise nach unten; siehe Abbildung.

Durch dieses Verfahren wird deutlich, welche Teile am wenigsten umweltverträglich sind.

Dateiname	Menge	Sustainabi...
Brake Pad	2	
Upright(AP Caliper)	1	133.26
Hub - Aluminum(S...	1	45.28
Brake Caliper	1	31.51
Rotor Hat(Default)	1	18.30
Tapered Roller Be...	2	10.01
Rotor(Default)	1	7.33
Hub Washer(NO_...	1	4.36
Wheel Stud(LUG N...	4	1.14
Oil Seal	2	0.36
Rotor Washer(Def...	8	0.12
Rotor Washer(Cha...	8	0.11
Rotor Pin(.5)	8	0.03

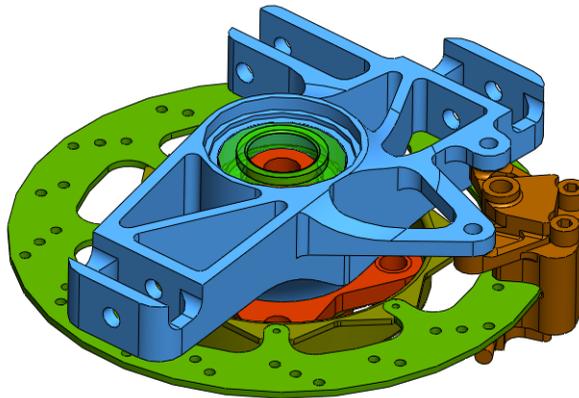
Bearbeiten eines Teils

Auf der Baugruppenvisualisierungs-Registerkarte ist Upright (AP Caliper) das am wenigsten umweltverträgliche Teil. Suchen Sie nach einem umweltverträglicheren Material, um das derzeitige Material zu ersetzen.

16 Teil auswählen.

Klicken Sie in der Baugruppenvisualisierung auf Upright (AP Caliper).

Die Farbe des Teils ändert sich in Blau, und im Menü „Sustainability“ stehen für dieses Teil nur die Optionen „Materials“ (Materialien), „Manufacturing and Transportation“ (Fertigung und Transport) und „Use“ (Nutzung) zur Verfügung. Suchen Sie mit **Find Similar** (Ähnliche Materialien suchen) (siehe „Verwenden von Find Similar (Ähnliche Materialien suchen)“ auf Seite 16) nach einem umweltverträglicheren Material.



17 Find Similar (Ähnliche Materialien suchen).

Klicken Sie auf **Find Similar** (Ähnliches Material suchen).

Wählen Sie **Aluminum Alloys** (Aluminiumlegierungen) für **Material Class** (Materialklasse).

Wählen Sie > für **Specific Heat** (Spezifische Wärme).

Wählen Sie ~ für **Shear Modulus** (Schubmodul).

Wählen Sie < für **Tensile Strength** (Zugfestigkeit).

Klicken Sie auf **Find Similar** (Ähnliches Material suchen).

Eigenschaft	Bedi...	Wert	Einh...
Materialklasse	=	Aluminium Alloy	
Wärmeausdehn...	-bel...	2.3e-005	K
Spezifische Wär...	>	800	J/(kg...
Dichte	-bel...	2800	kg/m^3
Elastizitätsmodul	-bel...	7.3e+010	N/m^2
Schubmodul	~	2.8e+010	N/m^2
Wärmeleitfähig...	-bel...	140	W/(m...
Poissonsche Zahl	-bel...	0.33	
Zugfestigkeit	<	1.86126e+008	N/m^2
Fließgrenze	-bel...	7.58291e+007	N/m^2

18 Ergebnisse eingrenzen.

Sie können die Ergebnisse eingrenzen, indem Sie auf die gefundenen Ergebnisse und dann auf das Symbol **Show Selected Only** (Nur ausgewählte Materialien anzeigen) klicken.

Klicken Sie auf **1060 Alloy**, **1345 Alloy**, **3003 Alloy** und **AA356.0-F**.

Klicken Sie auf **Show Selected Only**  (Nur ausgewählte Materialien anzeigen).

19 Material auswählen.

Alle diese Materialien sind wesentlich umweltverträglicher. Wählen Sie **AA356.0-F** aus, klicken Sie auf **Accept** (Akzeptieren), und dann auf **Set Material** (Material zuweisen).

Daraufhin gelangen Sie zurück in das Baugruppenmenü. Das Teil steht weiterhin an oberster Stelle, der Wert ist jedoch niedriger.

Anmerkung: Wenn Sie während der Bearbeitung eines ausgewählten Teils in das Hauptmenü „Sustainability“ zurückkehren wollen, klicken Sie einfach auf den Hintergrund um der Baugruppe herum. Klicken Sie auf **Click to Update**, um die Umweltbelastungsfaktoren zu aktualisieren.



Bearbeiten weiterer Teile

Nun ändern Sie den Brake Caliper (Bremsattel) und andere Teile der Baugruppe.

Anmerkung: Die Einfügleisten haben sich möglicherweise verschoben. Wenn dies der Fall ist, ziehen Sie die Einfügleisten auf der Baugruppenvisualisierung wieder in deren ursprüngliche Positionen: direkt unter dem Brake Pad (Bremsbelag) und über dem Wheel Stud (Radbolzen).

20 Teil auswählen.

Entsprechend der bei Upright (AP Caliper) gerade verwendeten Methode klicken Sie auf Brake Caliper (Bremsattel) und **Find Similar** (Ähnliches Material suchen).

21 Find Similar (Ähnliche Materialien suchen).

Klicken Sie auf **Find Similar** (Ähnliches Material suchen).

Wählen Sie **Aluminum Alloys** (Aluminiumlegierungen) für **Material Class** (Materialklasse).

Wählen Sie **>** für **Thermal Expansion Coefficient** (Wärmeausdehnungskoeffizient).

Wählen Sie **~** für **Shear Modulus** (Schubmodul), und geben Sie **2.7e+010** für den **Shear Modulus**-Wert ein.

Wählen Sie **~** für **Thermal Conductivity** (Wärmeleitfähigkeit), und geben Sie **120** für den **Thermal Conductivity**-Wert ein.

Klicken Sie auf **Find Similar** (Ähnliches Material suchen).

Eigenschaft	Bedi...	Wert	Einh...
Materialklasse	=	Aluminium Alloys	
Wärmeausdehn...	>	1.1e-005	K
Spezifische Wär...	-belik	460	J/(kg...
Dichte	-belik	7800	kg/m^3
Elastizitätsmodul	-belik	2e+011	N/m^2
Schubmodul	~	2.7e+010	N/m^2
Wärmeleitfähig...	~	120	W/(m...
Poissonsche Zahl	-belik	0.28	
Zugfestigkeit	-belik	4.13613e+008	N/m^2
Fließgrenze	-belik	1.72339e+008	N/m^2

22 Auswahl.

Wählen Sie **7079 Alloy**, und klicken Sie auf **Accept** (Akzeptieren).

Wählen Sie mit Menü „Manufacturing“ (Fertigung) ein anderes Verfahren.

Wählen Sie **Milled** (Gefräst).

Klicken Sie auf **Set Material** (Material zuweisen).

Arbeiten mit Teilen in Sustainability

Sie haben Sustainability bisher nur für Baugruppen verwendet, Sustainability kann aber auch für einzelne Teile verwendet werden. Dies wird mit dem Teil Rotor Hat (Bremsscheibenkappe) demonstriert.

23 Öffnen Sie das Teil Rotor Hat.

Wählen Sie das Teil Rotor Hat in der Baugruppenvisualisierung aus.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Teil Rotor Hat, und wählen Sie **Open Part**  (Teil öffnen) aus dem Kontextmenü.

Anmerkung: Nach dem Öffnen des Teils ändert sich das Menü „Sustainability“ und sieht wie in SustainabilityXpress aus. Es sind alle Menüs vorhanden, einschließlich des zum Teil gehörenden Menüs für die Umweltbelastungsfaktoren.

24 Anderes Material auswählen.

Im Menü **Materials** wählen Sie für **Name** das Material **7079 Alloy**.

Stellen Sie die **Manufacturing Region** (Herstellungsregion) auf **North America** (Nordamerika) ein.

25 Baugruppe.

Kehren Sie in das Baugruppenfenster zurück, indem Sie **Strg+Tabulator** drücken und auf das Baugruppenbild klicken. Die Baugruppe wird mit dem neuen Material und der Regionseinstellung automatisch aktualisiert.

26 Herstellungsregion ändern.

Die Bremsenbaugruppe soll in Nordamerika hergestellt werden. Stellen Sie also die **Manufacturing Region** (Herstellungsregion) der Baugruppe auf *North America* (Nordamerika) ein.

27 Transport und Nutzung ändern.

Als ursprüngliches Verkehrsmittel für den Transport wurde das Flugzeug gewählt. Nach der Regionsänderung soll nun als Verkehrsmittel der LKW gewählt werden.

Klicken Sie auf **Truck** (LKW).

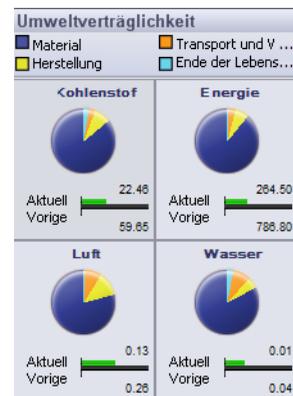
Als **Energy type** (Art der Energiequelle) wird **None** (Keine) gewählt.

**Auswerten der Endergebnisse**

Sehen Sie sich jetzt die Umweltbelastungen an. Im Vergleich zum ursprünglich festgelegten Bezug weist die neue Konstruktion nur eine halb so große Umweltbelastung auf.

Sie können auf die einzelnen Belastungsfaktoren klicken, um ein Balkendiagramm anzuzeigen. Oder Sie klicken auf **Generate Report** (Bericht erstellen), um ausführlichere Ergebnisse zu erhalten.

Weitere Informationen zu den einzelnen Belastungsfaktoren und zum Erstellen eines Berichts finden Sie unter „Umweltbelastung“ auf Seite 13 und „Bericht“ auf Seite 14.



28 Sustainability schließen.

Klicken Sie auf das rote „X“ im SustainabilityXpress-Menü.

29 Speichern Sie jetzt nicht.

In der Baugruppe klicken Sie auf **File, Close** (Datei, Schließen), um die Baugruppe zu schließen. Klicken Sie im Dialogfeld **Save Modified Documents** (Modifizierte Dokumente speichern) auf **Don't Save** (Nicht speichern).

Im Teil klicken Sie auf **File, Close** (Datei, Schließen), um das Teil zu schließen. Klicken Sie auf **No** (Nein), wenn die Meldung **Save changes to Rotor Hat?** (Änderungen an Bremsscheibenkappe speichern?) angezeigt wird.

Sie haben die Sustainability-Übung erfolgreich abgeschlossen.