

## Hausaufgabe zur 4. Übung „Technisches Darstellen – Computer Aided Design (CAD)“:

### Motivation

Die Entwicklung moderner Geräte ohne Verwendung von Computern ist heute praktisch nicht mehr möglich:

- **Computer Aided Engineering (CAE)** ist der Oberbegriff für die Nutzung von Computern im Ingenieur-Bereich. Dazu zählt sämtliche Spezial-Software im Konstruktions- und Fertigungsprozess.
- **Computer Aided Design (CAD)** ist ein Bestandteil des CAE. CAD-Programme unterstützen den geometrisch-stofflichen Entwurf innerhalb der Konstruktion. In der Gerätetechnik findet man CAD-Programme z.B. überall, wo Technische Zeichnungen für die Fertigung zu erstellen sind.

Am Beispiel von CAD-Programmen kann man sehr anschaulich, über das „Technische Darstellen“ hinausgehend, die Wirkungsweise der modellbasierten Ingenieur Tätigkeit betrachten:

- Das folgende Übungsscript gibt sehr detailliert einen Einstieg in die Nutzung eines CAD-Programms am Beispiel der Software *Autodesk Inventor Professional*. Möglich ist die Nutzung von **Autodesk Inventor ab Version 2015**.
- Dieses Übungsscript wurde der Wiki-Plattform [www.optiyummy.de](http://www.optiyummy.de) entnommen, was sich in den Kopf- und Fußzeilen der einzelnen PDF-Seiten widerspiegelt.
- Auf dieser Wiki-Plattform findet man eine Vielzahl von Übungen, welche z.B. im Hauptstudium der Studienrichtung „Geräte- und Mikrotechnik“ vertiefend in die CAE-Problematik einführen.

### Wichtig

- Die aktuelle Version des CAD-Programms *Autodesk Inventor* kann nur unter den Betriebssystemen **Windows 7/8/10** installiert werden (64-Bit-Version empfohlen!).
- Sollte solch ein Betriebssystem nicht vorhanden sein, können Studenten der TU Dresden eine kostenlose Windowslizenz über das DreamSpark-Programm ihrer Fakultäten beziehen: komplette Übersicht im ZIH der TU Dresden unter [http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/zentrale\\_einrichtungen/zih/dienste/software/softwarebezug/studliz](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/zentrale_einrichtungen/zih/dienste/software/softwarebezug/studliz)

### Einsenden der Übungsergebnisse zum Erhalt von max. 2 BONUS-Punkten

- „Gruppenlösungen“ werden nicht anerkannt! Es werden nur Lösungen berücksichtigt, welche mit den bereitgestellten, individuellen Dateivorlagen entsprechend der nachfolgenden Übungsanleitung erstellt wurden (**xx**=Teilnehmer-Nr.00...99):
  - BONUS2015\_xx.ipt
  - BONUS2015\_xx.idw
- Als Anhang einer Mail sind diese beiden CAD-Dateien in einem **Archiv-File** BONUS2015\_xx (z.B. .ZIP) an folgende Adresse zu senden:

**a.kamusella@tu-dresden.de**

- **Betreff der Mail** = Nachname, Vorname, Matrikel-Nummer, Teilnehmer-Nummer (z.B. = *Kamusella, Alfred, 0815815, 81*)
- Einsendeschluss ist der 30. Mai 2016 - 10:00 Uhr. Spätere Einsendungen werden nicht berücksichtigt.

# Software: CAD - Tutorial - BONUS-Uebung

Aus OptiYummy



- Studentische Übung in der Lehrveranstaltung "Geräteentwicklung" (TU Dresden) -  
Technisches Darstellen - Computer Aided Design (CAD)



Autor: Dr.-Ing. Alfred Kamusella

Im Rahmen der Lehrveranstaltung **Geräteentwicklung** der TU Dresden wird eine Übung "*Technisches Darstellen - Computer Aided Design (CAD)*" durchgeführt:

- Aufbauend auf den Übungen zu den Regeln des Technischen Darstellens soll ein Gefühl für die Anwendung moderner Design-Tools vermittelt werden.
- Es wird ein Übungsscript für das individuelle Erleben der Arbeitsweise moderner CAD-Systeme bereitgestellt.
- Dieses Übungsscript kann in Form einer **PDF-Datei** genutzt werden, um auch ohne Internet-Verbindung die Bearbeitung der Übungsaufgabe zu ermöglichen.
- Empfohlen wird der direkte Zugriff auf die Netz-Ressourcen in [www.optiyummy.de](http://www.optiyummy.de), weil nur dann die weiterführenden Links vorhanden sind:

[http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_BONUS-Uebung](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS-Uebung)

- Mit dem individuellen Üben sollte rechtzeitig begonnen werden (*ca. 3 Wochen vor dem Abgabetermin*), um eventuell auftretende Probleme noch zu lösen. Ein termingerechtes Übungsergebnis wird mit maximal zwei Bonus-Punkten für die Abschlussprüfung belohnt. Für die Generierung einer individuellen Lösung benötigt man folgende Datei:

[http://www.optiyummy.de/images/Software\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_BONUS.ZIP](http://www.optiyummy.de/images/Software_CAD_-_Tutorial_-_BONUS.ZIP)

## Die Hausaufgabe "Technisches Darstellen - CAD" erfordert folgende Bearbeitungsschritte

### 0. Schaffung der technischen Voraussetzungen

- **Hinreichend schneller PC**  
ab ca. Pentium 4 mit 2 GByte RAM = normaler Office-PC (kein Netbook oder Tablet!)
- **Windows 7/8/10 - möglichst 64-Bit**  
falls nicht vorhanden, rechtzeitig eine kostenlose **MSDNAA-Lizenz** in der Fakultät beantragen!
- **CAD-Programm Autodesk Inventor installieren**  
kostenlose Studentenversion mit Normteilen → Hinweise auf nächster Scriptseite.

### 1. Erkundung des CAD-Systems

- **Nutzung eines vorhandenen CAD-Modells**  
Ein Hauch von virtueller Realität - Eintauchen in das CAD-System

### 2. Bearbeiten der BONUS-Aufgabe

- **Erstellen eines individuellen CAD-Modells inklusive technischer Zeichnung**  
BONUS-Aufgabe 😊

### 3. Einsenden der Übungsergebnisse zum Erhalt von max. 2 BONUS-Punkten

# Software: CAD - Tutorial - Inventor

Aus OptiYummy



## Download und Installation von Autodesk Inventor Professional

Leider wird man insbesondere in der CAD-Ausbildung immer wieder mit der Frage konfrontiert, warum man ausgerechnet das Programm X benutzt, wo doch "überall" das Programm Y im Einsatz ist. Kaum ein Mensch käme auf die Idee, die gleiche Frage in Hinblick auf die in der Fahrschule verwendete Automarke zu stellen!

Die **Liste verfügbarer CAD-Systeme** ist lang und sicher immer unvollständig. Im Rahmen der studentischen Ausbildung wurden folgende Randbedingungen zum Herausfiltern eines geeigneten CAD-Programms angewandt. Dabei spielte auch der Aspekt einer breitenwirksamen Nutzbarkeit der Übungsunterlagen eine Rolle:

1. Freie Verfügbarkeit für Studenten, Schüler u.a. Interessenten über einen hinreichend langen Zeitraum
2. Parametrische 3D-Körpermodelle (Geometrie, Material, Abhängigkeiten)
3. Vertreter des Mainstreams moderner CAD-Modellierungstechnologie
4. Schnittstellen zum Daten- und Modellaustausch
5. Schneller Einstieg für Anfänger

Damit reduzierte sich das Spektrum nutzbarer CAD-Programme schon beträchtlich. Die langjährige Erfahrung in der Ausbildung zeigte, dass *Autodesk Inventor* bisher eine gute Wahl war. Es besitzt alles, was ein modernes CAD-"Fahrzeug" besitzen muss. Und so fällt auch der eventuell erforderliche Umstieg auf ein anderes modernes CAD-System nicht viel schwerer, als der Umstieg auf eine andere Auto-Marke.

## Software und Installation

Seit einigen Jahren bemüht sich Autodesk mit großem Aufwand um einen engen Kontakt zum Ingenieur Nachwuchs. Schüler und Studenten können kostenlos auf eine breite Produktpalette zugreifen, die auch *Autodesk Inventor Professional* in der jeweils aktuellen Version umfasst. Voraussetzung ist eine Registrierung beim Internetportal [www.students.autodesk.de](http://www.students.autodesk.de):

- Das Anlegen eines Accounts bzw. die Anmeldung kann man nach dem Ansteuern der Download-Seite für die gewünschte Software erledigen: [www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional](http://www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional)
- Die gewünschte Software kann man nach Anmeldung als registrierter Nutzer herunterladen. Da der Download-Umfang sehr groß ist, sollte man nach Möglichkeit auf z.B. von Kommilitonen bereits heruntergeladene Installationsdateien zurückgreifen und nur eine individuelle Serien-Nummer anfordern. Dazu führt man den eigentlichen Download-Vorgang dann einfach nicht aus.
- **Hinweise zum Download:**
  - **Achtung:** Ab der Version 2016 steht *Autodesk Inventor* nur noch als 64-Bit-Version für "Windows 64-bit" zur Verfügung. Innerhalb von "Windows 32-bit" kann man also nur noch eine ältere Version von *Autodesk Inventor* installieren!
  - Der Download der gewählten Inventor-Version erfolgt in Form von selbstextrahierenden EXE-Dateien.
  - Überschreitet der Umfang den Wert von 4 GByte, so erfolgt automatisch eine Zerlegung in eine Folge von zusammengehörigen EXE-Dateien der Maximalgröße 3.9 GByte.
  - Nach den bisherigen praktischen Erfahrungen kam es bei diesem "multiblem" Download zu Problemen bei der Nutzung des MS Internet Explorers bzw. Google Chrome. Diese luden nur die erste EXE-Datei!
  - Deshalb wird **Mozilla Firefox** für den Download der Inventordateien empfohlen.
  - Anstatt "Install Now" sollte man den Modus "**Browser Download**" nutzen, um die Installationsdatei(en) auf den PC zu laden.
  - Der Modus "Download Now" bewirkt die vorherige Installation eines separaten Download-Managers, welcher dann den eigentlichen Download durchführt. Hierzu liegen beim Verfasser noch keine Erfahrungen vor.

Die Installation kann auf einem PC ohne SSD-Platte länger als 1 Stunde dauern:

- Nach dem Start der (ersten) .exe-Datei wird etwas irreführend nach dem *Destination Folder* für die Installation gefragt. In diesem Ordner wird nach Betätigen des Install-Buttons durch Entpacken der .exe-Datei (en) die Ordnerstruktur für die eigentliche Installationsquelle erzeugt. In der Wurzel liegt das Programm *Setup.exe*, welches nach erfolgreichem Entpacken automatisch startet.
- **Hinweis:** Hat man nur wenig Platz auf der System- oder Programm-Partition, so sollte man den *Destination Folder* auf ein externes Laufwerk umlenken. Nach erfolgreicher Installation wird dieser Ordner nicht mehr benötigt und kann gelöscht werden.
- Nach dem Entpacken der .exe-Datei öffnet sich nach einer Weile ein Dialog-Fenster, in welchem man über **Installieren** die Einzelplatzinstallation auf dem PC aktiviert.
- Möchte man das Produkt nutzen, muss man die Bedingungen akzeptieren und danach seine korrekten Produkt- und Benutzerdaten eingeben (individuelle Serien-Nr. und Produktschlüssel) oder die 30-Tage-Testversion wählen.
- Danach kommt man zur individuellen Konfiguration der zu wählenden Produkte *Inventor* und *Content Libraries*. Die anderen Komponenten *Vault Basic (Client)*, *ReCap* und *Autodesk 360* sind im Rahmen der hier beschriebenen CAD-Übungen nicht erforderlich.

Man sollte einen Blick in die Konfiguration der zu installierenden Komponenten werfen.

#### ▪ **Inventor:**

1. Installationspfad (Beibehalten, außer der Platz auf der System-/Programm-Partition ist knapp - dann Zielordner auf anderer Partition wählen)
2. Unterkomponenten werden innerhalb der CAD-Übungen nicht benötigt
3. Installationstyp (Standard ist sicher ausreichend)
4. Servicepack (sollte man einbeziehen, falls von Autodesk bereitgestellt - Herunterladen nicht vergessen!)

#### ▪ **Content Libraries**

1. Inzwischen werden auch für die Studenten-Lizenz alle Normteile zur Verfügung gestellt. Hier kann man Platz sparen, wenn man nur die benötigten Normteil-Bibliotheken auswählt!
2. Die Normteile sollten im angegebenen Pfad für alle Nutzer des PC installiert werden, außer der Platz auf der Partition ist knapp.

Nach Abschluss der Konfiguration kann man das **Installieren** starten:

- Zusätzlich zu den gewählten Produkten werden zuvor noch erforderliche Programm-Komponenten installiert (z.B. Microsoft Visual C++, DirectX und DWG TruView).
- Nach dem Fertigstellen der Installation muss man unter Umständen einen Neustart des PC veranlassen, bevor man den Inventor starten kann.

Hat man die korrekten Daten von Serien-Nummer und Produkt-Schlüssel eingegeben, so erfolgt eine automatische Aktivierung über Internet. Ansonsten hat man 30 Tage Zeit, die Testversion zu nutzen.

### **Sprachpaket, Hilfe-System und Updates:**

- Alle zum *Autodesk Inventor* gehörenden Zusatzpakete findet man unter <http://knowledge.autodesk.com/support/inventor-products/downloads>

#### 1. **Sprachpaket:**

- Ursprünglich stand für die neueste Inventor-Version nur eine englische Version für die Installation zur Verfügung. Die Anpassung der Sprache musste nachträglich durch ein separates Sprachpaket erfolgen. Nach einiger Zeit wurden dann jedoch unterschiedliche Sprachversionen des *Autodesk Inventor* bereitgestellt.
- Nach Installation des deutschen Sprachpakets mittels der heruntergeladenen EXE-Datei wird ein zusätzlicher Eintrag im Windows-Startmenü generiert, welches *Autodesk Inventor* in deutscher Sprache startet.
- Der normale Start von *Autodesk Inventor* führt immer das zuletzt verwendete Sprachpaket aus!

## 2. Lokales Hilfesystem:

- Ist der Computer mit dem Internet verbunden, so benutzt der *Autodesk Inventor* grundsätzlich das Hilfesystem von Autodesk im Internet. Jeder angemeldete Nutzer kann selbst dieses Hilfesystem modifizieren und erweitern. Das lokal mit dem Programm installierte reduzierte Hilfesystem wird nur genutzt, wenn keine Internet-Verbindung besteht.
- Die Installationsdatei für das komplette lokale Hilfesystem kann man als **Autodesk\_Inventor\_201x\_Help.exe** herunterladen.
- **Wichtig:** Ob grundsätzlich das lokal installierte Hilfesystem genutzt wird, kann man im *Autodesk Inventor* unter **Extras > Anwendungsoptionen > Hilfeoptionen** einstellen.

## 3. Service Packs:

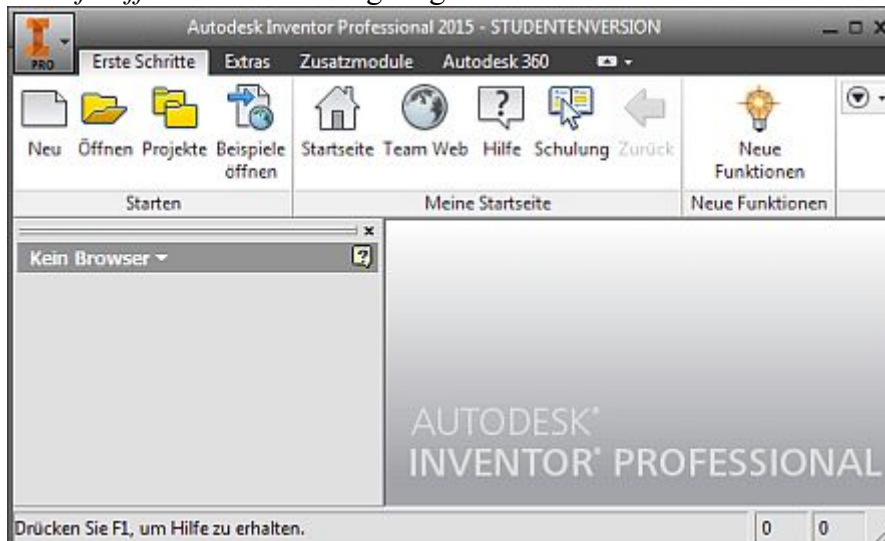
- Bereits bei der Installation kann man alle aktuellen Updates einbeziehen.
- Erscheinen neue Updates, so muss man diese nicht manuell nachinstallieren, sondern kann dies durch das Tool "Autodesk Application Manager" erledigen lassen. Dieses wird standardmäßig mit installiert und sucht automatisch nach aktuellen Updates für alle auf dem PC befindlichen Autodesk Produkte.

## Problem: Excel-Installation

- Bis zur Version 2015 enthielt *Autodesk Inventor* alle notwendigen Programmkomponenten, um auch ohne eine separate Microsoft-Excel-Installation die CAD-Grundfunktionen zu realisieren.
- Im Rahmen einer Code-Bereinigung wurden ab der Version 2016 Software-Komponenten anderer Hersteller aus dem Inventor-Code entfernt.
- Dies führt dann z.B. bei der Definition von Gewindebohrungen zu Fehlermeldungen.
- Das Problem wird in der Autodesk-Community als **Hole feature bug** einschließlich eines Workaround besprochen.
- Unter **OptiYummy > Workaround > Autodesk Inventor 2016 ohne Excel** werden die erforderlichen Schritte ausführlich beschrieben.

## Blick auf die Benutzeroberfläche

Man muss auch auf moderner PC-Hardware einige Geduld aufbringen, bis nach dem Start von Autodesk Inventor die Benutzeroberfläche erscheint. *Autodesk Inventor* verwendet seit der Version 2010 eine **Multifunktionsleiste**, wie sie z.B. auch im *Microsoft Office 2007* erstmalig eingeführt wurde:



Die **Multifunktionsleiste (MFL)** ersetzt weitestgehend alle Menüs und Symbolleisten außer die Kontextmenüs. Die Software-Ergonomen haben sich zur Gestaltung dieser Multifunktionsleiste sicher tiefgründige Gedanken gemacht:

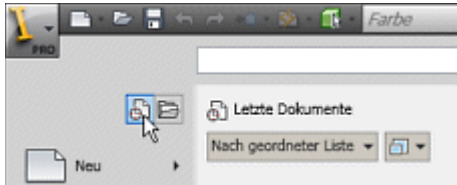
- Die MFL soll dem Nutzer helfen, schnell die für eine Aufgabe notwendigen Befehle zu finden. Deshalb werden Befehle in logischen Gruppen strukturiert, die unter Registerkarten zusammengefasst sind.
- Jede Registerkarte bezieht sich auf eine Art von Aktivität (z. B. Erste Schritte mit dem Inventor, Ansichten konfigurieren, Skizzieren, ...).

- Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit werden viele Registerkarten nur bei Bedarf angezeigt. Hat man mehrere CAD-Dateien gleichzeitig geöffnet, so ändert sich der Inhalt der MFL in Abhängigkeit vom aktiven Fenster und der darin ausgeführten Aktivität.
- Der Nutzer kann den Inhalt der MFL individuell modifizieren.



Die Funktionen des klassischen Dateimenüs sind über den Button für den Menü-Browser erreichbar.

- Im Menü-Browser hat man z.B. Zugriff auf die zuletzt geöffneten Dokumente:



- Außerdem kann man über den Optionen-Button die Konfiguration der Anwendungsoptionen aufrufen.

Rechts neben dem Button des Menü-Browsers befindet sich der anpassungsfähige Schnellzugriff-Werkzeugkasten:



Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_Inventor&oldid=17067](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_Inventor&oldid=17067)“



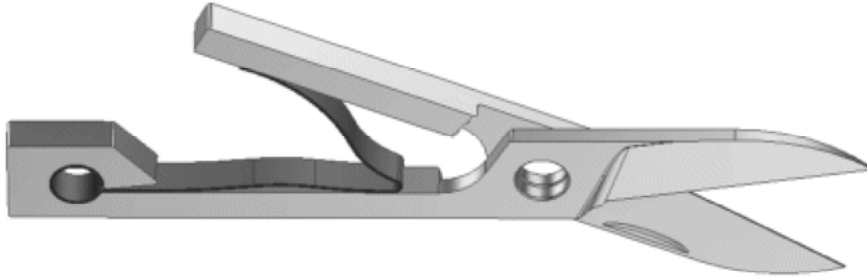
▪

# Software: CAD - Tutorial - Ein Hauch von virtueller Realitaet

Aus OptiYummy



- Studentische Übung in der Lehrveranstaltung "Geräteentwicklung" (TU Dresden) -  
Technisches Darstellen - Computer Aided Design (CAD)  
**1. Erkundung des CAD-Systems**



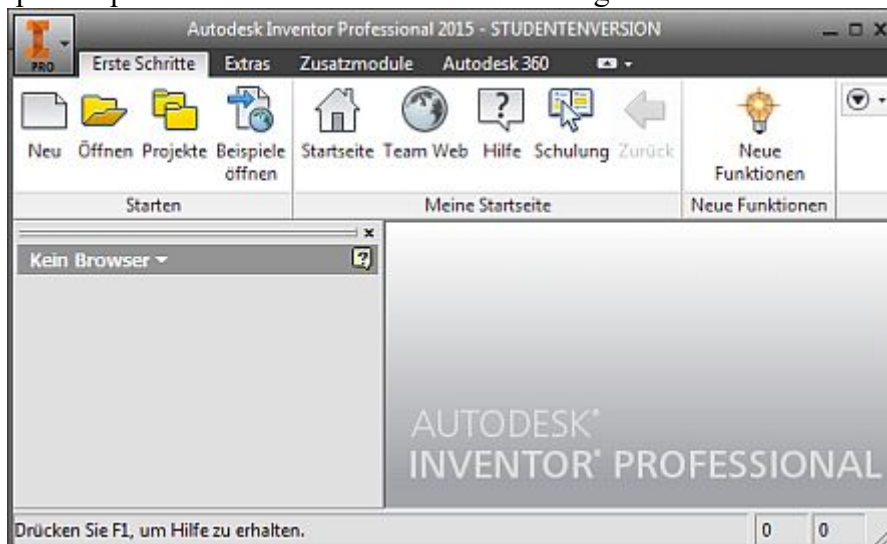
*Alles was wir sehen oder scheinen,  
ist es nichts anderes als ein Traum in einem Traum?*  
- Edgar Allan Poe ( aus "A Dream Within a Dream" ) -

## Inhaltsverzeichnis

### Eine virtuelle Schere als Intro-Demo

Moderne Technik macht es schon heute möglich - das "Eintauchen" in real nicht vorhandene Welten. Dieses auch als **Immersion** bezeichnete Phänomen lässt den "Taucher" (**Cybernaut**) eine **virtuelle Realität** als real existierend empfinden. Nun fragt man sich, was hat das mit CAD-Systemen zu tun? Auf diese Frage wollen wir unter anderem im Folgenden eine Antwort suchen. Zuerst geht es uns jedoch um einen Einstieg in die Bedienung des verwendeten CAD-Programms:

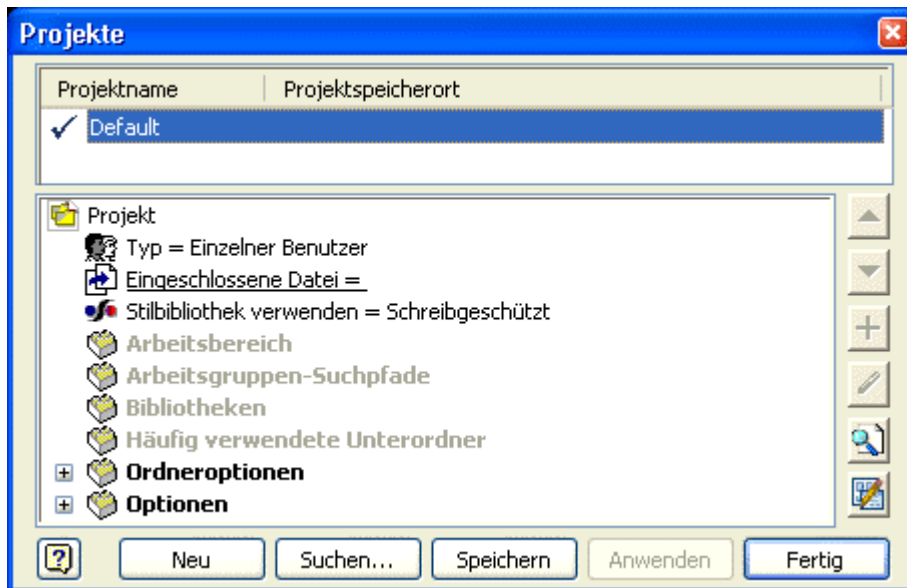
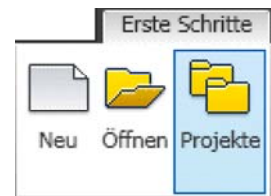
- Dazu starten wir *Autodesk Inventor* - und es wird bestimmt kein Gefühl von Immersion in uns entstehen! Auch auf einem neueren PC dauert es eine gefühlte Ewigkeit, bis endlich eine schlichte Benutzeroberfläche erscheint. Jedes Computer-Spiel bietet einen charmanteren Einstieg:



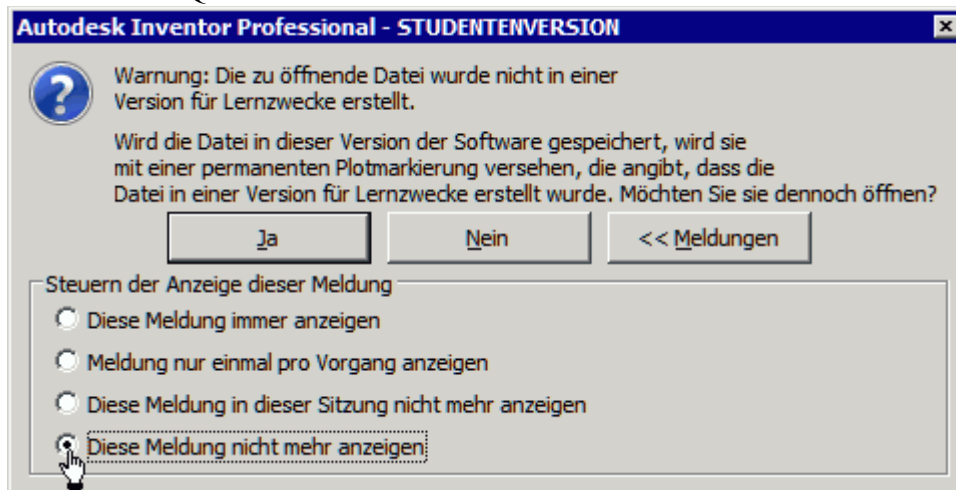
- Der virtuellen Realität fehlen noch die virtuellen Objekte. Abhilfe können die von Autodesk bereitgestellten Beispiele schaffen. Dazu vergewissern wir uns zuerst, ob das



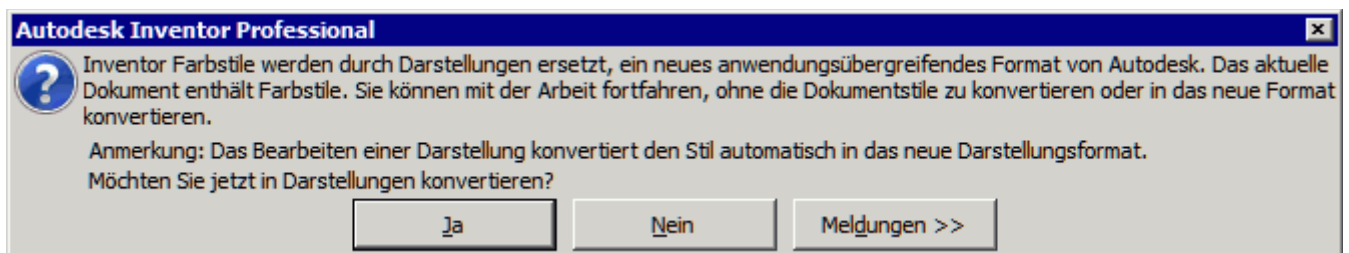
Default-Projekt als aktives Projekt gewählt ist, welches die eigenen **Dokumente** als Arbeitsordner nutzt (**MFL > Erste Schritte > Projekte**):



- Ist dies nicht der Fall, so wählen wir das Default-Projekt durch Doppelklick und bestätigen die Auswahl mit **Fertig**.
- Eine Schere (*scissors*) ist ein anschauliches Objekt (Elektrotechniker können damit z.B. Draht schneiden).
  - Wir benötigen die Dateien **scissors1.iam** | **blade\_main-1.ipt** | **blade\_top-1.ipt** und **scissor\_spring-1.ipt** im Ordner **Dokumente**.
  - **Hinweis:** Leider sind in der neuesten Inventor-Version diese Dateien nicht mehr als Beispiel vorhanden. Deshalb werden sie für diese Übung in einem **ZIP-Archiv** bereitgestellt ([http://www.optiyummy.de/images/Software\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_Intro\\_-\\_Schere.zip](http://www.optiyummy.de/images/Software_CAD_-_Tutorial_-_Intro_-_Schere.zip)).
- Wir **öffnen** im Inventor die Baugruppendatei **scissors1.iam** (*.iam = inventor assembly*) - es erscheint eventuell eine Warnung in Hinblick auf die Nutzung in der Studentenversion, die wir quittieren. Solche Warnungen kann man vor dem Quittieren auch ausschalten:

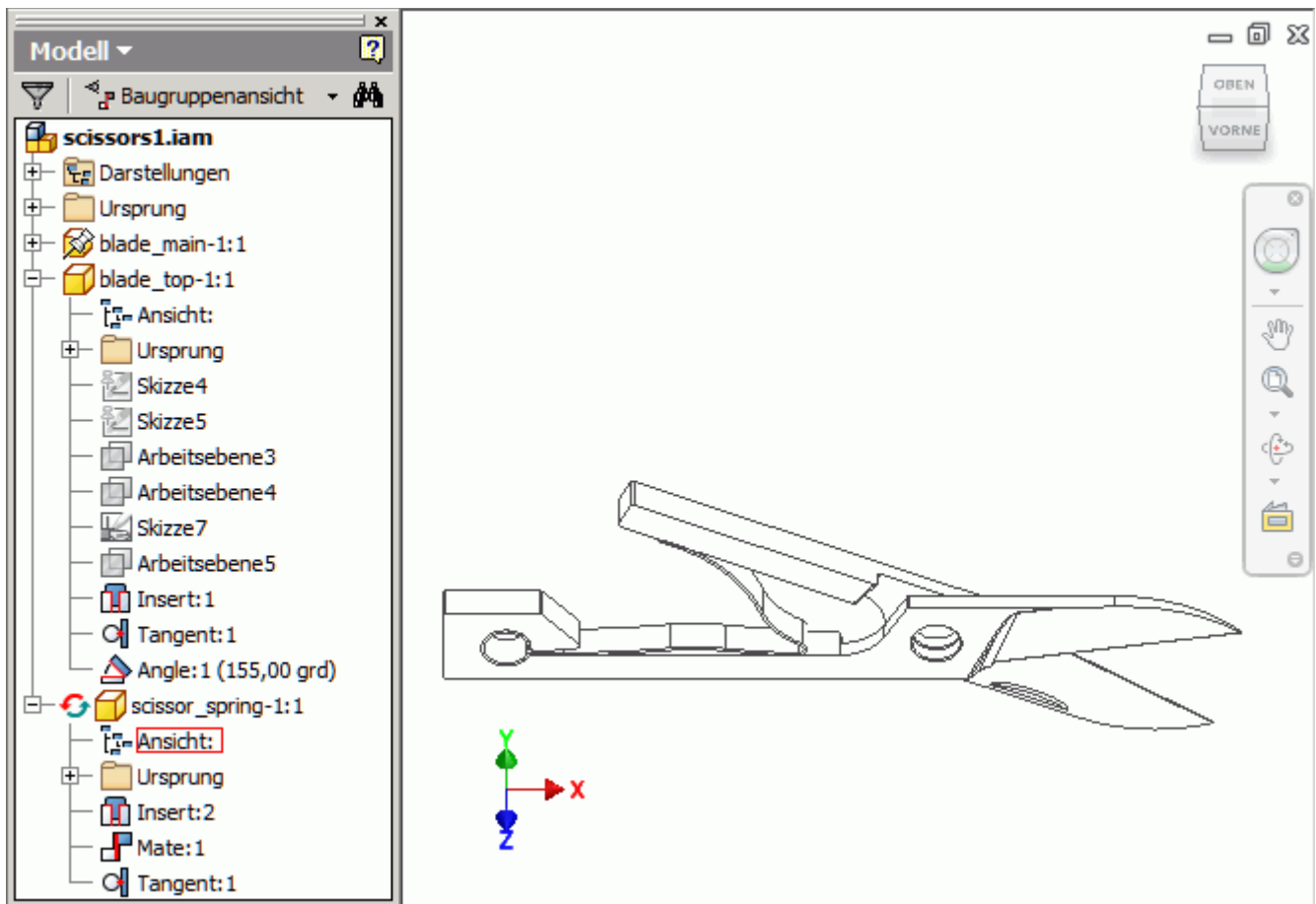


- In jeder Inventor-Version gibt es einige Neuerungen. Da die Schere noch mit einer älteren Version erstellt wurde, erscheint eventuell eine weitere Warnung in Hinblick auf die Farbstile, die man ebenfalls quittieren muss:



Wir erhalten nun auf dem Monitor eine 2D-Projektion der vorhandenen virtuellen 3D-Objekte:





Hätten wir ein geeignetes Cybernauten-Equipment, könnten wir die **3D-Objekte**

1. **räumlich als 3D-Objekte sehen:** Mit den verfügbaren 3D-Monitoren und einer kompatiblen Grafikkarte ist das bereits stereoskopisch mit *Autodesk Inventor* möglich. Ein komplettes optisches Eintauchen in den 3D-Raum unter Berücksichtigung der Kopfbewegung mittels **Head Mounted Display** oder **Environment CAVE** ist mit CAD-Systemen zur Zeit nur indirekt über Datenexport z.B. in eine **VR-Software** möglich.
2. **berühren und manuell beeinflussen:** Mit einem **Datenhandschuh** ist das prinzipiell möglich, aber in CAD-Systemen noch nicht als Standard-Lösung realisiert.


Es wird nur noch wenige Jahre dauern, bis wir in CAD-Systeme "eintauchen" können - aber wir wollen jetzt die Interaktion mit den 3D-Objekten ausprobieren:

## Die Sicht auf virtuelle Objekte

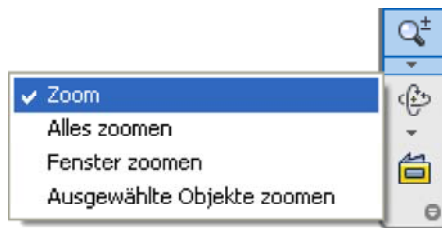
- Der Monitor wirkt wie das Display einer Digital-Kamera. Durch Verändern der Kamera-Position und Brennweiten-Änderung des Zoom-Objektivs erhalten wir unterschiedliche Ansichten der vorhandenen 3D-Objekte.
- Das Bedienen dieser virtuellen Kamera erfolgt ziemlich intuitiv. Es gibt dafür eine Vielzahl von Möglichkeiten, als Anfänger sollte man sich auf die zwei Standard-Tools beschränken (*ViewCube* und *Navigationsleiste*).

1. **Drehen der Kamera um das Objekt** - sehr einfach mit dem *ViewCube*



2. **Verschieben der Kamera** - mit  (Pan) aus der *Navigationsleiste* oder Ziehen mit gedrückter mittlerer Maustaste (Rollrad).
3. **Zoom mit der Kamera** - mit dem Rollrad der Maus oder den verschiedenen Zoomtypen der *Navigationsleiste*





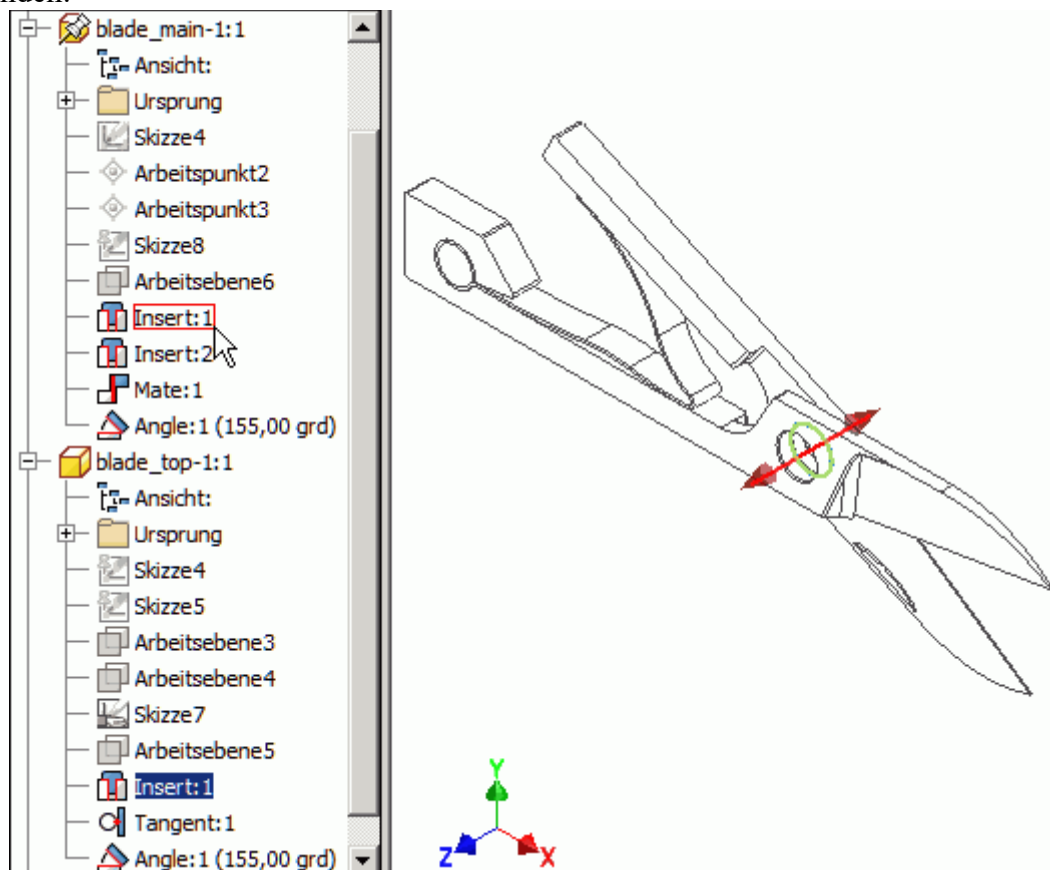
## Handling der virtuellen Objekte

- Wir sind nun in der Lage, günstige Ansichten für die Betrachtung der virtuellen 3D-Objekte zu erzeugen. Als nächstes wollen wir mit den 3D-Objekten interagieren.
- Die Schere ist eine Baugruppe, welche aus drei Bauteilen zusammengebaut wurde (zwei Klingen und einer Feder).
- Die Struktur des Zusammenbaus ist in der Baumdarstellung der Browser-Leiste dokumentiert. So kann man in nebenstehendem Bild erkennen, dass die Hauptklinge fixiert wurde (Reißzwecke) und die Feder sich adaptiv an die Lage der anderen Bauteile anpasst (Pfeilkreis).

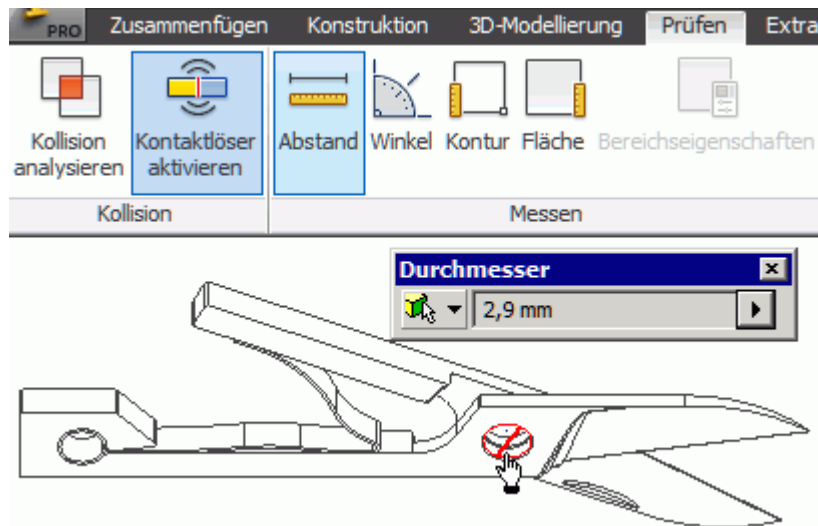


## Montage von Bauteilen

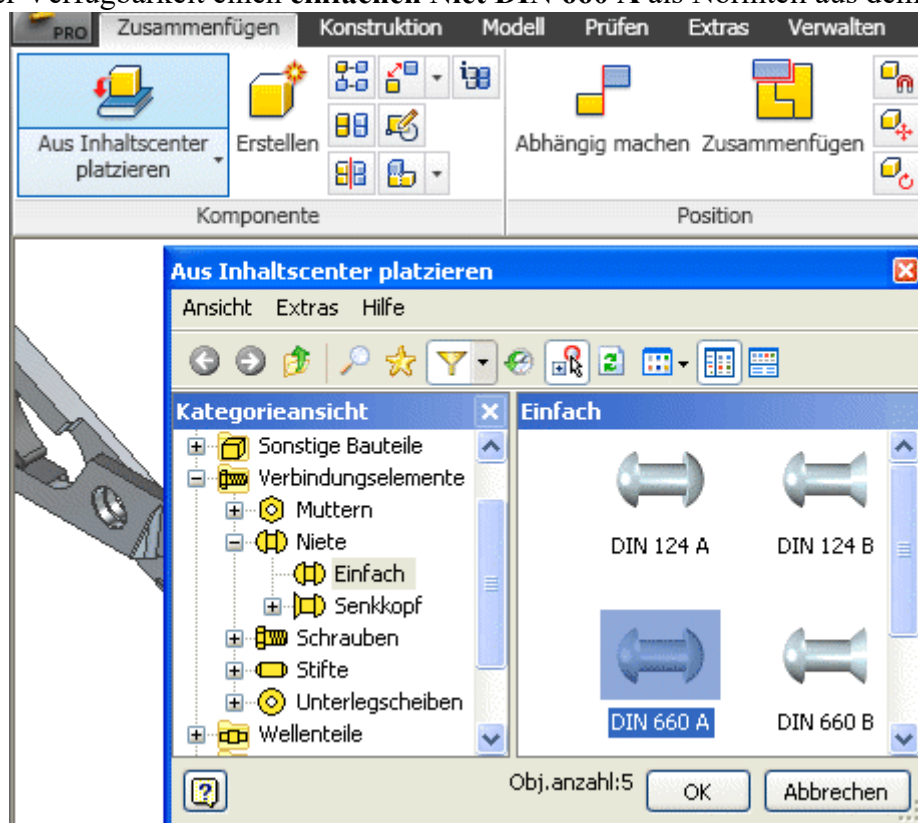
- Bei dieser Demo-Schere wurde getrickst - es fehlt ein Verbindungselement zwischen den Klingen! Die beiden Klingen wurden nur "funktionell" an ihren Lagerbohrungen mit der Zusammenbau-Abhängigkeit **Einfügen** (Insert) verbunden:



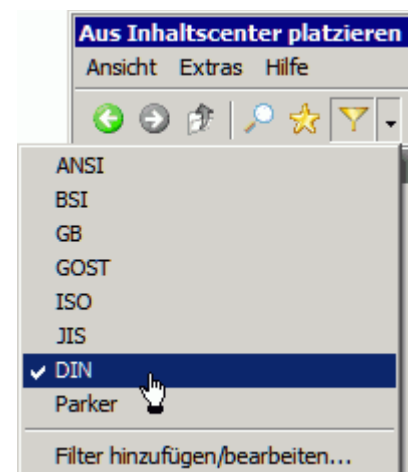
- Um ein geeignetes Verbindungselement auszuwählen, benötigen wir die Abmessungen der Lagerbohrung. Mittels **Prüfen** > **Abstand** messen ist die Ermittlung des Lochdurchmessers einfach (falls 3,1 mm angezeigt werden, misst man den Fasenrand!):

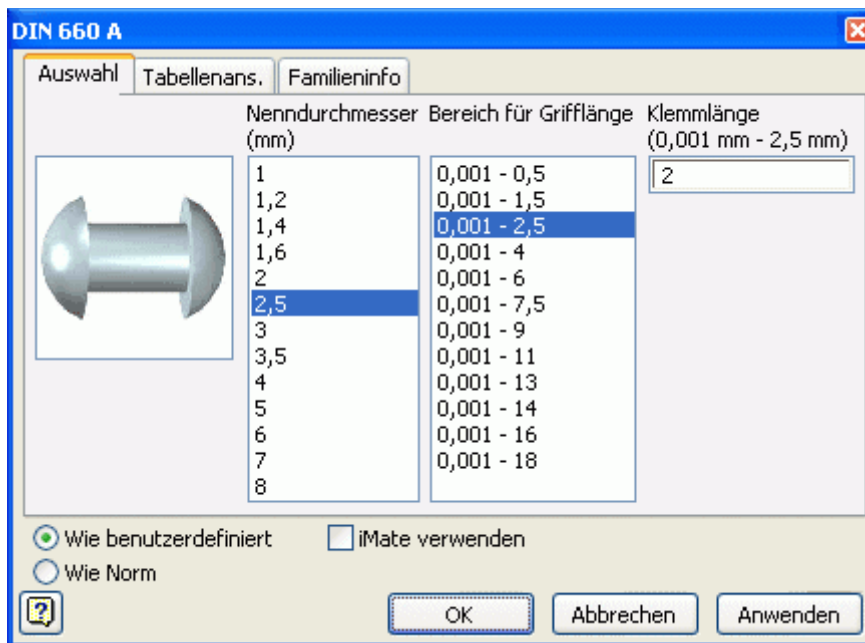


- Nach Wahl einer günstigen Kamera-Position ist auch das Messen der kompletten **Lochtiefe=2 mm** kein Problem ("exakt" 1,956 mm).
- Die Schere in einem hochwertigen **Schweizer Taschenmesser** besitzt natürlich einen edlen Spezial-Niet - wir benutzen wegen der Verfügbarkeit einen **einfachen Niet DIN 660 A** als Normteil aus dem *Inhaltscenter*:

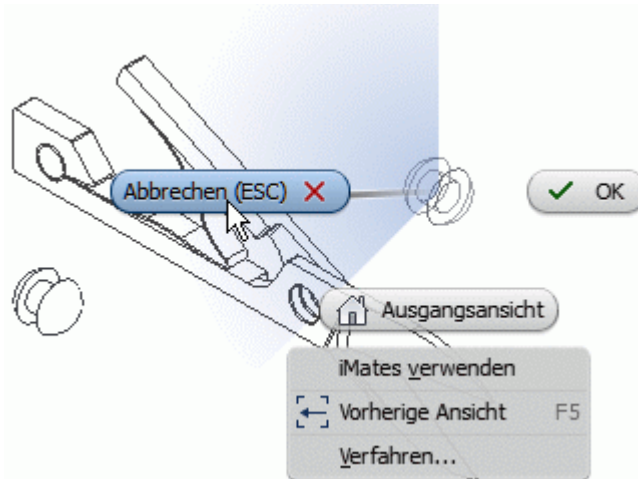


- Falls mehrere Normteil-Pakete installiert wurden, ist es sinnvoll, das Filter zu aktivieren (hier für DIN-Teile). Damit gestaltet sich die Auswahl wesentlich einfacher.
- Wir benötigen einen Niet mit einem **Nenn Durchmesser < 2,9 mm** und einer **Klemmlänge = 2 mm**:

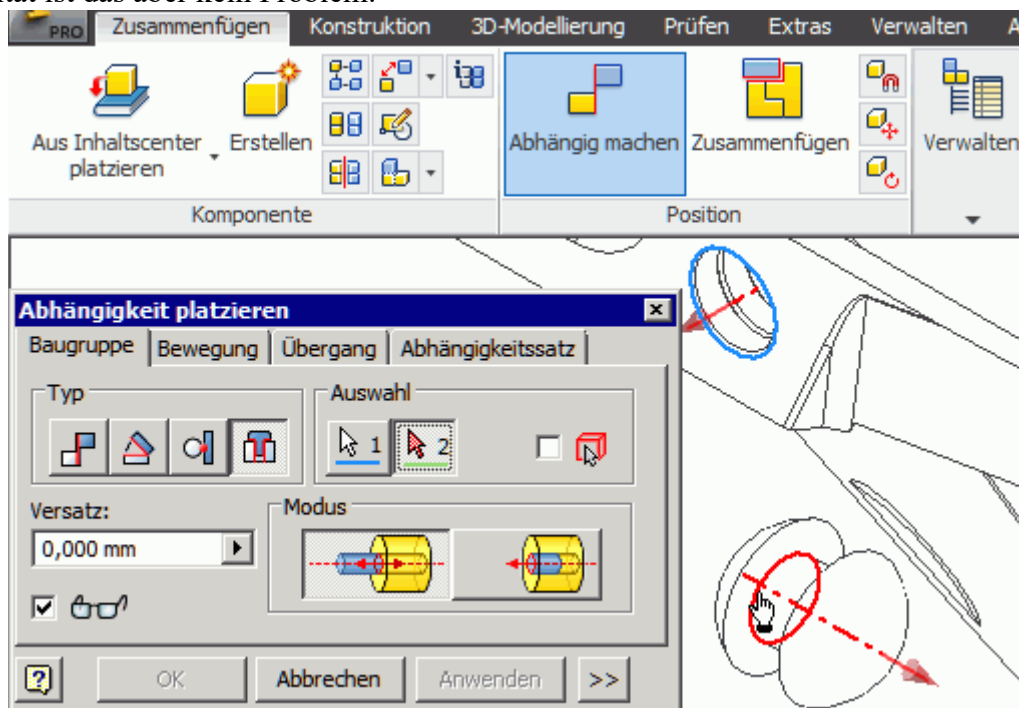





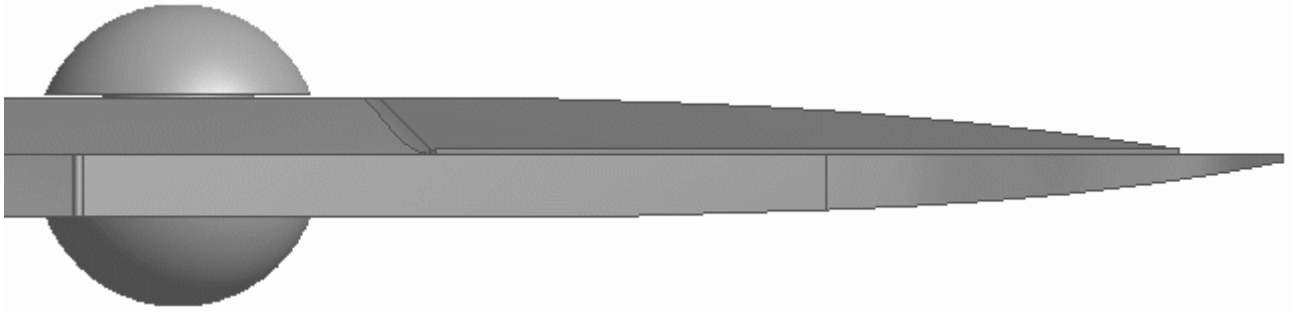
- Daraus wird nach dem OK eine Bauteil-Datei **DIN 660 - A 2,5 x 6 x 2.ipt** generiert, welche man im vorgegebenen Projektordner speichern sollte.
- Durch Mausclick platzieren wir einen Niet in der Nähe der Schere. Mittels <ESC> oder rechte Maustaste **Kontextmenü** > **Abbrechen** beenden wir dann das Platzieren von Nieten:



- In der "realen" Realität bekommt man diesen Niet natürlich nicht unbeschädigt in die Bohrung! In der virtuellen Realität ist das aber kein Problem:



- Die Lage der Bauteile zueinander wird über Zusammenbau-Abhängigkeiten festgelegt. Insbesondere für rotationssymmetrische Bauteile (z.B. unser Niet) ist das **Einfügen**  eine sehr intuitive Montage-Möglichkeit. Man wählt einfach von den Flächen, welche nach der Montage aufeinander liegen sollen, die zugehörigen Kreiskanten (Siehe vorheriges Bild). Dabei muss man nur beachten, dass man z.B. bei der Fase am Lochrand die äußere Kreiskante trifft!
- Bei genauen Hinschauen sollte man nach dem Einfügen einen Spalt zwischen Nietkopf und einer Klinge erkennen. Ein Verklemmen der Klingen infolge des Nietes ist damit nicht zu befürchten:



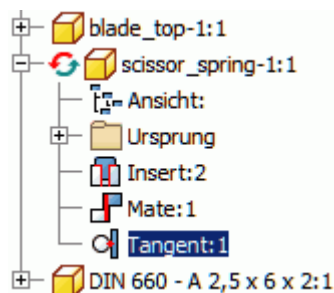
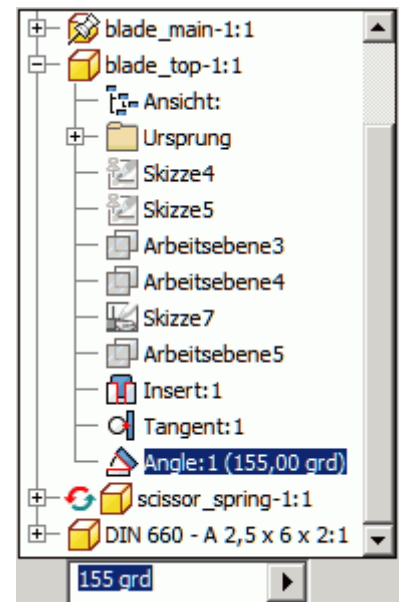
## Funktionsprüfung

Wir haben einen Eindruck erhalten, wie man virtuelle Bauteile zu virtuellen Baugruppen zusammenbaut. Nun wenden wir uns einem weiteren wichtigen Aspekt zu - dem funktionellen Verhalten der virtuellen Objekte.

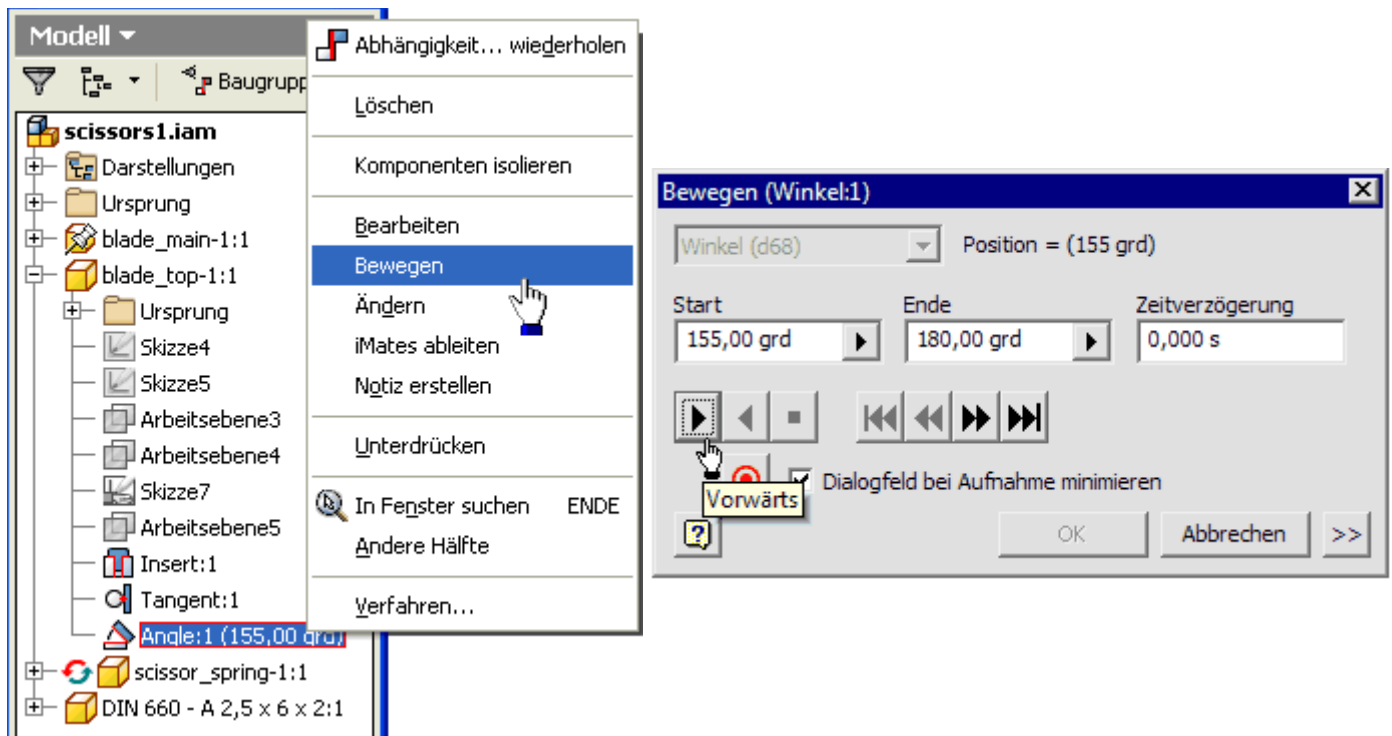
Bei einer realen Gelenk-Schere kann man den Winkel zwischen den beiden Klingen manuell verändern und damit z.B. Papier (oder Draht) schneiden. Unsere virtuelle Schere besitzt eine Rückstellfeder, so dass Kraft nur für das Zusammendrücken der Klingen aufgebracht werden muss.

Einfaches Klicken und Ziehen mit der Maus genügt im Beispiel nicht, um die nicht fixierte Klinge zu bewegen:

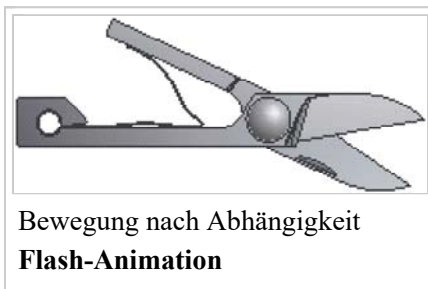
- Die bewegliche Klinge ist mit der fixierten Klinge (*Symbol=Reißzwecke*) über eine Winkelabhängigkeit verknüpft. Diesen Winkel kann man manuell ändern (Siehe Bild rechts).
- Die Stellung der Bauteile zueinander wird nach einer Winkeländerung automatisch aktualisiert.
- Man beachte, dass sich die Form der Rückstellfeder adaptiv an die geänderte Stellung der Klingen anpasst. Das wird erzwungen, weil die Feder immer tangential an einer Fläche der beweglichen Klinge anliegen soll:



- Mit einer manuellen Winkeländerung kann man noch keine kontinuierliche Schneidbewegung nachbilden. Die Änderung dieses Winkelwertes kann man jedoch Automatisieren (**Kontextmenü der Winkelabhängigkeit > Bauteil nach Abhängigkeit bewegen**):



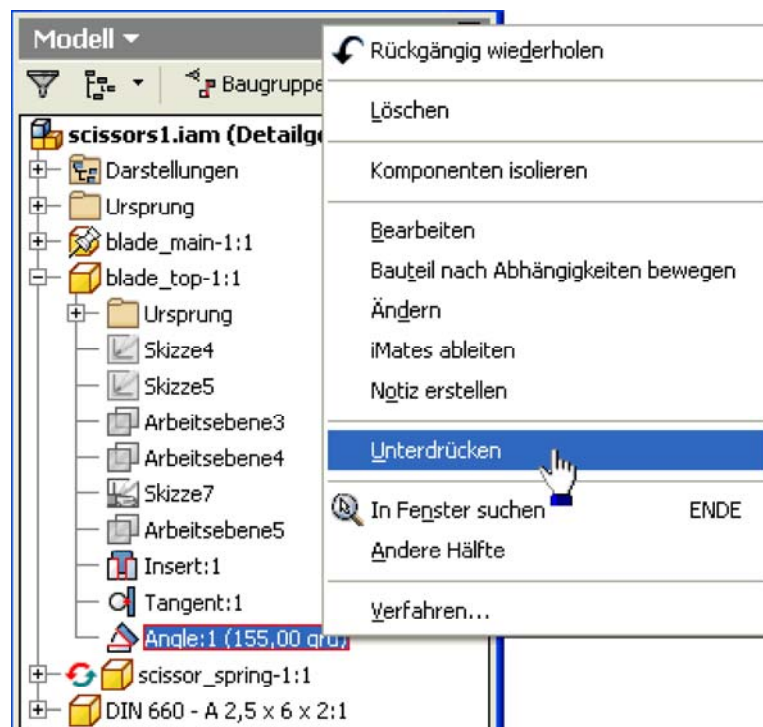
- Die Bewegung kann man als Video aufzeichnen. Bei der folgenden Flash-Animation wurde auf eine geringe Datenrate geachtet, prinzipiell sind jedoch fotorealistische Darstellungen solcher Bewegungsabläufe möglich:



- Die Immersion in der virtuelle Realität beruht wesentlich auf der direkten, körperlich-sensorischen Interaktion mit den virtuellen Objekten. In diesem Sinne möchte man die virtuelle Schere einfach anfassen und mit der Hand wie eine reale Schere bedienen. Das funktioniert mit dem Autodesk Inventor und anderen Standardkonfiguration von CAD-Systemen zur Zeit noch nicht!
- Eine sehr intuitive Möglichkeit der Interaktion ist jedoch das Erfassen von virtuellen Objekten mit dem Cursor der Computermaus und ihre Bewegung durch Ziehen des Cursors. Wir werden abschließend unsere Scheren-Baugruppe so umkonfigurieren, dass diese Art der Bewegung möglich ist:

- Da der Winkel zwischen beiden Klingen über einen konkreten Wert exakt vorgegeben ist, existiert kein Freiheitsgrad der Bewegung für das Schwenken der Klingen. Mittels **Kontextmenü** > **Unterdrücken** wir die Wirkung des Winkelwertes:





- Die Feder innerhalb der Baugruppe müssen wir löschen, weil die adaptive Anpassung eines Bauteils (zur Zeit noch) nicht zusammen mit dem manuellen Bewegen von Bauteilen funktioniert. Das "Unterdrücken" der Feder ist leider nicht ausreichend.

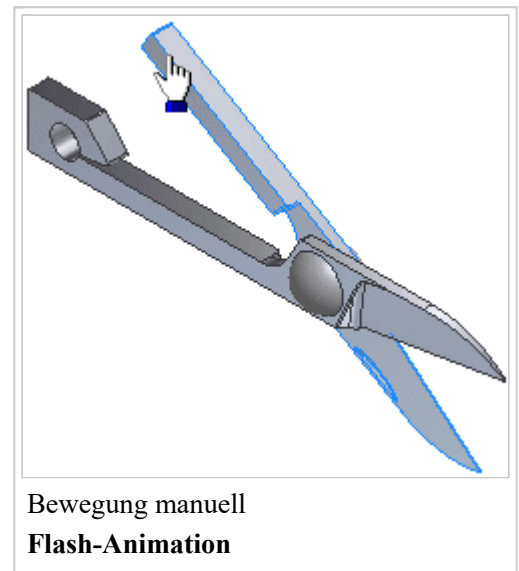
Nach dem Löschen der Feder kann man die obere Klinge der Schere mit dem Cursor im Rahmen ihres Freiheitsgrades problemlos bewegen:

- Man wird relativ schnell merken, dass sich die virtuelle Realität im Beispiel etwas anders verhält, als die Wirklichkeit.
- Da entsprechende Begrenzungen im CAD-Modell nicht definiert wurden, können sich die Griffe der beiden Klingen bei der Bewegung durchdringen.

## Zusammenfassung

Anhand des sehr einfachen Beispiels einer Schere haben wir einen ersten Eindruck von einem modernen CAD-System erhalten:

- Das Hantieren mit vorhandenen virtuellen 3D-Objekten ist weitestgehend intuitiv möglich.
- Die Entwicklung hin zu virtueller Realität mit den Möglichkeiten der Immersion lässt sich bei entsprechender Entwicklung der Hardware für die nächsten Jahre erahnen.
- In der virtuellen Umgebung des CAD-Systems kann man die Funktion der virtuellen Konstruktionen überprüfen.



Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_Ein\\_Hauch\\_von\\_virtueller\\_Realitaet&oldid=18009](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_Ein_Hauch_von_virtueller_Realitaet&oldid=18009)“

■

# Software: CAD - Tutorial - BONUS-Aufgabe

Aus OptiYummy



- Studentische Übung in der Lehrveranstaltung "Geräteentwicklung" (TU Dresden) -  
Technisches Darstellen - Computer Aided Design (CAD)

## 2. Bearbeiten der BONUS-Aufgabe



Autor: Dr.-Ing. Alfred Kamusella

### Hinweise:

Teilnehmer der Lehrveranstaltung **Geräteentwicklung** der TU Dresden können durch Bearbeiten und Einsenden der Lösung dieser BONUS-Aufgabe maximal **zwei Zusatzpunkte** für die zugehörige Abschlussklausur erwerben. Voraussetzung ist die Einsendung einer korrekten individuellen Lösung. Die individuelle Lösung wird auf Grundlage der 7-stelligen Matrikelnummer generiert:

1. Die 2 vorletzten Ziffernstellen **XX** der Matrikel-Nr. nnnn**XX**n bilden die Teilnehmer-Nr.**XX** (00..99).
2. Für jeden Teilnehmer wird eine Datei **BONUS2015\_XX.ipt** in einem **ZIP-Archiv** bereitgestellt, welche für die Lösung der Aufgabe zu verwenden ist.
3. Stimmen Matrikel-Nummer und Lösungsdatei nicht überein, können keine BONUS-Punkte vergeben werden. Nachträglich umbenannte Dateien z.B. von "Gruppenlösungen" werden nicht anerkannt!

### Aufgabenstellung: 😊

- Innerhalb der "Geräteentwicklung" ist ein **2-Punkt-Bonus** zu konstruieren. Jeder hat sicher schon von einem **Konus** gehört! Aber was für ein Bauteil verbirgt sich hinter einem Bonus?
- Einen Bonus erhält man aus einem Rohteil auf Basis einer guten **Führung**, etwas **Toleranz** und **Anpassung** an die Rahmenbedingungen.
- In unserem Fall sollte man auch ein gewisses **Spiel** nicht vernachlässigen, damit das Ganze funktioniert.
- Ein 2-Punkt-Bonus zeichnet sich durch eine 2-Punkt-Auflage aus (*Siehe Bild*), welche zu einer Art **Spagat** des Bauteils zwischen den Auflagepunkten führt.
- In jedem Frühjahr erscheint eine neue Version von *Autodesk Inventor Professional*. Teile der erläuternden Bilder innerhalb des Übungsscripts sind aus Aufwandsgründen noch mit Vorgängerversionen erstellt. Da die Unterschiede zwischen den Versionen an den betreffenden Stellen gering sind, ist dies für das Lösen der Aufgabenstellung ohne Bedeutung.

### Fertigungsorientierte Modellbildung:

- Im Folgenden wird Schritt für Schritt beschrieben, wie man das CAD-Modell eines 2-Punkt-Bonus entwickelt.
- Aus diesem CAD-Modell werden danach die für die Fertigung erforderlichen Zeichnungsansichten abgeleitet.

#### 1. Bauteil (CAD-Modell)

- Vorlage und Koordinatensystem
- Basiselement (Rohteil)
- Skizzierte Elemente
- Platzierte Elemente

#### 2. Zeichnung

- Zeichnungsansichten
- Mittellinien
- Bemaßung
- Schriftfeld

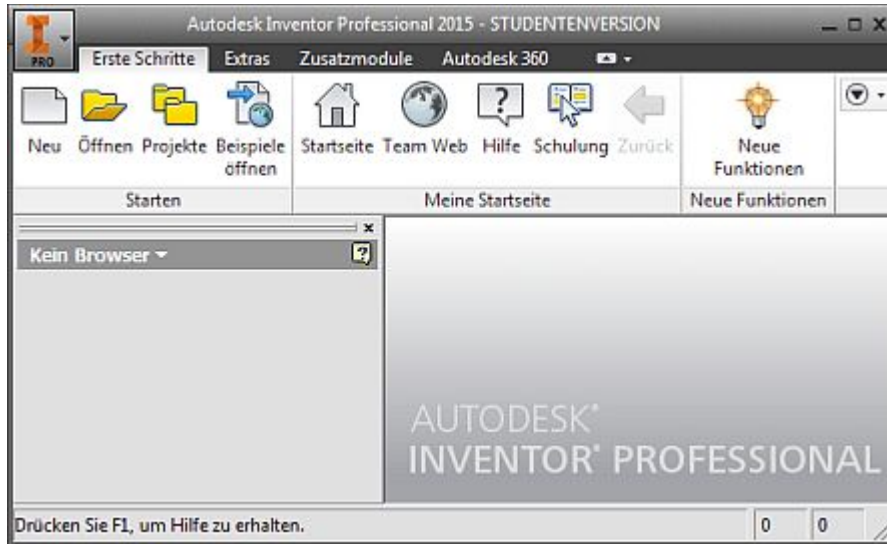
# Software: CAD - Tutorial - BONUS - Vorlage und Koordinatensystem

Aus OptiYummy

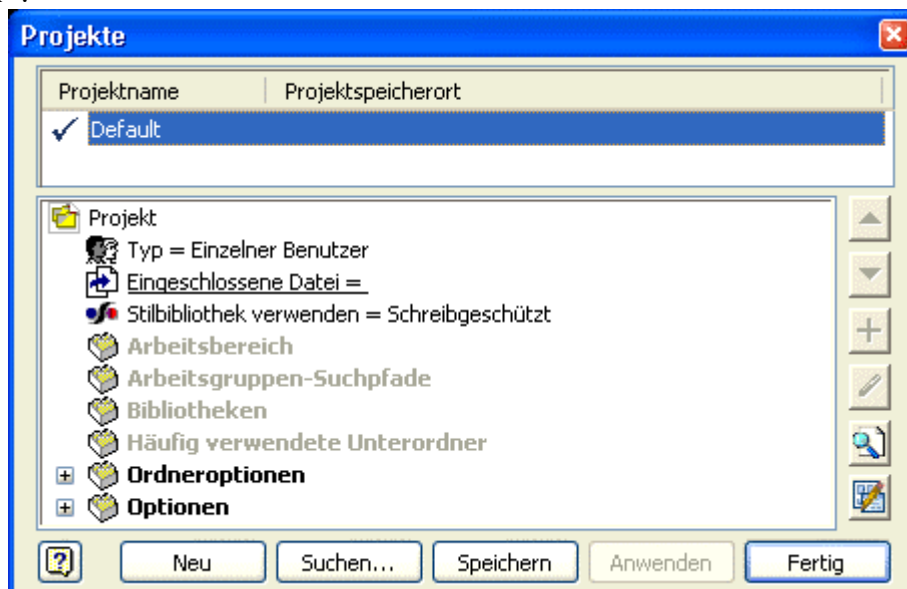


## Bauteil-Vorlage und -Koordinatensystem

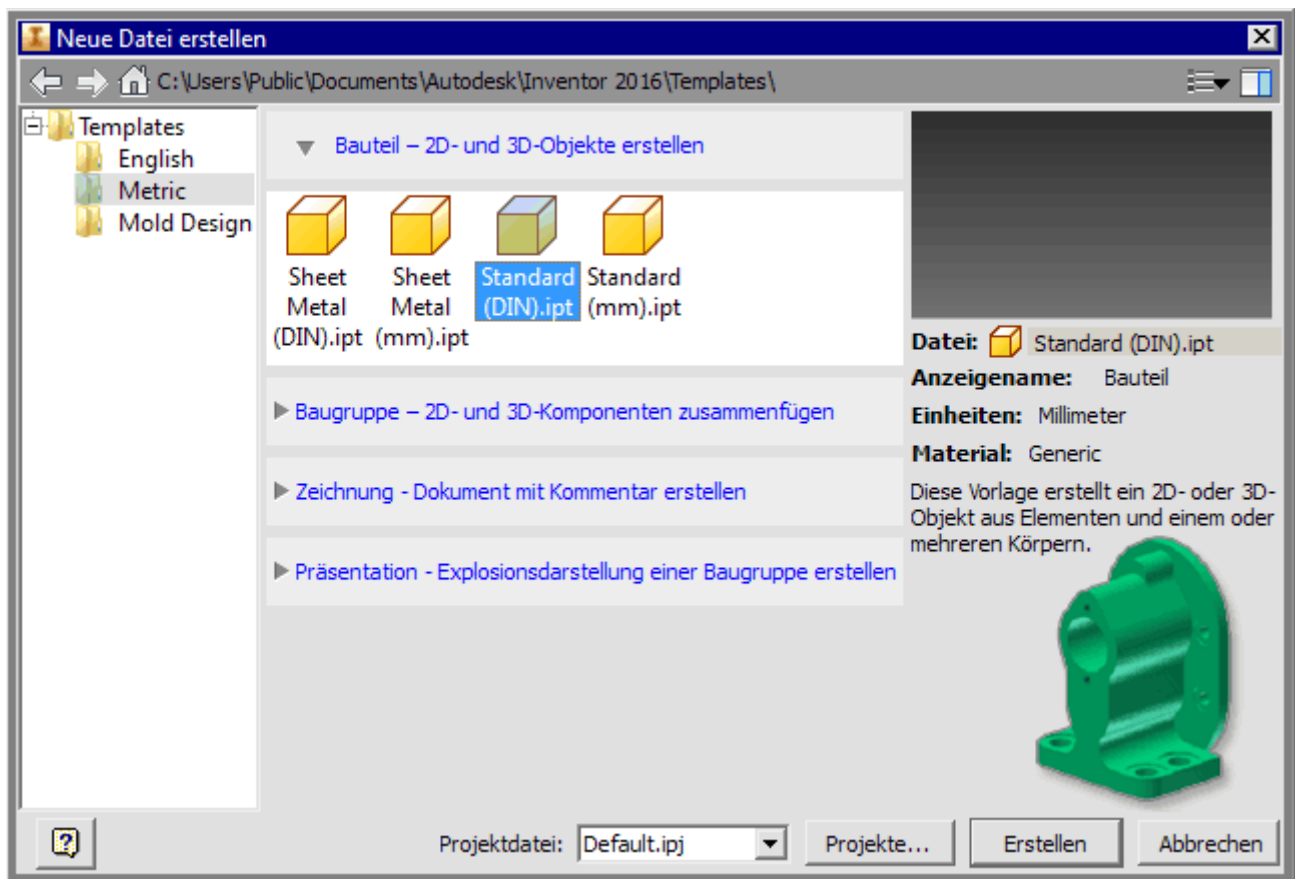
Nach dem Start von *Autodesk Inventor* ist in der Multifunktionsleiste *MFL* die Registerkarte *Erste Schritte* aktiv. Die im Grafikbereich erscheinende Startseiten-Datei schließen wir:



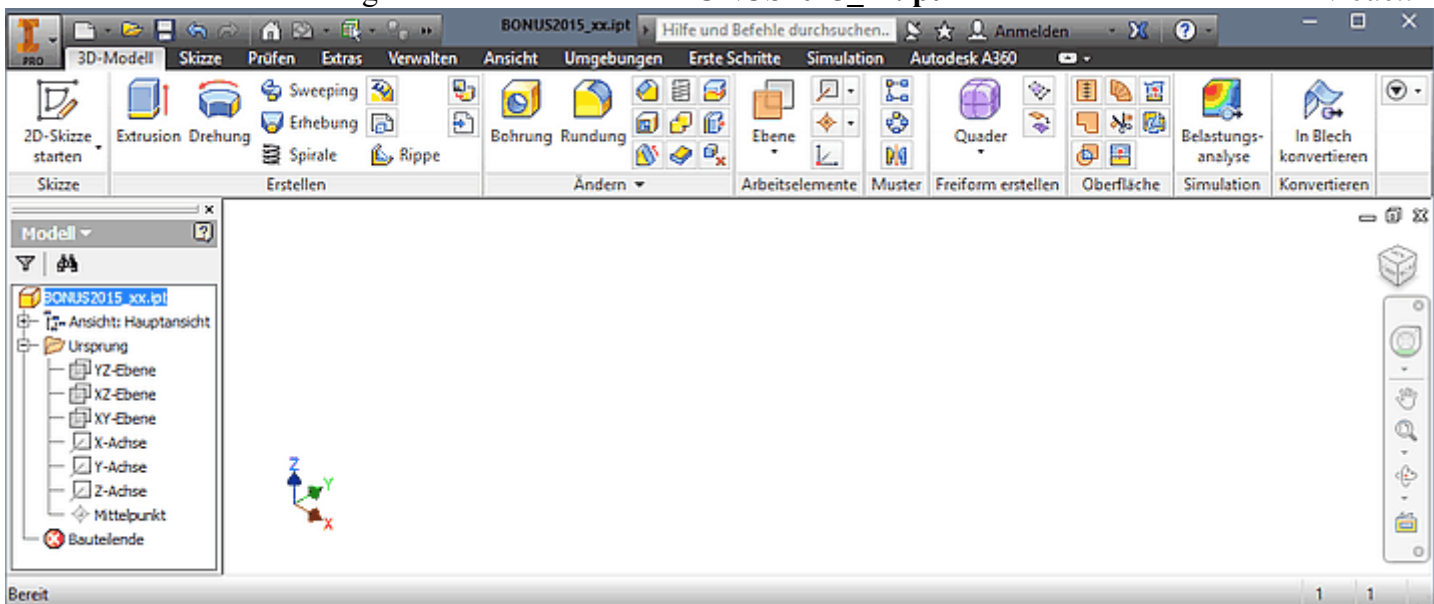
Jegliche Arbeit im CAD-System erfolgt im Rahmen eines Projektes. Der Aufruf von **Projekte** in der *MFL* führt zu einer Übersicht der vorhandenen Projekte. In dieser einführenden Übung sollten wir darauf achten, dass *Default* als Projektname ausgewählt und aktiv ist. Das damit definierte Standard-Projekt verwaltet die CAD-Dateien im Ordner "**Dokumente\Inventor**":



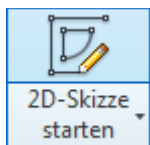
- WICHTIG:**  
 Teilnehmer an der Lehrveranstaltung **Geräteentwicklung** der TU Dresden müssen die Datei **BONUS2015\_xx.ipt** (xx=Teilnehmer-Nummer) aus dem bereitgestellten **ZIP-Archivfile** in den Ordner **Dokumente\Inventor** kopieren. Im *Autodesk Inventor* werden wir diese Bauteildatei (.ipt=inventor part) über die *MFL* **öffnen**.
- Hinweis: NICHT AUSFÜHREN** → Normalerweise beginnt man bei einem neuen Bauteil über *MFL* > *Neu*. Dort wählt man die metrische Standard-Vorlagendatei **Standard.ipt**:



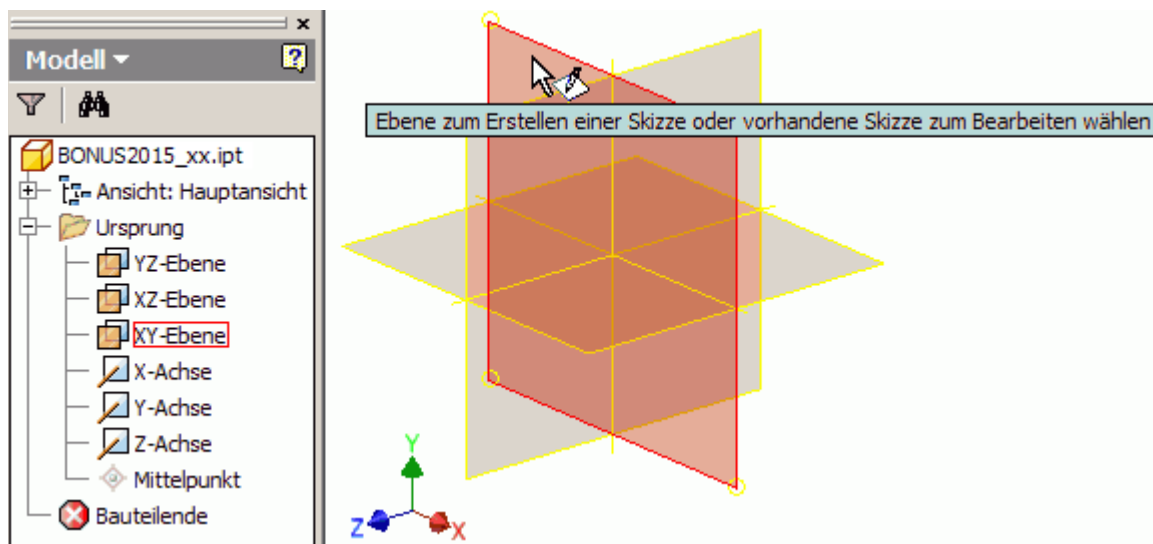
- Nach dem Öffnen der bereitgestellten Bauteil-Datei **BONUS2015\_xx.ipt** befindet man sich im Modus **Modell**:




- Es existiert in der CAD-Datei ein Bauteil-Koordinatensystem **Ursprung** mit dem **Mittelpunkt** (0,0,0). Die obigen Details des Ursprung-Koordinatensystems werden im Modell-Browser erst sichtbar, wenn wir den zugehörigen Ordner öffnen (Klick auf + vor Ordnersymbol **Ursprung**).



Wir erstellen die Basis-Skizze für das Rohteil auf der XY-Ebene des Bauteil-Koordinatensystems:



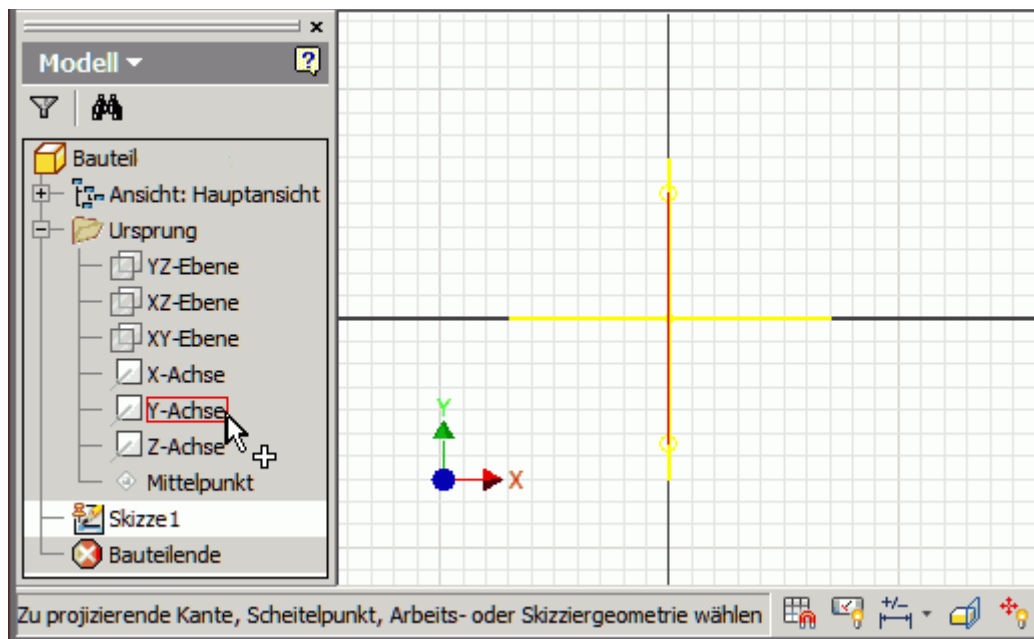
- Die Ansicht wird danach an der Skizzier-Ebene ausgerichtet und man befindet sich im Skizzen-Modus.
- In der MFL ist jetzt die Registerkarte **Skizze** mit den Funktionen für die 2D-Geometrie aktiv.

**Hinweis:** Seit der *Inventor Version 2014* sind die Rasterlinien in der Skizze standardmäßig ausgeschaltet. Für den Einsteiger ist die Ansicht der Skizzierfläche als "Rasterblatt" sinnvoll. Das Einschalten erfolgt unter  >

**Optionen > Skizze > Rasterlinien(EIN).**



Damit man ein Bauteil am Koordinatensystem verankern kann, sollte man grundsätzlich **Mittelpunkt**, **X-Achse** und **Y-Achse** in die Basisskizze zu projizieren! Nach Aktivieren von **Geometrie projizieren** muss man diese Elemente im Modell-Browser anklicken. Es erscheinen dann der Punkt und zwei Strecken als unscheinbare Elemente in der Skizze:



**Hinweis:** Befehle beendet man mittels **ESC-Taste**, über das Kontext-/Markierungsmenü (rechte Maustaste) oder durch Aufruf des nächsten Befehls.

← →

Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_BONUS\\_-\\_Vorlage\\_und\\_Koordinatensystem&oldid=17989](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS_-_Vorlage_und_Koordinatensystem&oldid=17989)“

▪

# Software: CAD - Tutorial - BONUS - Basiselement

Aus OptiYummy



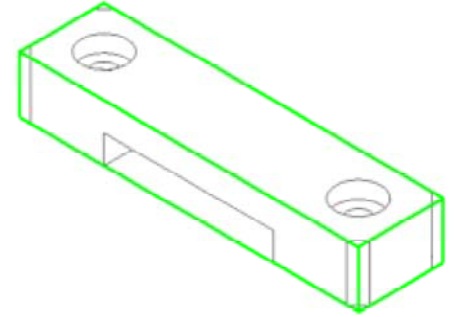
## Basiselement (Rohteil)

### CAD-Modelle von Bauteilen:

sollten grundsätzlich fertigungsorientiert entwickelt werden. Man muss also zuerst klären, mit welchem Fertigungsverfahren das Teil herzustellen ist!

Handelt es sich z.B. um ein abtragendes Verfahren, so beginnt man mit dem Rohteil. Dieses muss in der Größe den Hauptabmessungen des Bauteils entsprechen.

Das CAD-Modell entsteht sequentiell durch die schrittweise Definition von Elementen.



### Elemente:

sind abgegrenzte Einheiten parametrischer Geometrie, aus denen die komplexere Geometrie von Bauteilen zusammengesetzt wird.

### Basiselement:

ist das erste Element, das in einem Bauteil erstellt wird. Das Basiselement sollte die Ausgangsform (=Rohteil) des Bauteils darstellen.



### Skizziertes Element:

entsteht als Volumen-Element aus einer 2D-Skizze durch Anwendung geometrischer Operationen (z.B. Extrusion, Rotation).

Das durch ein skizziertes Element erstellte Volumen kann mit dem Volumen vorhandener Elements verbunden oder von diesen subtrahiert werden. Außerdem kann die gemeinsame Schnittmenge bestimmt werden.

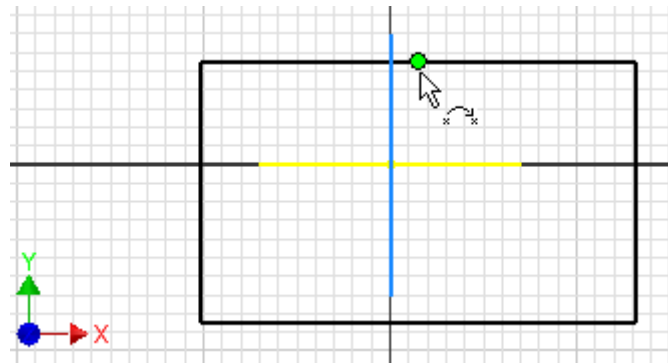
## Geometrie des Basiselements

Das BONUS-Teil soll im Beispiel aus einem rechteckigem Aluminium-Profil spanabhebend entstehen. Wir benötigen auf Grund der Außenabmessungen als Rohteil einen Quader mit den Abmessungen **10x15x60 mm<sup>3</sup>**. Die Modellierung dieses Quaders als skizziertes Element wird im Folgenden detailliert beschrieben:

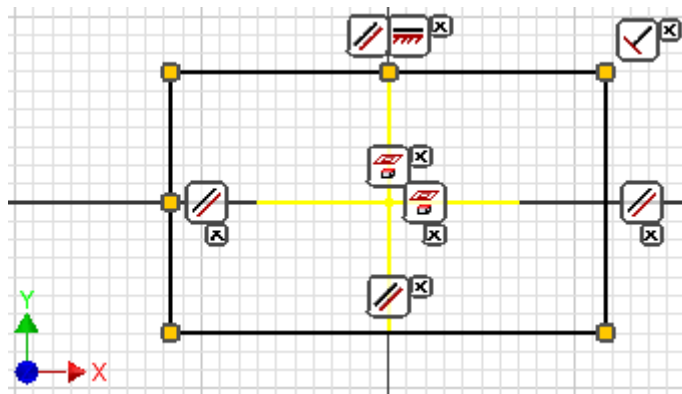
- Wir skizzieren dafür in der Basis-Skizze (Skizze1) zuerst ein Rechteck  (praktisch "Freihand") in beliebiger Größe. Die beim Zeichnen eingeblendeten Positionen und Abmessungen sollte man ignorieren. Die gewünschte Größe wird erst **später** durch Bemaßung festgelegt!
- Beim Skizzieren des Rechtecks sollten wir auch nicht versuchen, dieses mittig an den Koordinatenachsen auszurichten. Die erforderliche "Verankerung" am Koordinatensystem erfolgt **später** durch Definition von Skizzierabhängigkeiten!
- Nach dem Skizzieren eines Rechtecks ist das CAD-System bereit für das Skizzieren des nächsten Rechtecks. Diesen Modus kann man durch die Taste **ESC** verlassen.
- Wir werden das Rechteck in Bezug auf die Koordinatenachsen zentrieren. Danach soll es am Bauteil-Koordinatensystem verankert sein, damit man es weder verschieben noch verdrehen kann:
  - Aus der Befehlsgruppe **MFL > Skizze > Abhängig machen** verwenden wir die Abhängigkeit **Koinzident**  ("übereinstimmend"). Mit dieser Abhängigkeit fixieren wir die **Mittelpunkte** zweier orthogonaler Rechteckseiten an der projizierten **X-Achse** bzw. **Y-Achse**.



- Dazu ist jeweils zuerst eine Achse zu wählen. Danach wählt man den Mittelpunkt der Rechteckseite, den man an der gewählten Achse befestigen möchte (Mittelpunkt muss dabei "aufleuchten").
- Das folgende Bild zeigt das Befestigen des Mittelpunktes der oberen Rechteckseite an der zuvor markierten Y-Achse. Analog dazu befestigt man den Mittelpunkt der linken oder rechten Rechteckseite an der X-Achse:



Die Abhängigkeiten der Skizzenelemente kann man mittels der Taste **F8** als Symbole einblenden (und mit **F9** wieder ausblenden):



Die Abhängigkeitssymbole sind intuitiv interpretierbar und sollen für das obige Beispiel kurz erläutert werden:

- **Koordinatenachsen**
  - Es handelt sich um projizierte Geometrie.
- **Rechteck**
  - Die Seiten sind an den Ecken miteinander verbunden ("Koinzident").
  - Gegenüberliegende Seiten sind parallel zueinander.
  - Die obere Seite ist waagrecht.
  - Die obere und die rechte Seite sind lotrecht zueinander (und damit alle Winkel=90°).
  - Die Mittelpunkte von 2 Seiten liegen auf den projizierten Koordinatenachsen ("Koinzident").

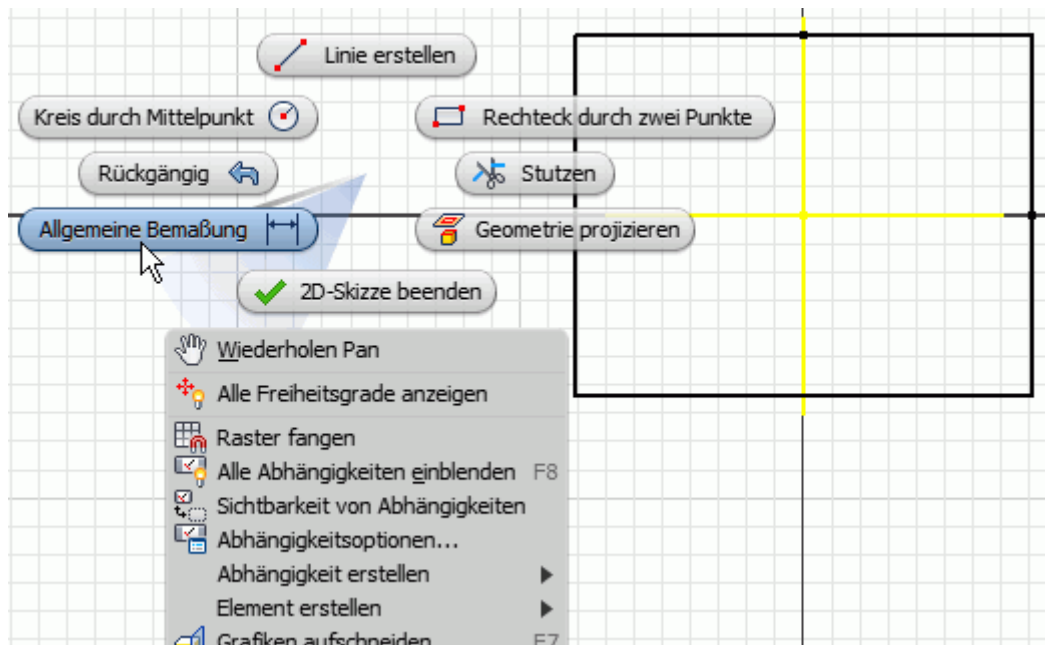
Skizzierabhängigkeiten legen die Form einer Skizze fest. Im Beispiel handelt es sich um ein Rechteck, in welchem die Koordinatenachsen des Bauteils die Symmetrielinien bilden.

2D-Elemente in Skizzen sind unbestimmt groß, solange ihre Größe nicht durch Bemaßung festgelegt wird. Praktisch bedeutet dies, dass man z.B. mit dem Maus-Cursor die Größe durch Ziehen noch beliebig ändern kann (Probieren an den Eckpunkten!).

Wir legen die Größe des Rechtecks von **60x15 mm<sup>2</sup>** durch Bemaßung zweier Rechteckseiten fest:

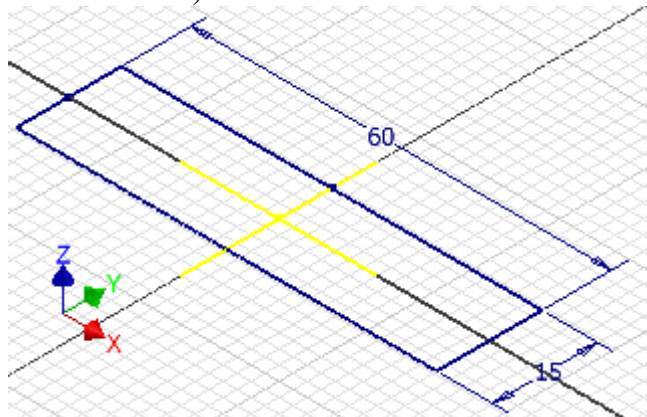
- **MFL > Bemaßung** oder Kontext-/Markierungsmenü (rechte Maustaste):





**Achtung:** Für Kontext-/Markierungsmenü den Cursor auf Grafik-Hintergrund platzieren - es darf kein Skizzenelement "leuchten", da sich das Menü ansonsten auf das markierte Element bezieht!

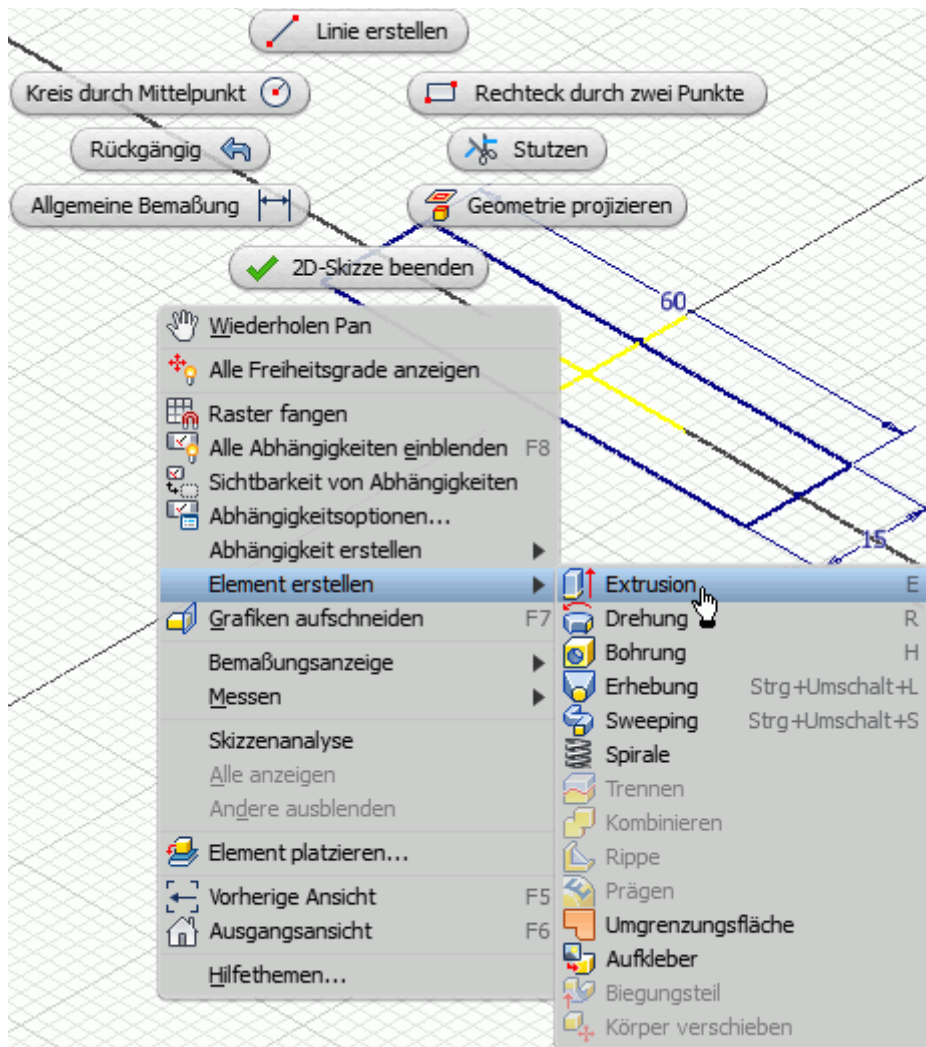
- Anklicken einer Rechteckseite und ziehen der Bemaßung auf die gewünschte Position.
- Eintragen der gewünschten Kantenlänge in das Dialogfeld.
- Beenden der Bemaßungsfunktion (**ESC**).
- Über die Modellbemaßung kann die aktuelle Größe des Profil-Querschnitts auch später noch beeinflusst werden (nach Doppelklick auf eine Maßzahl).



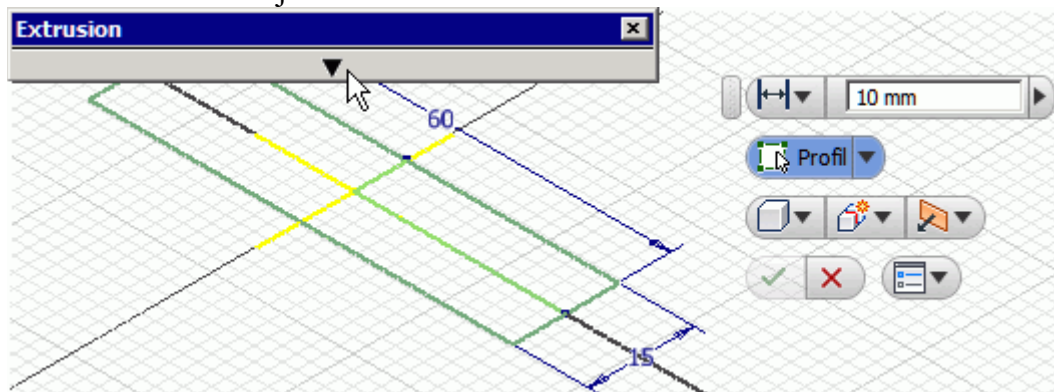
Zur besseren Sichtbarkeit der Element-Erzeugung wechseln wir zuvor über das Kontextmenü in die **Ausgangsansicht** (Isometrieansicht) oder wählen die "Start"-Ansicht am **ViewCube**:

- Dann können wir sehr anschaulich das **Element erstellen** (Kontextmenü) mittels **Extrusion** des Rechteck-Profiles:

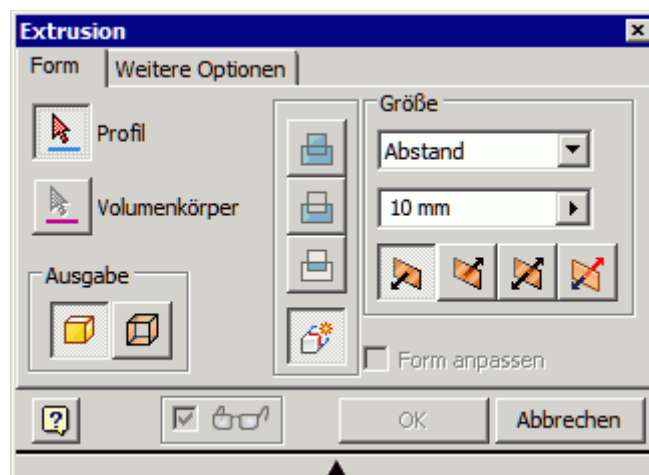




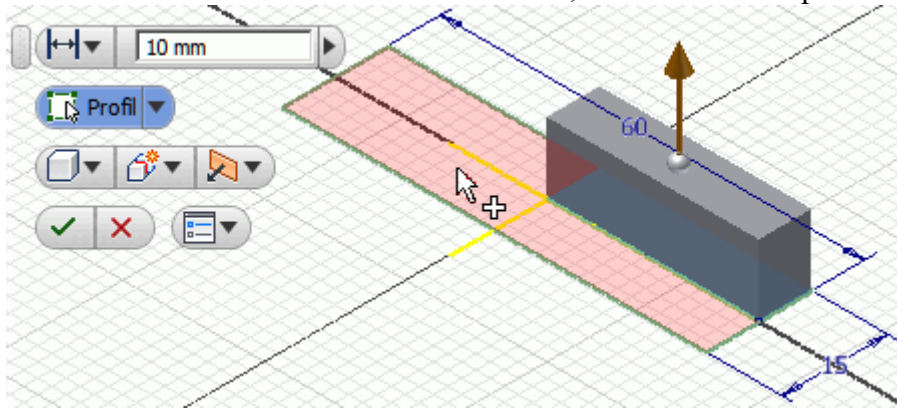
- Standardmäßig wird für viele Dialogfelder nur der sogenannte Mini-Werkzeugkasten geöffnet, der das "direkte" Arbeiten an den CAD-Objekten effektiviert:



- Für den Einsteiger ist es sinnvoll, das komplette Dialogfeld zu öffnen, um die verfügbaren Funktionen besser zu überschauen:



- Das zu extrudierende Rechteckprofil ist wahrscheinlich durch die Koordinatenachsen in Teilbereiche zerlegt. In diesem Fall muss man nacheinander alle Teilbereiche wählen, bis man das komplette Rechteck erfasst hat:

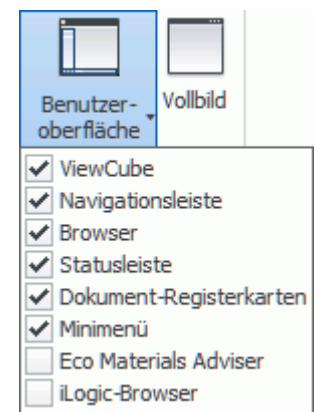


- Die erforderliche Extrusionshöhe und Richtung stimmt im Beispiel "zufällig" mit den Standardvorgaben überein. Wir können die Extrusion nach der Auswahl des Profils also bestätigen.
- Damit haben wir die Geometrie des Basiselements (Rohteil) erstellt (**Speichern** nicht vergessen - es ist eine Formatumwandlung erforderlich, wenn die Datei mit einer älteren Inventor-Version erstellt wurde!).

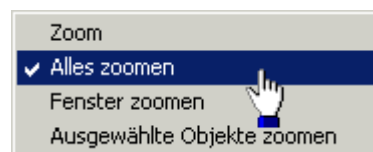
## Hinweise zu Navigationswerkzeugen

Die Benutzeroberfläche stellt verschiedene Werkzeuge bereit, um die Größe und Position der grafischen Darstellung des CAD-Modells zu verändern. Wir erkunden als Einstieg die Funktionen der Navigationsleiste, welche transparent am rechten Rand des Grafikfensters platziert ist:

Falls man die Navigationsleiste aus Versehen schließt, so kann man sie über die *MFL*-Registerkarte **Ansicht** unter dem Button **Benutzeroberfläche** wieder einschalten.



- Das Navigationsrad (*SteeringWheel*) ist das universellste Navigationswerkzeug. Seine Funktion erkunden wir noch nicht, da die anderen Werkzeuge vorläufig ausreichen.
- Das Pan-Werkzeug verschiebt die Ansicht auf das CAD-Modell in der aktuellen Ansichtsebene. Mit einer 3-Tastenmaus kann man auf dieses Werkzeug verzichten, da das Drücken der mittleren Maustaste bzw. des Laufrades die Pan-Funktion aktiviert.
- Das Zoom-Werkzeug ist über den Pfeil am Zoom-Button auf verschiedene Zoom-Arten umschaltbar:



Das Drehen am Laufrad einer Maus führt zu einem schrittweisen Zoomen, welches jedoch die kontinuierliche Zoomfunktion des Zoom-Werkzeuges nicht immer ersetzen kann.

- Eine ausgewählte ebene Fläche wird parallel zum Bildschirm ausgerichtet oder eine ausgewählte Kante bzw. Linie horizontal auf dem Bildschirm positioniert. Man kann auch eine Ebene des Ursprungkoordinatensystems im Modellbrowser wählen (z.B. für eine Seitenansicht).
- Der Drehorbit bietet je nach Angriffspunkt des Cursors verschiedene Möglichkeiten, die Ansicht zu drehen.

Der sogenannte **ViewCube** als Werkzeug für die 3D-Navigation macht den Nutzung des Drehorbits meist überflüssig:



- Der "Ansichtswürfel" ergänzt den 3D-Orbit, indem man durch Ziehen am *ViewCube* eine Drehung der Ansicht ausführt.
- Es besteht die Möglichkeit der Wahl aller möglichen Orthogonal- und Iso-Ansichten durch Anklicken der entsprechenden Flächen bzw. Kanten des Würfels (Funktion "Ausrichten nach ...").
- Durch den *ViewCube* erfolgt eine anschauliche visuelle Rückkopplung zur aktuell eingestellten Ansicht.

## Eigenschaften des Bauteils

Das CAD-Modell eines Bauteils bildet nicht nur Geometrie ab, sondern kann zusätzlich noch "beliebige" andere Eigenschaften des realen Bauteils beschreiben, z.B.:

### 1. Physikalische Eigenschaften

- Verwendetes Material
- Resultierende Masse, Oberfläche, Volumen, Trägheitsmomente
- ...

### 2. Verwaltungsinformationen

- Beschreibung des Bauteils
- Urheberschaft
- Zuordnung zu einem Projekt
- Bearbeitungsstatus
- ...

Die grundlegenden Eigenschaften des zu modellierenden Bauteils sollte man bereits bei der Definition des Basiselements beschreiben. Zu diesem Zeitpunkt sind die wesentlichen Eigenschaften des Bauteils bekannt, man hat sich z.B. schon bewußt für ein Material und eine geeignete Profilform für das Rohteil entschieden.



> **iProperties** ermöglicht es, das Bauteil mit den gewünschten Eigenschaften versehen. Wir beginnen mit der physikalischen Eigenschaft **Material**:

- Einem neuen Bauteil wird standardmäßig nur das **Standard**-Material zugewiesen (ein "Pseudo"-Material der Dichte **1 g/cm<sup>3</sup>**). Die daraus resultierenden Eigenschaften (z.B. Bauteil-Masse) sind noch nicht berechnet:

- Wir wählen **Aluminium - 6061** als Material. In Abhängigkeit von der Inventor-Version unterscheiden sich die Material-Parameter ein wenig. Es erfolgt automatisch eine Berechnung der abhängigen physikalischen Eigenschaften mit der angeforderten Genauigkeit (Default=niedrig):

Volumenkörper

Das Bauteil  Aktualisieren

Material  Zwischenablage

Aluminium - 6061

Dichte  Angeforderte Genauigkeit

2,710 g/cm<sup>3</sup> Niedrig

Allgemeine Eigenschaften

Schwerpunkt

Masse  0,024 kg (Relativer Fehler) X  0,000 mm (Relative)

Fläche  3300,000 mm<sup>2</sup> (F) Y  0,000 mm (Relative)

Volumen  9000,000 mm<sup>3</sup> (F) Z  5,000 mm (Relative)

Eigenschaften Trägheitsmomente

Haupt Global Schwerpunkt

Hauptträgheitsmomente

I1  0,661 kg mm<sup>2</sup> I2  7,520 kg mm<sup>2</sup> I3  7,774 kg mm<sup>2</sup>

Drehung nach Hauptträgheitsmomenten

Rx  0,00 grad (Relat) Ry  0,00 grad (Relat) Rz  0,00 grad (Relat)

- **Hinweis:** Hinter jedem berechneten Wert steht der relative Fehler für diesen Wert. Das ist sehr ungünstig gelöst, da man erst den Cursor in das entsprechende Textfeld setzen und diesen manuell nach rechts positionieren muss, damit der Fehlerwert sichtbar wird!

Für die Einordnung des Bauteil-Modells in das Produkt-Modell der übergeordneten Produktentwicklung werden zusätzliche Informationen benötigt. Diese umfassen u.a. personelle, organisatorische, technologische und ökonomische Aspekte:

- Die nicht-physikalischen Angaben werden firmenspezifisch unterschiedlich behandelt.
- Wir werden fragmentarisch u.a. individuelle Werte für den Bearbeiter eintragen:

Allgemein Übersicht Projekt Status Benutzerdefiniert Speichern Physikalisch

Titel:  2-Punkt-Bonus

Thema:  LV Geräteentwicklung - CAD-Übung

Autor:  Nachname, Vorname (des Teilnehmers)

Manager:  Dr. Kamusella

Firma:  TU Dresden

---

Kategorie:  Übung

Schlüsselwörter:

Kommentare:  2 Zusatzpunkte für die Abschlussprüfung!

Vorlage:  Vorschaugrafik speichern

- Als **Autor** trägt jeder Teilnehmer der Lehrveranstaltung seinen eigenen Namen ein.
- Vom nächsten Eigenschaftsregister werden im Folgenden nur die in der Übung zu modifizierenden Felder angezeigt:



Allgemein	Übersicht	Projekt	Status	Benutzerdefiniert	Speichern	Physikalisch
Speicherort:	D:\Dokumente					
Dateiuntergruppe:	Modeling					
Bauteilnummer:	CAD-201#/xx (Teilnehmer xx=00..99)					
Bestandsnummer:						
Bezeichnung:	2-Punkt-Bonus					
Revisionsnummer:	Matrikelnummer des Teilnehmers!					
Projekt:	BONUS					
Konstrukteur:	Nachname (des Teilnehmers)					

- Jeder **Teilnehmer** der Lehrveranstaltung trägt seine individuellen Daten ein (Jahreszahl 2016, Teilnehmer-Nr. xx, Matrikel-Nr., Nachname).
- Für unser BONUS-Teil genügen diese Einträge, um die Möglichkeiten der Eigenschaftdefinition zu erkennen.
- Bei der späteren Erstellen der technischen Zeichnung werden wir sehen, dass diese Eigenschaften automatisiert in das Schriftfeld eines Zeichnungsblattes eingefügt werden können.

← →

Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_BONUS\\_-\\_Basiselement&oldid=17993](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS_-_Basiselement&oldid=17993)“

▪

# Software: CAD - Tutorial - BONUS - Skizzierte Elemente

Aus OptiYummy



## Skizzierte Elemente

Das Basiselement (Rohteil) wurde von uns in Form eines skizzierten Elements durch Extrusion aus einer Profil-Skizze entwickelt:

- **Skizziertes Element:** Ein Elementvolumen wird z.B. durch Extrusion, Sweeping, Drehen oder Erheben eines skizzierten 2D-Profiles erstellt. Das erstellte Volumen kann mit dem Volumen vorhandener Elemente verbunden oder von diesem subtrahiert werden. Außerdem kann man die gemeinsame Schnittmenge bestimmen.
- **Fertigungsorientierte CAD-Modellierung:** Nach welchem Prinzip man aufbauend auf dem Basiselement weitere skizzierte Elemente erstellt, muss überwiegend durch das verwendete Fertigungsverfahren bestimmt werden:

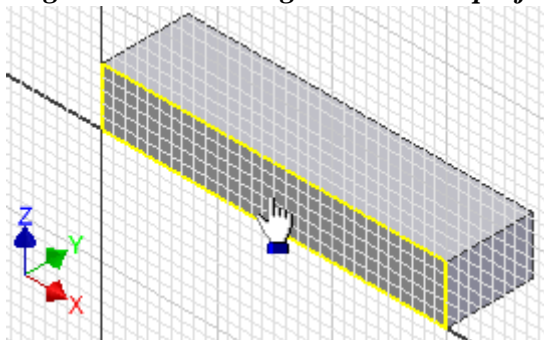
Die geometrischen Modelloperationen sollten möglichst gute Analogien zu den anzuwendenden Fertigungsschritten darstellen.

Das ist günstig für die gedankliche Vorstellung bei der Entwicklung des CAD-Modells, da der digitale Prototyp dann durch die gleichen Arbeitsschritte entsteht, wie das zu fertigende Bauteil.

Bei abtragendem Fertigungsverfahren werden vom Rohteil schrittweise geometrische Elemente (Material-Volumina) entfernt. Am konkreten BONUS-Teil muss man zuerst mittig auf der Unterseite des Rohteils ein rechteckiges Führungsprofil mit einem Querschnitt von **5x30 mm<sup>2</sup>** herausfräsen:



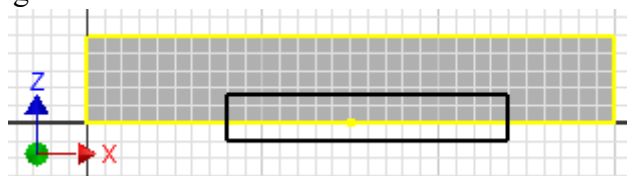
- Dies ist im CAD-Modell gut mit einer durchgängigen subtraktiven Extrusion eines Rechteck-Profiles nachzubilden. Dazu legen wir die erforderliche **Neue Skizze** (Kontextmenü) auf eine Seitenfläche des Rohteils
- **Hinweis:** Seit der *Inventor Version 2015* werden standardmäßig keine Modellkanten auf eine neue Skizze projiziert. Wir aktivieren diese sinnvolle Funktion unter **MFL > Extras > Anwendungsoptionen > Skizze > "Modellkanten für Skizzenerstellung und -bearbeitung automatisch projizieren"** (EIN):



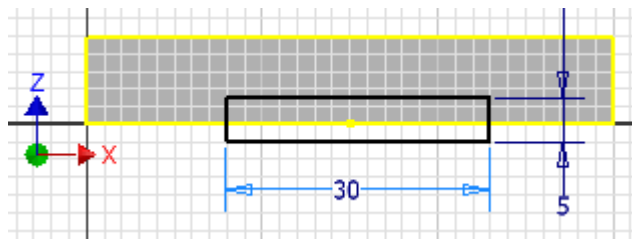
- Die Ansicht der Skizze richtet sich automatisch an der Skizzierebene aus.



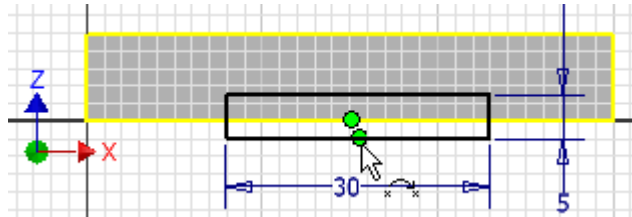
- Das erforderliche Rechteck (durch 2 Punkte) für die Extrusion sollte man außerhalb der erforderlichen Position skizzieren (z.B. teilweise unterhalb des Quaders). Die exakte Größe dieses Rechtecks ist vorläufig ebenfalls unwichtig!



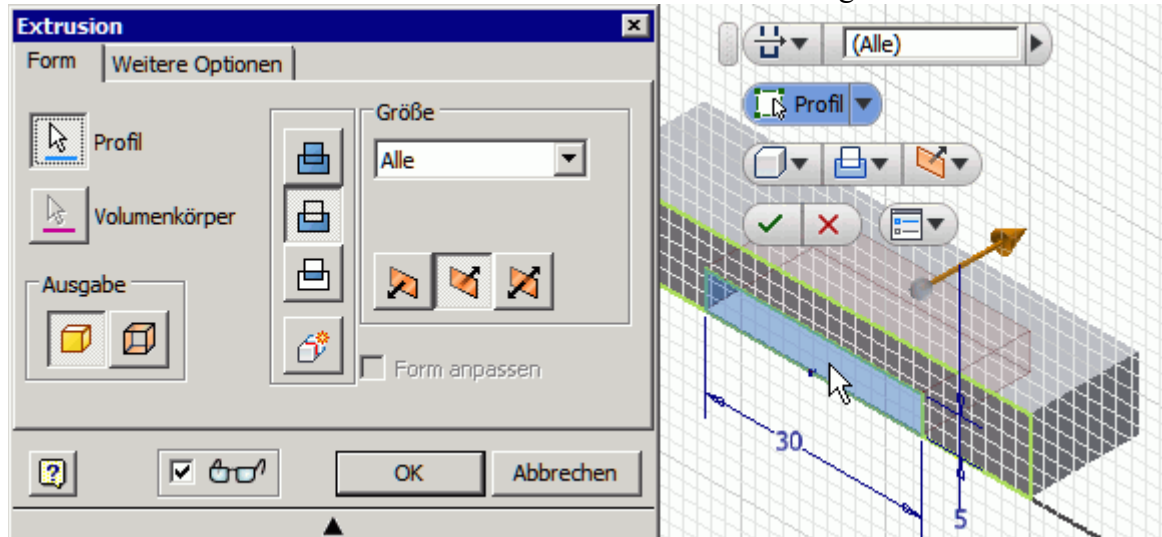
- Erst durch die Bemaßung erhält das Rechteck die aktuell benötigte Größe **5x30 mm<sup>2</sup>**:



- Das Rechteck-Profil muss nun noch mittig an der Unterkante des Basis-Elements verankert werden.
- Der *Inventor* ist standardmäßig so konfiguriert, dass die Konturen der Fläche, auf welche eine Skizze platziert wird, automatisch in diese Skizze projiziert werden.
- Der Mittelpunkt der unteren Seite des gezeichneten Rechtecks ist mit dem Mittelpunkt der projizierten unteren Quaderkante zur Deckung zu bringen.
- Dafür nutzt man im Kontextmenü die Funktion **Abhängigkeit erstellen - Koinzident** und wendet diese auf die beiden Mittelpunkte an:

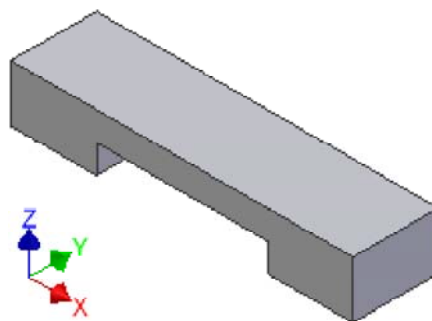


- Das "Herausfräsen" der Führung ist nun sehr einfach. Wir wechseln dazu in die isometrische Ausgangsansicht <F6>. Beim **Element erstellen** mittels **Extrusion** (Kontextmenü) wird als Operation die Differenz-Bildung angewandt. Die Extrusion soll durch "alle" Elemente des Bauteils hindurchgehen:



### **Hinweis:**

Die Profilskizzen für die Erzeugung skizzierter Elemente sollten geometrisch möglichst einfache Grundformen darstellen (z.B. Kreis, Dreieck, Viereck). Das ergibt sich "automatisch", wenn man sich hierbei an den erforderlichen Fertigungsschritten für das Bauteil orientiert!



**Speichern nicht vergessen!**



Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_BONUS\\_-\\_Skizzierte\\_Elemente&oldid=17995](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS_-_Skizzierte_Elemente&oldid=17995)“

# Software: CAD - Tutorial - BONUS - Platzierte Elemente

Aus OptiYummy



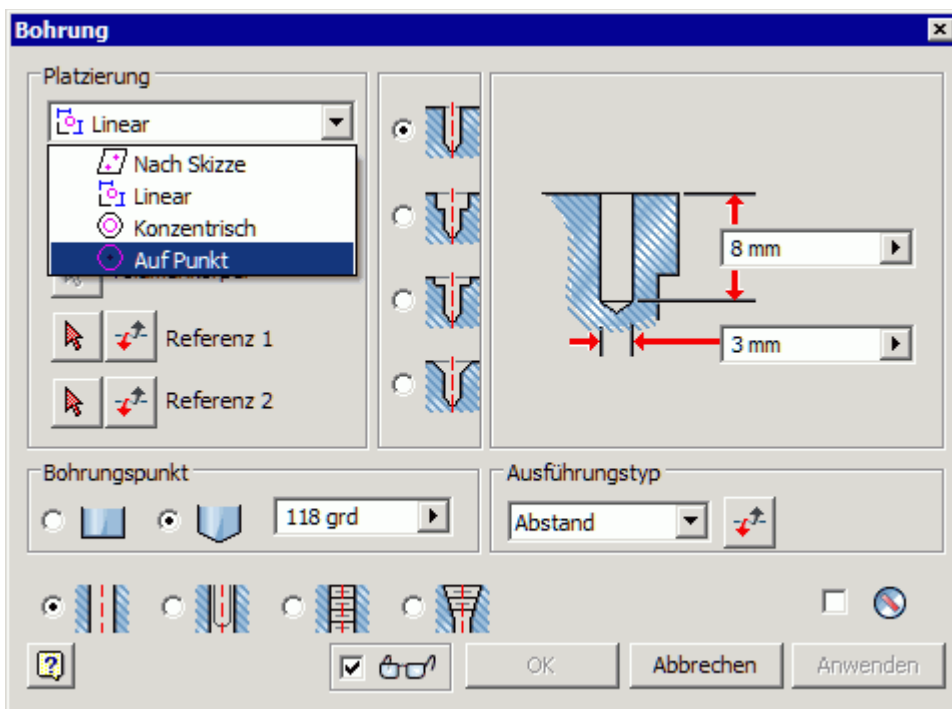
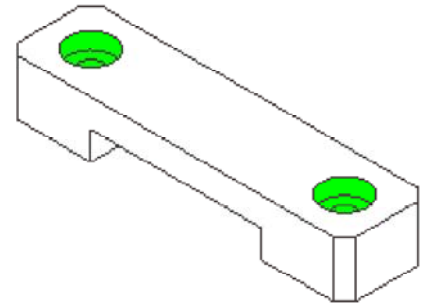
## Platzierte Elemente

**Platzierte Elemente:** sind vordefinierte Elemente mit vorgegebenen mechanischen Formen. Platzierte Elemente sind z.B. Bohrungen, Fasen, Abrundungen, Wandstärken, Flächenverjüngungen und Ebenenschnitte. Man muss solche Elemente nicht individuell als skizzierte Elemente entwickeln, sondern kann die vom CAD-System bereitgestellten konstruktiven Elemente in der Größe anpassen und mit vorhandener Geometrie verknüpfen (Platzieren auf gewünschte Position und in gewünschte Richtung).

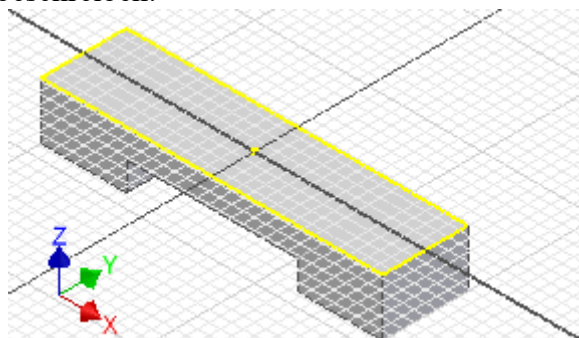
## Bohrungen



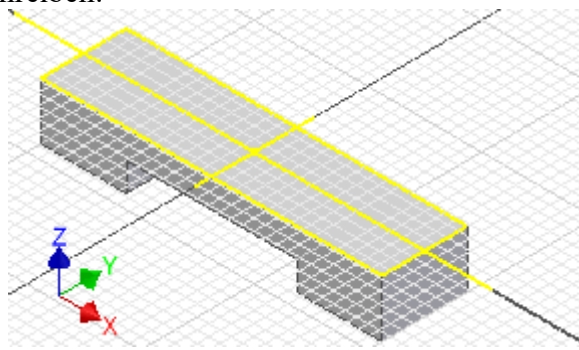
Unser BONUS-Teil besitzt zwei durchgängige Bohrungen, welche symmetrisch zur Führung auf der Mittellinie der Oberseite liegen. Der Platzierungsdialog für eine Bohrung bietet eine Vielzahl von Varianten zur Positionierung und Ausführung einer Bohrung:



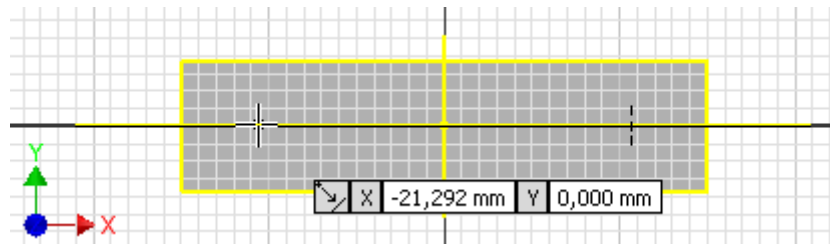
Man kann Bohrungen direkt auf Konturen des Bauteils beziehen (Linear bzw. Konzentrisch). In unserem Fall ist es günstiger, zuvor eine **neue Skizze** zu definieren und darin die erforderlichen Bohrmittelpunkte mit den erforderlichen geometrischen Abhängigkeiten zu beschreiben:



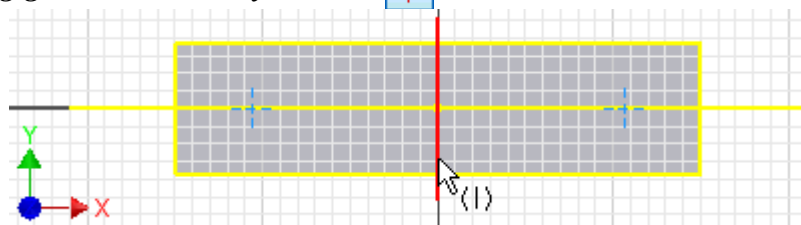
- In dieser Skizze müssen wir die beiden Bohrmittelpunkte auf die Mittellinie der Rohteil-Oberseite setzen. Diese Mittellinie erzeugt man, indem man mittels **Geometrie projizieren** die **X-Achse** des Ursprungs-Koordinatensystems in der Skizze abbildet.
- Außerdem benötigt man die Projektion der **Y-Achse**, um die Symmetrie der beiden Bohrpunkte in Bezug auf die ausgefräste Führung zu beschreiben:



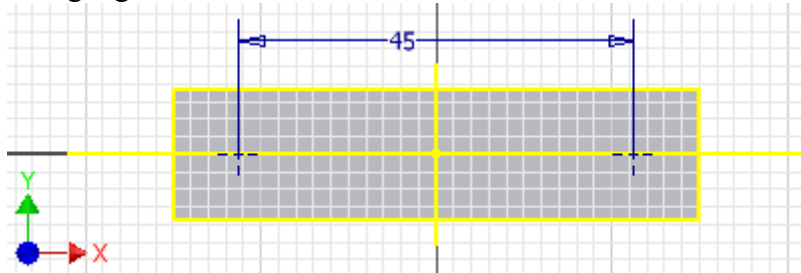
- Erst nachdem die Ursprungsachsen als Strecken in die Skizze projiziert wurden, kann man in dieser Skizze darauf Bezug nehmen. Wir setzen auf die projizierte X-Achse auf beide Seiten jeweils einen **Punkt**:



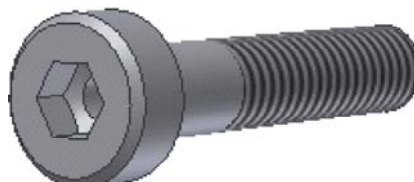
- Die beim "Punkten" eingblendeten Koordinaten können wir ignorieren, da wir die exakte Position später durch Bemaßung festlegen.
- Wichtiger sind die automatisch erzeugten Abhängigkeiten beim Platzieren eines Skizzen-Elements. Im vorherigen Bild sehen wir, dass ein Punkt automatisch mittels Koinzidenz-Abhängigkeit an die Linie geheftet wird. Das entsprechende Abhängigkeitssymbol wird vor den Koordinatenwerten eingblendet.
- Die beiden Punkte sind auf der Linie danach noch unabhängig voneinander frei verschieblich. Das können wir überprüfen, indem wir den Punkt-Befehl beenden (**ESC**) und mit dem Cursor an den Punkten ziehen.
- Die beiden Bohrungen sollen symmetrisch zur Mittellinie des BONUS-Teils platziert werden. Dazu muss man eine zusätzliche **Abhängigkeit erstellen - Symmetrie** **[S]**:



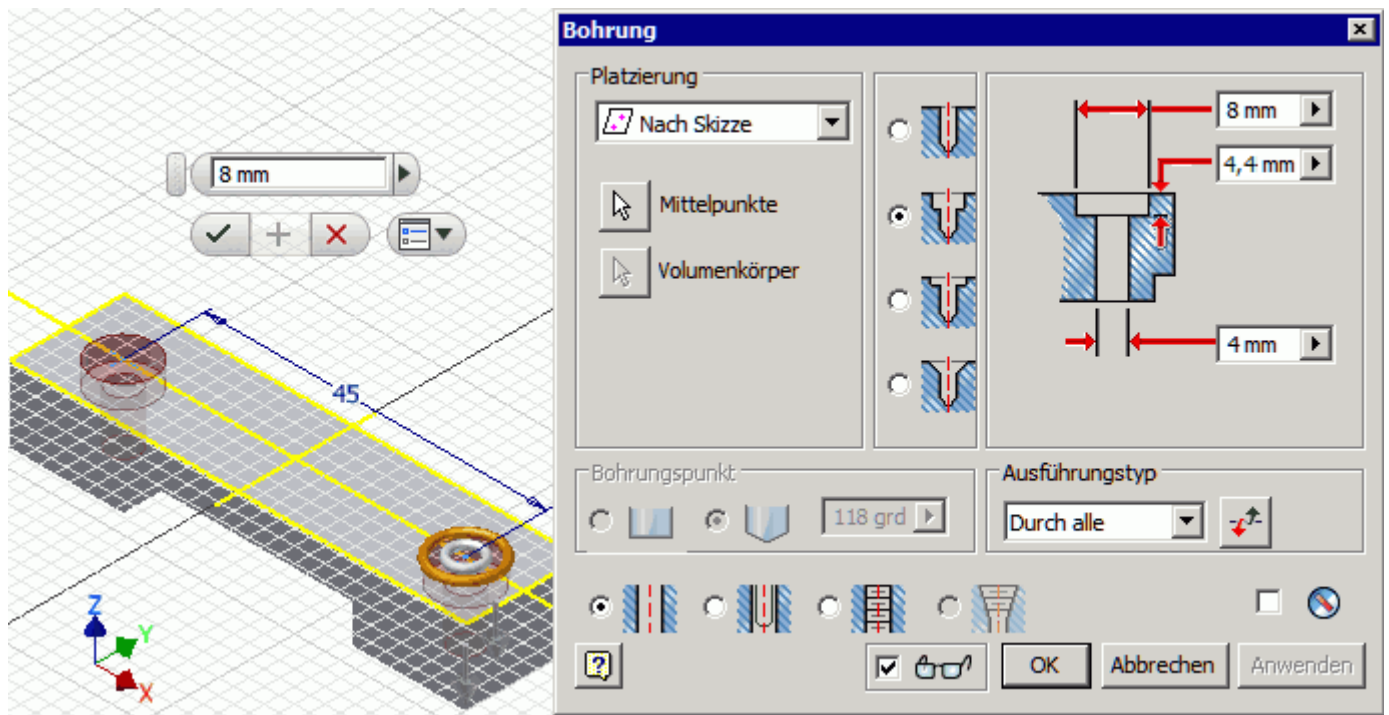
- Man muss zuerst die beiden Punkte (als 1. und 2. Skizzierelement) markieren und dann die Symmetrielinie (projizierte Y-Achse) wählen. Danach kann man die beiden Punkte nicht mehr unabhängig voneinander auf der Linie verschieben (**ESC** und ausprobieren!).
- Die abschließende Bemaßung legt den Punktabstand auf **45 mm** fest:



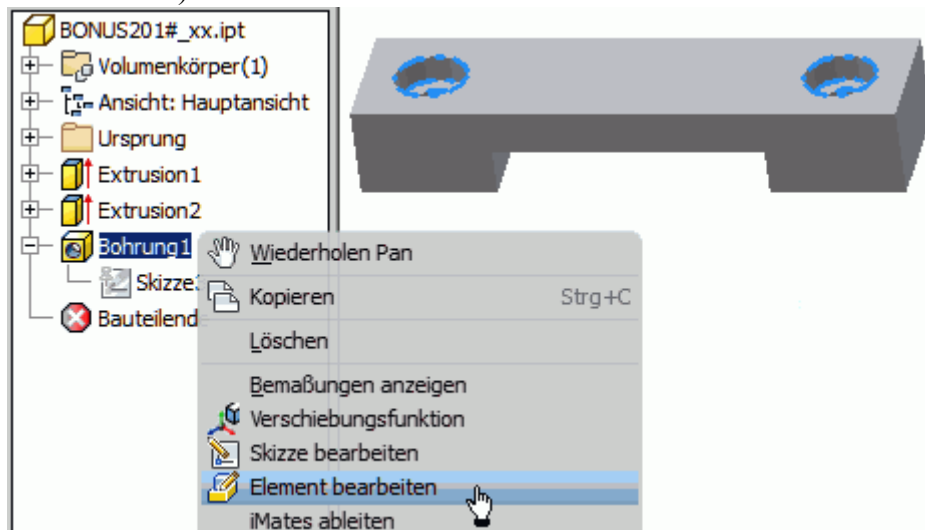
- Beide Bohrungen sollen später in der Baugruppe Zylinderkopf-Schrauben **DIN 6912 M4x20** aufnehmen. Deren Kopf soll versenkt werden:



- Innerhalb des Skizzen-Modus kann man mittels **Kontextmenü** > **Element erstellen** > **Bohrung** gleiche Bohrungen gemeinsam konfigurieren (dabei darf kein Skizzen-Element ausgewählt sein!):

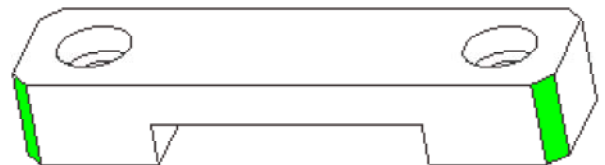


- Die Bohrungen kann man nachträglich mittels Element bearbeiten jederzeit umkonfigurieren (Kontextmenü des Elements im Modellbrowser):



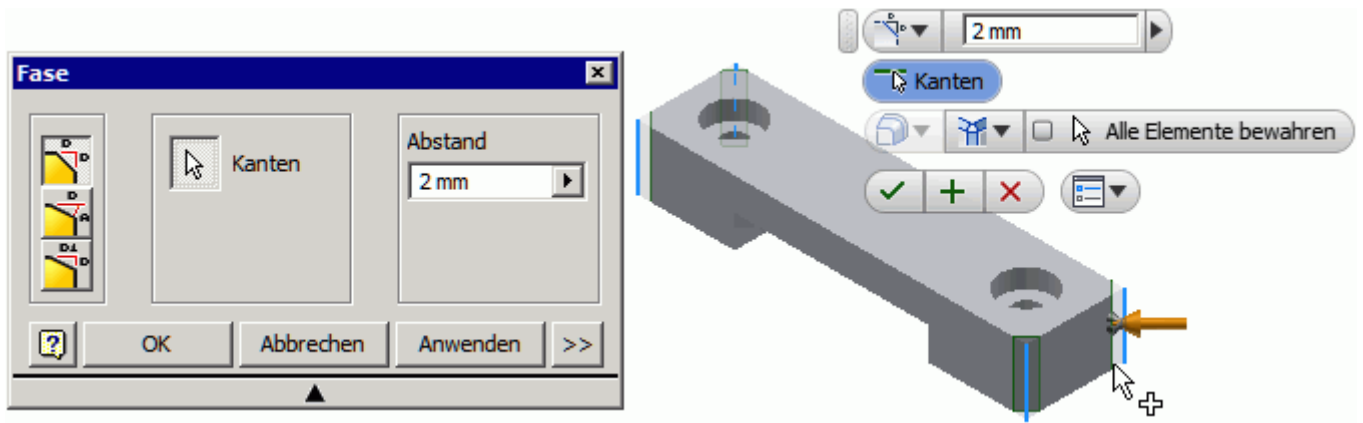
## Fasen

In der realen Fertigung erfolgt das Anfasen von Kanten meist am Schluss. Da wir bei der CAD-Modellierung grundsätzlich fertigungsorientiert vorgehen, werden wir die Fasen ebenfalls erst abschließend hinzufügen:

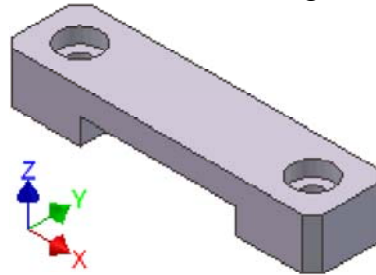


- Die 4 senkrechten Quader-Kanten des BONUS-Teils sollen jeweils mit einer **Fase von 2x45°** gefast werden.
- **Hinweis:** Kanten mit gleichen 45°-Fasen sollte man immer zusammengefasst als ein platziertes Element definieren. Das geht im Fassen-Dialog jedoch nur mit der Option "Abstand" - infolge des einen Abstandsmaßes ergibt sich automatisch ein Fassenwinkel von 45°.
- Wir wählen mit dem Cursor nacheinander die 4 senkrechten Quader-Kanten:





- Nach dem Bestätigen mit dem **OK**-Button erhalten wir das fertige CAD-Modell des 2-Punkt-Bonus:



Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS_-_Platzierte_Elemente&oldid=7963)

[title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_BONUS\\_-\\_Platzierte\\_Elemente&oldid=7963](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS_-_Platzierte_Elemente&oldid=7963)“

▪

# Software: CAD - Tutorial - BONUS - Zeichnungsansichten

Aus OptiYummy

↑

← →

## Zeichnungsansichten

### Technische Zeichnung:

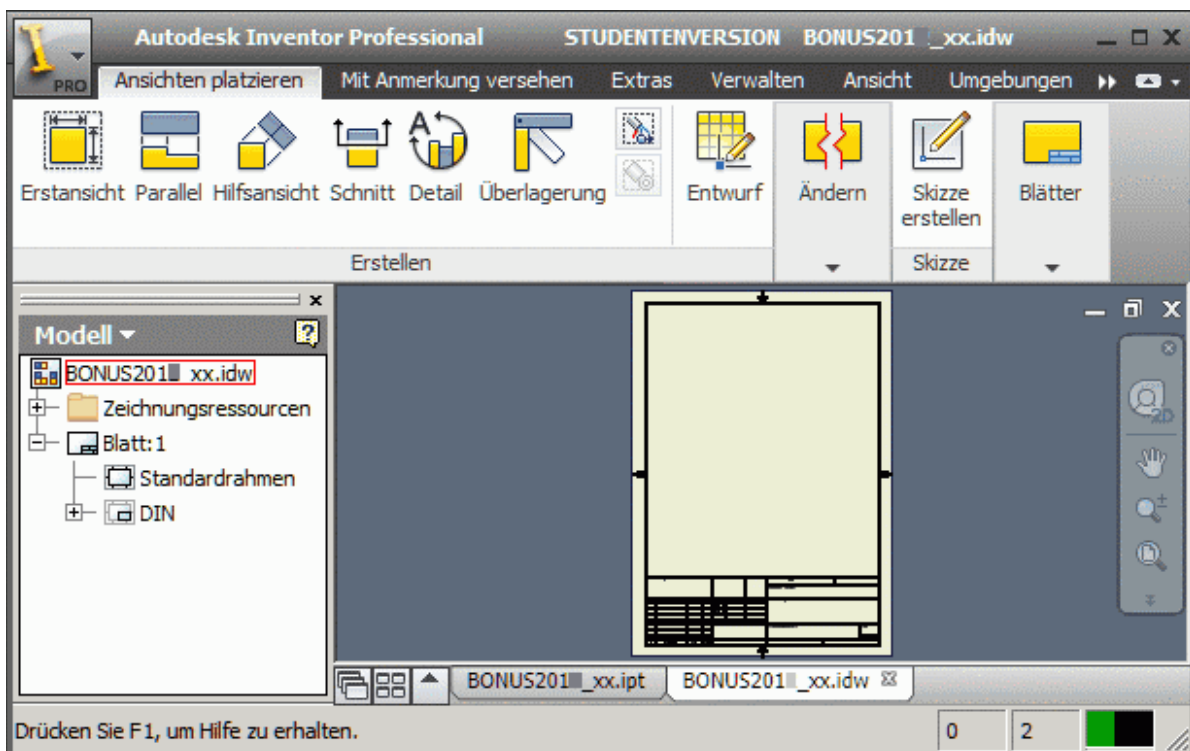
- Bildet meist auf Papier in überwiegend grafischer Form alle notwendigen Informationen für die Herstellung eines Einzelteils, einer Baugruppe oder eines kompletten Produkts ab.
- Wird heute überwiegend auf Basis von 2D-Projektionen eines 3D-CAD-Modells in einem CAD-System teilautomatisiert erstellt.
- Ist (noch) unverzichtbarer Bestandteil fast aller technischen Produktdokumentationen.

Wir werden von unserem BONUS-Bauteil eine Einzelteil-Zeichnung erstellen. *Autodesk Inventor* speichert Zeichnungen in separaten **Inventor-Draw-Dokumenten (.idw)**.

### WICHTIG:

Teilnehmer an der Lehrveranstaltung **Geräteentwicklung** der TU Dresden müssen die Datei **BONUS2015\_xx.idw** aus dem bereitgestellten **ZIP-Archivfile** in den Ordner **Eigene Dateien** kopieren. Durch **Umbenennen** ist **xx** im Dateinamen durch die individuelle Teilnehmer-Nummer **00.99** zu ersetzen!

Nach dem **Öffnen** der bereitgestellten Zeichnungsdatei **BONUS2015\_xx.idw** im *Autodesk Inventor* wird ein leeres A4-Zeichnungsblatt mit einem vorbereitetem Schriftfeld angezeigt. Die Multifunktionsleiste (MFL) stellt nun die Funktionen für das Erstellen von Technischen Zeichnungen bereit:




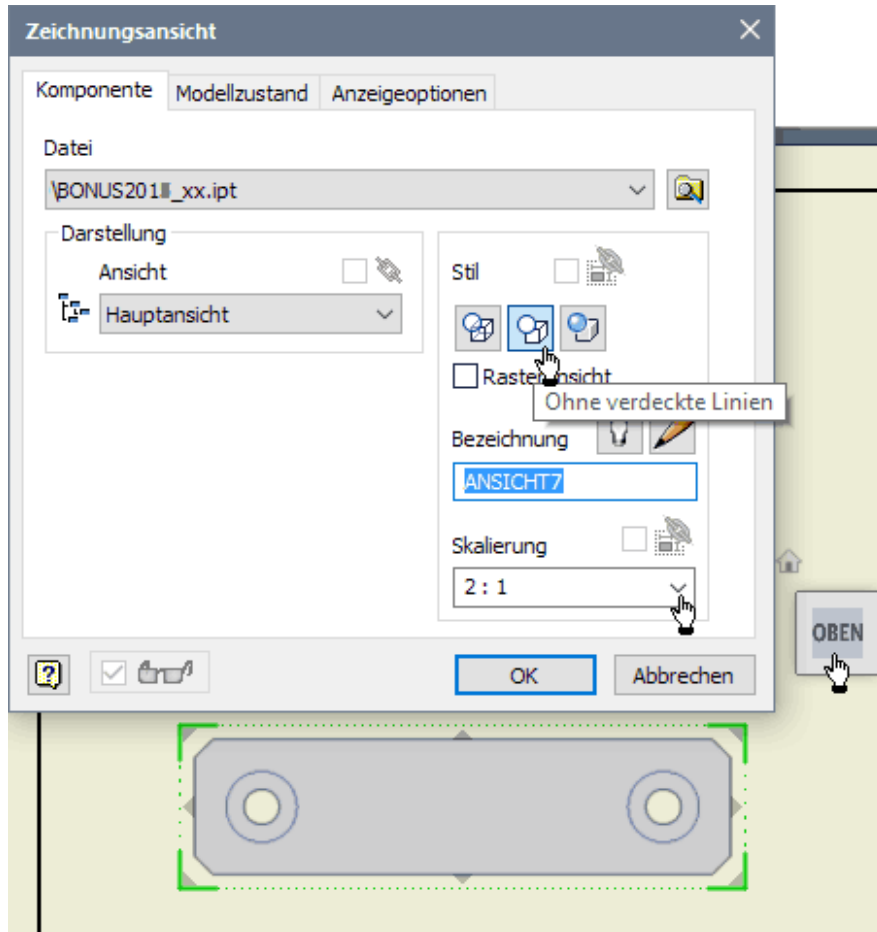
### Hinweis:

- Da wir in dieser Übung bereits ein fertig konfiguriertes A4-Blatt benutzen, können wir sofort mit dem eigentlichen "Technischem Darstellen" beginnen.

- Würde man mit einer neuen Zeichnungsdatei beginnen, so müsste man zuerst das Blatt einrichten (z.B. Größe, Format, Schriftfeld).





Wir beginnen mit der **Erstansicht** - **Ansicht im Maßstab 2:1**. Diese  **Erstansicht...** kann man auch über das Kontextmenü erstellen (rechte Maus in Grafik des A4-Blatts). Von der Erstansicht werden später alle erforderlichen Parallel-Projektionen abgeleitet. Die Erstansicht sollte die Form des Bauteils möglichst gut darstellen und einen Großteil der Bemaßung aufnehmen können:



### Hinweis:

- Was im Viewcube zur **Ausrichtung** als **Vorne**, **Oben** usw. bezeichnet wird, bezieht sich nur auf das Ursprung-Koordinatensystem des Bauteils.
- Was man als Vorderansicht, Draufsicht usw. empfindet, ist abhängig von der Form und Funktion des abzubildenden Bauteils!

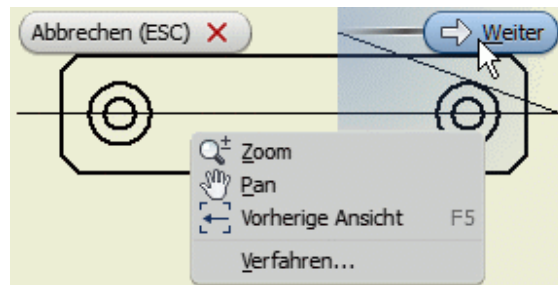
Welche Ansicht man als Erstansicht wählt, ist nicht immer eindeutig zu entscheiden, sondern ist häufig "Ansichtssache":

- In unserem Beispiel würde man ohne weitere Überlegungen die Ausrichtung von "Vorne"  verwenden, weil man hierbei die Führung gut erkennt.
- Wir werden diese Ansicht des Bauteils jedoch als Schnittdarstellung gestalten, damit man zusätzlich auch die Form der Bohrungen erkennt. Da im *Autodesk Inventor* eine Erstansicht keine Schnittansicht sein kann, müssen wir eine andere Ansicht als Erstansicht wählen.
- Es bietet sich die Ausrichtung von "Oben" an . Von dieser Ansicht kann man später ohne Probleme die gewünschte Schnittansicht ableiten.
- **Achtung:** Falls beim Entwickeln des CAD-Modells eine abweichende Ausrichtung zum Ursprung-Koordinatensystem gewählt wurde, müssen wir natürlich mit dem Viewcube eine andere Ausrichtung wählen!

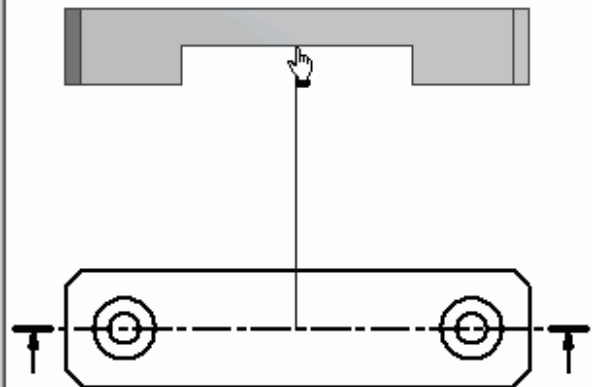
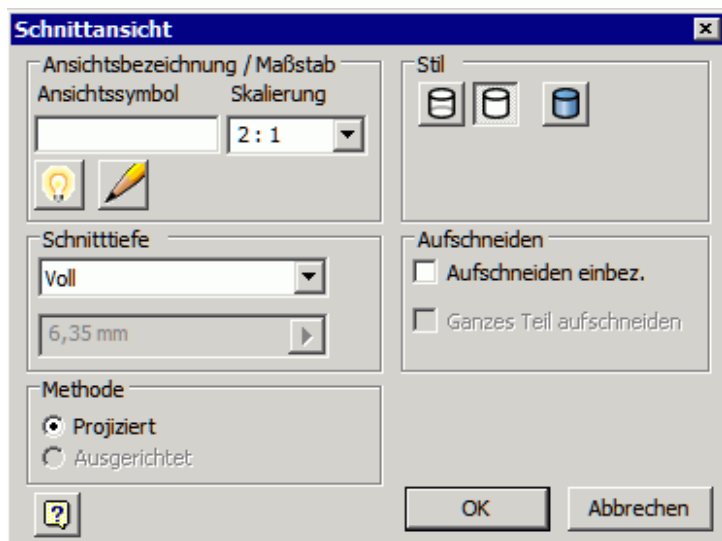
Die Vorschau der mit dem Viewcube gewählten -Ansicht platzieren wir im Zeichnungsblatt auf eine günstige Position (die Ansichtsposition kann jederzeit korrigiert werden):



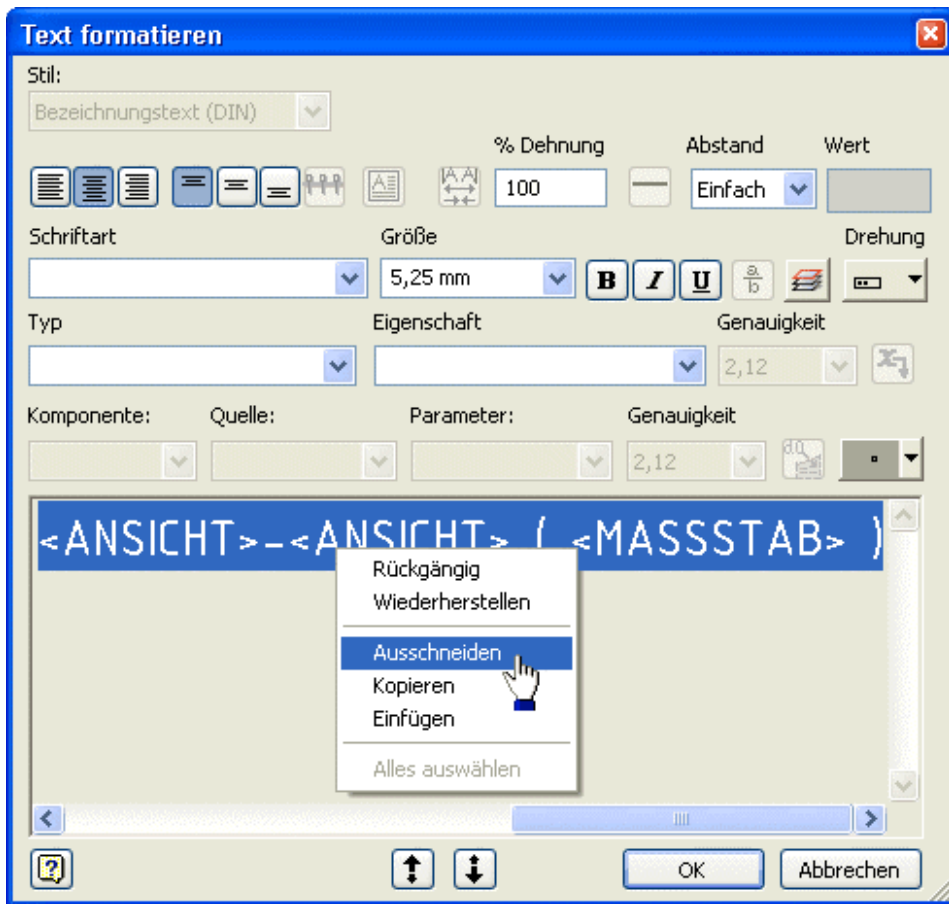
- Eine Schnittlinie kann beliebig viele Knickpunkte enthalten. Wir benötigen nur eine Strecke mit zwei Endpunkten. Über das Kontextmenü (rechte Maus) stellen wir mittels **Weiter** die Schnittlinie nach dem zweiten Punkt fertig:



- Wir können die Standardkonfiguration für Vollschnitte benutzen, sollten aber den Buchstaben A im Ansichtssymbol durch ein Leerzeichen ersetzen. In unserem Beispiel ist der Schnittverlauf eindeutig zuzuordnen und muss nicht durch zusätzliche Beschriftungen "belastet" werden:



- Danach stört jedoch immer noch der überflüssige Text (" - 2:1") über der Schnittansicht.
- Nach Doppelklick auf diesen Text kann man ihn bearbeiten.
- Die Text-Variablen kann man markieren und dann löschen (<Entf> oder **Kontextmenü** > **Ausschneiden**):



- Die Endpunkte der Schnittlinie kann man nachträglich noch so verschieben, dass die dicken Linien-Enden die Körperkanten nur wenig durchdringen.

Damit haben wir die erforderlichen Zeichnungsansichten auf unserem Blatt platziert.

← →

Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_BONUS\\_-\\_Zeichnungsansichten&oldid=18000](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS_-_Zeichnungsansichten&oldid=18000)“

▪



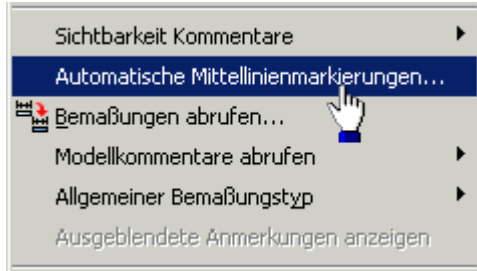
# Software: CAD - Tutorial - BONUS - Mittellinien

Aus OptiYummy



## Mittellinien

Ein wesentlicher Bestandteil technischer Zeichnungen sind Symmetrie-Linien (*Elementsymmetrie*) und Mittellinien (nur *Rotationsymmetrie*). Häufig dienen sie gleichzeitig als Maßhilfslinien. Es ist deshalb sinnvoll, die Zeichnungsansichten noch vor der eigentlichen Bemaßung mit den Mittellinien (im weitesten Sinne) zu versehen.

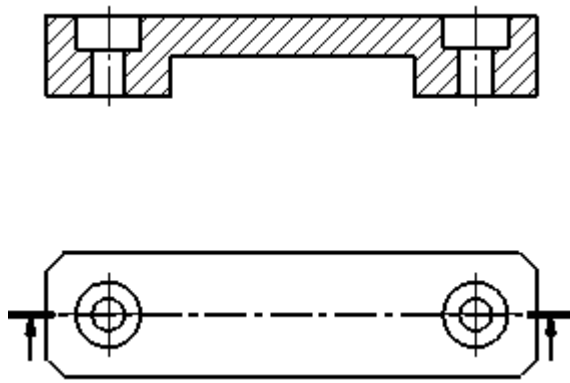


Ein grundlegender Rationalisierungsaspekt moderner CAD-Systeme besteht darin, dass aus dem 3D-CAD-Modell alle benötigten Repräsentationen des Produktmodells "automatisch" abgeleitet werden können. Die bereitgestellten Automatismen sollte man nutzen, auch wenn es auf den ersten Blick häufig einfacher erscheint, z.B. in einer Zeichnungsansicht manuell die benötigten Mittellinien und Maße zu ergänzen!


*Autodesk-Inventor* bietet die Möglichkeit, bezogen auf die jeweilige Zeichnungsansicht über das Kontext-Menü (Cursor über Zeichnungsansicht) **Automatische Mittellinienmarkierungen** zu generieren:



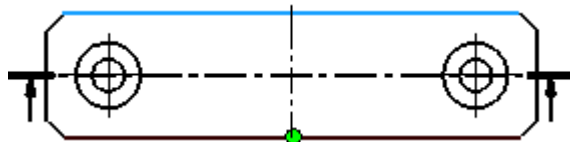
- Standardmäßig kann man nur Mittellinien-Kreuze für Bohrungen abrufen. Das genügt für die Erstantansicht.
- In der Schnittansicht benötigt man die Mittellinien der geschnittenen Bohrungen. Dafür muss man im Mittellinien-Dialog zusätzlich den entsprechenden Button aktivieren:




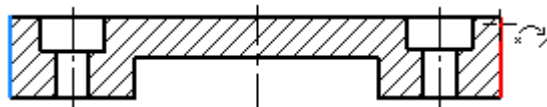
### Hinweis:

- Im Beispiel wäre es durchaus sinnvoll, die Symmetrie des BONUS-Teils in jeder Ansicht durch eine Symmetrielinie zu betonen. Laut Norm ist dies jedoch nicht unbedingt erforderlich.
- Im Rahmen dieser Einführungsübung verzichten wir darauf, diese Form der Mittellinie automatisch abzurufen. Dies gelingt nur, wenn man im CAD-Modell zuvor entsprechende Arbeitsachsen definiert.
-  **Wer Lust hat**, kann unter *MFL > Mit Anmerkung versehen* die Symmetrielinien manuell ergänzen:

In der Erstante definiert man eine Mittellinie durch **Fangen der Mittelpunkte** der langen Körperkanten. Die Mittellinien muss man durch *Kontextmenü > Erstellen* vollenden:



-  In der Schnittansicht ist es günstiger, die Funktion der Symmetrielinie zu verwenden. Um auch den Bereich der Führung durch eine hinreichend lange Linie zu erfassen, markiert man die äußeren Körperkanten als Bezugslinien:



### Achtung:

"Anmerkungen" sollte man in der technischen Zeichnung nur für solche Elemente benutzen, die man nicht problemlos aus dem CAD-Modell übernehmen kann. Für obige Symmetrielinien ist das akzeptabel, da wir uns damit den Aufwand der nachträglichen Definition von Arbeitsachsen ersparen.



Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_BONUS\\_-\\_Mittellinien&oldid=10167](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS_-_Mittellinien&oldid=10167)“

▪

# Software: CAD - Tutorial - BONUS - Bemassung

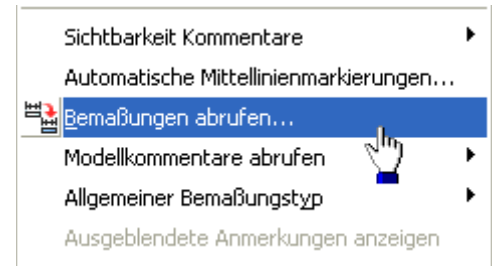
Aus OptiYummy



## Bemassung

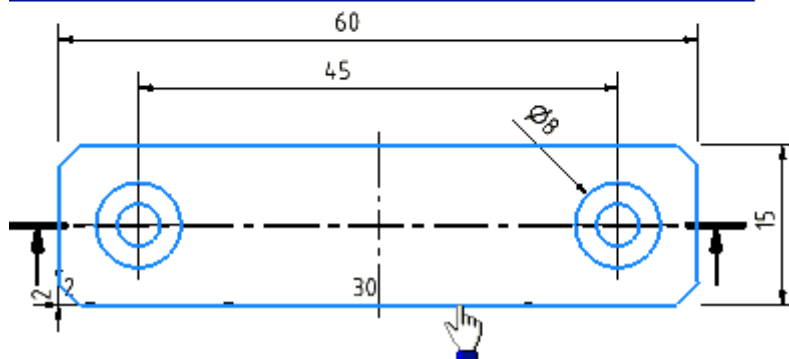
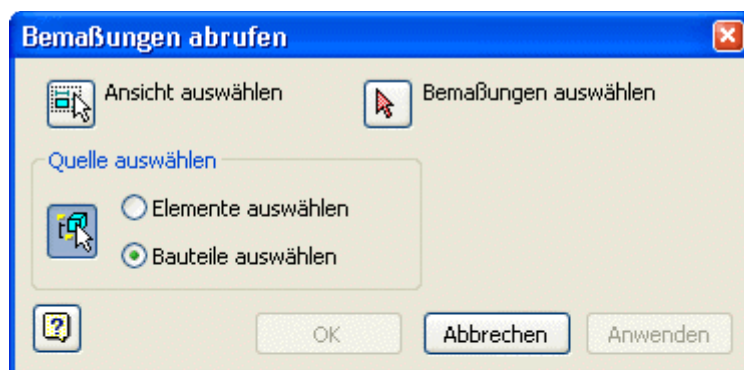
Die Zeichnungsansichten sind noch ohne Bemassung. Diese soll nun ergänzt werden:

- Bei der Modellierung des Bauteils werden die konkreten Abmessungen im Wesentlichen durch Bemaßen der Skizzen bzw. durch die Parameter der platzierten Elemente festgelegt.
- Es ist sicher sinnvoll, diese Modellbemaßungen sofort in den Zeichnungsansichten zu benutzen.
- Moderne CAD-Systeme bieten diese Möglichkeit des Abrufens der vorhandenen Modellbemaßung.

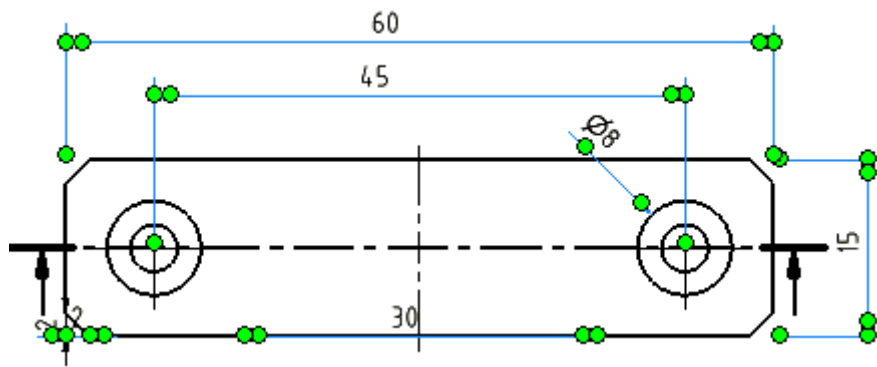


Für jede Ansicht kann man über das Kontextmenü die Bemassung abrufen:

- Wir beginnen in der Erstansicht mit dem Abrufen der Bemassung.
- Als **Quelle** aktivieren wir **Bauteile auswählen**:



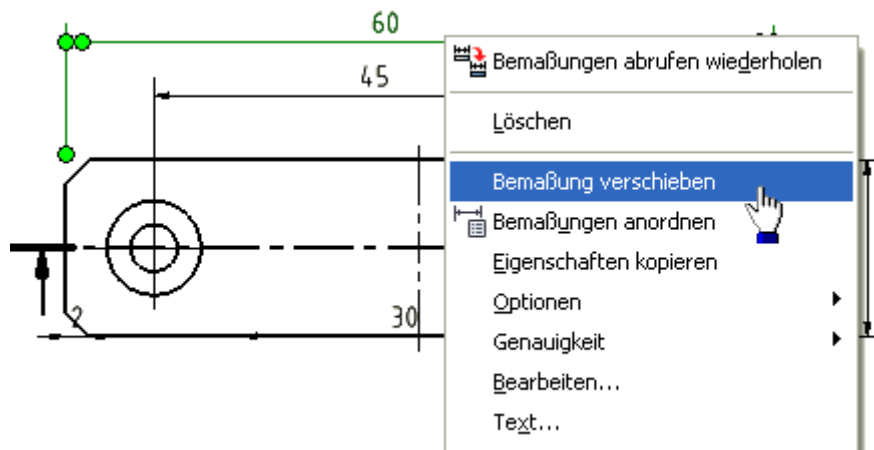
- Nach einem Mausklick auf eine Kontur der Bauteilansicht werden alle abrufbaren Modellmaße eingeblendet.
- Von denen muss man nach Aktivieren von **Bemaßungen auswählen** diejenigen markieren, welche man tatsächlich verwenden möchte. Dabei wählt man auch Maße, welche in der aktuellen Ansicht nicht benötigt werden, sondern später in eine andere Ansicht verschoben werden müssen.
- Wir wählen im Beispiel alle Maße, außer eines der Fasenmaße 2 mm, weil wir die Fase in der Form 2x45° bemaßen werden:



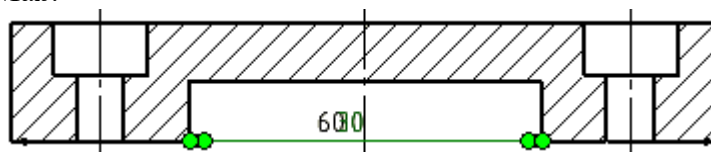
- Wir haben auch Maße übernommen, welche an der Schnittansicht benötigt werden. Das ist notwendig, weil nur Maße angezeigt werden, welche in Bezug auf die zum Abrufen benutzte Ansicht richtig ausgerichtet sind. Diese Maße können also z.B. in der Schnittansicht nicht abgerufen werden.

Die in der Erstante nicht benötigten Maße verschieben wir in die Schnittansicht:

- Das betrifft die Breite **30** der Führung, weil man die Führung nur in der Schnittansicht erkennt.
- Außerdem betrifft es das Außenmaß **60** des Bauteils, weil man damit ein Kreuzen der Maßhilfslinien (mit Außenmaß 15) vermeiden kann.
- Man positioniert den Cursor über das zu verschiebende Maß (bis dieses aufleuchtet) und wählt die Funktion im Kontextmenü:

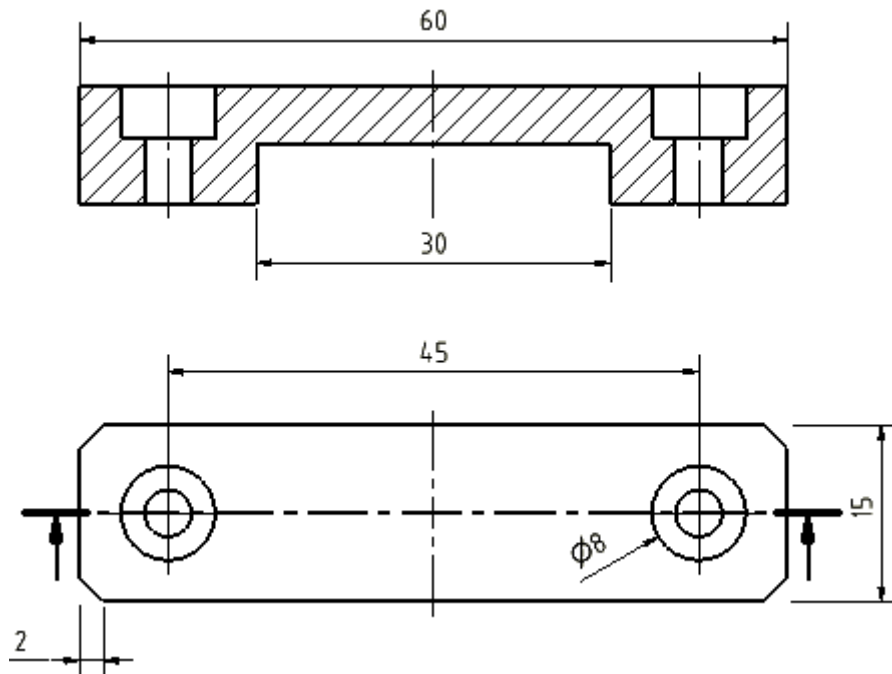


- Ein Klick auf die Schnittansicht verschiebt im Beispiel das Außenmaß 60 an die zugehörigen Kanten der Schnittansicht.
- Analog verfährt man mit dem zweiten zu verschiebendem Maß. Dieses liegt im Beispiel danach zufällig über dem zuvor verschobenem Maß:

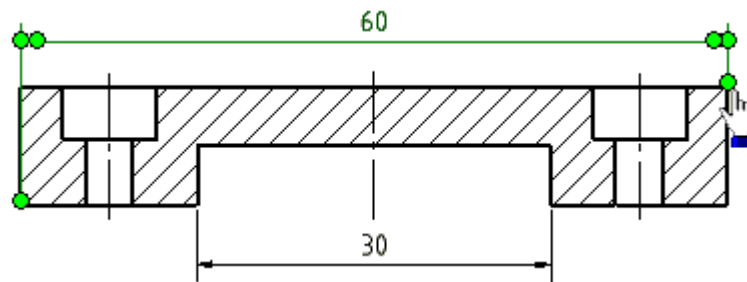


Die Positionen der Maße werden aus den Skizzen des CAD-Modells übernommen und entsprechen nicht der Norm:

- Man muss die Maße noch manuell auf günstige, normgerechte Positionen ziehen. Dies geht sehr einfach und intuitiv mit dem Cursor.
- Wir beginnen mit der Position der Maßzahlen und -linien. Hierfür genügt das "Anfassen" und Ziehen der Maßzahlen an die gewünschte Position:

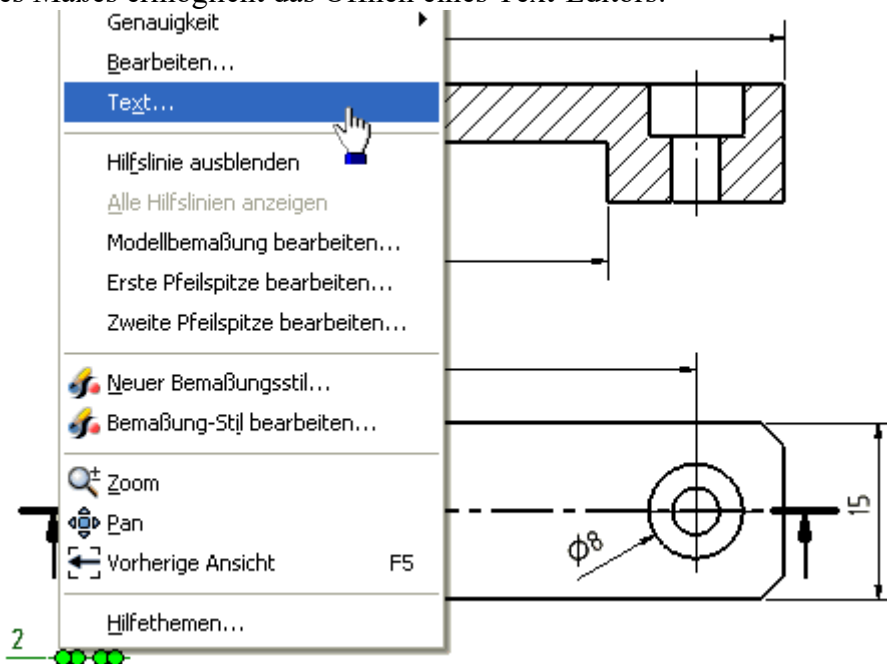


- Laut Norm sollen die Maßhilfslinien direkt an den Körperkanten beginnen, zwischen denen die Bemaßung erfolgt. Zwischen Körperkante und Maßhilfslinien verwendet man dabei einen kleinen Versatz von 0,8 mm.
- Bisher ist das im Beispiel komplett nur für das Führungsmaß 30 gewährleistet. Die anderen Maßhilfslinien müssen noch mit dem Cursor korrigiert werden (Bemaßung auswählen und an Markierung der Maßhilfslinie ziehen):

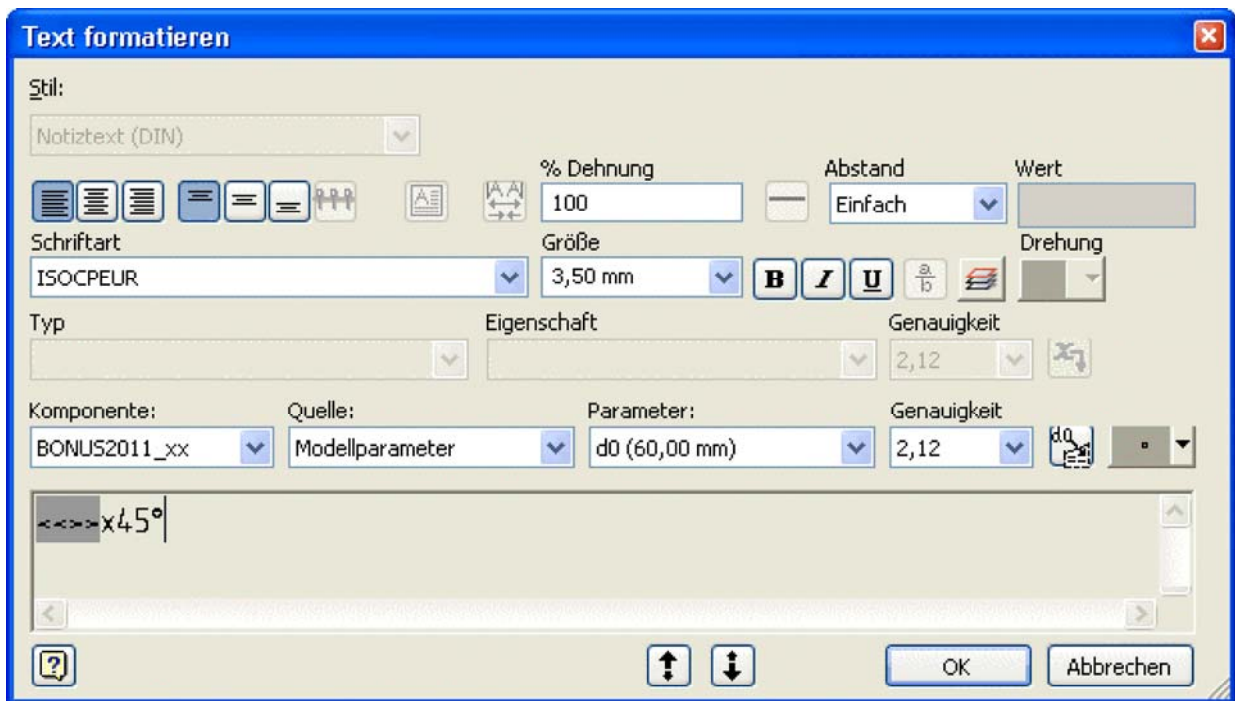


Nach dem Positionieren der Bemaßung ergänzen wir für das Fasen-Maß noch den Fasenwinkel von  $45^\circ$  als Text:

- Das Kontextmenü des Maßes ermöglicht das Öffnen eines Text-Editors:

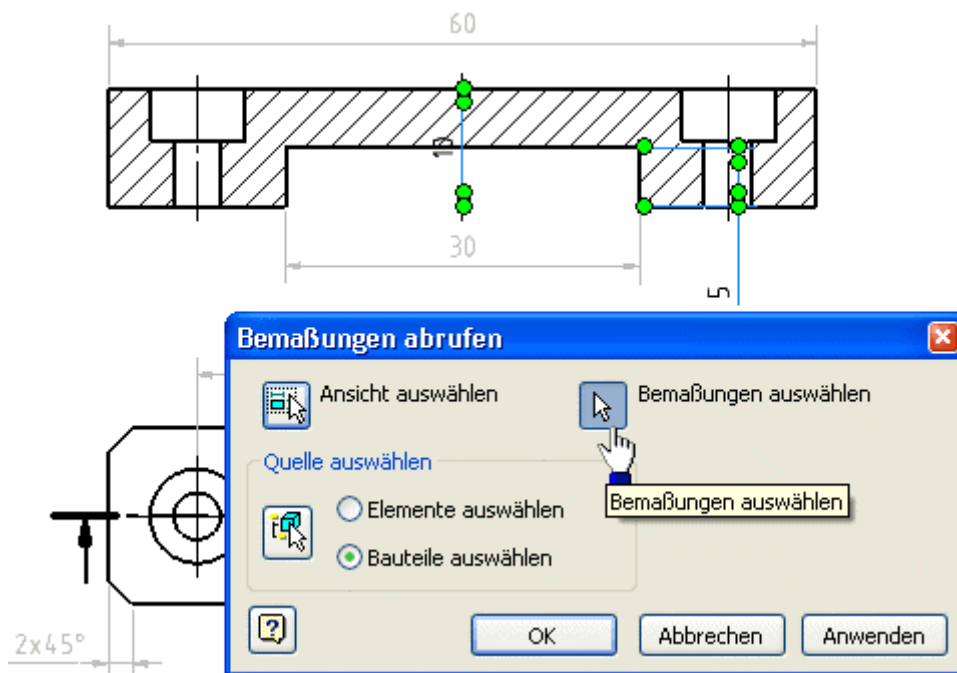


- Die Position und Größe des Textes in Bezug auf die Maßzahl wird im Eingabefeld durch die Zeichen "<<>>" gesteuert.
- Die Winkelangabe soll in voller Textgröße nach der Maßzahl stehen, was durch <<>>x45° erreicht wird:

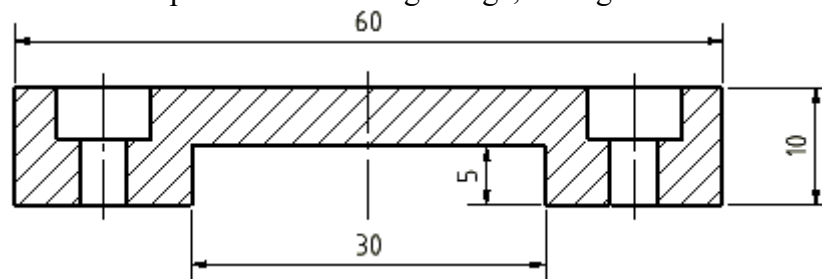


- **Hinweis:** Der Text  $45^\circ$  passt sich nicht an eine Änderung des Fasenwinkels im Modell an! Solch einen Trick darf man nur anwenden, wenn man genau weiß, dass sich der Fasenwinkel für dieses Bauteil nie ändert!

Nun sollte es kein Problem sein, für die Schnittansicht nach dem gleichen Prinzip die Bemaßung abzurufen:



- Die beiden verfügbaren Modell-Maße platzieren wir auf günstige, normgerechte Positionen:

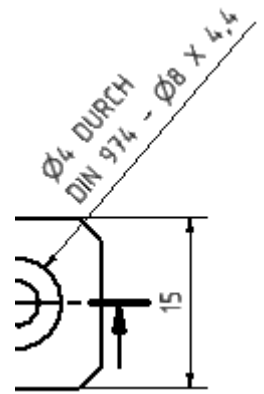


Im Beispiel ist es uns gelungen, fast alle Maße in Form von Modellbemaßung abzurufen. Nur die Bemaßung der beiden Bohrungen ist noch unvollständig:



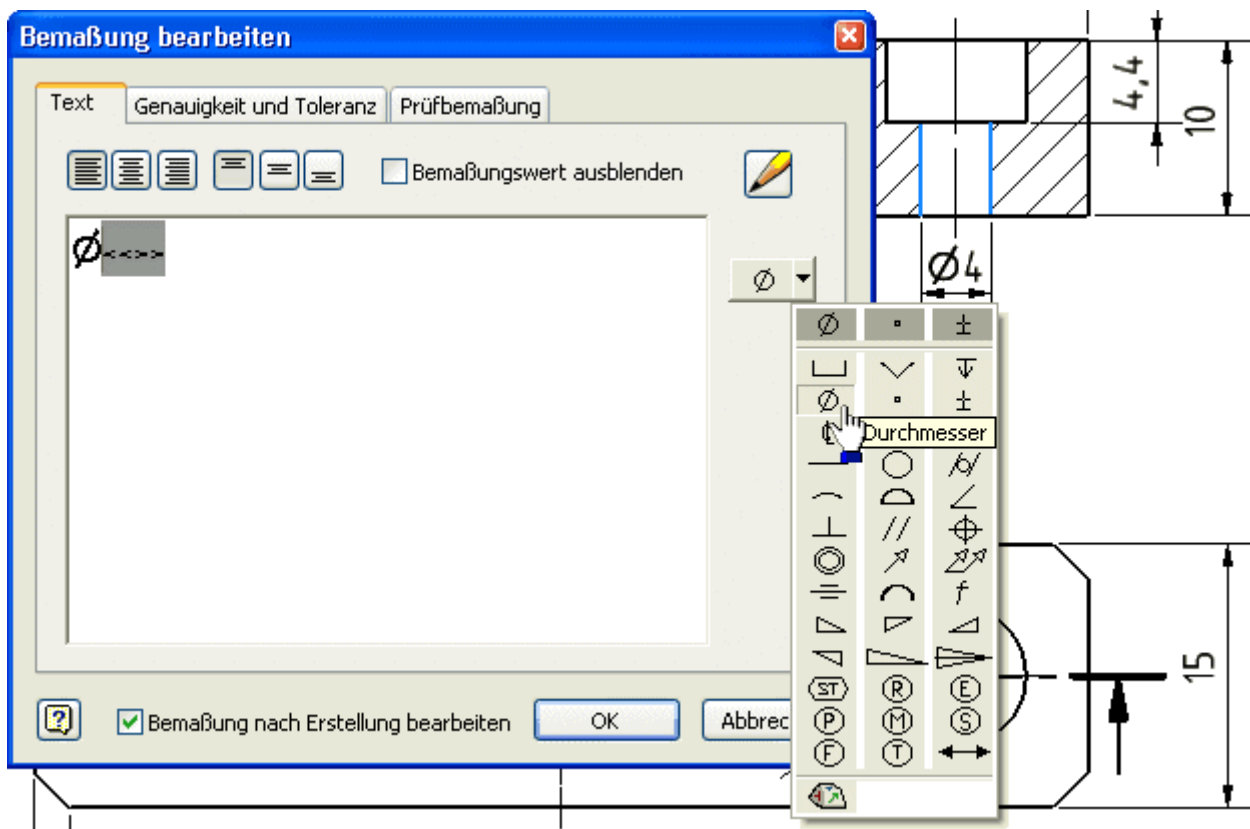


**Bohrinfo (nicht anwenden!):** Für Bohrungen besteht die Möglichkeit, sogenannte Bohrungs-/Gewindeinfo zu verwenden. In Form einer vereinfachten Bemaßung erscheinen dann sämtliche Angaben zur Bohrungskonfiguration. Die Darstellung ist jedoch unübersichtlich und nicht ganz normgerecht (Siehe Bild rechts). Mit etwas Editier-Aufwand kann man die Beschriftung normgerecht gestalten (DIN 6780 oder [1] S.4.6 unten).



**Allgemeine Bemaßung:** Für Bohrungen, bei welchen sich die Form nachträglich auf keinen Fall ändert, sollte man die allgemeine Zeichnungsbemaßung verwenden. Diese führt zu einer übersichtlichen Bemaßung der Bohrungen:

- Die Tiefe der Senkung und das Durchmessermaß für die durchgängige 4 mm-Bohrung werden wir an der Schnittansicht platzieren.
- Dazu wählt man nach dem Aktivieren der **Allgemeinen Bemaßung** jeweils die Endpunkte der zu bemaßenden Strecken.
- Leider erscheint beim Durchmessermaß dabei nicht das erforderliche Ø-Zeichen. Dieses muss man als Text ergänzen, wie wir das bereits von der Fasen-Bemaßung kennen:



**Hinweis:** Würde man den 4 mm-Kreis in der Erstansicht bemaßen, so erschiene das Ø-Zeichen automatisch, aber die Bemaßung wäre dann etwas unübersichtlicher.

## Beachtung von Einzel-Toleranzen

Die Nennmaße sind nun in den Zeichnungsansichten vorhanden. Abschließend sollen jetzt die erforderlichen Toleranzen für einzelne Maße berücksichtigt werden. Diese resultieren meist aus Anforderungen der Montage oder der Funktion.

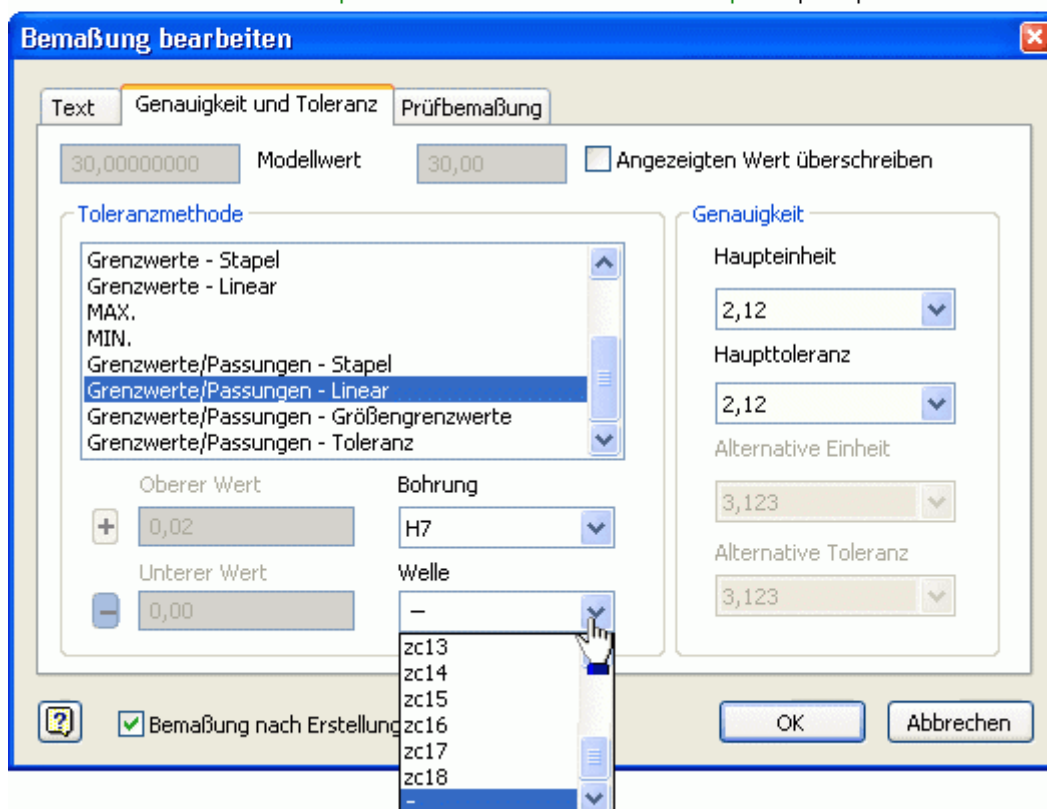
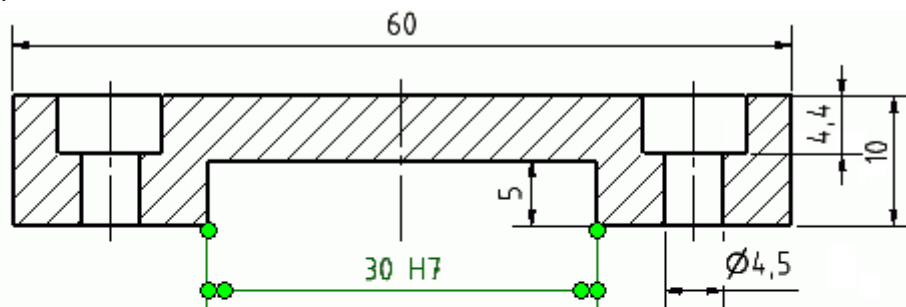
### 1. Bohrungen für Zylinderschrauben

Beide Bohrungen sollen Zylinderkopf-Schrauben **DIN 6912 M4x20** aufnehmen. Dafür ist natürlich genügend Spiel erforderlich, damit die Schrauben ohne Kraftaufwand hinein passen:

- Beim Entwurf des Einzelteils wurde zum Zwecke des Übens absichtlich ein Fehler eingebaut. Laut **DIN EN 20273** sind die Durchmesser der Durchgangslöcher in Abhängigkeit vom Gewinde-Nenn Durchmesser und der Fertigungsgenauigkeit vorgegeben.
- Für **M4** und mittel(**H13**) benötigt man einen Bohrdurchmesser von **4,5 mm** (Siehe [1] S.4.6).
- Ein Vorteil von CAD-Systemen ist die schnelle Änderung am CAD-Modell und die anschließende automatische Aktualisierung aller daraus abgeleiteten Dokumente. Das hat Bedeutung für die Korrektur erkannter Fehler, aber vor allem für nachträglich erforderliche Änderungskonstruktionen:
  - Wir Öffnen unser Einzelteil (falls die Datei nicht mehr geöffnet ist).
  - Nach Doppelklick auf die Bohrung im Modell-Browser ändern wir 4 mm in 4,5 mm. Die Physikalischen Eigenschaften müssen wir danach aktualisieren.
  - Das geänderte Einzelteil speichern wir.
  - Nach Rückkehr zur Zeichnungsdatei finden wir dort den geänderten Bohrdurchmesser und die neue Masse vor.

## 2. Führungsbreite

Damit die Führung nicht klemmt oder zuviel Spiel besitzt, muss man eine geeignete Passung mit ISO-Toleranzen verwenden (Siehe [1] S.3.9 ff). Im Beispiel verwenden wir für das Innenmaß **30 mm** eine ISO-Toleranz **H7** (Doppelklick auf Maßzahl):



[1] Nagel, T.; Lienig, J.; Bönisch, I.; Reifegerste, F.: **Technisches Darstellen.**

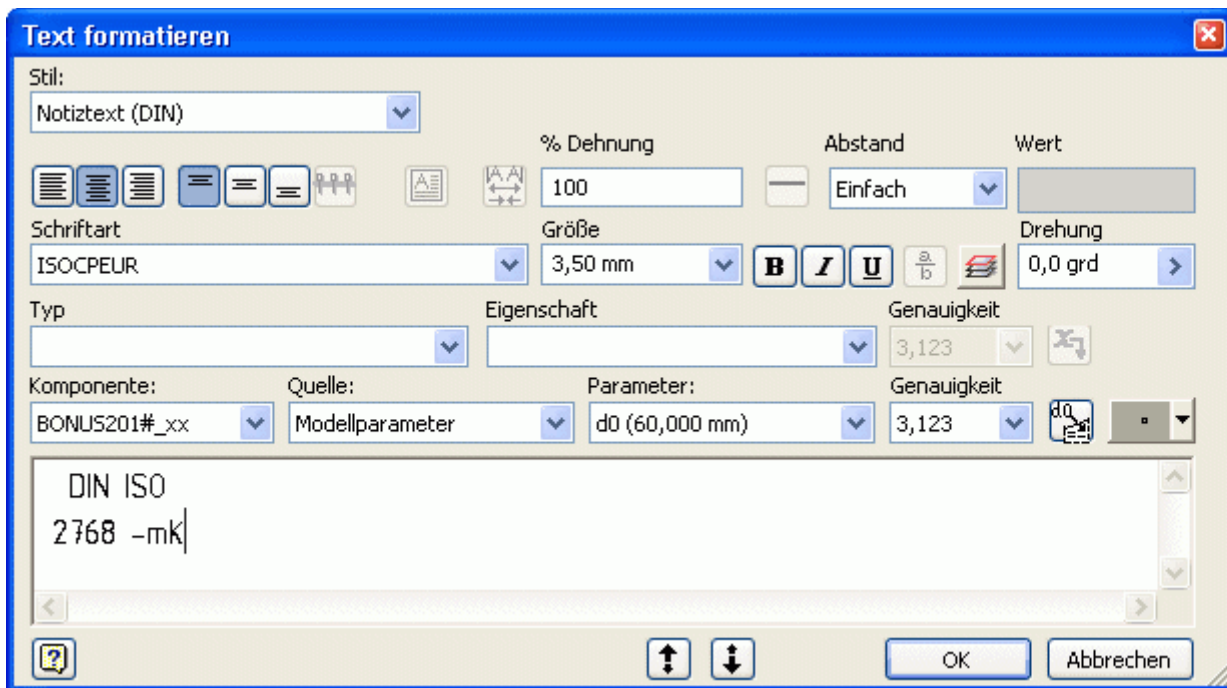
Studienliteratur Elektrotechnik-Feinwerktechnik-Mechatronik. Großerkmannsdorf: Verlag Initial, 2014.

← →

Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS_-_Bemassung&oldid=18002)

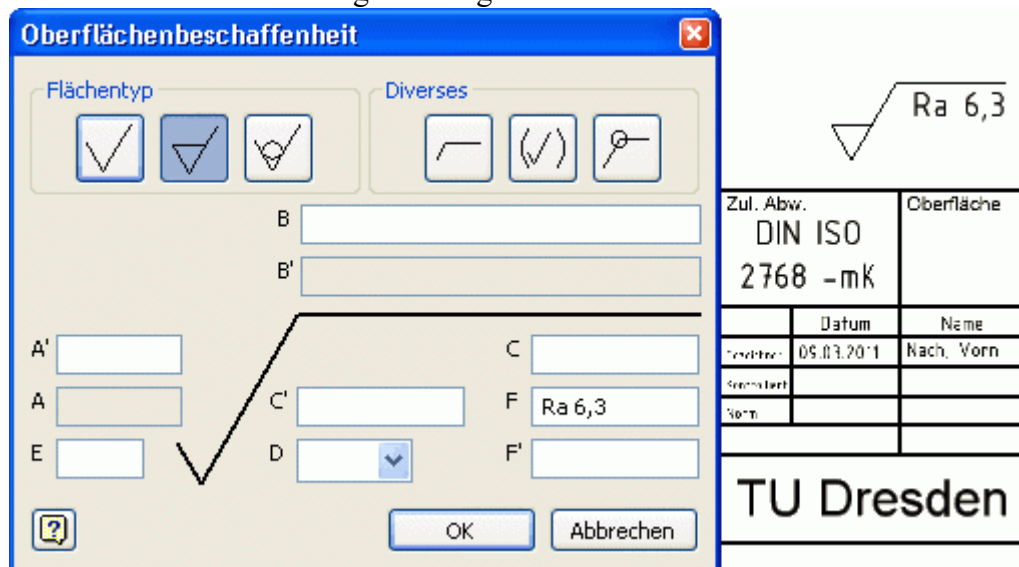
title=Software:\_CAD\_-\_Tutorial\_-\_BONUS\_-\_Bemassung&oldid=18002“





Nun noch die mittlere Oberflächenrauigkeit für Trennen von **6,3  $\mu\text{m}$** :

- Das Symbol für die Oberflächenbeschaffenheit passt nicht in die vorgesehene Schriftfeld-Zelle und wird deshalb oberhalb des Schriftfeldes platziert.
- Die Dialogmaske entspricht nicht ganz den Vorgaben der Norm für die zu beschreibende mittlere Oberflächenrauigkeit und muss deshalb sinngemäß angewandt werden:



Über **Drucken > Druckvorschau** kann man begutachten, ob das Resultat den Erwartungen entspricht.



Von „[http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:\\_CAD\\_-\\_Tutorial\\_-\\_BONUS\\_-\\_Schriftfeld&oldid=18003](http://www.optiyummy.de/index.php?title=Software:_CAD_-_Tutorial_-_BONUS_-_Schriftfeld&oldid=18003)“