

Technische Universität Berlin

Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik

Fachgebiet Mikrotechnik

Prof. Dr. rer. nat. Heinz Lehr

Integrierte Lehrveranstaltung Engineering Tools / Bachelor

SolidWorks Einstieg und Themenüberblick

Sommersemester 2016

Übungsleiter:

Dipl.-Ing. Sebastian Schlegel

Tel. 030 - 314 24196 schlegel@fmt.tu-berlin.de

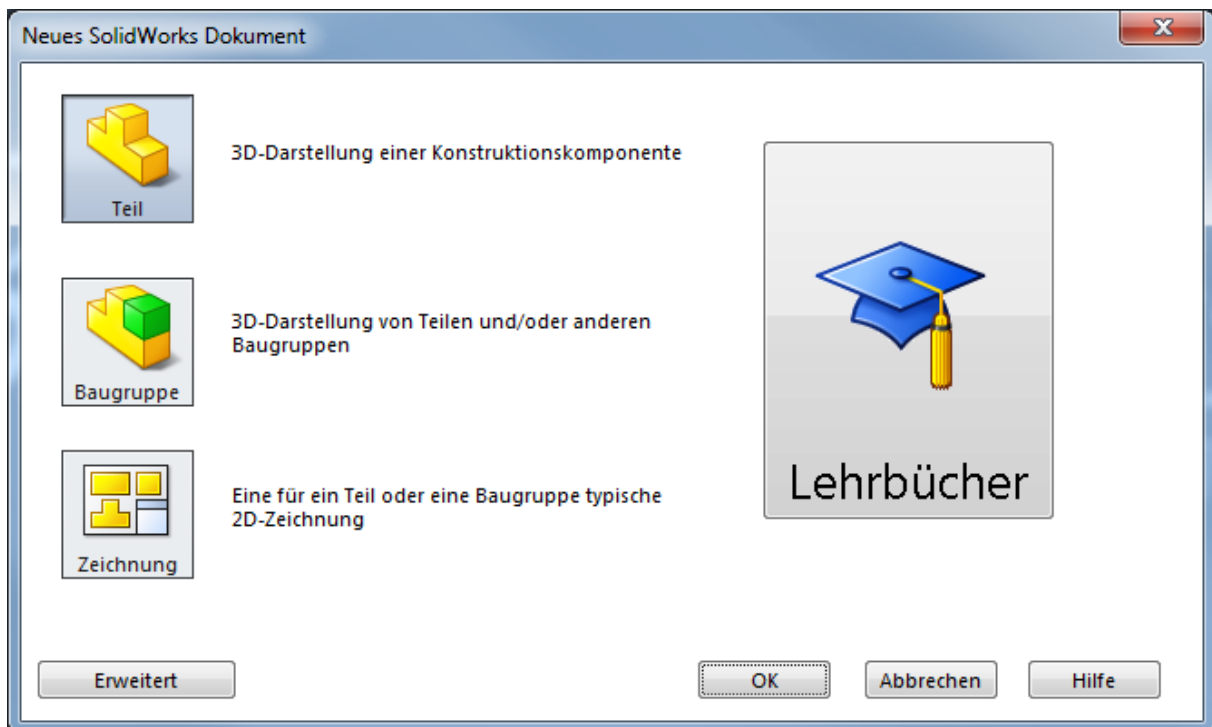
Simon Albrecht, M.Sc.

Tel. 030 - 314 21177 albrecht@fmt.tu-berlin.de

Wichtiger Hinweis:

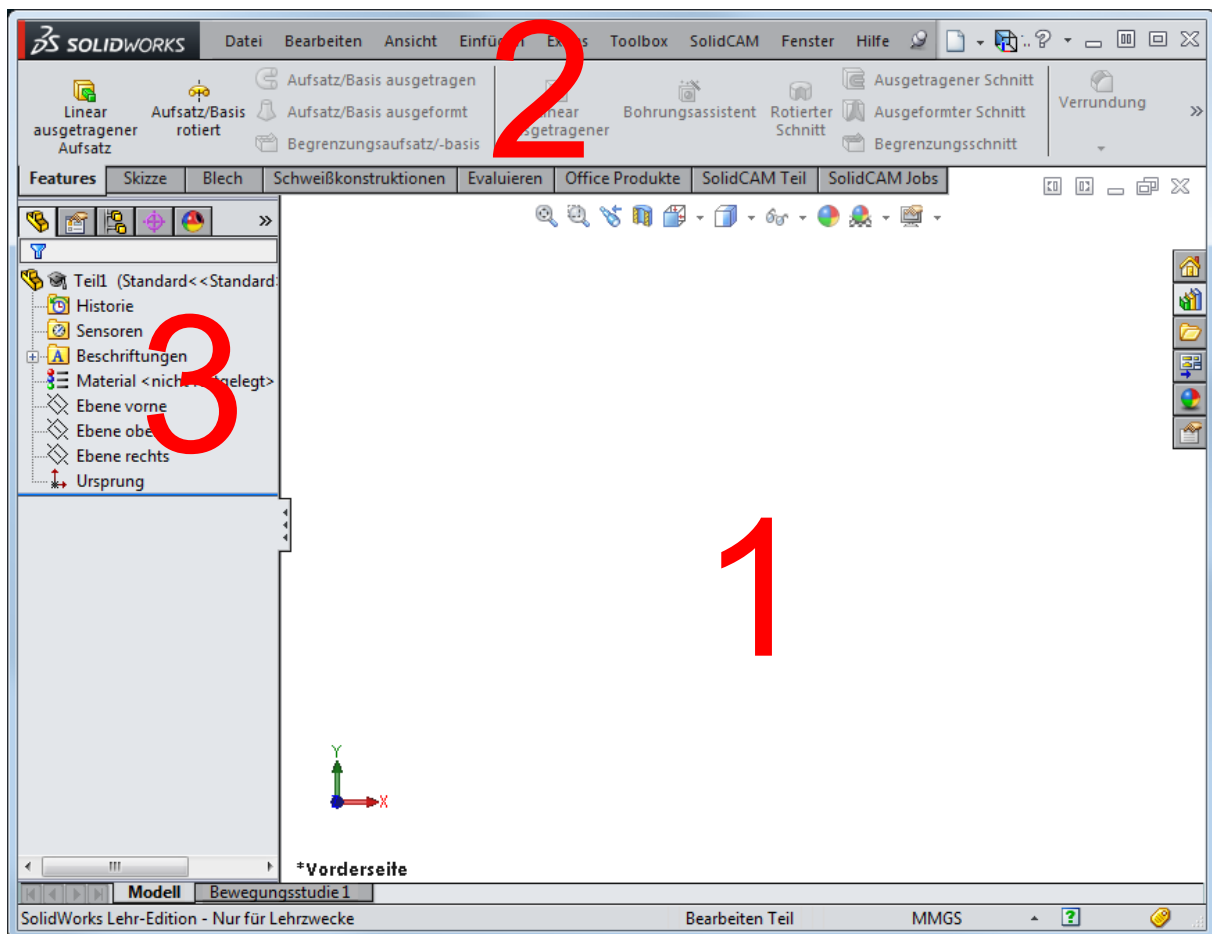
Das vorliegende Dokument ist als erste Einführung für die Arbeit mit dem CAD-Programm SolidWorks im Kurs Engineering Tools / Bachelor und als Ansatz zum Lernen für den Abschlusstests gedacht und stellt ausdrücklich KEIN Skript dar. Alle Studierenden sind aufgefordert, sich die Benutzung der vorgestellten Funktionen im Programm selbst anzueignen. Insbesondere sind hierzu die am Ende des Dokuments aufgeführten SolidWorks-Lehrbücher gewissenhaft durchzuarbeiten. Dabei sollte erhöhtes Augenmerk darauf gelegt werden, welchen Sinn bestimmte Schritte zu einem bestimmten Zeitpunkt haben. Ein reines Auswendiglernen der genannten Lehrbücher ist keine ausreichende Vorbereitung. Ansagen im Vortragsteil der Veranstaltung bezüglich bestimmter Vorgehensweisen oder der Hausaufgaben sind verbindlich und haben vor anderen Informationsquellen Vorrang.

SolidWorks ist ein Programm für die computergestützte Konstruktion (computer aided design, CAD). Grundsätzlich lassen sich hiermit drei Typen von Dateien erzeugen. Zunächst handelt es sich dabei um Volumenmodelle von **Bauteilen**. Im zweiten Dateityp, der **Baugruppe**, lässt sich ein dreidimensionaler Zusammenbau unterschiedlicher Bauteile erzeugen. Neben Bauteildateien können auch bestehende Baugruppen als Unterbaugruppen für den Zusammenbau genutzt werden. Der dritte Dateityp ist die **Zeichnung**. Hierbei handelt es sich um eine klassische Konstruktionszeichnung, die dementsprechend zweidimensional gehalten ist. Wird der Befehl **Neu...** gewählt, kann in den Einsteiger-Einstellungen zwischen diesen drei Dateitypen gewählt werden. Bei erweiterten Einstellungen ist eine Wahl zwischen unterschiedlichen Vorlagen möglich.



Dialog „Neues SolidWorks Dokument“

Die folgende Abbildung zeigt die Benutzeroberfläche von SolidWorks. Mit 1 gekennzeichnet ist die Arbeitsfläche. Hier wird das geöffnete Modell (Bauteil, Baugruppe oder Zeichnung) dargestellt. Neben der aktuellen Version des Modells sind auch die aktuell bearbeitete Skizze, Vorschauen usw. zu sehen. Am oberen Bildschirmrand befinden sich Menüzeilen (2). Neben dem Standardmenü (Datei, Bearbeiten, Ansicht...) sind auch, abhängig vom aktuellen Dateityp, verschiedene Tabs mit den wichtigsten Befehlen zu finden. Hier sind für Bauteile die Tabs **Features** und **Skizze** besonders wichtig. Bei Baugruppen heißt der wichtigste Tab **Baugruppe**, bei Zeichnungen sind vor allem **Layout anzeigen** und **Beschriftung** relevant.

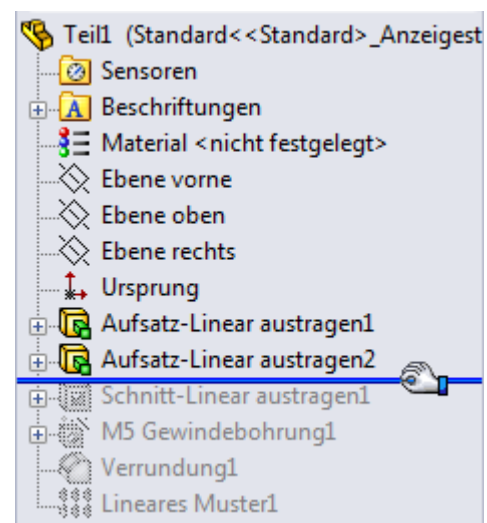


Aufteilung der SolidWorks-Programmoberfläche

Auch die Menüfläche am linken Bildschirmrand (3) ist dateitypabhängig in Tabs unterteilt. In Bauteilen, Baugruppen und Zeichnungen gleichermaßen sind hier der **FeatureManager** und der **PropertyManager** vorhanden, für Bauteile und Baugruppen ist auch der **ConfigurationManager** wichtig. Die weiteren Tabs sind nicht Thema dieses Dokuments und werden, soweit relevant, in der Veranstaltung gezeigt.

Der **FeatureManager** besteht aus einer Baumstruktur. Diese veranschaulicht den Aufbau der geöffneten Datei. So finden sich hier bei einem Bauteil die Features, aus denen das Bauteil besteht, in der Reihenfolge, in der sie aufeinander aufbauen. Zusätzlich sind beispielsweise der **Bauteilursprung** sowie die drei **Ursprungsebenen** hinterlegt. Auch jede Baugruppe weist Ursprung und Ebenen auf. Die drei Ursprungsebenen liegen senkrecht aufeinander und treffen sich im Ursprung. Den Hauptteil des Feature-Baums machen in der Baugruppe die einzelnen Bauteile aus, aus denen die Baugruppe besteht. Die zugehörigen Features finden sich dann in der untergeordneten Ebene, die durch einen Klick auf das Plus neben dem Bauteil (oder der Unterbaugruppe) zu erreichen ist. Die zu einem Feature gehörigen Skizzen finden sich, auch in Bauteildateien, eine weitere Ebene darunter. In Zeichnungen enthält der FeatureManager die einzelnen Zeichnungsblätter sowie die darin enthaltenen Ansichten, Modelle usw.

Im FeatureManager, normalerweise direkt unter dem letzten Feature, findet sich die so genannte **Einfügleiste**. Zieht man diese Leiste mit der Maus, lässt sich die Zeit virtuell „zurückdrehen“. Alle Features unterhalb der Einfügleiste werden ausgegraut dargestellt, das Modell verhält sich so, als wären diese Features nicht vorhanden. Dies lässt sich beispielsweise nutzen, um den Aufbau eines unbekanntem Modells nachzuvollziehen, oder nachträglich Features an einer bestimmten Stelle einzufügen. Es ist zu beachten, dass das Verwenden von Bauteilen, die sich im Einfügemodus befinden, in Baugruppen zu Problemen führen kann.



Einfügleiste














In bestimmten Situationen, wenn der normale FeatureManager nicht sichtbar ist, öffnet sich der **aufschwingende FeatureManager**. Er wird in der Arbeitsfläche (transparent) über dem Modell eingeblendet und lässt sich analog zum regulären FeatureManager verwenden.

Im **PropertyManager** werden die Einstellungen für gerade ausgewählte Features, Ansichten, Bemaßungen usw. vorgenommen. Er öffnet sich im Allgemeinen kontextabhängig automatisch, wenn es nötig ist.

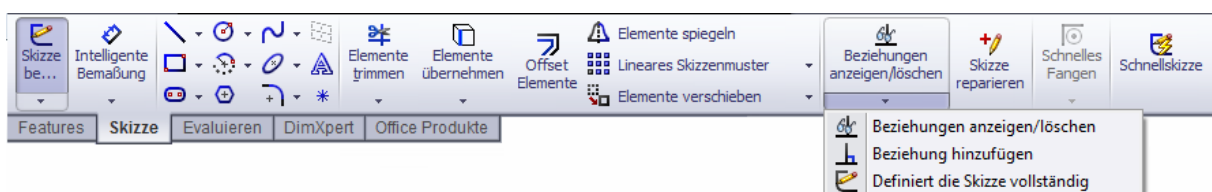
Der **ConfigurationManger** dient zur Verwaltung der **Konfigurationen**. Hierbei handelt es sich um Abwandlungen eines vom prinzipiellen Aufbau gleichen Bauteils oder einer Baugruppe innerhalb derselben Datei. Der Manager dient zur Erstellung von und dem Wechsel zwischen vorhandenen Konfigurationen. Weiterhin sind hier Explosionsansichten von Baugruppen zu verwalten.

Darüber hinaus finden sich auf der Benutzeroberfläche weitere Befehle die, sofern sie relevant sind, in der Veranstaltung zur Sprache kommen oder den Lehrbüchern zu entnehmen sind.

Ein **Bauteil** ist aus so genannten **Features** aufgebaut. Ein Feature fügt einem Bauteil Formelemente (meist, aber nicht zwangsläufig, Volumina) hinzu, entfernt, oder modifiziert diese. Der genaue Bedeutungsumfang von Features erschließt sich bei der wiederholten Arbeit mit dem Programm. Unabhängig von der Notwendigkeit für die Bearbeitung der Hausaufgaben, ist insbesondere die Kenntnis über den Umgang mit folgenden Features (und ihren untergeordneten Elementen, wie Skizzen) notwendiges Wissen für den erfolgreichen Abschluss des Moduls:

 Linear ausgetragener Aufsatz	 Linear ausgetragener Schnitt
 Aufsatz/Basis rotiert	 Rotierter Schnitt
 Aufsatz/Basis ausgetragen	 Ausgetragener Schnitt
 Aufsatz/Basis ausgeformt	 Ausgeformter Schnitt
 Bohrungsassistent	 Lineares Muster
 Spiegeln	 Kreismuster
 Verrundung	 Fase
 Ebene	 Achse
 Koordinatensystem	 Punkt
 Helix und Spirale	

Die meisten Features basieren auf **Skizzen**. Im Standard-Skizzenmodus wird im zweidimensionalen Raum, also auf einer Fläche gezeichnet (es existieren auch 3D-Skizzen, die hier aber nicht Thema sein sollen). Dabei kommen Elemente wie beispielsweise Linien, Kreise und Kreissegmente, Punkte oder Splines zum Einsatz. Die so entstandenen Skizzenelemente dienen unter anderem zur Definition der übergeordneten Features, kennzeichnen also beispielsweise das Profil des linear ausgetragenen Aufsatzes. Werden Skizzenelemente im Property-Manager als **für Konstruktion** gekennzeichnet, werden diese strichpunktiert dargestellt und von Features nicht wie vollwertige Skizzenelemente behandelt, verändern im vorherigen Beispiel also nicht das genannte Profil.



Skizzen-Menüleiste mit Beziehungs-Untermenü

Um sinnvolle Modelle sicherzustellen, ist es notwendig, diesen die gewünschten Abmaße fest zuzuweisen. Obwohl im PropertyManager geometrische Parameter für Skizzenelemente angegeben werden können, stellt dies **keine** feste Definition dar. Stattdessen sind in Skizzen **intelligente Bemaßungen** sowie **Beziehungen** zu verwenden. Intelligente Bemaßungen lassen sich nach Wahl des entsprechenden Befehls in der Skizzen-Menüleiste analog zu Bemaßungen in technischen Zeichnungen einfügen. **Beziehungen** definieren als geometrische Zwangsbedingungen Skizzenelemente zueinander oder zu anderen Geometrien (Ursprünge, Ebenen, Kanten...). Beziehungen lassen sich über den Menüpunkt **Beziehung hinzufügen** oder nach Auswahl mehrerer Skizzenelemente im PropertyManager setzen. Überprüft oder gelöscht werden Beziehungen über den Befehl **Beziehungen anzeigen/löschen** oder nach Auswahl der entsprechenden Elemente ebenfalls im PropertyManager.

Namen und Funktionen der in zweidimensionalen Skizzen verfügbaren Beziehungen werden am Ende des Moduls als bekannt vorausgesetzt. Eine tabellarische Übersicht findet sich in der SolidWorks-Hilfe unter dem Eintrag **Skizzenbeziehungen** ([Link](#)).

Wenn alle geometrischen Größen einer Skizze bestimmt sind, ist die Skizze **voll definiert**. Dies wird in der Statusleiste unter der Arbeitsfläche angegeben. Zusätzlich färben sich alle Skizzenelemente schwarz. Skizzenelemente, bzw. Teile davon, die für sich voll definiert sind, werden sofort schwarz eingefärbt. Noch nicht volldefinierte Skizzenelemente sind blau, sofern nicht ein anderer Status, wie beispielsweise eine Überdefinition angezeigt wird.

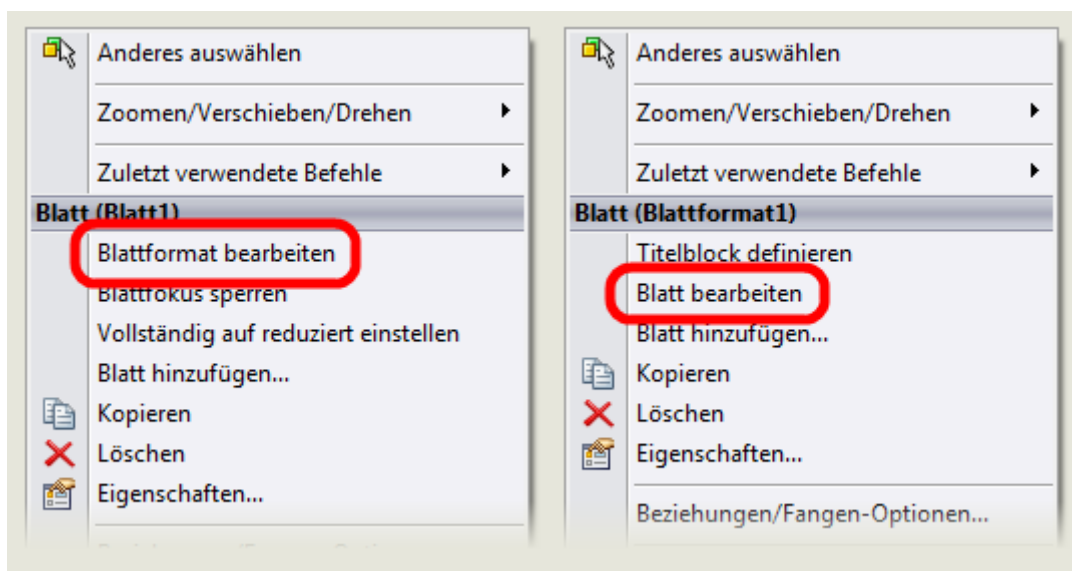
Eine **Baugruppe** ist eine Zusammensetzung mehrerer Bauteile und / oder (Unter-) Baugruppen (allgemein Komponenten). Nach dem Erstellen einer neuen Baugruppe öffnet sich im PropertyManager der Dialog **Baugruppe beginnen** mit der Aufforderung, eine erste Komponente einzufügen. Um einen sinnvollen Aufbau und Umgang mit der Baugruppe zu erleichtern, sollte diese erste Komponente sinnvoll zum Ursprung der Baugruppe positioniert werden. Im einfachsten Fall bedeutet dies, dass Komponenten- und Baugruppenursprung aufeinander liegen. Dies lässt sich auf verschiedene Arten erreichen: Wird der Dialog **Baugruppe beginnen** nach Auswahl einer Komponente ohne ein Klicken auf der Arbeitsfläche mit dem grünen Häkchen bestätigt, positionieren sich die Ursprünge automatisch aufeinander. Alternativ können über das Menü **Ansicht** alle Ursprünge eingeblendet werden. Führt man nun mit dem Mauszeiger über den Baugruppenursprung, springt der Komponentenursprung auf diesen. Ein Klick bestätigt die Positionierung.

Weitere Komponenten lassen sich mithilfe des Befehls **Komponente einfügen** im Baugruppen-Menü einfügen. Diese können mit der Maus grob vorpositioniert werden. Die eigentliche Ausrichtung erfolgt über so genannte **Verknüpfungen**. Verknüpfungen stellen geometrische Beziehungen zwischen Komponenten dar und schränken insofern deren Freiheitsgrade ein. Auf diese Weise ist ein geometrisch realistisches Verhalten der Baugruppe zu erreichen. Für das Modul relevant sind die im PropertyManager des Befehls Verknüpfung unter **Standardverknüpfungen** hinterlegten Verknüpfungen sowie die Verknüpfungen **Abstand** und **Winkel** aus dem Unterpunkt **Erweiterte Verknüpfungen**. Die erste eingefügte Komponente wird automatisch in ihrer ersten Position fixiert, die nachfolgenden Komponenten werden an

den bereits vorhandenen Elementen ausgerichtet. Um die erste Komponente nachträglich zu verschieben, muss zunächst die Fixierung aufgehoben werden.

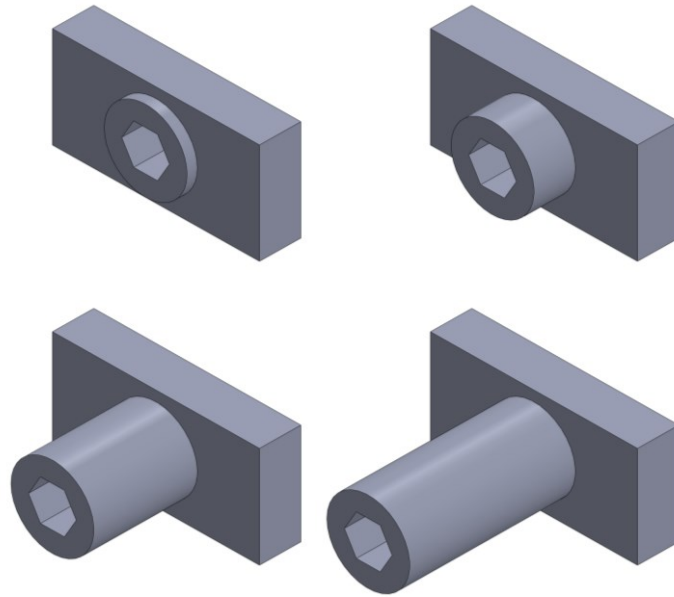
Beim Erstellen einer neuen Zeichnung ist zunächst ein Blattformat auszuwählen. Anschließend ist der erste Schritt im Allgemeinen das Einfügen einer ersten Zeichenansicht. Nach Aktivieren des Befehls **Modellansicht** im Menü **Layout anzeigen** kann im PropertyManager zunächst ein Dokument (Bauteil oder Baugruppe) gewählt werden. Dann wird die gewünschte Ansicht gewählt. Nach Platzieren der Ansicht mit der Maus, wird diese erstellt. Anschließend lassen sich abgeleitete (projizierte) Ansichten, weitere unabhängige Ansichten, Schnitt- oder Detailansichten, Ausbrüche, Bemaßungen, Stücklisten usw. einfügen.

In Zeichnungen existieren zwei verschiedene Bearbeitungsmodi. Im Modus **Blatt bearbeiten** werden Ansichten erstellt, bemaßt etc. wie oben beschrieben. Im Modus **Blattformat bearbeiten** lassen sich beispielsweise Eintragungen in den Schriftfeldern des Blatts vornehmen oder Blattränder bearbeiten. Das Umschalten erfolgt über die Auswahl des entsprechenden Befehls im Kontextmenü, das sich nach einem Rechtsklick auf eine freie Stelle der Zeichnung öffnet.



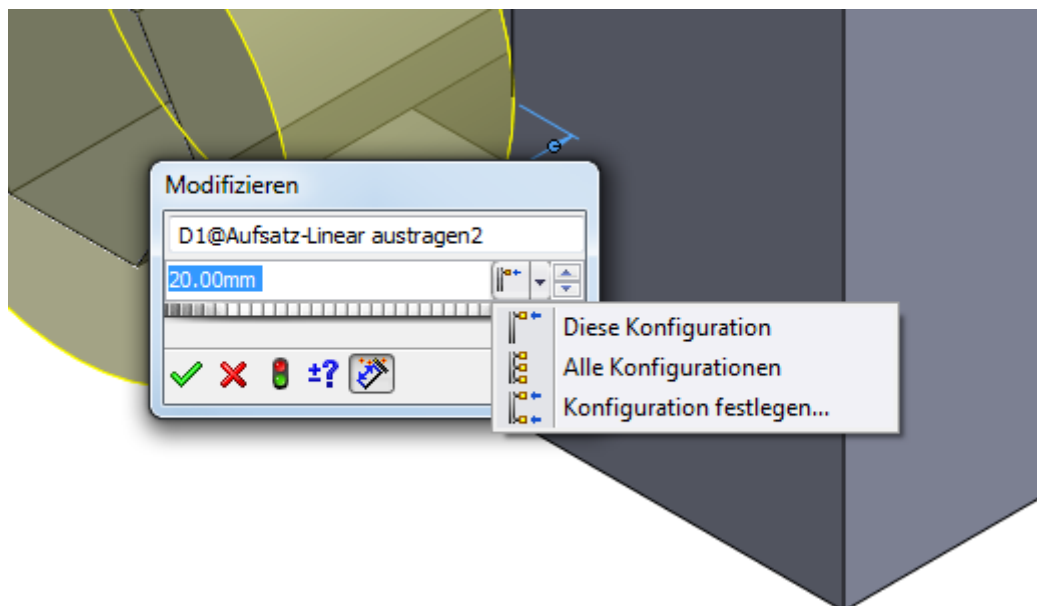
Kontextmenüs zum Wechsel zwischen Blatt und Blattformat

Eine wichtige Möglichkeit für das zeitsparende Konstruieren in SolidWorks stellen die **Konfigurationen** dar. Konfigurationen können in vorhandenen Bauteilen oder Baugruppen erstellt werden. Dabei handelt es sich um Abwandlungen eines Modells, die diesem prinzipiell ähneln. Die folgende Abbildung zeigt beispielsweise vier Konfigurationen eines Bauteils. Dabei ändert sich lediglich das Austragungsmaß des runden Aufsatzes. Neben Bemaßungswerten lassen sich beispielsweise auch der Unterdrückungsstatus von Features und Bauteilen, Verknüpfungen oder die Anzahl der Kopien eines Musters konfigurieren. In Baugruppen und Zeichnungen lässt sich die gewünschte Konfiguration verwendeter Modelle auswählen, soweit mehrere existieren. Entsprechend können zum Beispiel Konfigurationen von Baugruppen erstellt werden, die jeweils unterschiedliche Konfigurationen der eingebauten Bauteile nutzen.



Vier Konfigurationen eines Bauteils

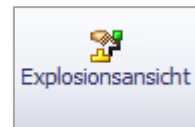
Konfigurationen können manuell oder tabellengesteuert erstellt und bearbeitet werden. Manuell werden sie im ConfigurationManager per Rechtsklick auf den Bauteilnamen oder eine vorhandene Konfiguration (in diesem Fall entsteht eine abgeleitete Konfiguration) erstellt. Manuell gesteuerte Konfiguration lassen sich auf unterschiedliche Weisen bearbeiten. Zum Ändern eines Maßes bietet es sich an, den Dialog **Modifizieren** zu nutzen, der sich nach einem Doppelklick auf ein Maß öffnet. Dabei ist gesondert einzustellen, auf welche Konfiguration(en) sich diese Änderung bezieht. Dies geschieht über ein Dropdown-Menü im Dialog selbst (siehe Abbildung).



Modifizieren-Dialog mit Konfigurationsauswahl

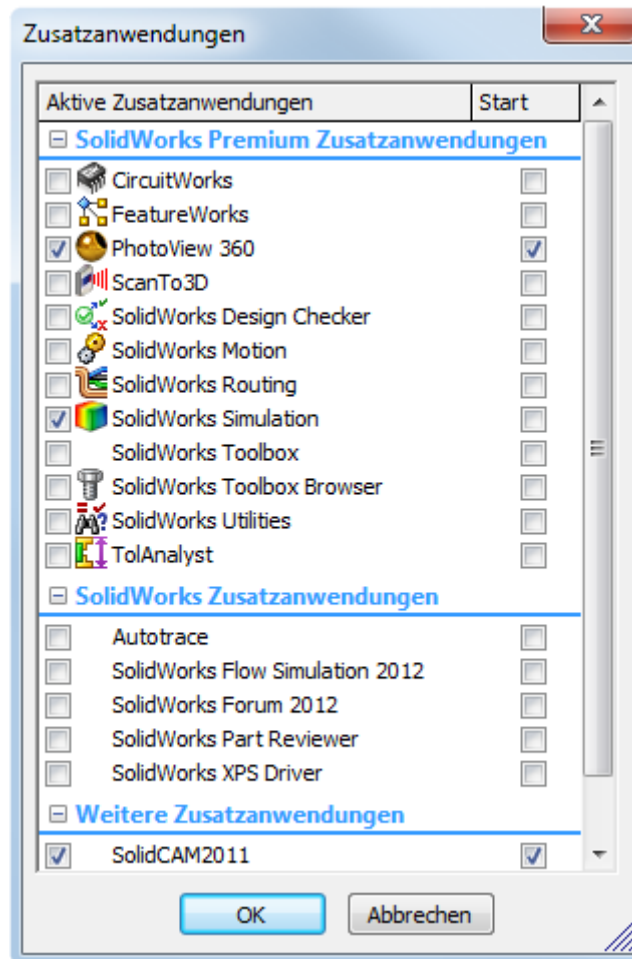
Um tabellengesteuert mit Konfigurationen zu arbeiten, muss zunächst über das Menü **Einfügen** eine Tabelle in das Modelldokument eingefügt werden. Es ist zu beachten, dass hierzu das Programm Microsoft Excel auf dem verwendeten Rechner installiert sein muss. In der entstehenden Tabelle repräsentiert jede Zeile eine Konfiguration, in jeder Spalte ist eine in den Konfigurationen gesteuerte Größe (Maß, Unterdrückungsstatus etc.) hinterlegt. Neue Konfigurationen werden durch Beschreiben einer neuen Tabellenzeile erstellt. Die Steuerung der Konfiguration erfolgt über Eintragungen in der Zelle, an der die Zeile der bearbeiteten Konfiguration mit der Spalte der zu ändernden Größe zusammentrifft. Der genaue Umgang mit tabellengesteuerten Konfigurationen wird im Laufe des Semesters behandelt. Zusätzlich sei auf das Lehrbuch **Tabellen** verwiesen.

Auf Baugruppen (und ab der Programmversion 2012-2013 auch auf Mehrkörperteile, die aber nicht Gegenstand dieser Veranstaltung sind) lassen sich Explosionsansichten anwenden. Der Befehl **Explosionsansicht** findet sich für Baugruppen im Menü **Baugruppe**. Nach Ausführen des Befehls werden im PropertyManager den unterschiedlichen Bauteilen bzw. Unterbaugruppen Positionen in der Explosionsansicht zugewiesen. Dabei können unterschiedliche Explosionsstufen erstellt werden. Nachdem eine Explosionsansicht erstellt wurde, findet diese sich im Configuration-Manager als Unterpunkt der entsprechenden Konfiguration. Neben dem Aktivieren und Aufheben der Ansicht, besteht hier auch die Möglichkeit, die Explosionsansicht zu animieren. Dabei stehen unterschiedliche (Abspiel-) Optionen zur Auswahl. Unter anderem lässt sich die Animation als Video speichern.



Mithilfe so genannter **Bewegungsstudien** können Modelle animiert werden. Dabei stehen sehr unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung. So lassen sich beispielsweise Bauteile bewegen, ein- oder ausblenden, Ansichten können variiert oder die Beleuchtung geändert werden. Die Bewegungsstudien können über Tabs am unteren Bildschirmrand erreicht werden. Zunächst steht in jedem Modell eine Bewegungsstudie 1 zur Verfügung. Per Rechtsklick auf den Tab lassen sich neue Studien erstellen und vorhandene umbenennen. Um die Bewegungsstudie zu verlassen, wird der Tab **Modell** gewählt.

Neben den in SolidWorks standardmäßig vorhandenen Funktionen existieren diverse **Zusatzanwendungen**. Einige werden, je nach Lizenz, zusammen mit SolidWorks installiert, andere können separat erworben werden. Um eine vorhandene Zusatzanwendung zu aktivieren, muss im Menü **Extras** die Option **Zusatzanwendungen** gewählt werden. Im erscheinenden Fenster wird eine Zusatzanwendung gestartet, indem links neben ihrem Namen ein Haken gesetzt wird. Durch Abwahl eines Hakens wird eine Anwendung beendet. Ein Haken in der rechten Spalte (Start) bewirkt, dass die Zusatzanwendung beim Start von SolidWorks mitgestartet wird. Da die Anwendungen teilweise sehr ressourcenintensiv sind, sollte diese Option nur gewählt werden, wenn die entsprechende Anwendung tatsächlich häufig benötigt wird.

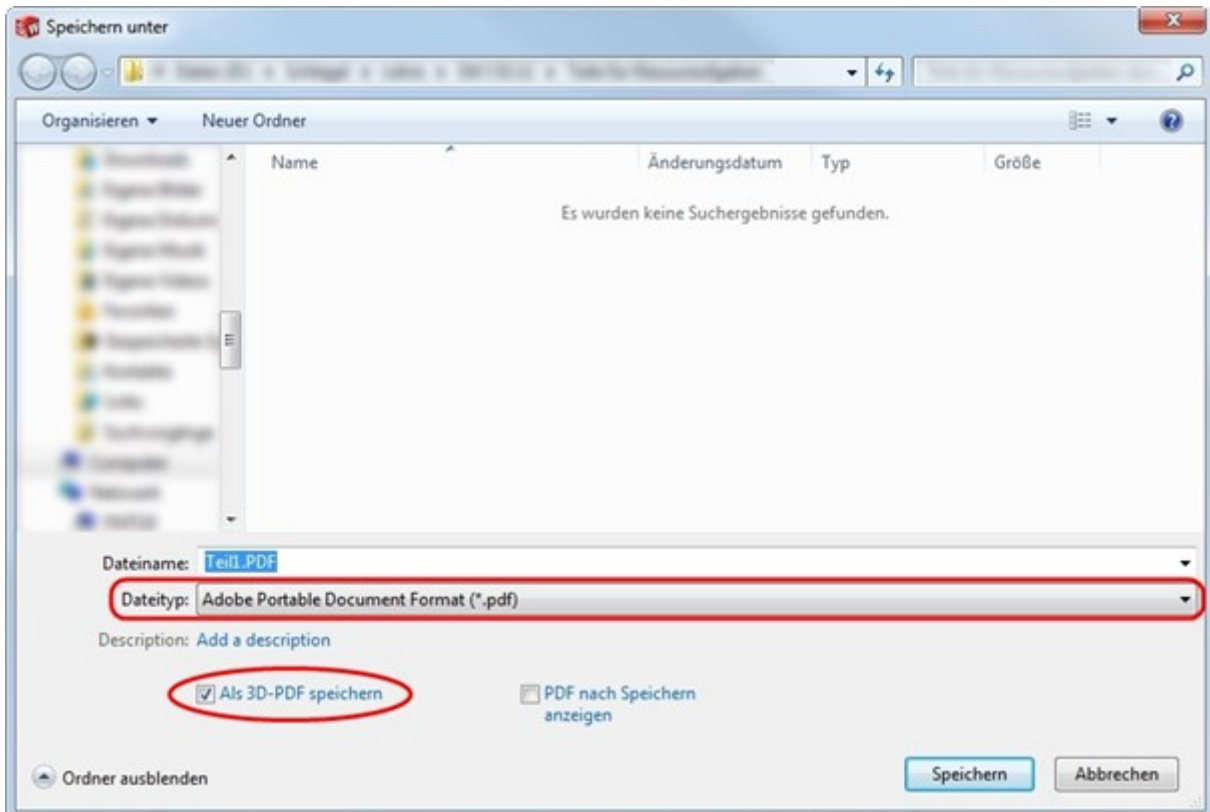


Starten von Zusatzanwendungen

Eine wichtige Zusatzanwendung ist die **Toolbox**. Mit deren Hilfe lassen sich unkompliziert Normteile wie Schrauben oder Federn in Konstruktionen einfügen. Dabei müssen die Teile nicht komplett neu erstellt werden. Stattdessen wird das Teil (also zum Beispiel eine Zylinderschraube mit Innensechskant) gewählt und anschließend eine der normierten Größen angegeben (etwa M6).

Die Zusatzanwendung **PhotoView 360** ermöglicht ein fotorealistisches Rendering der erstellten Modelle. Dabei stehen neben einer Vielzahl so genannter **Erscheinungsbilder**, die das Aussehen der Komponenten im Rendering bestimmen, auch diverse **Bühnen** zur Verfügung, die den Bildhintergrund darstellen.

Eine einfache, wenn auch in der Funktionalität stark eingeschränkte Möglichkeit, die eigenen 3D-Modelle Personen ohne Zugang zu passender CAD-Software zugänglich zu machen, ist das 3D-PDF. Um ein solches zu erzeugen, muss nur unter dem Menüpunkt **Speichern unter...** der Dateityp PDF gewählt und ein Häkchen bei der Option **Als 3D-PDF speichern** gesetzt werden. Das PDF enthält dann ein dreh- und zoombares 3D-Modell. Allerdings lässt sich zwischen einzelnen Features nicht mehr unterscheiden.



Speichern als 3D-PDF

SolidWorks-Lehrbücher

Die SolidWorks-Hilfe bietet mit den so genannten Lehrbüchern ausführliche Tutorials. Diese sind, nach Kategorien geordnet, unter dem Hauptmenüpunkt **Hilfe** und dem Unterpunkt **SolidWorks Lehrbücher** zu erreichen. Für den Kurs Engineering Tools im Sommersemester sind davon die Lehrbücher mit folgenden Titeln besonders relevant:

- Einführung in SolidWorks
- Lektion 1: Teile
- Lektion 2: Baugruppen
- Lektion 3: Zeichnungen
- Konstruktionsmethoden für Fortgeschrittene
- Zeichnen für Fortgeschrittene (nur Lektionen **Erstellung von Zeichenansichten** und **Zeichenansichten von Baugruppen**)
- Baugruppenverknüpfungen
- Tabellen
- Verrundungen (bis einschließlich **Verrunden der Trennfuge**)
- Ausformungen
- Muster-Features
- Rotationen und Austragungen
- Toolbox (nur Lektion **Toolbox Grundlagen**)