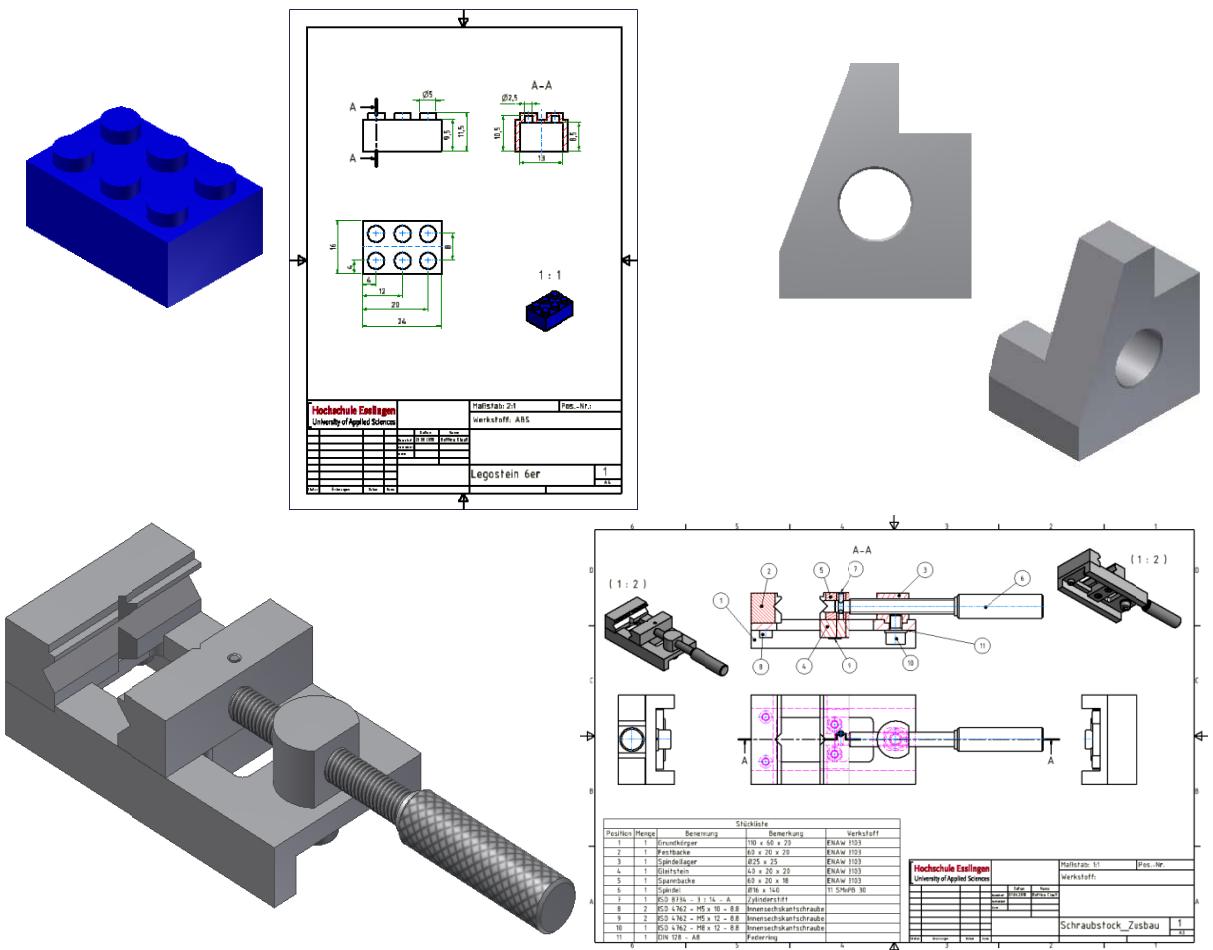




Dipl. Ing. (FH) Bettina Clauß

Prof. Dr.-Ing. Helmut von Eiff

CAD Grundkurs



Vorwort

Dieses Manuskript soll eine Einführung in den Bereich der Computer unterstützten technischen Zeichnungserstellung sein. Fachlich richtig sagt man dazu CAD (Computer Aided Design = Computer unterstütztes Konstruieren).

Heute wird dazu meist ein 3D-CAD Programm verwendet, welches von der üblichen 2D-Denkweise in gewisser Art abweicht.

Im Gegensatz zur technischen 2D-Zeichnung, die natürlich auch mit modernen CAD-Programmen erstellt werden können, geht es in dieser Einführung um die Eroberung der 3D-Konstruktionswelt.

Die Möglichkeiten die sich durch die 3D-Konstruktion im Laufe der Jahre ergeben haben sind so vielfältig, dass man sicher nicht alle Bereiche in *einem* Manuskript oder in *einem* Buch abhandeln könnte. Dies würde bei weitem den Rahmen sprengen.

Dieses Manuskript wurde sorgfältig und gewissenhaft geschrieben. Dennoch erhebt es keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es soll Grundlagen vermitteln und die Möglichkeit zur Bewältigung einfacher Aufgaben geben.

Sollte dennoch Grund für eine Beanstandung gegeben sein, so sind die Autoren für konstruktive Kritik und Anregungen dankbar.

Juli 2013, Dipl. Ing. (FH) Bettina Clauß

Prof. Dr.-Ing. Helmut von Eiff

Inhaltsverzeichnis

1	VORWORT	2
	INHALTSVERZEICHNIS.....	3
2	EINLEITUNG.....	9
2.1	VORAUSSETZUNGEN.....	9
2.2	WAS SIE HIER ERWARTET	10
2.3	SCHRIFTKONVENTIONEN IN DIESEM DOKUMENT	11
2.4	DIE INSTALLATION DES PROGRAMMS	11
2.4.1	<i>Die einzelnen Schritte der Installationsroutine</i>	12
2.4.2	<i>Die Autorisierung</i>	18
2.4.3	<i>Hinweis auf weitere Informationsquellen.....</i>	18
3	GRUNDLAGEN	20
3.1	VORLAGENARTEN.....	21
3.2	ÖFFNEN VON VORLAGEN.....	25
3.3	DIE ARBEITSUMGEBUNG	28
3.3.1	<i>Die Vorgehensweise bei der 3D-Konstruktion</i>	29
3.3.2	<i>Die Schaltflächenleiste.....</i>	30
3.3.3	<i>Der Browser</i>	30
3.3.4	<i>Der View Cube.....</i>	32
3.4	GRUNDEINSTELLUNGEN.....	33
3.4.1	<i>Wenn einzelne Arbeitsbereiche verschwinden.....</i>	41
3.5	DAS ANLEGEN EINES PROJEKTES	42
3.6	INVENTOR HILFEFUNKTIONEN	48
3.7	VERSTÄNDNISFRAGEN	49
4	SKIZZEN	50
4.1	SKIZZENGUNDLAGEN	51

Inhaltsverzeichnis

4.2	SKIZZIEREBENEN	52
4.3	SKIZZIERWERKZEUGE	54
4.3.1	<i>Der Linienbefehl</i>	54
4.3.2	<i>Kreise und Ellipsen</i>	63
4.3.3	<i>Bögen</i>	64
4.3.4	<i>Rechtecke</i>	64
4.3.5	<i>Punkte</i>	65
4.3.6	<i>Textskizzen</i>	65
4.4	DAS WICHTIGE RÄDCHEN AN DER MAUS	66
4.4.1	<i>Der Befehl Pan</i>	66
4.4.2	<i>Der Zoom Befehl</i>	67
4.5	MARKIEREN UND LÖSCHEN VON ELEMENTEN	68
4.6	ÄNDERUNGSWERKZEUGE	70
4.6.1	<i>Stutzen</i>	71
4.6.2	<i>Dehnen</i>	72
4.7	2D-ABHÄNGIGKEITEN	73
4.7.1	<i>Die Abhängigkeiten im Einzelnen</i>	74
4.7.2	<i>2D-Abhängigkeiten in der Übersicht</i>	86
4.7.3	<i>Abhängigkeiten anzeigen lassen und löschen</i>	88
4.8	BEMAßUNG	89
4.8.1	<i>Parametrische Bemaßung erzeugen</i>	89
4.8.2	<i>Bemaßung bearbeiten</i>	92
4.9	ÜBERBESTIMMUNG VON SKIZZEN	92
4.10	GEOMETRIE PROJIZIEREN	95
4.11	SKIZZEN VOLL BESTIMMEN	96
4.12	SKIZZEN FÜR DREHTEILE	97

Inhaltsverzeichnis

4.12.1	<i>Mittellinien und Konstruktionslinien</i>	97
4.12.2	<i>Bemaßung von Drehteilen</i>	98
4.12.3	<i>Hohlwelle oder Vollwelle</i>	99
4.13	VERSTÄNDNISFRAGEN	100
4.14	ÜBUNGEN	100
5	BAUTEILMODELLIERUNG	101
5.1	VON DER SKIZZE ZUM BAUTEIL	102
5.2	SKIZZIERTE ELEMENTE	102
5.2.1	<i>Extrusion</i>	103
5.2.2	<i>Drehung</i>	110
5.2.3	<i>Bohrungen</i>	114
5.2.4	<i>Der Orbit</i>	124
5.2.5	<i>Ausrichten nach</i>	125
5.2.6	<i>Der View Cube</i>	125
5.3	PLATZIERTE ELEMENTE	126
5.3.1	<i>Rundungen</i>	126
5.3.2	<i>Fasen</i>	129
5.3.3	<i>Wandstärke (Hülle)</i>	131
5.3.4	<i>Anordnung</i>	133
5.3.5	<i>Spiegeln</i>	137
5.3.6	<i>Trennen</i>	138
5.4	DER BROWSER IM 3D-BEREICH	139
5.4.1	<i>Skizzen bearbeiten</i>	140
5.4.2	<i>Elemente bearbeiten</i>	142
5.4.3	<i>Die Reihenfolge ändern</i>	143
5.4.4	<i>Namen oder Farben ändern</i>	144

Inhaltsverzeichnis

5.4.5	<i>Elemente unterdrücken</i>	145
5.5	DAS MATERIAL UND DIE DARSTELLUNG DES BAUTEILS ÄNDERN.....	146
5.6	ARBEITSELEMENTE.....	155
5.6.1	<i>Arbeitspunkte</i>	155
5.6.2	<i>Arbeitsachsen</i>	157
5.6.3	<i>Arbeitsebenen</i>	158
5.6.4	<i>Anpassen der Isometrieansicht</i>	169
5.6.5	<i>Grafiken aufschneiden</i>	172
5.7	FEHLERMELDUNGEN	173
5.8	VERSTÄNDNISFRAGEN	179
5.9	ÜBUNGEN	180
6	ZUSAMMENBAU	181
6.1	WAS IST EIN ZUSAMMENBAU?	182
6.2	KOMPONENTEN PLATZIEREN	183
6.3	ZUSAMMENBAU ABHÄNGIGKEITEN.....	187
6.3.1	<i>Freiheitsgrade</i>	187
6.3.2	<i>3D-Abhängigkeiten</i>	188
6.3.3	<i>Einfügen von Unterbaugruppen</i>	201
6.4	BEARBEITEN VON BAUGRUPPEN UND KOMPONENTEN.....	202
6.4.1	<i>Der Browser im Zusammenbau</i>	202
6.4.2	<i>Komponenten bearbeiten im Zusammenbau</i>	204
6.5	DAS INHALTSCENTER UND SEINE NORMTEILE	206
6.5.1	<i>Normteile ändern oder ersetzen</i>	211
6.6	VERSTÄNDNISFRAGEN	212
7	ZEICHNUNGSABLEITUNG	213
7.1	WIE HÄNGEN 3D-KONSTRUKTION UND 2D-ZEICHNUNGEN ZUSAMMEN	214

Inhaltsverzeichnis

7.2 WIE ENTSTEHT EINE 2D-ZEICHNUNG	215
7.2.1 <i>Blattgröße und Schriftfeld definieren</i>	215
7.2.2 <i>Erstellen der Erstansicht</i>	218
7.2.3 <i>Parallel und Isometrie Ansichten</i>	223
7.2.4 <i>Schnittansicht</i>	225
7.2.5 <i>Ausbruchsansicht</i>	229
7.2.6 <i>Detailansicht</i>	232
7.2.7 <i>Unterbrochene Ansicht</i>	235
7.2.8 <i>Bauteile aus der Schnittansicht nehmen</i>	236
7.3 ZEICHNUNGSANSICHTEN BEARBEITEN	238
7.3.1 <i>Maßstab und Stil ändern</i>	238
7.3.2 <i>Ansichten verschieben und ausrichten</i>	238
7.3.3 <i>Ansichten drehen</i>	239
7.3.4 <i>Schnitt- und Ausschnittsansichten bearbeiten</i>	241
7.3.5 <i>Ansichten löschen</i>	241
7.4 ZEICHNUNGSKOMMENTARE	243
7.4.1 <i>Bemaßung</i>	243
7.4.2 <i>Bemaßungen bearbeiten</i>	246
7.4.3 <i>Anbringen von Toleranzen</i>	247
7.4.4 <i>Mittellinien</i>	248
7.5 FREIER TEXT	250
7.6 OBERFLÄCHENSYMBOLE	252
7.7 POSITIONSNUMMERN.....	254
7.8 STÜCKLISTE.....	259
7.9 VERSTÄNDNISFRAGEN	264
7.10 ÜBUNGEN	264

Inhaltsverzeichnis

8 LÖSUNGEN ZU DEN VERSTÄNDNISFRAGEN	265
8.1 LÖSUNGEN ZU KAPITEL 3 GRUNDLAGEN	265
8.2 LÖSUNGEN ZU KAPITEL 4 SKIZZEN	265
8.3 LÖSUNGEN ZU KAPITEL 5 BAUTEILMODELLIERUNG	266
8.4 LÖSUNGEN ZU KAPITEL 6 ZUSAMMENBAU	268
8.5 LÖSUNGEN ZU KAPITEL 7 ZEICHNUNGSABLEITUNG	269
LITERATUREMPFEHLUNG / HILFESTELLUNG	270
9 ANHANG	271
9.1 WEITERE HINWEISE	271
9.1.1 <i>Wechsel zwischen cm und mm</i>	271
9.1.2 <i>Federkonstruktion</i>	272
9.1.3 <i>Ausrichten des Basisbauteils im Zusammenbau</i>	274
9.2 ZEICHNUNGEN	277
9.2.1 <i>Zeichnungen Übungen zum Skript</i>	277
9.2.2 <i>Zeichnungen Schraubstock</i>	278
9.2.3 <i>Zeichnungen Spannvorrichtung</i>	279
9.2.4 <i>Zeichnungen Bohrmaschine</i>	280

1 Einleitung

Die Vielfältigen Möglichkeiten des 3D-CAD's sind heute nicht mehr aus der Arbeitswelt weg zu denken. Sie sind den 2D-CAD Systemen in vielen Bereichen überlegen.

Um nur ein paar Beispiele zu nennen soll erwähnt werden, dass das Modellieren eines 3D-Körpers viel realer gestaltet werden kann. Es beschleunigt die Konstruktionszeit, ermöglicht im Zusammenbau Kollisionsbetrachtungen, was schon in der Entwicklung hilft Fehler zu erkennen und zu beheben bevor die Teile gefertigt werden. Des weiteren können Zusammenbauzeichnungen animiert werden und daraus auch Filme abgeleitet werden, die mittlerweile in der Industrie den Vertrieb bei Ihrer Arbeit unterstützen.

Die heute gängigsten 3D-CAD-Programme sind:

- Catia von Dassault Systemes
- Pro Engineer von PTC
- Inventor Professional von Autodesk
- Unigraphics und Solid Edge von UGS Corporation
- Solid Works von Dassault Systemes

Einen schnellen und einfachen Einstieg in die Thematik bietet Inventor Professional der Firma Autodesk.

Aktuell ist zurzeit Inventor Professional 2014, auf der auch dieses Skript aufbaut.

1.1 Voraussetzungen

Dieses Manuskript setzt voraus, dass die Leser bereits Grundkenntnisse im technischen Zeichnen erworben haben und damit technische Zeichnungen sowohl lesen als auch verstehen können.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass Grundkenntnisse im Umgang mit dem PC und dem Betriebssystem Windows vorliegen und das Handling mit dem Dateisystem (speichern, kopieren, etc.) keine Probleme bereitet.

1.2 Was Sie hier erwartet

Im Gegensatz zu den üblichen technischen Zeichnungen die normalerweise in der 2D-Darstellungen gemacht werden, lernen Sie hier Schritt für Schritt die Welt des 3D-CAD's kennen. Langsam anhand von einfachen Beispielen sollen Ihnen die Grundfunktionen des Programms vermittelt werden.

Sicher wird auch dieses Skript nicht alle Bereiche abdecken können, aber es soll Ihnen ermöglichen, dass Sie nach der Durcharbeitung in der Lage sind einfache Modelle selbstständig zu erstellen, die entsprechende Zeichnungsableitung zu machen und auch selbstständig einen Zusammenbau zu bewältigen.

Zum Schluss werden Sie einen einfachen Schraubstock, siehe Abb. 1.1, modelliert und zusammengebaut haben, sowie teilweise die Zeichnungsableitungen der einzelnen Modelle erstellt haben.

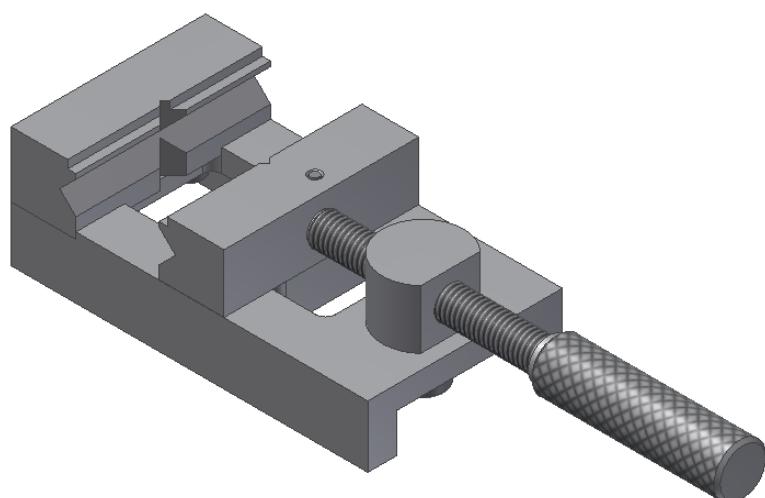


Abb. 1.1 Schraubstock

1.3 Schriftkonventionen in diesem Dokument

Sie werden in diesem Skript mit verschiedenen Schreibweisen konfrontiert.

- Buttons oder Felder die Sie in Dialogfenstern auswählen oder drücken müssen werden *kursiv* geschrieben, z. B. Button *Weiter*
- Werte die Sie in Dialogfenster eingeben müssen werden **fett** geschrieben
- Bei Wechseln zwischen Registerkarten und Befehlskombinationen werden kursive Schrift und Pfeile verwendet, z. B. *Registerkarte Extras → Anwendungsoptionen*
- Inventor - Funktionen oder – Befehle sind von einem Rahmen umgeben, wobei die Bezeichnung der Quick-Info entnommen wurde, z. B. der Befehl **Linie**
-  wann immer Sie dieses Symbol sehen, sollen Sie aktiv werden

1.4 Die Installation des Programms

Es gibt zwei Varianten wie Sie an die Installationsroutine gelangen:

1. Über den Download auf der Autodesk Student Community Site
Sie haben 2 unterschiedliche Dateien in **einem Ordner** vorliegen:
Autodesk_Inventor_2014_German_Win_64_dlm_001_002.sfx.exe
Autodesk_Inventor_2014_German_Win_64_dlm_002_002.sfx.exe
Starten Sie die Installation über die zweite Datei (..._002_002.exe)
und folgen Sie den Anweisungen unter 1.4.1.
2. Sie haben die original Datenträger oder Kopien davon:
 - Stecken Sie den USB-Stick in den Anschluss des Rechners. Die Installation sollte dann automatisch starten.
Geschieht dies nicht, dann starten Sie die  **Setup.exe** im Hauptverzeichnis und folgen den Anweisungen unter 1.4.1.

Bitte beachten Sie, dass Sie für die Installation ca. 11 GB freien Festplattenspeicherplatz benötigen.

1.4.1 Die einzelnen Schritte der Installationsroutine

Nach dem die Installationsroutine gestartet ist, erhalten Sie das Installationsfenster, siehe Abb. 1.2

In diesem Fenster legen Sie fest, ob Sie lokal am Computer oder ein Adminimage, welches auf dem Netzlaufwerk liegt, erstellen möchten.

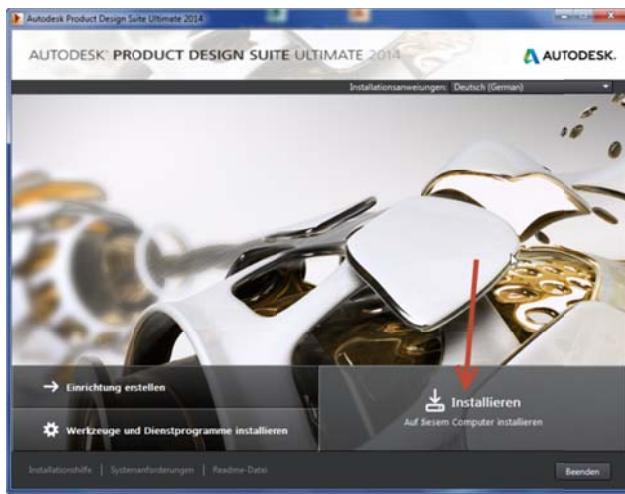


Abb. 1.2 Installationseingangsfenster

Lesen Sie sich die Lizenzbedingungen durch und klicken unten auf *I Accept* und bestätigen Sie das Fenster mit dem Button *Weiter*

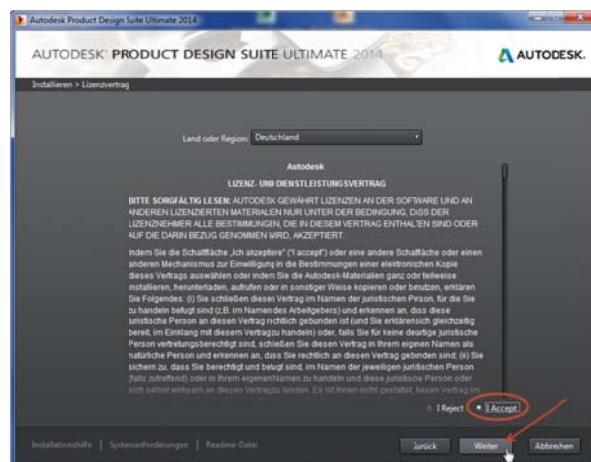


Abb. 1.3 Lizenzvereinbarungen

Wählen Sie im Fenster Abb. 1.4 folgende Einstellungen aus:

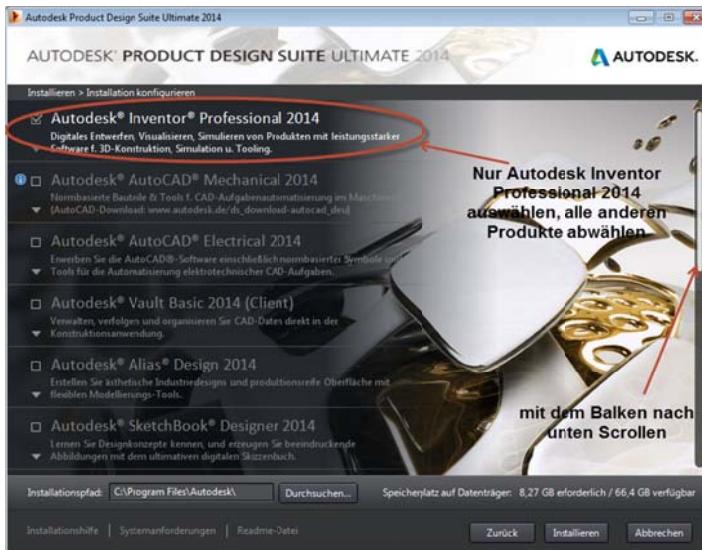


Abb. 1.4 Installationsauswahl

Wenn Sie nur mit Inventor arbeiten möchten, dann wählen Sie auch nur Autodesk Inventor Professional 2014 an.

Um Festplattenplatz zu sparen entfernen Sie an den anderen die Haken. Scrollen Sie danach mit dem Balken an der rechten Seite in den unteren Bereich.

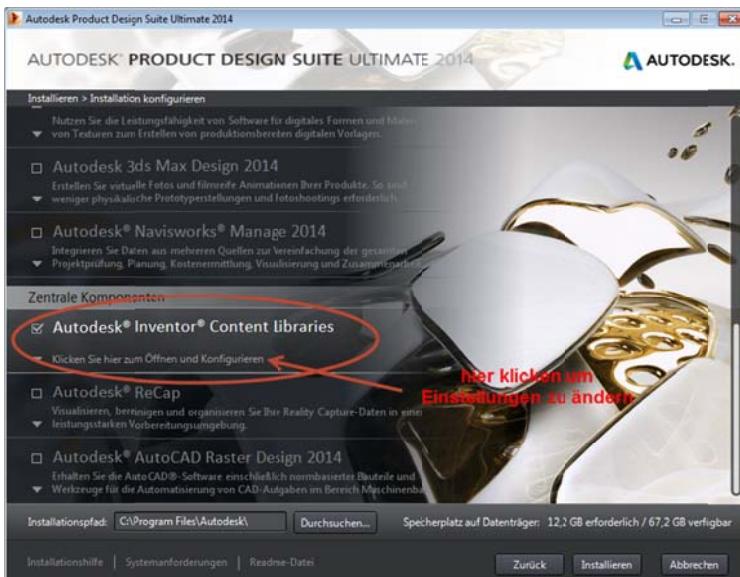


Abb. 1.5 Inhaltscenter Installation

Wählen Sie alles ab bis auf Autodesk Inventor Content Libraries.

Klicken Sie unterhalb auf Klicken Sie hier zum Öffnen und Konfigurieren

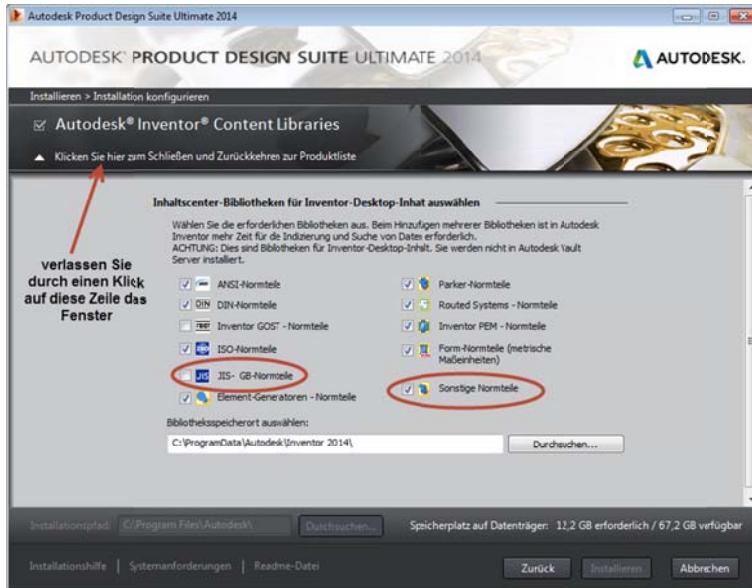


Abb. 1.6 Inhaltscentereinstellungen

Wählen Sie die Einstellungen wie Sie sie in Abb. 1.6 dargestellt sehen.
Klicken Sie dann im oberen Bereich auf *Klicken Sie hier zum Schließen und Zurückkehren zur Produktliste*

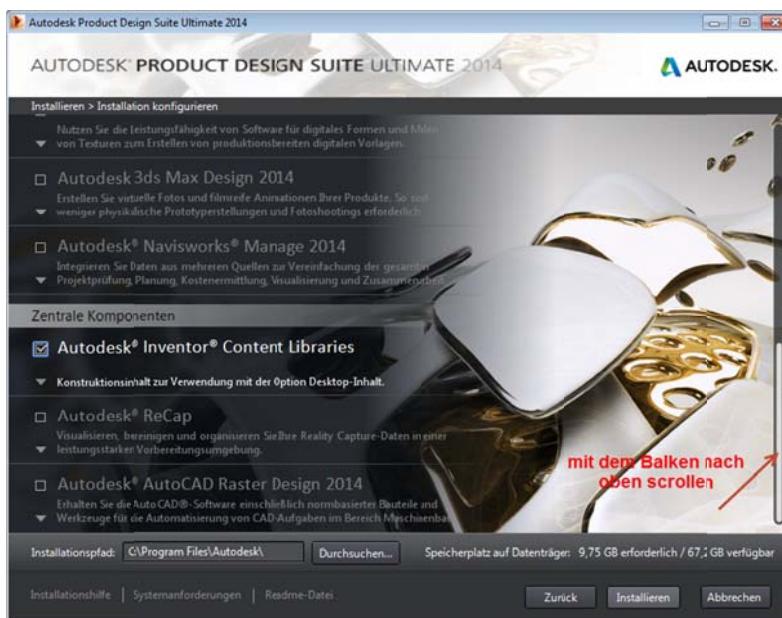


Abb. 1.7 Produktlistenübersicht

Scrollen Sie mit dem Balken auf der rechten Seite wieder nach oben, um an die Inventoreinstellungen zu kommen.

Fahren Sie mit der Maus auf den Eintrag Autodesk Inventor Professional 2014 und klicken Sie auf Klicken Sie hier zum Öffnen und Konfigurieren

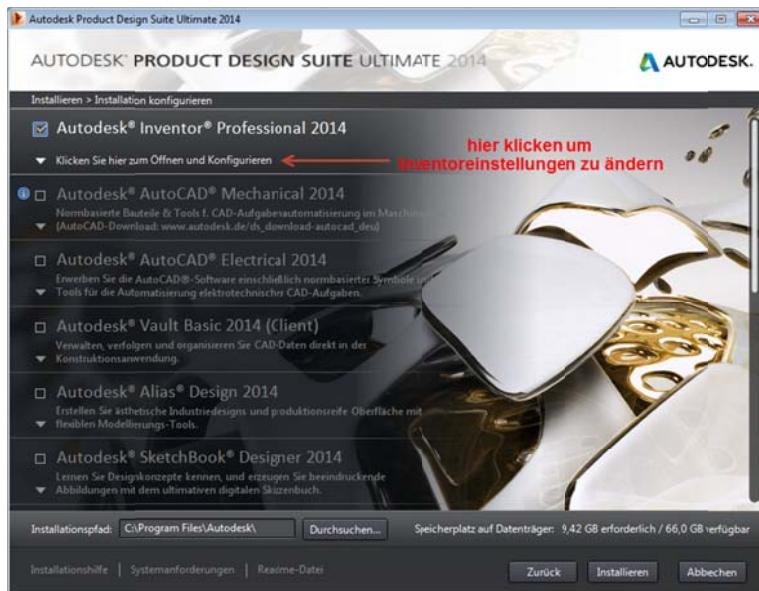


Abb. 1.8 Inventorkonfiguration

Überprüfen Sie hier ob neue Service Packs zur Verfügung stehen.

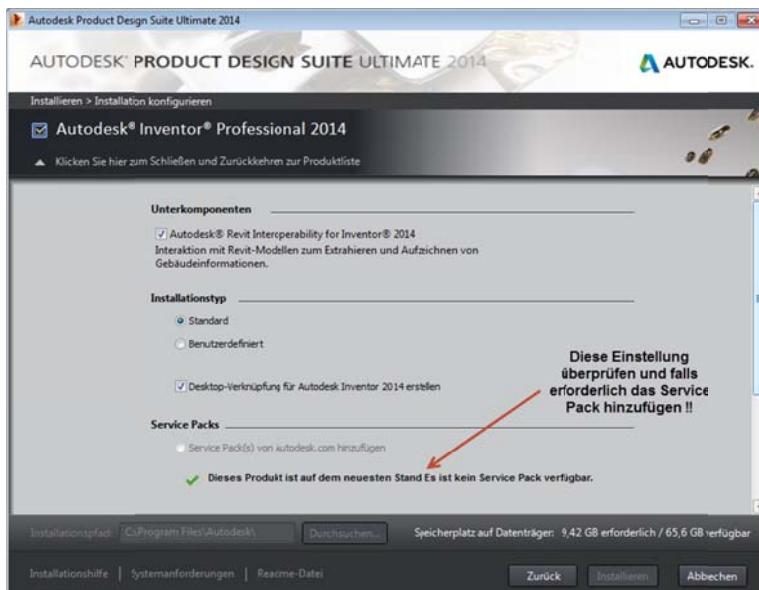


Abb. 1.9 Überprüfung der Service Pack Verfügbarkeit

Wenn ein grüner Haken erscheint, ist das Produkt auf dem aktuellsten Stand. Ansonsten fügen Sie die zur Verfügung stehenden Service Packs der Installation gleich zu.

Fahren Sie mit der Maus wieder in den oberen Bereich und klicken auf den Eintrag *Klicken Sie hier zum Schließen und Zurückkehren zur Produktliste*

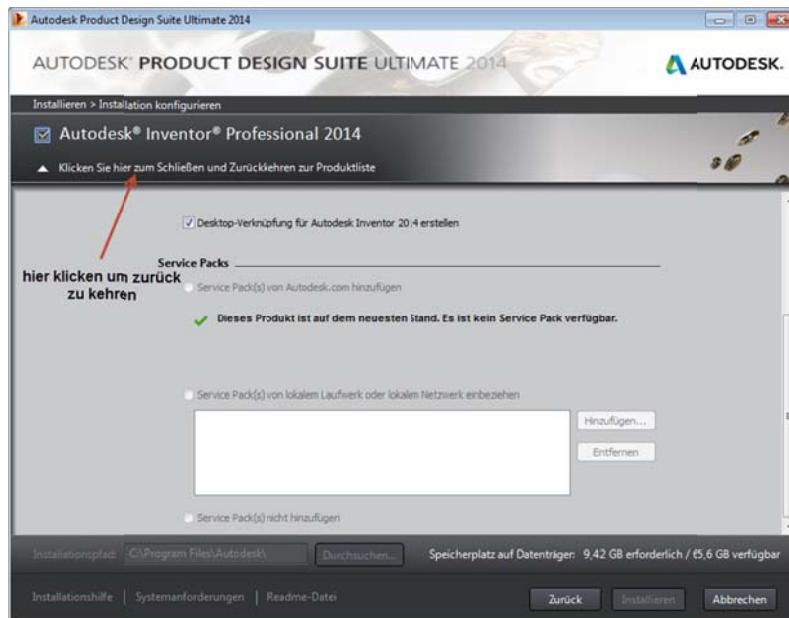


Abb. 1.10 Schließen der Einstellungen

Scrollen Sie dann mit dem Balken auf der rechten Seite wieder nach unten und starten Sie die Installation mit dem Button *Installieren*.

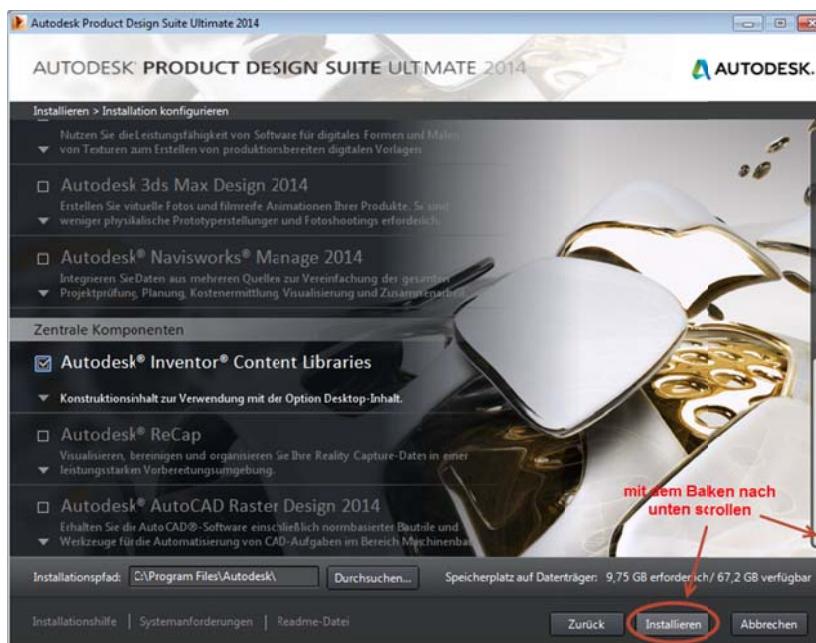


Abb. 1.11 Inhaltscenter Zugangsoptionen

Hinweis:

*Die Installation kann bis zu 1 Stunde, manchmal auch länger dauern.
Warten Sie auf die Meldung, dass die Installation erfolgreich war.*

Beachten Sie auch, dass Sie nach der Installation noch min. 3GB freien Speicherplatz auf Ihrer Systempartition haben sollten um vernünftig arbeiten zu können.

Nach erfolgreicher Installation finden Sie auf dem Desktop ein neues Icon bzw. Symbol, siehe Abb. 1.12



Mit diesem Icon können Sie die Software starten.

Abb. 1.12 Die Verknüpfung

Wenn dieses Icon nicht erscheint, kann die Software auch über die Windows Programmauflistung gestartet werden, siehe Abb. 1.13.

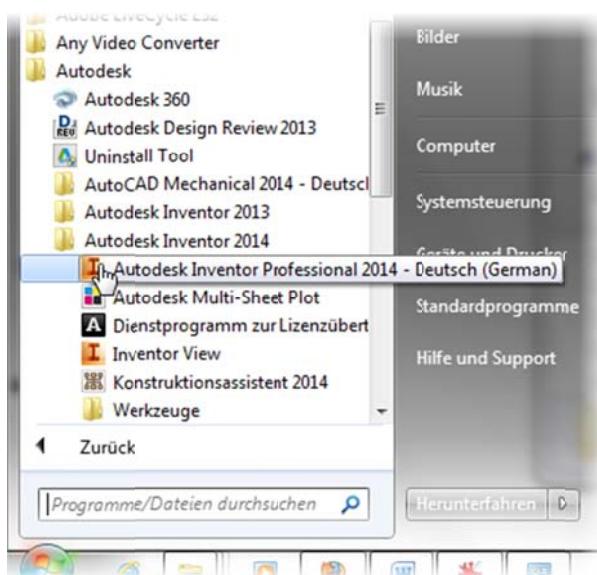


Abb. 1.13 Programmstart

1.4.2 Die Autorisierung

Nach dem ersten Start generiert das Installationsprogramm einen Anforderungscode der bei einer Onlineverbindung direkt an Autodesk übermittelt wird. Daraus berechnet Autodesk einen Autorisierungscode, der bei bestehender Onlineverbindung automatisch eingespielt wird.

Sollten Sie die Autorisierung nicht gleich durchführen wollen, weil Sie im Moment keine Onlineverbindung haben, können Sie das Programm auch 30 Tage als Demoversion benützen. Diese unterliegt keiner Einschränkung und kann vollständig benutzt werden.

Natürlich können Sie auch die Autorisierung per Email oder Fax anfordern. Folgen Sie dabei den Hinweisen die beim Start auf dem Bildschirm erscheinen solange das Programm nicht Autorisiert wurde.

1.4.3 Hinweis auf weitere Informationsquellen

Nutzen Sie bei Problemen bitte auch die im Internet verfügbaren Hilfen der Firma Autodesk unter <http://support.autodesk.com/>, dort finden Sie die meisten Informationen in der Wissensdatenbank (mit Volltextsuche!) und in den Diskussionsgruppen.

Unter dieser URL können Sie auch immer die aktuellsten Servicepacks und Updates für Ihr Autodesk Produkt herunterladen.

Sollten sich die Probleme mit diesen Informationsquellen nicht beheben lassen, wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das Autodesk Produkt erworben haben.

Davor sollten Sie aber die folgenden Punkte unbedingt beachten:

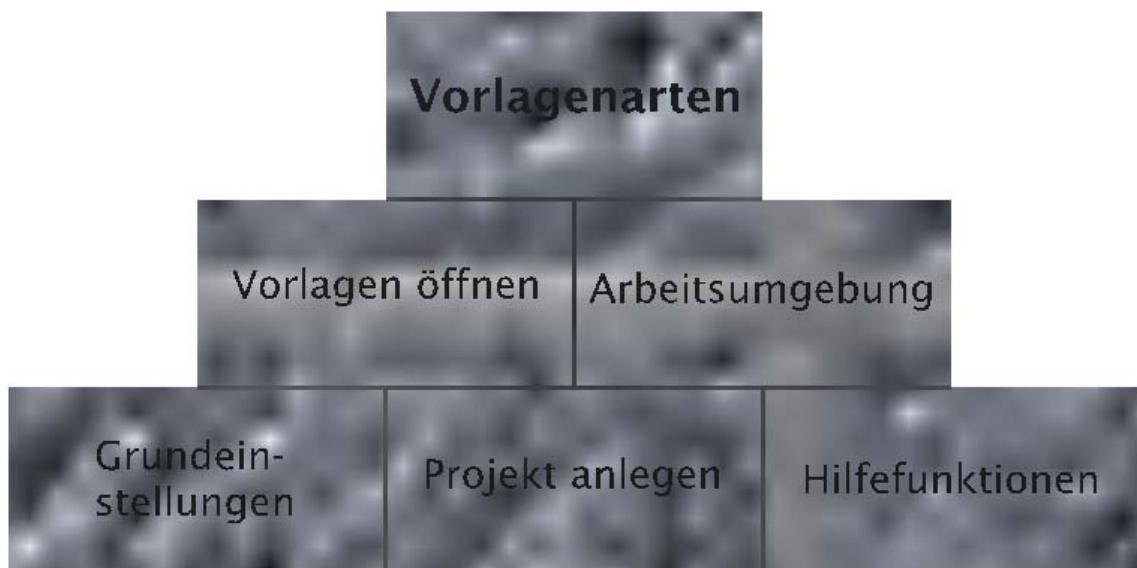
- Prüfen Sie bereits vor Ihrer Anfrage per Telefon oder Email, ob die in diesem Dokument angegebenen Hinweise beachtet wurden.
- Stellen Sie sicher, dass Sie als Administrator Zugriff auf das System haben.

- Wenn Sie sich im Umgang mit einem Server unsicher fühlen, beauftragen Sie bitte Ihren Systemadministrator, mit Ihrem Händler Kontakt aufzunehmen oder stellen Sie sicher, dass er in erreichbarer Nähe ist, falls Rückfragen zu Ihrem Netzwerk entstehen.
- Für Supportanfragen direkt an den Autodesk Support, halten Sie unbedingt auch folgende Informationen bereit bzw. senden Sie via Email mit:
 - die Firma über die Sie das Produkt bezogen haben
 - Betriebssystem (auf dem Server/an den Workstations)
 - Hardwareausstattung (Prozessor, Arbeitsspeicher, Festplattenspeicher, Netzwerkkarte usw.)

2 Grundlagen

Kleiner Überblick oder was Sie hier lernen sollen:

- Vorlagenarten
- Öffnen von Vorlagen
- die Arbeitsumgebung
- Grundeinstellungen
- Anlegen eines Projektes
- Inventor Hilfefunktionen



2.1 Vorlagenarten

Vorlagen kennen Sie alle, wenn Sie schon mit Microsoft Word gearbeitet haben. Dort wird als Standardvorlage die Normal.dot verwendet, in welcher die Grundeinstellungen für das Dokument enthalten sind.

Im Inventor werden vier unterschiedliche Vorlagen verwendet (siehe Abb. 2.1), wobei hier in diesem Kurs nur drei behandelt werden.

Wenn Sie mit den Vorlagen der Hochschule arbeiten, haben Sie in den verschiedenen Vorlagen bestimmte Voreinstellungen bekommen. Diese Einstellungen machen zum Teil das Arbeiten angenehmer. In der Folge sind diese Vorlagen an dem vorgestellten HE-, wie z. Bsp. HE-Bauteil.ipt oder HE-Zeichnung.idw zu erkennen.

Die Standardvorlagen, welche automatisch bei Inventor dabei sind, enthalten die Einstellungen nach DIN-Norm und sind bei der Standardinstallation dabei.

Bei der Erklärung der Vorlagen werden beide Arten erläutert. Später werden nur noch die Vorlagen der Hochschule verwendet.



Abb. 2.1 Gesamtübersicht

Die Vorlagen sind unterteilt in:

1. IPT - Inventor Part

ipt-Vorlagen werden verwendet um Einzelbauteile zu erzeugen.

Dabei wird hier noch mal zwischen einem normalen Bauteil oder einem Blechbauteil unterschieden. Die Vorlagen unterscheiden sich in der Bearbeitungsoberfläche, da bei einem Blechteil andere Befehle benötigt werden wie bei einem Bauteil.

In dieser CAD-Einführung werden nur die Bauteile behandelt. Keine Blechteile.

Vorlagen der Hochschule Esslingen:



HE-Bauteil.ckpt

HE-Blech.ckpt

Je nach dem mit welchen Vorlagen Sie arbeiten bekommen Sie folgende Vorlagen angezeigt:



Norm.ckpt

Blech.ckpt

Standardvorlagen von Inventor:



Abb. 2.2 ipt-Vorlagen

2. IDW – Inventor Drawing

idw-Vorlagen werden verwendet um aus den konstruierten Bauteilen oder Zusammenbaudateien eine 2D-Zeichnungsableitung zu erstellen.

In der Fertigung werden auch heute noch überwiegend 2D-Zeichnungen verwendet, so dass eine Zeichnungsableitung immer noch notwendig ist.

Vorlagen der Hochschule Esslingen:



HE-Zeichnung.idw

Standardvorlagen von Inventor:



Norm.idw

Abb. 2.3 idw-Vorlagen

3. IAM – Inventor Assembly

iam-Vorlagen werden verwendet um aus den erstellten Einzelbauteilen einen Zusammenbau zu erzeugen.

Bei den iam-Vorlagen wird nochmals zwischen einer normalen Baugruppe und einer Schweißkonstruktionsbaugruppe unterschieden. Auch hier unterscheiden sich die Vorlagen in der Bearbeitungsoberfläche.

In dieser CAD-Einführung werden nur normale Baugruppen, keine Schweißbaugruppen behandelt.

Vorlagen der Hochschule Esslingen:



Standardvorlagen von Inventor:



Abb. 2.4 iam-Vorlagen

4. IPN – Inventor Präsentation

ipn-Vorlagen werden verwendet um aus den bereits erstellten Zusammenbaudateien eine Explosionszeichnung zu erstellen.

Diese Vorlage wird in diesem Manuscript nicht näher betrachtet.

Vorlagen der Hochschule Esslingen:



HE-Präsentation.ipn

Standardvorlagen von Inventor:



Norm.ipn

Abb. 2.5 ipn-Vorlagen

Sondervorlage Norm.dwg

Diese Vorlage ist nur bei der Inventor-Standardinstallation enthalten und wird benötigt, wenn 2D-Zeichnungen aus einem Altdatenbestand verwendet und weiterbearbeitet werden sollen.



Norm.dwg

Abb. 2.6 Norm.dwg

2.2 Öffnen von Vorlagen

Nach dem Programmstart erscheint der Willkommensbildschirm, s. Abb. 2.7



Abb. 2.7 Willkommensbildschirm

Über den Button *Neu* im Willkommensfenster oder über das Icon *Neu* nach dem Schließen des Willkommensfenster können Sie dann eine Vorlage öffnen.



Wenn Sie einen dieser Knöpfe drücken öffnet sich eine Dialogbox wie in Abb. 2.8 HE-Vorlagen
Abb. 2.9 Inventor Standardvorlagen gezeigt wird.

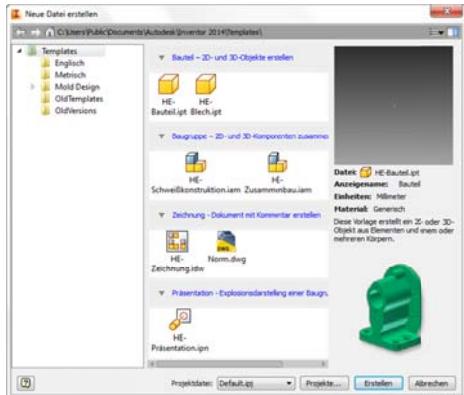


Abb. 2.8 HE-Vorlagen

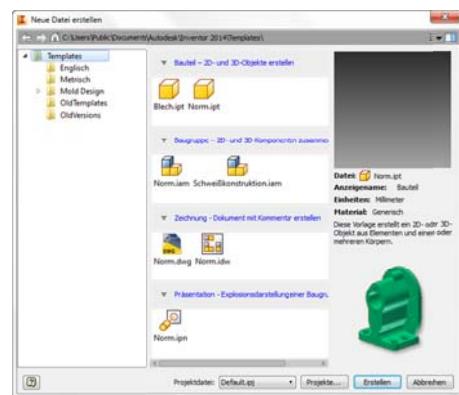


Abb. 2.9 Inventor Standardvorlagen

Klicken Sie nun auf HE-Bauteil.igt oder Norm.igd und öffnen Sie eine Bauteilvorlage.

Es erscheint dann folgender Bildschirm, wenn Sie HE-Bauteil.igt öffnen:

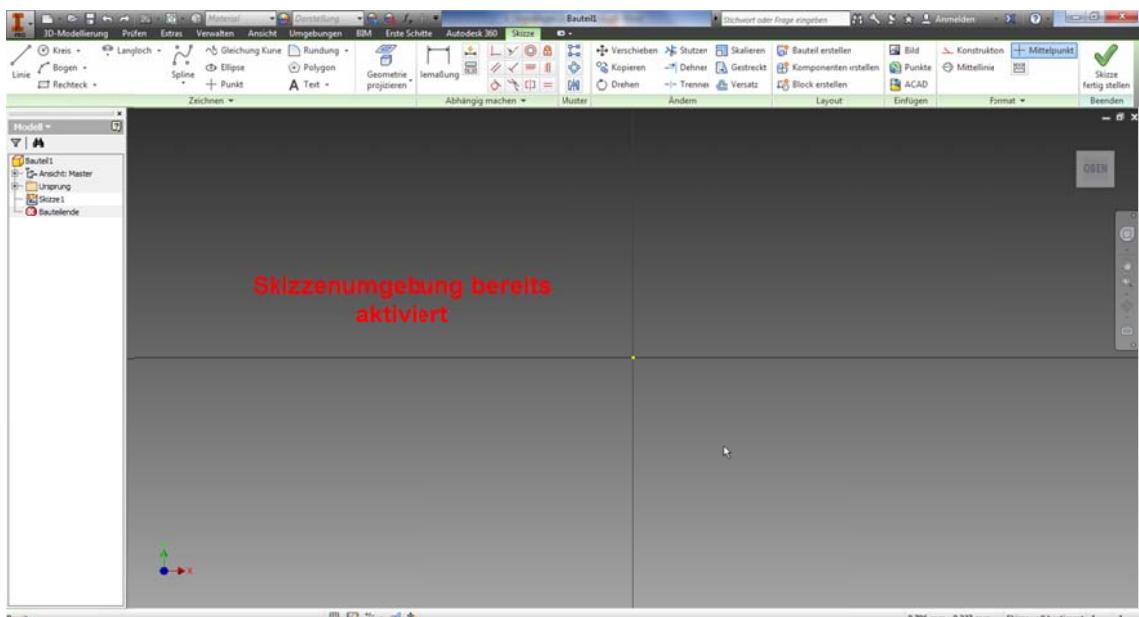


Abb. 2.10 HE-Bauteil.igt

Oder es erscheint dieser Bildschirm, wenn Sie die Norm.ipt öffnen:

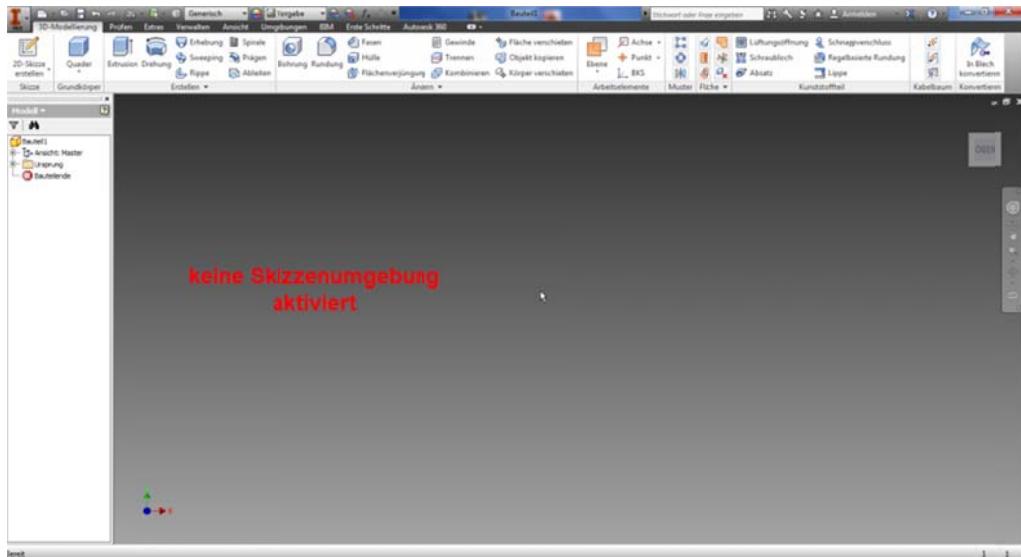


Abb. 2.11 Norm.ipt

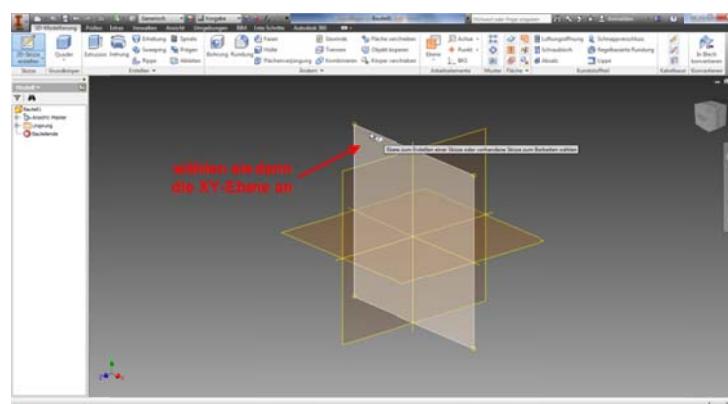
Die Vorlagen unterscheiden sich in der aktivierte[n] Skizzierumgebung, wie man bei der HE-Bauteilvorlage, siehe Abb. 2.10 sehen kann.

Um in die Skizzenumgebung bei der Norm.ipt zu gelangen muss man zuerst links oben im Eck auf das Icon *2D-Skizze erstellen* klicken.



Abb. 2.12 2D-Skizze erstellen

Als nächstes muss man die XY-Ebene durch einen Klick anwählen. Dadurch wird die Skizzierebene auf diese gelegt und Sie haben die gleiche Ansicht wie bei der HE-Bauteilvorlage.ipt.



Ab hier wird jetzt nur noch mit den Vorlagen der Hochschule gearbeitet. Sollte es zu Abweichungen zwischen Ihren und den hier gezeigten Abbildungen kommen, kann dies an der Vorlagendatei liegen.

Auf die gleiche Weise werden auch die anderen Vorlagen geöffnet.

Durch klicken auf den Button *NEU* lassen sich weitere Vorlagen öffnen.

2.3 Die Arbeitsumgebung

Nachdem eine Vorlage geöffnet wurde hat man den Standardbildschirmaufbau vor sich.



Abb. 2.13 Der Arbeitsbildschirm

Aus Layoutgründen wurde die Hintergrundfarbe des Arbeitsbereiches geändert. (Farbschema = Präsentation, siehe Abb. 2.22, auf Seite 34)

2.3.1 Die Vorgehensweise bei der 3D-Konstruktion

Während man im 2D-CAD oder bei der manuellen Zeichnerstellung immer senkrecht auf die XY-Ebene schaut, bewegt man sich im 3D-CAD im Raum.

Der Raum wird von der XY-Ebene und der darauf lotrecht stehenden Z-Achse aufgespannt, siehe Abb. 2.14.

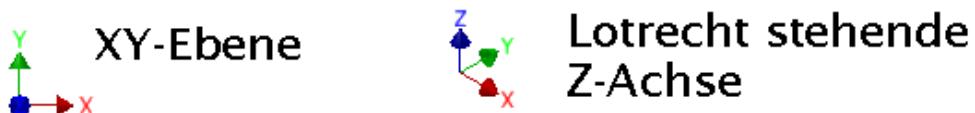


Abb. 2.14 Darstellung XY-Ebene und aufgespannter Raum

Die Standardzeichenebene XY wird durch die X-Achse (rot) und die Y-Achse (grün) aufgespannt. Senkrecht darauf steht nun die Z-Achse (blau). Über diese Z-Achse wird der Konstruktionsraum aufgespannt.

Diese 3 Achsen bilden den Koordinatenindikator und helfen bei der Orientierung während der 3D-Konstruktion.

Durch eine Skizze auf diese XY-Ebene beginnt man in der Regel seine Konstruktion.

Kurz beschrieben ist der Ablauf einer 3D-Konstruktion folgendermaßen:

1. skizzieren der Grundkontur auf eine Ebene
2. Erzeugung eines 3D-Modells (Bauteil.upt)
(über weitere Befehle wird aus der Skizze ein Modell erzeugt)
3. Erzeugung des Zusammenbaus (Zusammenbau.iam)
(zusammenfügen der Einzelteile aus Schritt 2)
4. Erstellung der entsprechenden Zeichnungsableitungen (Zeichnung.idw)
5. eventuell Erstellung von Präsentationsfiles (Präsentation.ipn)

Wie die einzelnen Schritte funktionieren werden Sie im weiteren Verlauf des Manuskriptes kennen lernen.

2.3.2 Die Schaltflächenleiste

Die Schaltflächenleiste beinhaltet die Bearbeitungsbefehle, entsprechend der Arbeitsumgebung.

In der Arbeitsumgebung Skizze findet man die Zeichenbefehle für die Skizzenbearbeitung.



Abb. 2.15 Schaltflächenleiste Skizzenumgebung

In der Arbeitsumgebung 3D-Elemente findet man die Befehle zur Bearbeitung von 3D-Modellen.



Abb. 2.16 Schaltflächenleiste der 3D-Umgebung

Der Wechsel erfolgt automatisch und die aufgelisteten Befehle sind auch abhängig von der jeweiligen Registerkartenstellung.

2.3.3 Der Browser

Der Browser ist das Herzstück von Inventor Professional.

In ihm spiegelt sich die komplette Konstruktionshistorie wieder, da jeder Schritt im Browser aufgeführt wird.

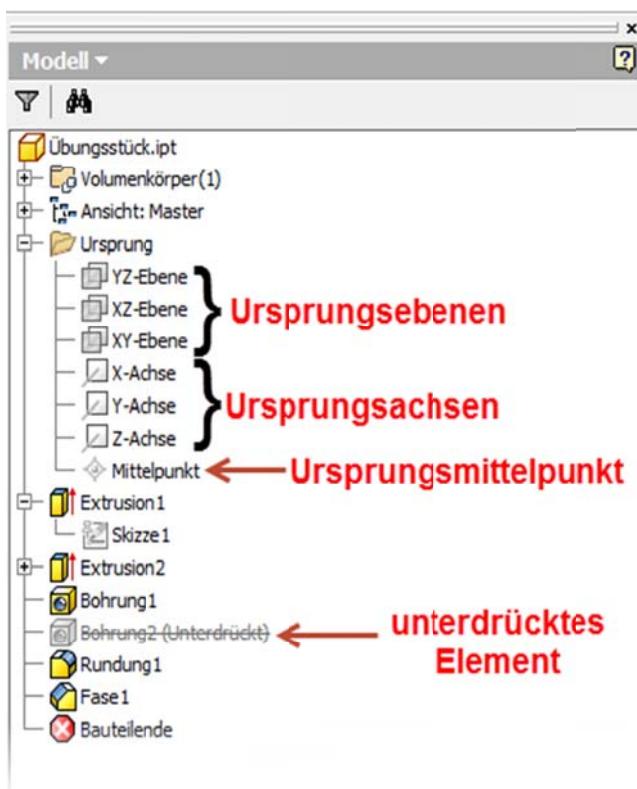
Hier lässt sich die Konstruktion in Ihrem Ablauf, in ihrer geschichtlichen Entstehung abändern und nachvollziehen.

Über Kontextmenüs (rechte Maustaste auf einen Eintrag) können Sie entweder das Element / Feature bearbeiten oder sich die Eigenschaften anzeigen lassen.

Beim Überfahren der einzelnen Elemente werden diese rot umrandet und das jeweilige Element wird am Modell angezeigt.

Durch charakteristische Symbole wird die Bedeutung der einzelnen Einträge sichtbar, siehe Abb. 2.17.

Er ähnelt in seinem Aufbau dem Windows Explorer. Wie im Explorer muss man auf die Plus- oder Minus- Zeichen klicken um die erweiterte Struktur zu sehen.



Unter dem Ordner Ursprung befinden sich die Ursprungsebenen, die Ursprungsachsen und der Ursprungsmittelpunkt.

Auf diese wird häufig Bezug genommen.

Je nach Symbol handelt es sich um eine Bohrung oder um eine Abrundung

Grau hinterlegte Einträge sind unterdrückt oder unsichtbar geschaltet.

Abb. 2.17 Der Browser

Da der Inhalt und die Anzeige des Browser von der Umgebung abhängt (Bauteil, Zusammenbau, Zeichnung) finden Sie weitere Informationen zum Umgang und Handling des Browsers, in den jeweiligen Kapiteln dieses Manuskriptes.

2.3.4 Der View Cube

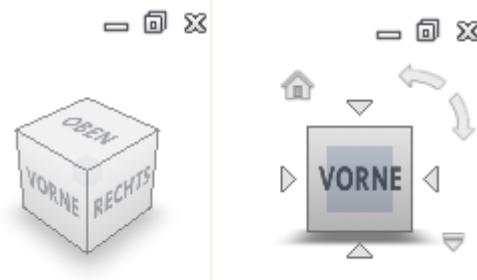


Abb. 2.18 View Cube

Der View Cube befindet sich in der rechten oberen Ecke des Arbeitsbereiches.

Er ist der Ansichtenwürfel. Je nachdem wie man ihn anklickt erhält man eine direkte Frontalansicht auf das Modell oder man erhält eine Ansicht in der Isometrie.

Hinweis:

*Sollten Sie Ihr Modell komplett verdreht haben, gelangen Sie über die **Taste F6** oder das Häuschen am Würfel zurück in die Standard Isometrieeansicht.*

2.4 Grundeinstellungen

Damit es sich angenehmer arbeiten lässt, sollte man sinnvolle Voreinstellungen vornehmen. Diese werden nach einer ordnungsgemäßen Beendigung von Inventor in Ihrem Windows Benutzerprofil gespeichert.

Sollte es zu einem Absturz von Inventor kommen oder zu Problemen mit Ihrem Benutzerprofil von Windows, kann es sein, dass diese Einstellungen wieder verloren gehen.

Dann bitte nachfolgende Schritte nochmals ausführen bzw. Einstellungen importieren.

1. Klicken Sie auf die Registerkarte *Extras* → *Anwendungsoptionen*



Abb. 2.19 Wechsel in die Anwendungsoptionen

2. Die Registerkarte Allgemein:

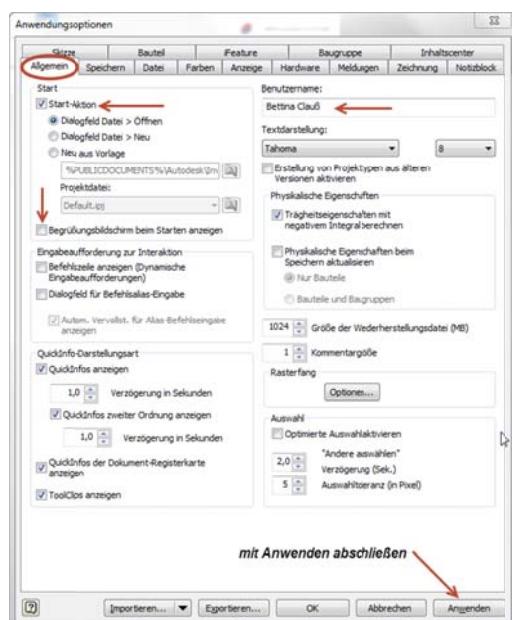
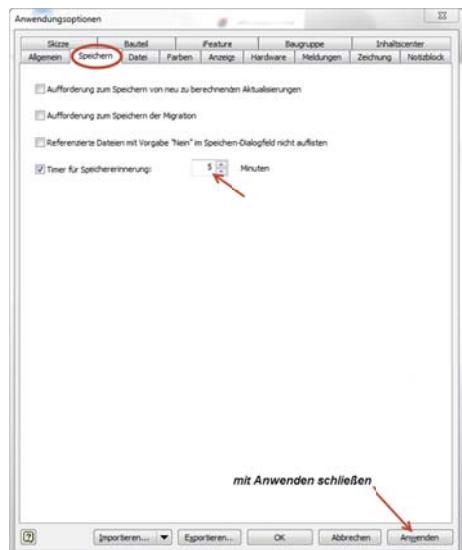


Abb. 2.20 Registerkarte Allgemein

unter Start links oben:

- **Start-Aktion anklicken mit Dialogfeld Datei Öffnen**
- **Begrüßungsbildschirm beim Start anzeigen abwählen**
- oben rechts bei Benutzername Ihren Namen eintragen
- bei Kommentargröße wird eingestellt, wie groß Symbole und Bezeichnungen im Skizzentab angezeigt werden.

3. Die Registerkarte Speichern



Stellen Sie den Timer zur Speichererinnerung auf 5 Minuten ein.

Dies ist lediglich eine Speicheraufforderung und keine automatische Zwischenspeicherung, so wie Sie dies von Word oder anderen Programmen kennen.

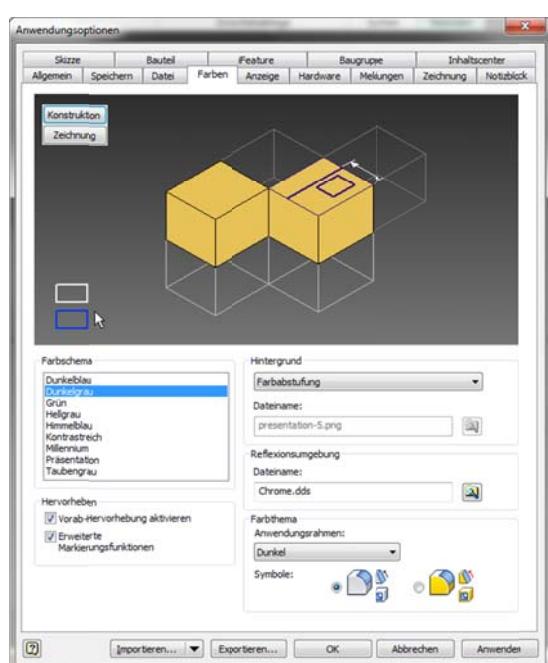
Sie müssen danach trotzdem „von Hand“ speichern!!!

Abb. 2.21 Registerkarte Speichern

Hinweis:

Beenden Sie die jeweiligen Karten mit dem Button Anwenden, damit die Einstellungen gleich gespeichert werden. Sonst gehen Sie bei einem versehentlichen schließen des Fensters verloren.

4. Die Registerkarte Farbe



Hier können Sie die Farbkombinationen einstellen mit denen Sie am besten arbeiten können.

Je nach Einstellung variieren die Farben bei den Anzeigen in der Skizze und anderen Bereichen.

In diesem Skript wurde mit dem Farbschema **Präsentation** und Hintergrund **Einfarbig** gearbeitet.

Abb. 2.22 Registerkarte Farbe

5. Die Registerkarte Anzeige

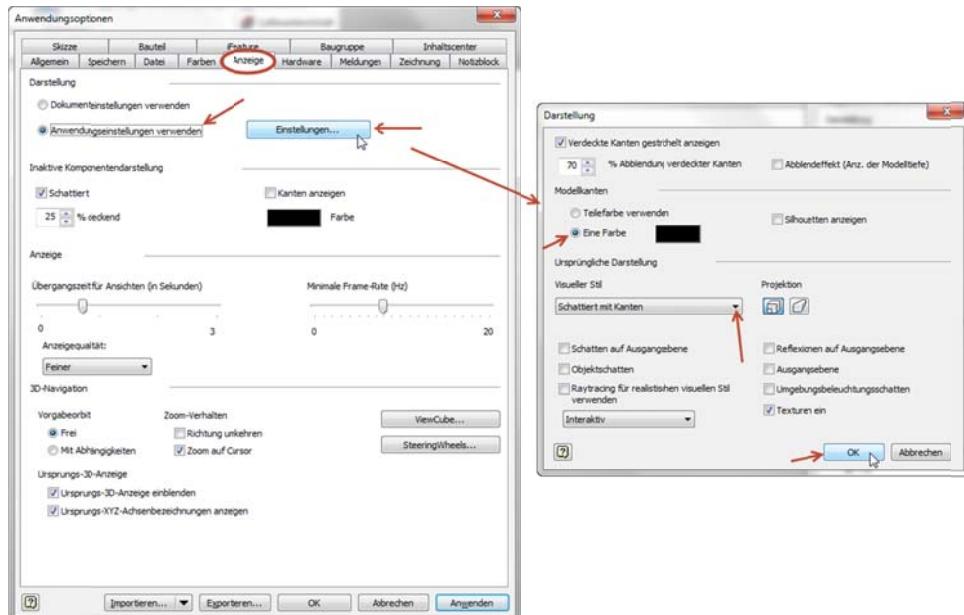


Abb. 2.23 Registerkarte Anzeige

Wählen Sie unter Darstellung die Einstellung *Anwendungseinstellungen verwenden* an.

Klicken Sie anschließend auf den Button *Einstellungen* und Sie gelangen in das rechte Fenster.

Dort stellen Sie um auf *Eine Farbe* und unter Visueller Stil wählen Sie *Schattiert mit Kanten*.

Schließen Sie das rechte Fenster mit dem Button *OK*.

Überprüfen Sie im unteren Bereich dass *Zoom auf Cursor* und bei Vorgabeorbit die Einstellung *Frei* angewählt ist.

6. Die Registerkarte Skizze

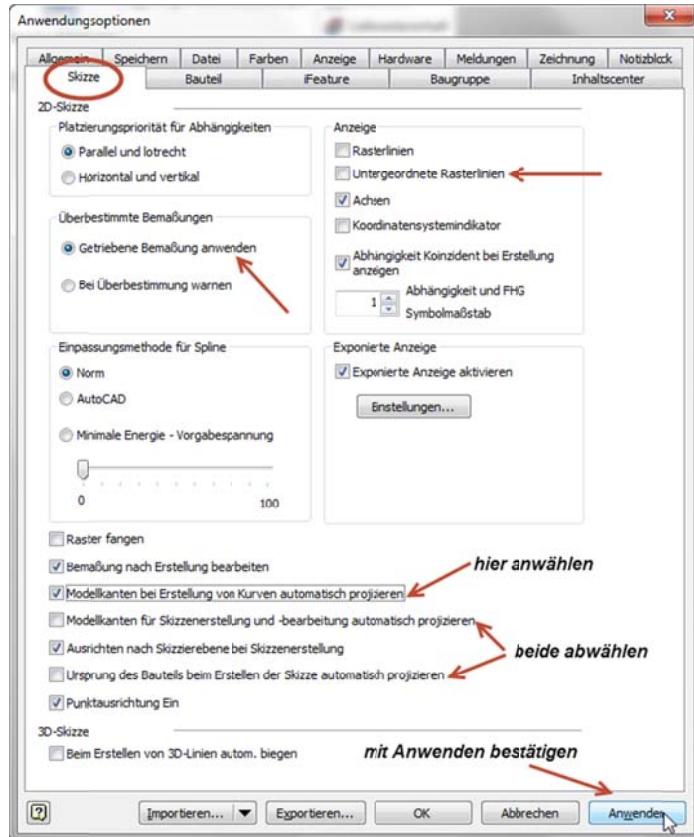


Abb. 2.24 Registerkarte Skizze

Stellen Sie die Einstellungen so ein, wie Sie es in Abb. 2.24 vorfinden.

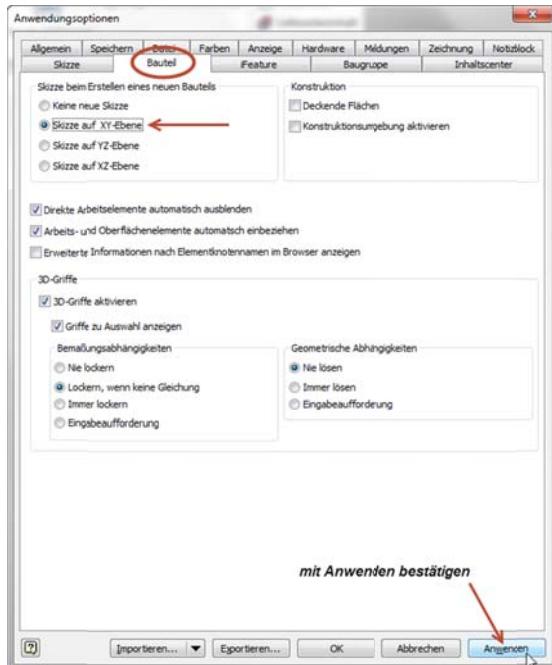
Was die Einstellungen bewirken:

- *Die Häkchen unter Anzeige bewirken, dass keine Rasterlinien auf dem Bildschirm angezeigt werden. Dies führt zu einer besseren Übersichtlichkeit beim Zeichnen.*
- *Getriebene Bemaßung anwenden bewirkt, dass bei Überbestimmtheit das „überflüssige“ Maß in Klammern dargestellt wird. Dieses Maß dient nur der Anzeige und kann nicht bearbeitet werden.*
- *Bemaßung nach Erstellung bearbeiten bewirkt, dass nach setzen der Bemaßung ein Eingabefenster erscheint und die Bemaßung direkt eingegeben werden kann.*

- *Modellkanten bei Erstellung von Kurven automatisch projizieren* bewirkt, dass Kanten beim Berühren automatisch in die Skizze projiziert (kopiert) werden.
- *Ausrichten nach Skizzierebene bei Skizzenerstellung* bewirkt, dass Inventor automatisch in die Skizzierebene schwenkt, so dass direkt auf die Skizze geschaut wird.
- *Ursprung des Bauteils beim Erstellen der Skizze automatisch projizieren* bewirkt, dass immer der Ursprungsmittelpunkt des Bauteils in die Skizze projiziert wird. Dies ist nur sinnvoll wenn man das Bauteil komplett um den Ursprungsmittelpunkt aufbaut. Geschieht dies nicht, kann der Mittelpunkt unter Umständen zur Verwirrung führen, da dann in einer Skizze einfach ein Punkt da ist, der später nicht mehr richtig zugeordnet werden kann.
Deshalb abschalten!

- *Beenden Sie die Karte wieder mit Anwenden.*

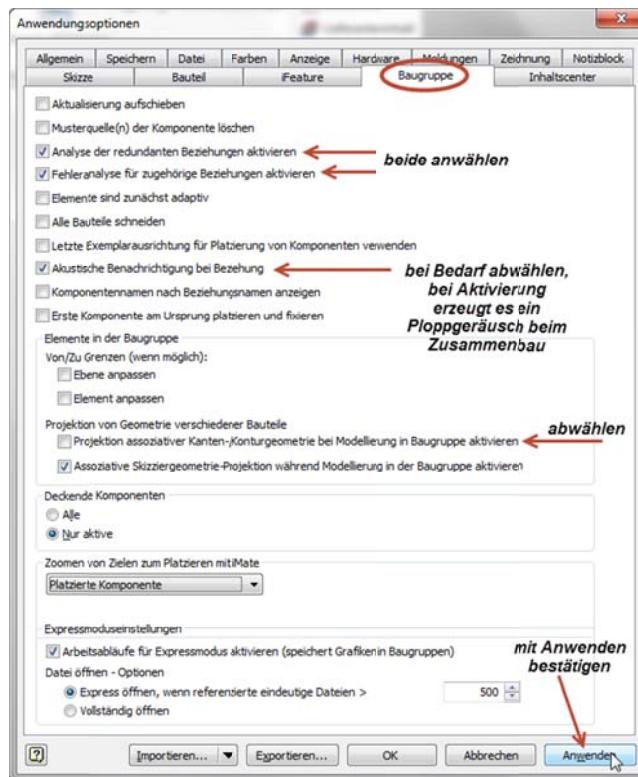
7. Die Registerkarte Bauteil



In dem Bereich oben links bei Skizze beim Erstellen eines neuen Bauteils wählen Sie den Eintrag *Skizze auf XY-Ebene* an

Abb. 2.25 Registerkarte Bauteil

8. Die Registerkarte Baugruppe



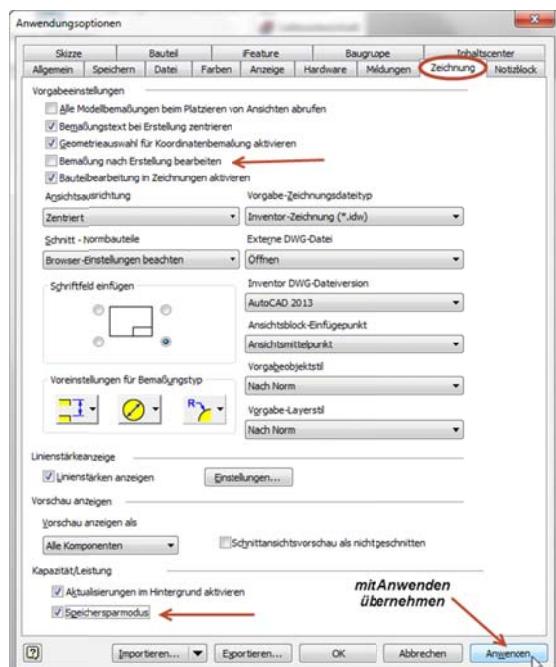
Wählen Sie *Analyse der redundanten Beziehungen aktivieren* und *Fehleranalyse für zugehörige Beziehungen aktivieren* an.

Nehmen Sie bei Bedarf den Haken bei Akustische Benachrichtigung bei Beziehung raus.

Haken bei *Projektion assoziativer Kanten* abwählen

Abb. 2.26 Registerkarte Baugruppe

9. Die Registerkarte Zeichnung



Nehmen Sie hier den Haken bei Bemaßung nach Erstellung bearbeiten raus.

Es sind nur wenige Maße die Toleranzen und Zusätze erhalten. Diese können im Nachgang bearbeitet werden.

Aktivieren Sie im unteren Bereich den Speichermodus.

Abb. 2.27 Registerkarte Zeichnung

Die restlichen Registerkarten können mit den Standardeinstellungen verwendet werden und deswegen wird nicht näher darauf eingegangen.

Damit die Einstellungen nicht verloren gehen, können Sie über den Button *Exportieren* gespeichert und bei Bedarf wieder importiert werden. Klicken Sie auf *Exportieren* und speichern Sie die Datei mit einem Namenszusatz in einem von Ihnen gewählten Ordner ab.

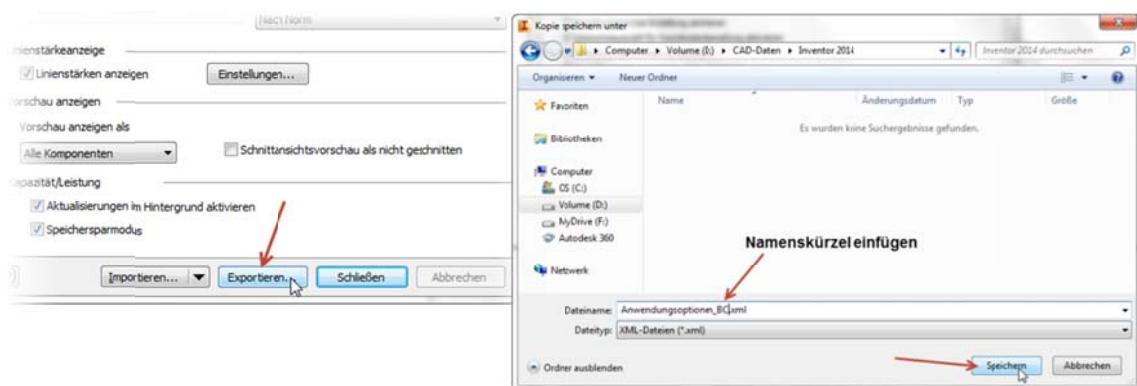


Abb. 2.28 Exportieren der Inventoreinstellungen

Um die Einstellungen wieder zu importieren klicken Sie auf den Button *Importieren*, wählen die entsprechende XML-Datei an und klicken auf *Öffnen*.

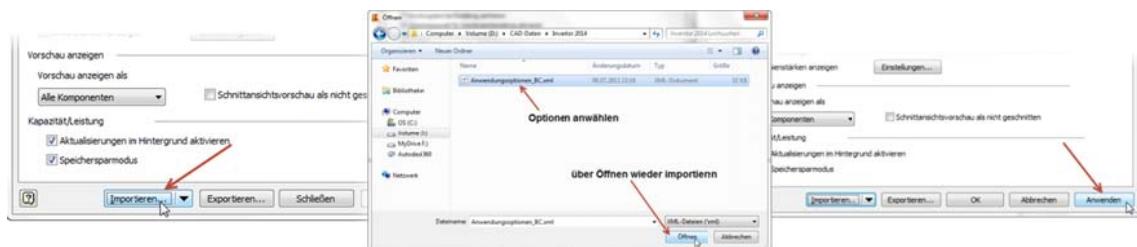


Abb. 2.29 Importieren der Inventoreinstellungen

Nachdem Sie die Einstellungen importiert haben müssen Sie den Import mit dem Button *Anwenden* beenden.

Wenn die Daten erfolgreich importiert wurden, aktiviert sich der Schalter *Schließen* im unteren Bereich, mit dem Sie die Anwendungsoptionen beenden können.

Zurück auf dem Arbeitsbildschirm klicken Sie wieder auf die Registerkarte Skizze.



Abb. 2.30 Umschalten in den Skizzierbereich

Sie befinden sich jetzt wieder im Skizziermodus im Inventor und können mit der Konstruktion eines Bauteils beginnen.

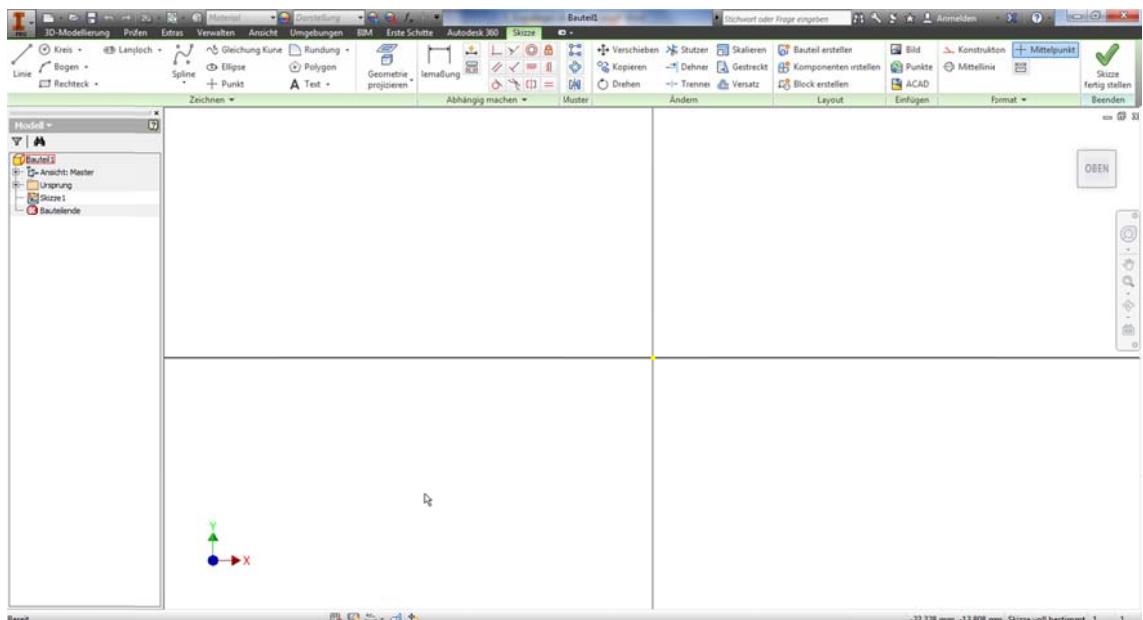


Abb. 2.31 Der Bildschirm nach den Einstellungen

2.4.1 Wenn einzelne Arbeitsbereiche verschwinden

Hin und wieder kommt es vor, dass man sich einzelne Bereiche des Standardarbeitsbereiches ausblendet.

Dass der Browser nicht mehr angezeigt wird, die Navigationsleiste verschwindet oder die Schaltflächenleiste nicht mehr erscheint.

Hier wird erläutert, wie Sie die einzelnen Bereiche wieder einblenden können.

2.4.1.1 Der Browser und die Navigationsleiste

Der Browser auf der linken Seite und die Navigationsleiste auf der rechten Außenseite werden häufig unbewusst ausgeblendet.

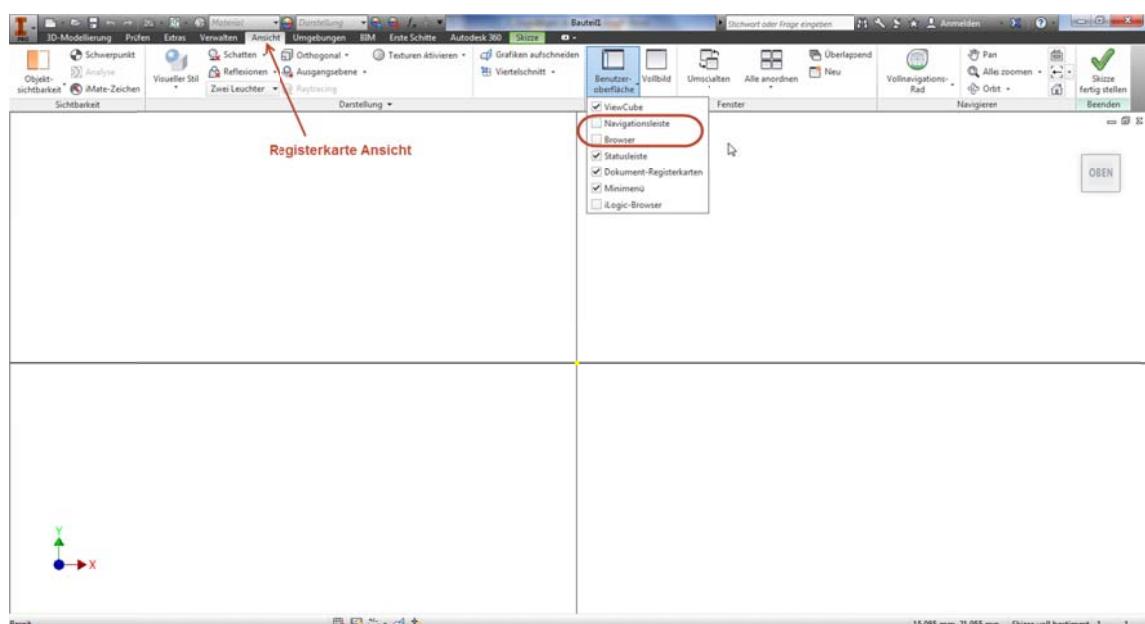


Abb. 2.32 Browser und Navigationsleiste ausgeblendet

Über die Registerkarte *Ansicht* → *Benutzeroberfläche* gelangt man wieder an die verlorenen Einstellungen.

Setzen Sie die Haken in den Kästchen *Navigationsleiste* und *Browser* und beides wird wieder angezeigt.

Ebenso finden Sie dort die Schalter für den View Cube und die Statuszeile, sollten diese mal nicht mehr zu finden sein.

2.4.1.2 Die Schaltflächenleiste

Anders sieht es aus, wenn die Schaltflächenleiste ausgeblendet wird.



Abb. 2.33 Schaltflächenleiste ausgeblendet

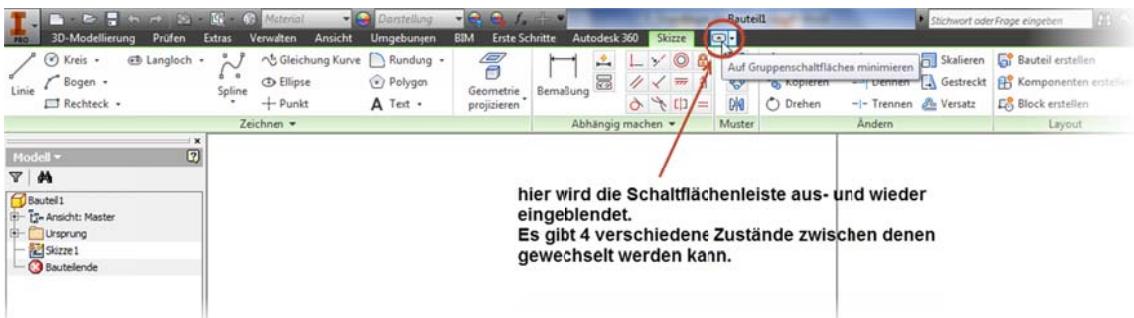


Abb. 2.34 Schaltflächenleiste wieder eingeblendet

Neben der Registerkarte Skizze befindet sich ein kleiner Schalter. Wenn man auf diesen Schalter mit dem kleinen Dreieck klickt Skizze , dann wird durch die 4 Zustände der Schaltflächenleiste gewechselt.

2.5 Das Anlegen eines Projektes

Ähnlich wie man in einem Büro einen neuen Ordner anlegt, wenn man einen neuen Auftrag beginnt, wird in der 3D-CAD-Konstruktion ein neues Projekt angelegt.

Wie unter 2.3.1 auf Seite 29 beschrieben, besteht eine 3D-Konstruktion aus mehreren einzelnen Modellen, welche dann in einer Zusammenbaudatei zusammen gefügt werden. Hinzu kommen noch Zeichnungsableitungen der einzelnen Bauteile und eventuell auch vom Zusammenbau.

Diese einzelnen Dateien sind über Verknüpfungen miteinander verbunden und aktualisieren sich bei einer Änderung sofort.

Damit dieser Ablauf reibungslos funktioniert ist es wichtig, dass die Dateien auf demselben Pfad liegen.

Aus diesem Grund wird zu Beginn einer Arbeit immer ein neues Projekt angelegt.

Um ein Projekt anlegen zu können, müssen im Hintergrund alle Dateien geschlossen sein.

Die einzelnen Schritte einer Projektanlage:

1. Alle Dateien schließen
2. Gehen Sie auf der Registerkarte *Erste Schritte* → *Projekte*



Abb. 2.35 Der Button Projekte

3. In der aufgehenden Dialogbox drücken Sie den Button Neu

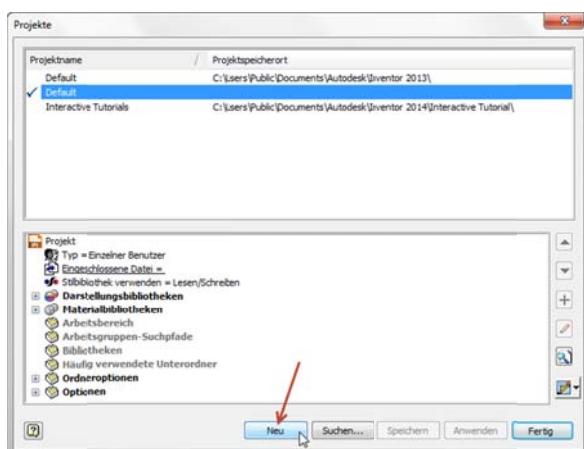


Abb. 2.36 Projektübersicht

4. Wählen Sie Neues Einzelbenutzer-Projekt aus und Weiter

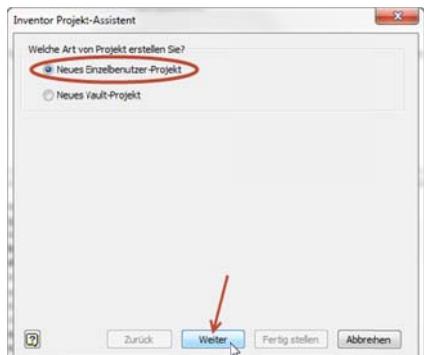


Abb. 2.37 Art des Projektes

5. Vergabe des Projektnamens und des Projektpfades

Sind Projektname und Projektpfad eingegeben, mit *Fertig stellen* beenden

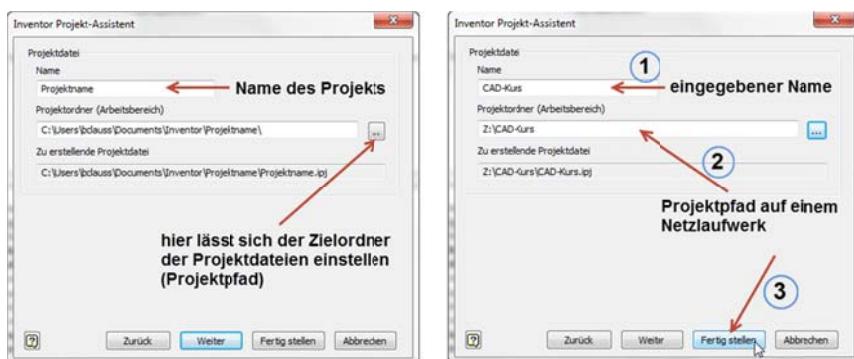
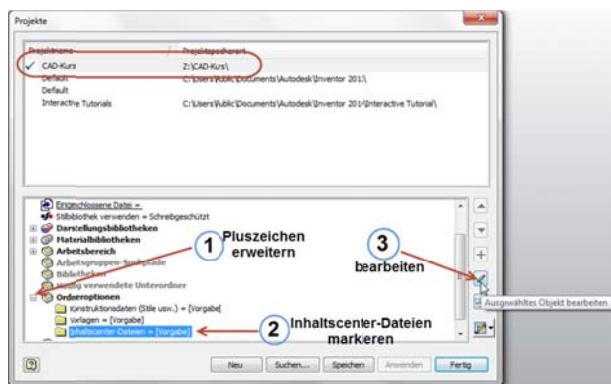


Abb. 2.38 Anlegen des Projekts

6. Einstellen des Pfades für Normteile

Das Projekt wurde angelegt und gleichzeitig aktiv geschaltet.

Erkennbar ist dies an dem vorangestellten Haken.



Öffnen Sie im unteren Bereich das *Pluszeichen* bei Ordneroptionen
Klicken Sie dann auf den Eintrag *Inhaltscenter Dateien* und zuletzt auf den *Bleistift* auf der rechten Seite

Abb. 2.39 Pfadeinstellung für Normteile

7. Anlegen und Zuweisen eines Normteilordners

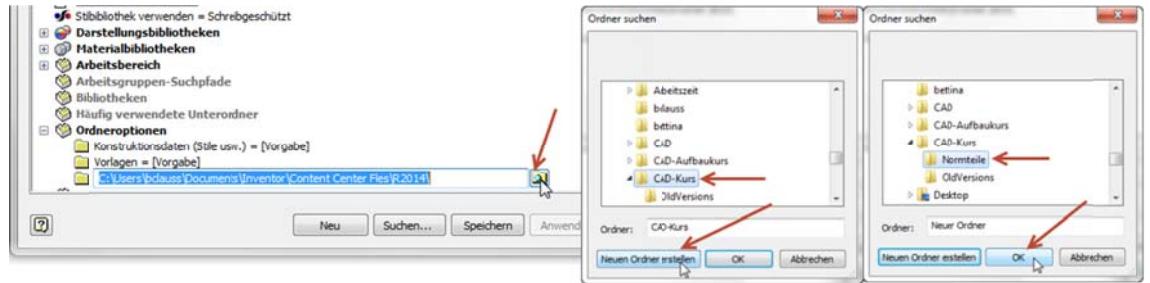


Abb. 2.40 Anlegen eines Normteilordners

Über das Ordnersymbol können Sie den Pfad des Normteilordners festlegen.

Wählen Sie zunächst den vorher angelegten Projektordner an und markieren diesen.

Klicken Sie danach auf den Button *Neuen Ordner erstellen* und legen Sie einen neuen Ordner mit dem Namen **Normteile** an.

Wenn dieser Ordner erscheint markieren Sie ihn und beenden dann das Dialogfenster mit *OK*.

8. Der Pfad für die Normteile wurde übernommen

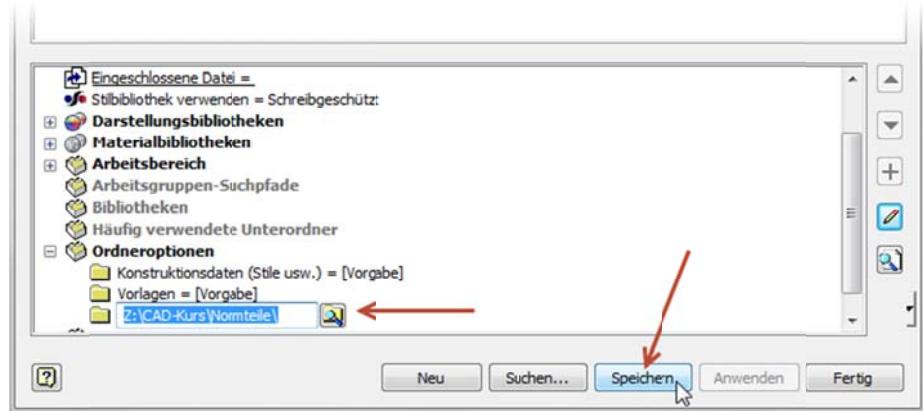


Abb. 2.41 Projekt speichern

In diesen Ordner werden nun alle Normteile zu diesem Projekt gespeichert.

Mit dem Button *Speichern* übernehmen Sie die Einstellungen.

9. Nach dem Speichern der Einstellungen wird über den Button *Fertig* die Dialogbox beendet

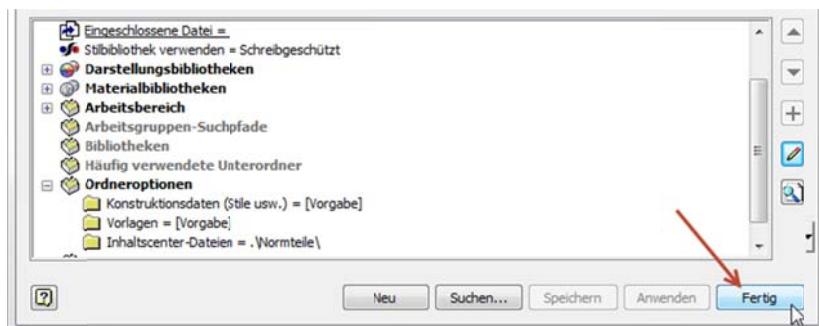


Abb. 2.42 Projekt abschließen

Klicken Sie zur Kontrolle auf Registerkarte *Erste Schritte* → *Öffnen*



Ist das Projekt aktiv erscheint im Dialogfeld der Ordner den Sie als Projektordner definiert haben und ein Ordner Namens Old Versions, sowie der Ordner Normteile.

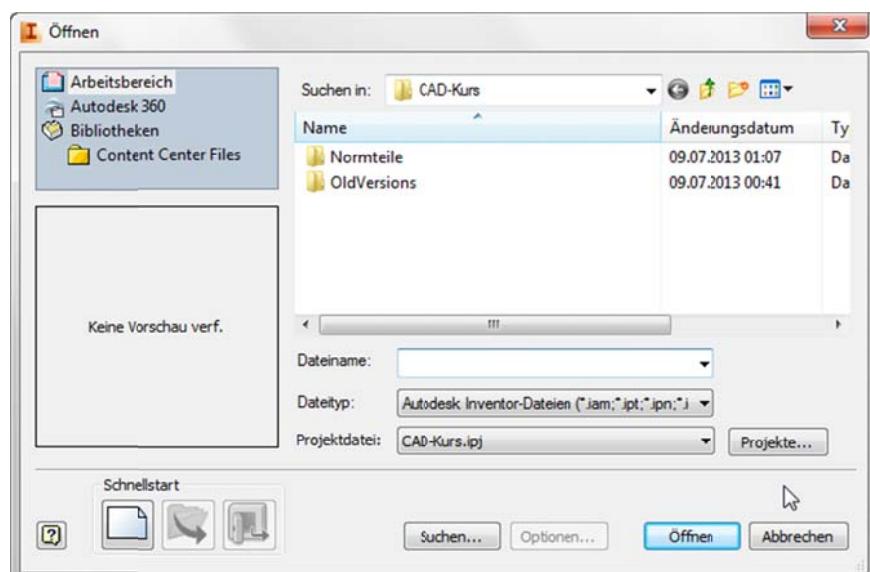


Abb. 2.43 korrekt eingerichtetes Projekt

Der Ordner Old Versions ist noch leer. Später wird er alte Versionen von Dateien enthalten, da Inventor immer Kopien von überarbeiteten Dateien anlegt.

Bei Bedarf kann auf diese Vorgängerversionen zurückgegriffen werden, um an einem alten Stand weiter zu machen.

Außerdem wurde in dem Verzeichnis eine Projektdatei CAD-Kurs.ipj angelegt. Zu sehen ist dies, wenn man sich den Ordner im Windows Explorer öffnet:



Abb. 2.44 Exploreransicht des Projektordners

Was es bei Projekten zu beachten gibt:

- Es kann immer nur **ein** Projekt aktiv und aktuell sein (erkennbar am Häkchen).
- Alle für die momentane Konstruktion erforderlichen Daten sollten unter dem Projektpfad (hier: Z:\CAD-Kurs) liegen. Es können auch weitere Unterordner erzeugt werden. Normteile dabei nicht vergessen !!
- **Achtung:**
nur wenn keine Dateien geöffnet sind, kann das aktive Projekt gewechselt oder bearbeitet werden

2.6 Inventor Hilfefunktionen

Die Inventor Hilfe ist sehr umfangreich und geht weit über die üblichen Hilfefunktionen der restlichen Windowsprogramme hinaus.

Sie haben unterschiedliche Möglichkeiten an die Hilfefunktionen von Inventor zu kommen:

1. Drücken der Taste **F1**

Bei einer Online-Verbindung mit dem Internet öffnet sich WikiHelp mit der Autodesk Hilfe. Das Fenster bietet die Funktionalität eines Browsers. Klicken Sie sich durch die gewünschten Funktionen und suchen Sie nach der Lösung Ihres Problems

2. Über den Bildschirm unter *Videos und Lernprogramme*



Abb. 2.45 Hilfefunktionen

Hier werden Sie wieder mit dem Internet verbunden und können sich dort die entsprechenden Filme und Informationen anschauen.

Außerdem noch:



Am oberen rechten Bildschirmrand finden Sie noch ein Feld, in dem Sie eine bestimmte Suchanfrage eingeben können oder indem Sie ein Stichwort in das Feld eintragen. Mit dem Fernglas starten Sie die Suchanfrage.

Und zum Schluss das Fragezeichen oben rechtes im Eck



Nach dem Anklicken werden Sie wieder mit der Online-Hilfe im Internet verbunden.

2.7 Verständnisfragen

- V2.1: Welche Arten von Vorlagen kennen Sie?
- V2.2: Was ist der Browser?
- V2.3: Wozu dient der Browser?
- V2.4: Wozu werden Projekte benötigt?
- V2.5: Was gibt es bei der Bearbeitung bzw. beim Anlegen eines Projektes zu beachten?
- V2.6: Woran erkennt man das aktive Projekt?

3 Skizzen

Kleiner Überblick oder was Sie hier lernen sollen:

- Wozu benötigt man Skizzen
- Wie werden Skizzen erstellt
- Was sind 2D-Abhängigkeiten
- Was ist eine parametrische Bemaßung

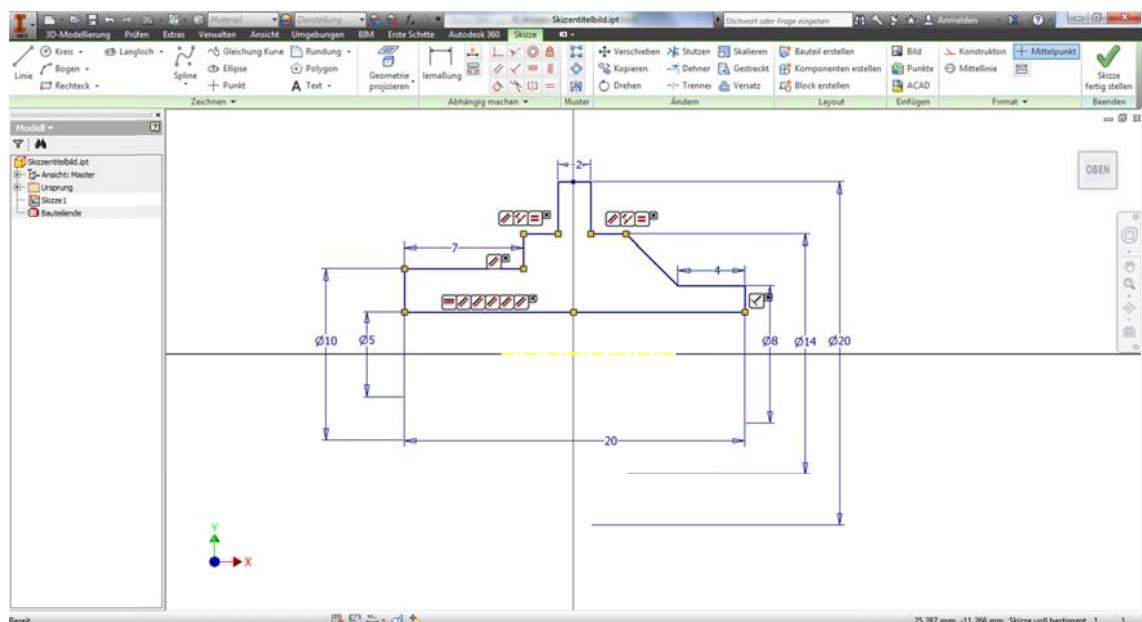


Abb. 3.1 Skizzenumgebung

3.1 Skizzengrundlagen

Jedem 3D-Modell liegt eine 2D-Skizze zu Grunde. Das 2D Zeichnen kann man also auch beim 3D modellieren nicht ganz vergessen, aber die Art und Weise wie man dabei vorgeht ist eine völlig andere.

2D-Skizzen bilden sozusagen die Ausgangsbasis aller skizzierten Elemente (z.B. Extrusionen und Rotationen) und damit auch eines jeden Modells.

Die Erstellung einer Skizze kann folgende Teilaufgaben umfassen:

1. Festlegen der Skizzierebene (beim Öffnen einer neuen Datei geschieht dies automatisch, wenn man die Einstellungen entsprechend gemacht hat)
2. Mit den Zeichenbefehlen erstellen Sie die ungefähre Kontur. In der Regel ist diese Kontur geschlossen und stellt dann das Skizenprofil dar.

Hinweis:

Es gibt Ausnahmen, wo auch offen Konturen verwendet werden, z. B. beim Sweeping, bei Stegen oder Rippen, was allerdings unter erweiterte Bauteilkonstruktion fällt und hier nicht behandelt wird.

3. Durch festlegen der geometrischen Bedingungen (Vergabe von 2D-Abhängigkeiten) wir die Kontur näher beschrieben.
4. Durch die Vergabe von parametrischen Bemaßungen wird die Skizze endgültig in ihrer Größe bestimmt.

Eine Skizze, welche sich hinsichtlich ihrer Form, Größe, Ausrichtung und Lage (bezüglich des Skizzen-Koordinatensystems), nicht mehr verschieben lässt, bezeichnet man als voll bestimmte Skizze.

Dies lässt sich auch an einem Farbwechsel erkennen, sowie an der Meldung rechts unten in der Statuszeile (Skizze voll bestimmt).

3.2 Skizziereneben

Um eine 2D-Skizze zu erstellen benötigen Sie eine Skizzierenebene. Den Befehl den Sie dafür starten müssen heißt *2D-Skizze erstellen* (siehe Abb. 3.2) und befindet sich links oben in der Schaltflächenleiste.



Abb. 3.2 2D-Skizze erstellen



Abb. 3.3 Symbol für 2D-Skizze

Nach dem Sie den Befehl *2D-Skizze erstellen* gedrückt haben erhalten Sie am Mauszeiger ein Symbol (siehe Abb. 3.2 2D-Skizze erstellen Abb. 3.3 Symbol für 2D-Skizze), welches Sie darauf hinweist, dass Sie die Skizzierenebene wählen sollen.

Eine Skizzierenebene kann über 4 unterschiedliche Wege erzeugt werden:

1. Automatisch beim Öffnen einer neuen Bauteildatei
(die Skizzierenebene liegt dann auf der XY-Ebene und Sie sind direkt in der Skizzenumgebung)
2. durch Auswahl einer ebenen Fläche auf einem bereits bestehenden Bauteil

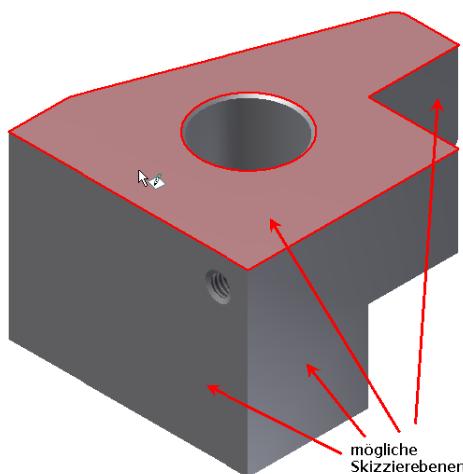


Abb. 3.4 Skizzierenebene auf Bauteilfläche

3. über anwählen einer Ursprungsebene aus dem Browser

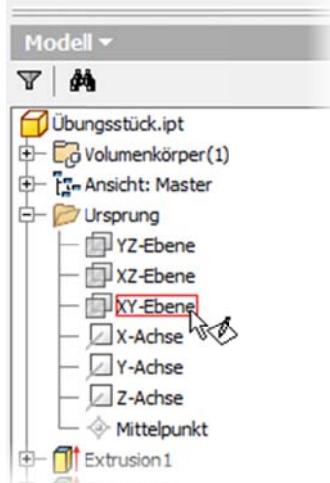


Abb. 3.5 Ursprungsebenenauswahl

4. durch Auswahl einer bestehenden Arbeitsebene

(Erzeugung von Arbeitsebenen siehe Arbeitsebenen, Seite 158)



Abb. 3.6 Arbeitsebenenauswahl

Nach festlegen der Skizzierebene wird automatisch in die Skizzenansicht gewechselt und Sie befinden sich in der Skizzenumgebung.

Alle Skizzierebenen, außer denen der Ursprungsebenen, sind parametrisch. Das heißt wenn sich die Fläche oder die Ebene durch eine Änderung verschiebt, dann verschiebt sich auch die Skizzierebene und die darauf aufbauenden Elemente mit.

3.3 Skizzierwerkzeuge

Wenn die Skizzierebene festgelegt wurde schaltet sich die Schaltflächenleiste in die Skizzenumgebung um und im Browser ist die Skizze aktiv geschaltet. Erkennbar ist es daran, dass die restlichen Bereiche grau hinterlegt sind und die Registerkarte Skizze vorne und grün hinterlegt ist, siehe Abb. 3.7.



Abb. 3.7 Skizzenumgebung

3.3.1 Der Linienbefehl

Der wohl wichtigste Befehl der 2D-Skizzen ist der Linienbefehl.

Er befindet sich links oben im Eck und heißt **Linie**.



Wenn Sie den Befehl **Linie** gestartet haben, dann wechselt der Cursor von einem Pfeilzeiger auf ein kleines Fadenkreuz mit einem gelben Punkt in der Mitte. Zusätzlich bekommen Sie die aktuellen X- und Y-Koordinaten angezeigt, siehe Abb. 3.8.



Abb. 3.8 Linienbefehl Start

Würden Sie an dieser Stelle klicken, liegt der Startpunkt der Linie bei $X=4.334$ mm und $Y=9.898$ mm.

Wenn Sie einen Startpunkt anklicken, dann erhalten Sie ein Liniensegment, das wie ein Gummiband am Fadenkreuz hängt, siehe Abb. 3.9. Die Linienlänge wird dabei angezeigt und kann auch direkt eingegeben werden. Das Maß wird dann auch sofort an die Linie angehängt.

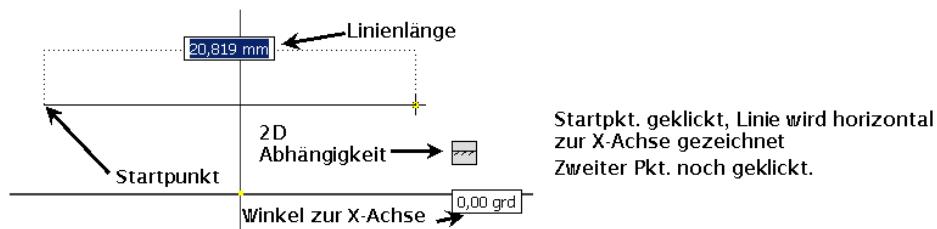


Abb. 3.9 Linienelement

Wenn Sie kein Maß eingeben und die Linie nicht horizontal ziehen, sondern unter einem bestimmten Winkel den Cursor bewegen, wird Ihnen der Winkel immer ausgehend von der X-Achse angezeigt, siehe Abb. 3.10.

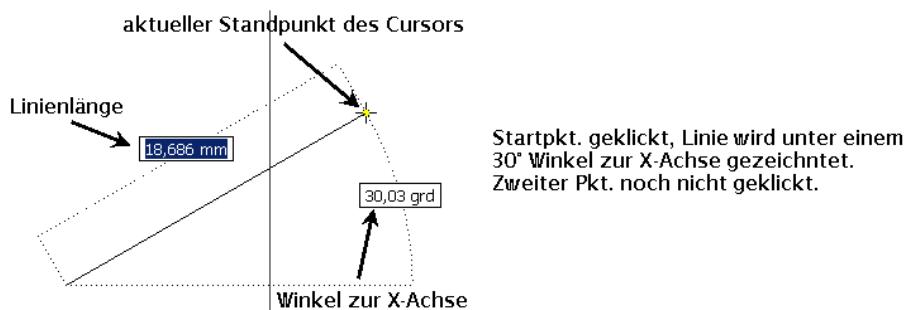


Abb. 3.10 Linienelement unter Winkel

Wenn Sie das zweite Mal geklickt haben und damit das erste Linienelement erzeugt haben, hängt erneut ein Linienelement am Cursor. Dabei werden Ihnen wie vorher auch schon die Linienlänge, der Winkel oder je nach Haltung der Linie auch weitere 2D-Abhängigkeiten (hier Lotrecht) angezeigt

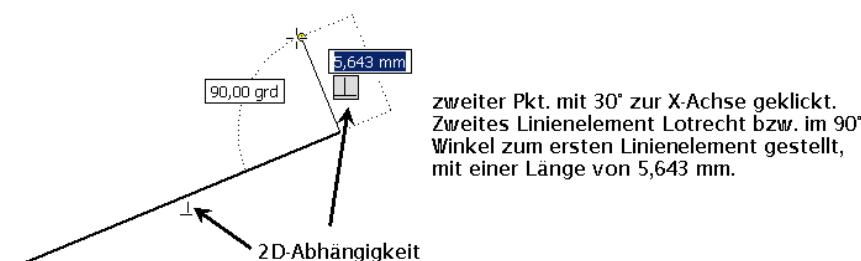


Abb. 3.11 zweites Liniensegment unter 90° Winkel

Wie oben bereits erwähnt haben Sie während des Linienbefehls auch die Möglichkeit Bemaßungen und Winkel direkt während der Erstellung ein zu geben.

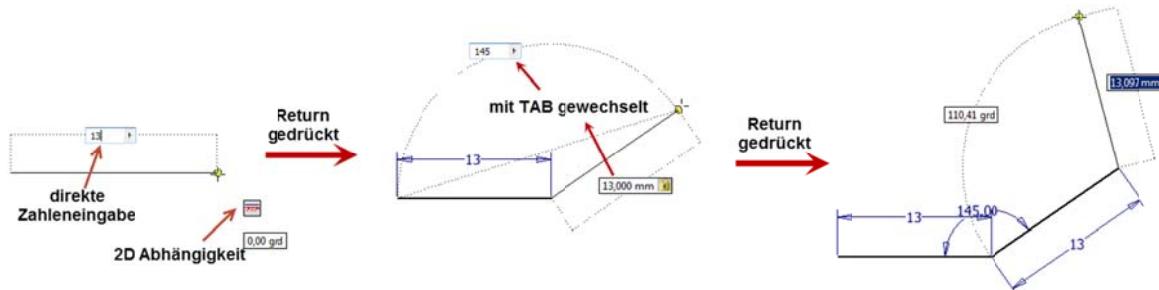


Abb. 3.12 Linienbefehl mit Werteingabe

Beim Zeichnen der Linie können Sie direkt in das blau hinterlegte Feld eine Länge eintragen. Diese Länge wird der Linie zugeordnet und es wird gleichzeitig die Bemaßung für diese Linie erstellt (Abb. 3.12 Mitte). Mit der **TAB**-Taste können Sie zwischen der Länge und dem Winkel hin und her wechseln.

Wenn Sie am nächsten Linienelement ebenfalls die gleiche Länge eingeben, wird die Bemaßung erneut erstellt.

Deshalb sollte man sich diese Vorgehensweise sehr gut überlegen und nur gezielt einsetzen. Wenn Sie Änderungen machen müssen, dann müssen Sie jedes Maß anfassen und entsprechend abändern.

An diesen Stellen kann man sich mit Abhängigkeiten das Leben erheblich erleichtern.

Wie man diese einsetzt werden Sie weiter hinten in diesem Kapitel noch erfahren.



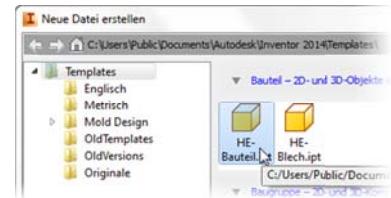
Übung zum Linienbefehl:

Öffnen Sie eine neue Bauteildatei,
über den Button **NEU**

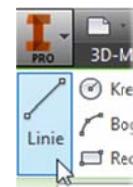
Er befindet sich links oben neben
dem Inventor Symbol



Wählen Sie dann HE-Bauteil.ipt

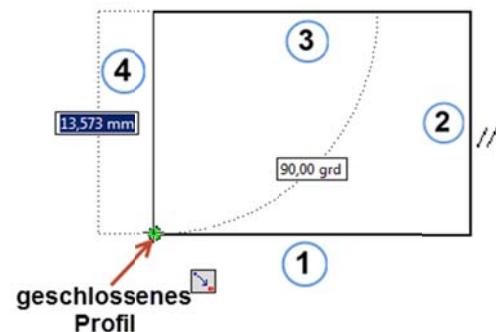


Starten Sie den Linienbefehl



Zeichnen Sie ein geschlossenes
Viereck mit beliebigen Seitenlän-
gen.

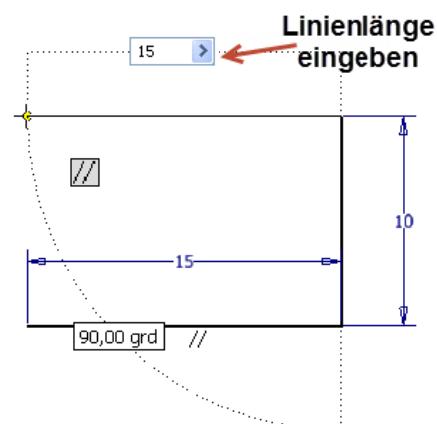
Sie erkennen ob es geschlossen
ist, an dem grünen Punkt der am
Startpunkt der ersten Linie ange-
zeigt wird. (Wenn Sie ihn mit dem
Cursor berühren)



Zeichnen Sie in den freien Bereich daneben, wieder mit dem Linienbefehl, nebenstehende Kontur.

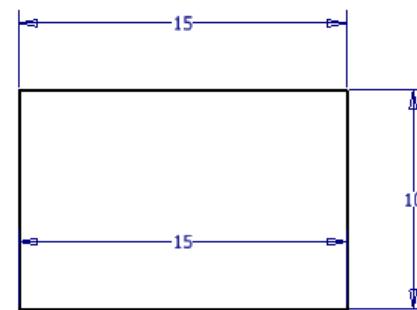
Geben Sie entsprechend bei den Linien die Maße in die Felder ein und bestätigen Sie mit **RETURN**.

Schließen Sie die Kontur, indem Sie die letzte Linie auf den Startpunkt enden lassen (grünen Punkt beachten!)



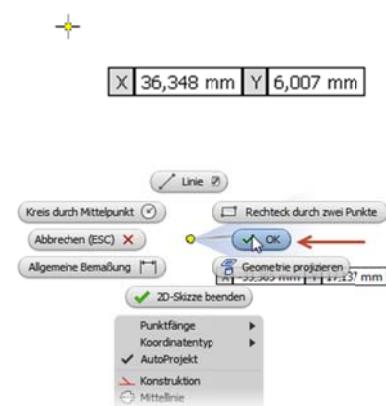
Sie sehen, dass die Bemaßung gleich mit angebracht wurde.

Allerdings kommt es so häufig zu unnötigen Doppelbemaßungen.



Solange Sie den Linienbefehl nicht abschließen, sind Sie im Linienbefehl drin und können immer wieder neue Konturen zeichnen.

Mit der Taste **ESC** oder über die rechte Maustaste, können Sie den Linienbefehl beenden.



Da man nicht nur mit geraden Linien auskommt, ist es wichtig, auch Bögen zeichnen zu können.

Aus diesem Grund hat der Linienbefehl noch mehr zu bieten.

3.3.1.1 Bögen mit dem Linienbefehl

Wenn Sie den Linienbefehl gestartet haben zeichnen Sie, wie zuvor auch, ein Liniensegment. Wenn Sie dann nicht eine weitere Linie anhängen, wie bei den vorherigen Übungen, sondern auf den Endpunkt der ersten Linie zurückgehen, dann wird dieser Endpunkt grau. Dabei halten Sie die linke Maustaste nicht gedrückt, siehe Abb. 3.13.



Abb. 3.13 Linienbogen Anfang

Wenn Sie am Endpunkt angekommen sind und dieser grau geworden ist, drücken Sie die linke Maustaste und halten diese gedrückt.

Mit gedrückter linker Maustaste bewegen Sie den Cursor von dem Punkt weg. Sie erhalten dann am Endpunkt der ersten Linie ein Koordinatenkreuz. Wenn Sie an diesen Linien entlang fahren, wird ein Kreisbogen tangential zu der jeweiligen Linie an der Sie entlang fahren, erzeugt, siehe Abb. 3.14.

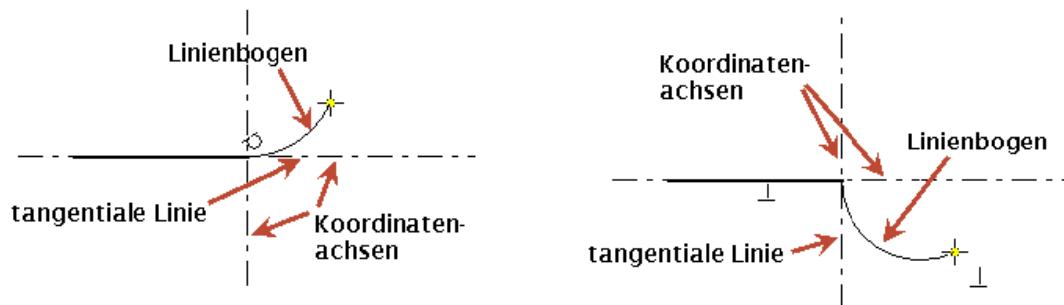


Abb. 3.14 Linienbogen

Wenn Sie dann einen Endpunkt des Bogens bestimmen indem Sie einen Endpunkt klicken, wird ein Linienbogen erzeugt, der je nach Erstellung

tangential zu der ersten Linie liegt (siehe linkes Bild in Abb. 3.14) oder auch rechtwinklig abknicken kann (siehe rechtes Bild in Abb. 3.14)

Wenn Sie den Endpunkt des Bogens geklickt haben, wird direkt im Anschluss ein weiteres Liniensegment angeboten. Sie können dann direkt mit einer Linie weiter zeichnen und diese Linie zum Beispiel tangential an den Kreisbogen anschließen, siehe Abb. 3.15.

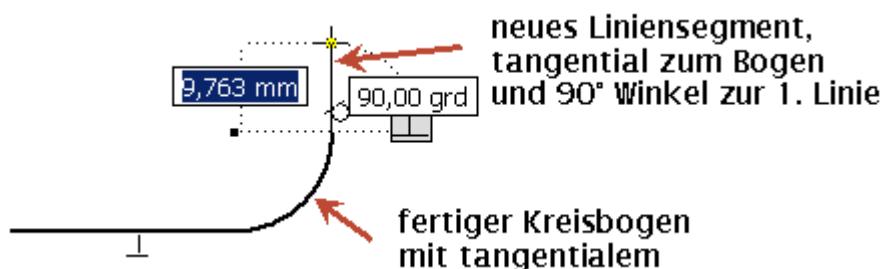


Abb. 3.15 Linienbogen abgeschlossen

Auch hier ist der Linienbefehl aktiv, solange bis Sie den Befehl beenden (über **ESC** oder rechte Maustaste).

Wenn Sie auf das mittlere Mausrad drücken und es gedrückt halten, erscheint ein „Schiebebefehl“. Dieser Befehl ist gekennzeichnet über eine Hand mit Pfeilchen in jede Richtung und heißt Pan, siehe Abb. 3.16.

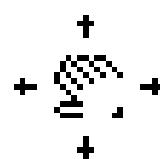


Abb. 3.16 Pan-Befehl

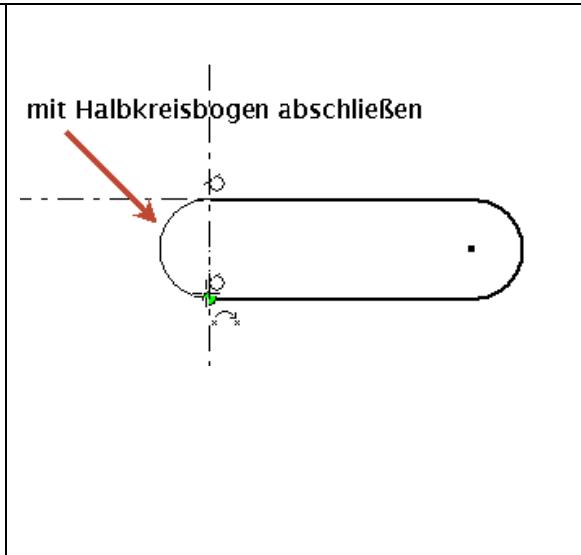
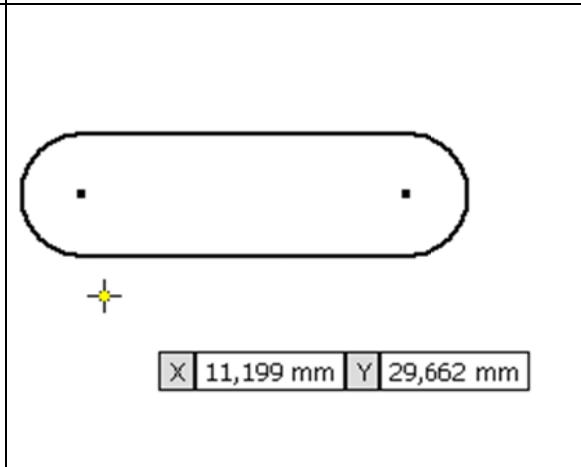
Wenn Sie die Maus mit gedrücktem Rad bewegen, können Sie Ihre Zeichnung verschieben. Sie kommen so in den Bereich Ihrer bereits bestehender Konstruktionen.

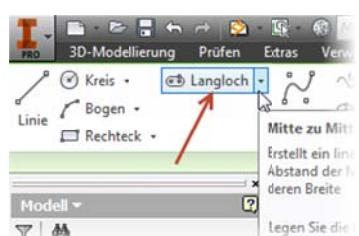
Wenn Sie die Maustaste los lassen, wird der Befehl wieder beendet und Sie können wieder zeichnen.



Übung zum Linienbogen:

<p>Verschieben Sie mit dem Pan-Befehl Ihre Vorherige Konstruktion, so dass Sie darüber weiter zeichnen können.</p>	
<p>Starten Sie den Linienbefehl erneut und zeichnen Sie ein Stück Linie über Ihre bestehenden Konturen.</p>	
<p>Gehen Sie an den Endpunkt zurück bis der Punkt grau wird und halten dann die linke Maustaste gedrückt. Zeichnen Sie einen Halbkreis wie nebenstehend angezeigt.</p>	
<p>Wenn Sie den Kreisbogen erzeugt haben, überfahren Sie mit dem Cursor den Startpunkt der ersten Linie, so dass Sie einen grünen Punkt angezeigt bekommen.</p>	
<p>Dann fahren Sie mit dem Cursor zurück. Sie bekommen eine gestrichelte Hilfselinie angezeigt, mit deren Hilfe Sie eine Linie genau über den Startpunkt der ersten Linie zeichnen können.</p>	

<p>Klicken Sie den Endpunkt der zweiten Linie und fahren Sie wieder auf diesen Punkt zurück, so dass dieser wieder grau wird.</p> <p>Schließen Sie nun die Kontur mit einem weiteren Halbkreis ab. Achten Sie dabei auf den grünen Punkt.</p>	 <p>mit Halbkreisbogen abschließen</p>
<p>Wenn Sie die Kontur geschlossen haben, so haben Sie die Kontur für ein Langloch erzeugt.</p> <p>Der Linienbefehl ist noch aktiv.</p> <p>Beenden Sie den Linienbefehl mit ESC oder über rechte Maustaste.</p>	 <p>X 11,199 mm Y 29,662 mm</p>



Für das Langloch gibt es in der Skizzenumgebung auch einen eigenen Befehl. Sie finden ihn in der Ecke des Linienbefehls, siehe Abb. 3.17

Testen Sie den Befehl einfach mal aus.

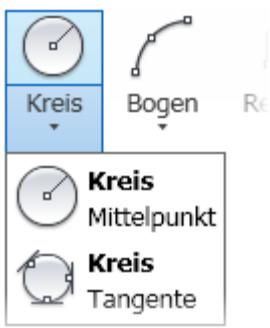
Abb. 3.17 Der Langlochbefehl

Sie haben nun gelernt, wie man über den Linienbefehl Konturen erzeugen kann.

Da die anderen Zeichenbefehle ähnlich aufgebaut sind, werden diese nur erläutert und in späteren Übungen bei Bedarf verwendet.

3.3.2 Kreise und Ellipsen

Kreise werden mit dem Befehl **Kreis** erzeugt. Dieser befindet sich rechts neben dem Linienbefehl. Das kleine Dreieck deutet an, dass dieser Befehl noch erweitert werden kann, siehe Abb. 3.18.



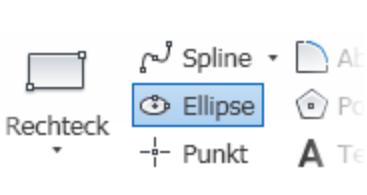
- **Kreis durch Mittelpunkt**
benötigt den Mittelpunkt des Kreises und einen beliebigen Punkt auf dem Kreisbogen
- **Kreis über Tangente**
erwartet 3 Linien oder gerade Kanten (keine Bögen)

Abb. 3.18 Kreise

Hinweis:

Wenn Sie einen Kreis gezeichnet haben, wird automatisch ein weiterer Skizzenpunkt mit eingefügt. Dieses ist der Mittelpunkt des Kreises auf den später für die genauere Bestimmung der Lage direkt zugegriffen werden kann.

Eine Ellipse ist eine Sonderform des Kreises, verhält sich aber ähnlich bei der Erzeugung. Der Befehl **Ellipse** befindet sich rechts neben dem Befehl Rechteck, siehe Abb. 3.19.



- **Ellipse**
verlangt das Zentrum der Ellipse, einen Achsenendpunkt und einen beliebigen Punkt auf dem Kreisbogen

Abb. 3.19 Ellipse

Die Ellipse wird bestimmt über die Länge der Hauptachse und die Länge der Nebenachse, sowie die Bestimmung der Lage des Mittelpunktes (Zentrum)

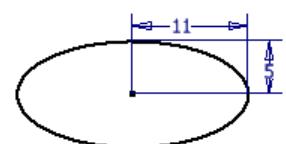
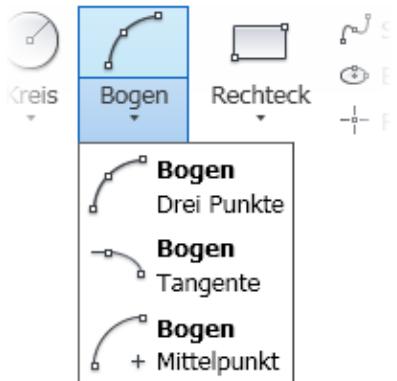


Abb. 3.20 Ellipse bestimmt

3.3.3 Bögen

Der Befehl **Bogen** befindet sich direkt neben dem Kreisbefehl. Wie beim Kreisbefehl gibt es auch beim Bogenbefehl die Erweiterung über das kleine Dreieck am unteren Rand, siehe Abb. 3.21

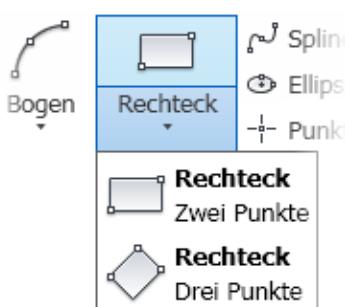


- **Bogen durch drei Punkte**
erwartet den Start-, den Endpunkt und einen beliebigen Punkt auf dem Bogen
- **Bogen durch Tangente**
erwartet den Endpunkt einer Linie oder eines Bogens, an den der neue Bogen tangential anschließt
- **Bogen durch Mittelpunkt**
verlangt zuerst das Zentrum des Bogens, dann den Startpunkt und zuletzt den Endpunkt (dabei erscheint als Orientierungshilfe ein gestrichelter Kreis)

Abb. 3.21 Bogenbefehle

3.3.4 Rechtecke

Der Befehl **Rechteck** befindet sich neben dem Bogenbefehl und hat ebenfalls gekennzeichnet durch das kleine Dreieck am unteren Ende 2 Optionen, wie es erzeugt werden kann, siehe Abb. 3.22.



- **Rechteck durch zwei Punkte**
erwartet die diagonalen Eckpunkte eines Rechtecks, dessen Seiten parallel zur X- und Y-Achse liegt.
- **Rechteck durch drei Punkte**
verlangt den Start- und Endpunkt einer beliebigen Rechteckseite, sowie einen Punkt auf der parallelen Seite

Abb. 3.22 Rechteckbefehl

3.3.5 Punkte

Der Befehl **Punkt** ist unter dem Befehl Ellipse zu finden. In Verbindung mit der Einstellung des Mittelpunktschalters (siehe Abb. 3.23) wird ein Mittelpunkt der Bohrung oder ein Konstruktionspunkt erzeugt.

Standardmäßig steht der Schalter auf der Mittelpunktstellung.



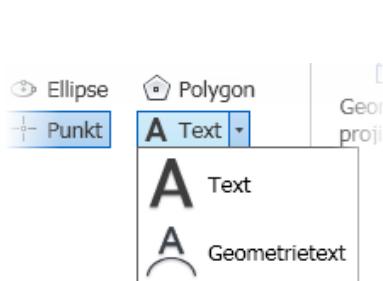
Abb. 3.23 Punktbefehl

Mittelpunkte werden als Skizzenpunkte für Bohrungen benötigt und sind der häufigste Fall für die Verwendung des Punktbefehls.

3.3.6 Textskizzen

Ab und zu kommt es vor, dass man auf seinem Bauteil einen Text haben möchte. Um diesen zu erzeugen benötigt man eine Textskizze.

Der Befehl **Text** ist direkt neben dem Befehl Punkt zu finden. Er hat zwei Optionen, erkennbar an dem kleinen Dreieck, wie er definiert werden kann.



- **normaler Text**
erfordert die Definition eines Textfeldes (wie beim Zeichnen eines Rechtecks), in dem dann ein Texteditor geöffnet wird und der Text eingegeben werden kann
- **Geometrietext**
bietet die Möglichkeit entlang eines Bogens oder einer Kreiskante den Text auszurichten.

Abb. 3.24 Textskizze

3.4 Das wichtige Rädchen an der Maus

Wie bei den Übungen bereits eingeschoben verfügt das Rädchen der Maus über zwei wichtige Belegungen.

Zum einen ist dies der Pan-Befehl und zum anderen ist es der Zoom-Befehl.

Beide Befehle dienen der besseren Handhabung und der Übersichtlichkeit auch bei größeren Skizzen.

3.4.1 Der Befehl Pan

Der Befehl Pan wird über das Drücken des Mausrades gestartet. Er kann aber auch über die Navigationsleiste gestartet werden.

Der Start über die Navigationsleiste, welche sich auf der rechten Seite des Bildschirms befindet, erfolgt über den Befehl **Pan**. Das Symbol dafür sieht aus wie eine Hand.

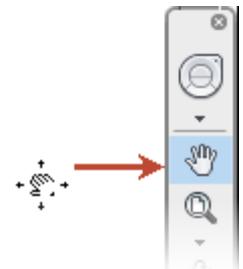


Abb. 3.25 Pan-Befehl

Ob der Befehl aktiv ist erkennt man, wenn der Cursor zu einem Handsymbol wechselt, welches Pfeile in alle vier Richtungen aufweist.

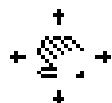


Abb. 3.26 Cursorsymbol

Mit dieser Funktion können Sie Ihre Zeichnung auf dem Bildschirm verschieben.

Halten Sie dazu das mittlere Mausrad gedrückt und schieben Sie Ihre Zeichnung soweit, dass Sie den Bereich den Sie bearbeiten möchten gut auf dem Bildschirm einsehen können.

3.4.2 Der Zoom Befehl

Der zweite Befehl, der auf dem Mausrad liegt, ist der Befehl **Zoom**. Ähnlich der Funktion bei einem Webbrower funktioniert das drehen am Mausrad auch.

Wenn Sie am Mausrad drehen bewegt sich die Zeichnung auf Sie zu oder von Ihnen weg. Das heißt Sie „zoomen“ sich in eine Ansicht hinein oder heraus.



Testen Sie den Zoom Befehl

Bewegen Sie die Pfeilspitze des Cursors auf eine Ecke in Ihrer Zeichnung, welche Sie sich größer anschauen möchten und drehen Sie am Mausrad. Sie werden gleich feststellen, wie der Befehl funktioniert.

Wenn Sie sich mal „verzoomt“ haben, also so verdreht haben, dass Sie nichts mehr finden, können Sie mit dem Befehl **Alles zoomen**, wieder alles was Sie gezeichnet haben, auf Ihren Bildschirm „zaubern.“

Diesen Befehl finden Sie in der Navigationsleiste unterhalb des Pan-Befehls, siehe Abb. 3.27.

Das Blattpapier in der Lupe zeigt diesen Befehl an.

Wenn Sie auf das Dreieckchen klicken, werden weitere Zoom-Arten angezeigt, die durch Anklicken oben auf gelegt werden. Die Befehlsart, welche den Haken vorne dran hat wird bei betätigen des Icon gestartet. Standardmäßig liegt der Befehl **Alles zoomen** oben auf.

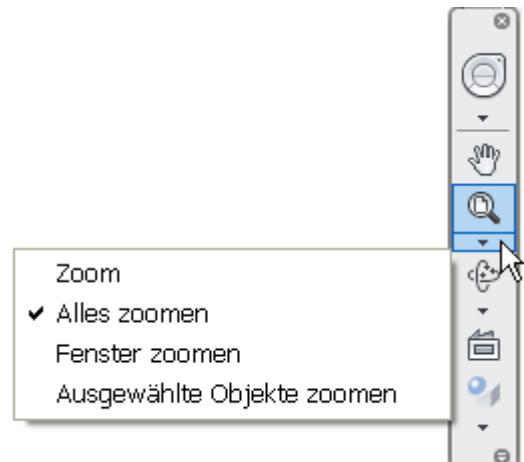


Abb. 3.27 Zoom-Befehle

3.5 Markieren und Löschen von Elementen

Wenn Sie etwas gezeichnet haben, liegt es in der Natur der Sache, dass auch mal etwas nicht so passt. Dann ist es sinnvoll, das falsche oder das überflüssige zu löschen.

Um zu löschen müssen zuerst mal Elemente markiert werden. Um Skizzenelemente (Linien, Bögen, Kreise, usw.) zu markieren müssen zuerst alle Befehle verlassen werden. Drücken Sie dazu die Taste **ESC** oder benutzen Sie die rechte Maustaste und den Befehl **Fertig**.



Abb. 3.28 Befehl Fertig

Erscheint dieses Menü beim Drücken der rechten Maustaste nicht, sind schon alle Befehle beendet.

Um Skizzenelemente zu markieren gibt es drei unterschiedliche Wege:

1. Markieren durch Anklicken

Zeigen Sie mit dem Mauszeiger auf das ausgewählte Element und klicken Sie es an.

Um mehrere Elemente gleichzeitig zu markieren halten Sie die **STRG-Taste** während des anklicken gedrückt.

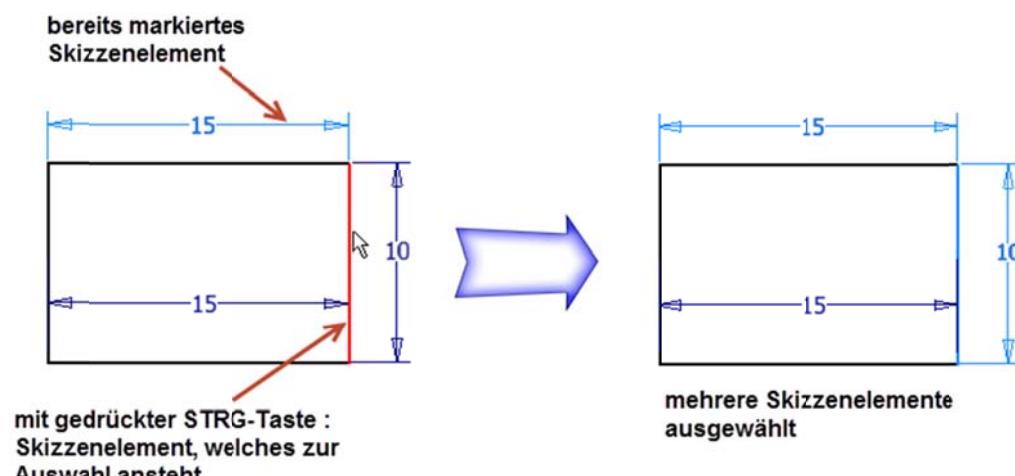


Abb. 3.29 Elemente markieren

2. Markieren über die Auswahl Fenster einschließen

Ziehen Sie ein Fenster von links nach rechts auf. Das Fenster ist rot und hat einen geschlossenen Rahmen.

Markiert werden hiermit alle Elemente, die sich vollständig (auch die Angriffspunkte!!) innerhalb des Fensters befinden, siehe Abb. 3.30.

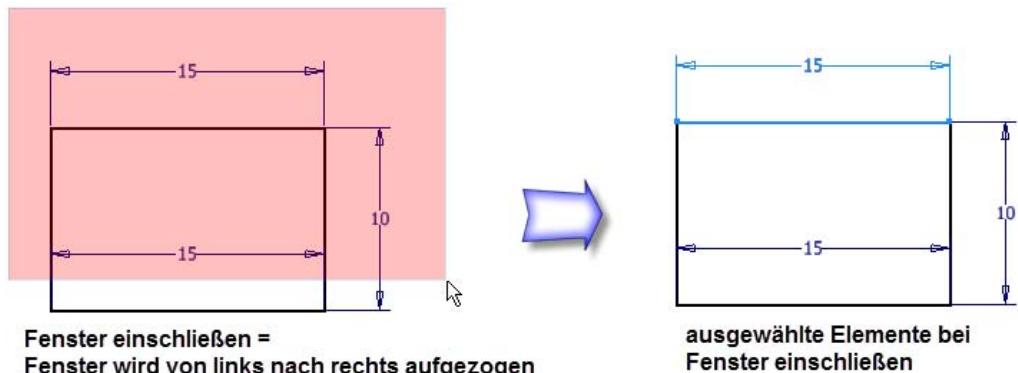


Abb. 3.30 Fenster einschließen

Hinweis:

Das untere Maß 15 hat seine Angriffspunkte an der unteren Linie, deshalb ist es hier nicht in der Auswahl enthalten!!

3. Markieren über Auswahl Fenster kreuzen

Ziehen Sie ein Fenster von rechts nach links auf. Das Fenster ist grün und hat einen gestrichelten Rahmen.

Markiert werden hiermit alle Elemente, die sich vollständig innerhalb des Fensters befinden und auch die Elemente, welche von dem Fenster gekreuzt werden, siehe Abb. 3.31.

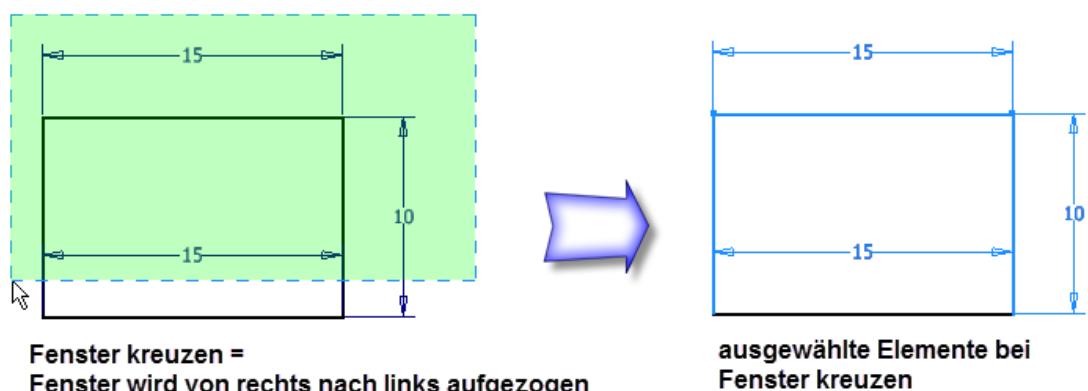


Abb. 3.31 Fenster kreuzen

Wenn Sie die entsprechenden Skizzenelemente markiert haben können Sie den Löschkvorgang starten.

Um die ausgewählten Skizzenelemente zu löschen drücken Sie nach der Markierung die Taste **[Entf]** auf der Tastatur oder drücken Sie die rechte Maustaste und gehen dann auf den Befehl **Löschen**.

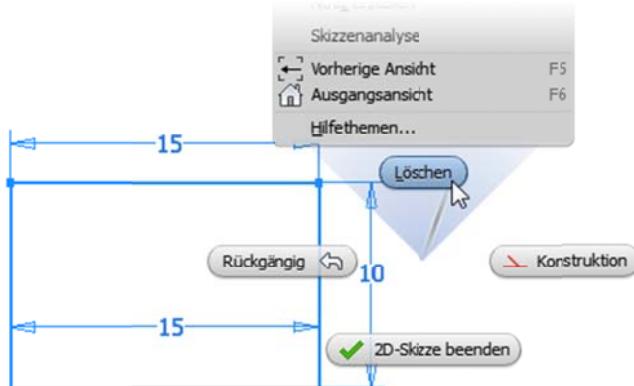


Abb. 3.32 Löschen mit der rechten Maustaste

3.6 Änderungswerkzeuge

Unter dem Bereich Ändern in der Schaltflächenleiste befindet sich eine Reihe von Befehlen, die bei einer Änderung der Skizze helfen können.

Sie finden den Bereich Ändern ungefähr in der Mitte der Schaltflächenleiste auf Ihrem Bildschirm, siehe Abb. 3.33.



Abb. 3.33 Ändern Bereich in der Schaltflächenleiste

Da die meisten aber davon nicht wirklich gebraucht werden, werden hier im Skript nur die Befehle Stutzen und Dehnen behandelt.

Sollten Sie sich für die anderen Befehle interessieren und kommen mit Ausprobieren nicht weiter, wird an dieser Stelle auf die internen Hilfe-funktionen verwiesen.

3.6.1 Stutzen

Beim Stutzen werden Linien- oder Bogenelemente die zu lang geraten sind, auf eine bestimmte Grenze gestutzt / gekürzt. Dabei bilden die umgrenzenden Skizzenobjekte die jeweilige Grenze, auch in Verlängerung von Skizzenelementen.

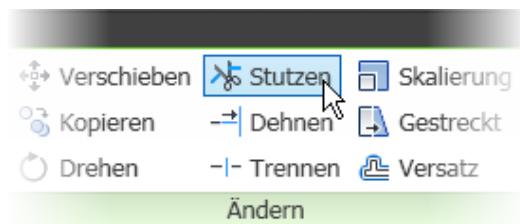


Abb. 3.34 Stutzen

Klicken Sie auf den Befehl **Stutzen** und wählen Sie dann die Kante / Seite der Linie oder des Kreisbogens aus der abgeschnitten werden soll, siehe Abb. 3.35.

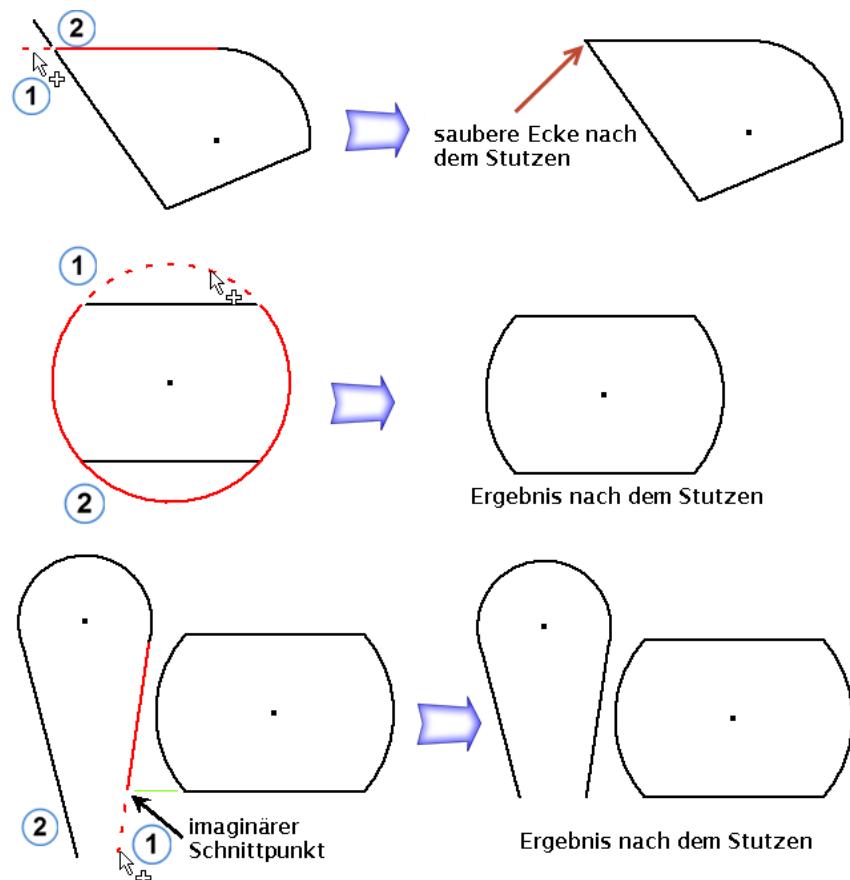


Abb. 3.35 Beispiele vom Stutzen

3.6.2 Dehnen

Beim Dehnen werden Linien- oder Bogenelemente die zu kurz geraten sind, auf eine bestimmte Grenze gedehnt / verlängert. Dabei bilden die umgrenzenden Skizzenobjekte die jeweilige Grenze.

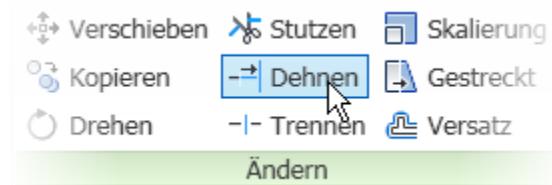


Abb. 3.36 Dehnen

Klicken Sie auf den Befehl **Dehnen** und wählen Sie dann die Kante / Seite der Linie oder des Kreisbogens aus der verlängert werden soll, siehe Abb. 3.37

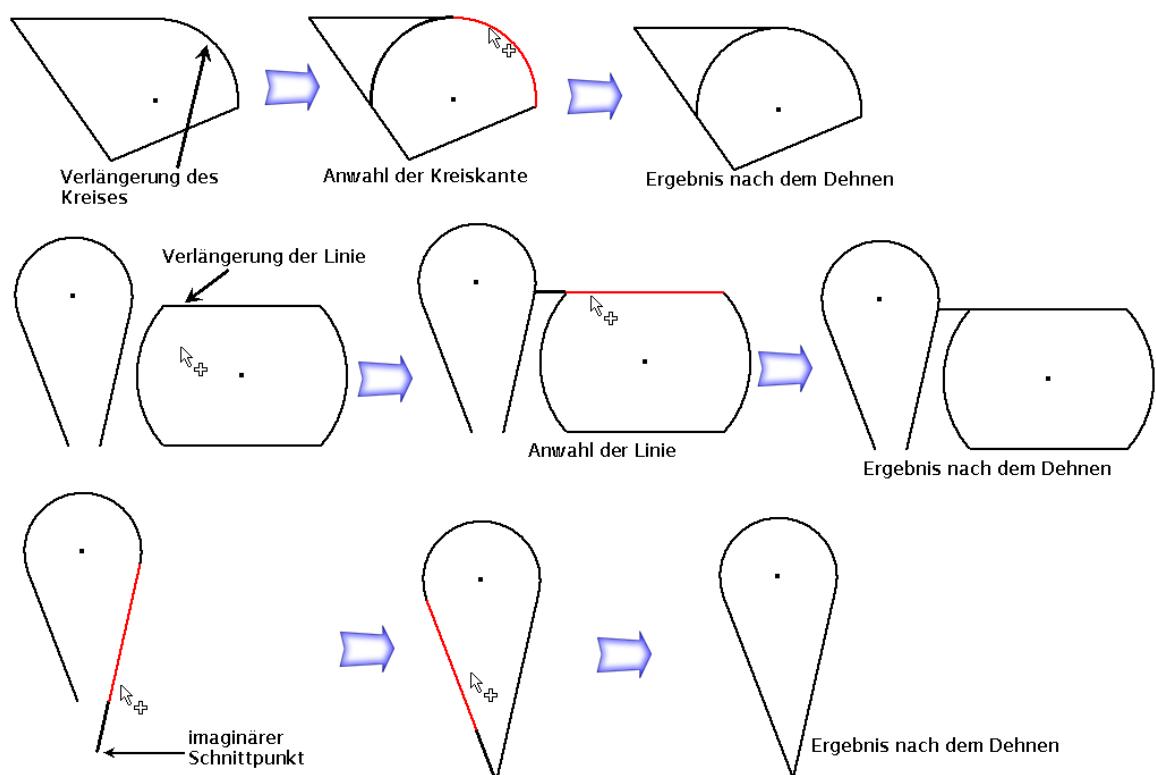


Abb. 3.37 Beispiele vom Dehnen

Wenn es an der gestutzten oder gedehnten Ecke zu einer Überschneidung der Skizzenelemente kommt, wird dort die Abhängigkeit Koinzident (siehe 3.7.1.6, Seite 84) erzeugt.

Wichtiger Hinweis:

Da aus Änderungstechnischen Gründen Fasen und Rundungen ans Modell gehören wird hier auf die Erklärung der Skizzenfunktion verzichtet.

Das Gleiche gilt für die Anordnung gleicher Elemente, deshalb wird der Bereich Muster auch ausgeklammert.

Verwenden Sie diese Befehle bitte nie in der Skizze!!

Fasen und Rundungen, sowie Anordnungen gleicher Elemente gehören immer ans Modell !!

3.7 2D-Abhängigkeiten

Unter 2D-Abhängigkeiten versteht man definierte geometrische Informationen, die Skizzenelemente in eine bestimmte Beziehung zueinander setzt. Diese Abhängigkeiten werden untergliedert in Absolute und Relative Abhängigkeiten.



Abb. 3.38 Übersicht 2D-Abhängigkeiten

1. Absolute Abhängigkeiten

Zu den absoluten Abhängigkeiten gehören die Abhängigkeiten Horizontal und Vertikal, sowie die Abhängigkeit Fest.

Sie müssen nicht zu einem anderen Skizzenelement in Bezug gesetzt werden.

2. Relative Abhängigkeiten

Zu den relativen Abhängigkeiten gehören die restlichen Abhängigkeiten wie Lotrecht, Parallel, Tangential, Stetig, Koinzident, Konzentrisch, Kollinear, Gleich und Symmetrie.

Diese Abhängigkeiten sind so genannte Parchenabhangigkeiten und stehen immer in Beziehung zu einem anderen Skizzenelement.

Sie finden die 2D-Abhängigkeiten in der Schaltflächenleiste im Bereich Abhängig machen, rechts neben den Zeichenbefehlen, siehe Abb. 3.39.



Abb. 3.39 Der Bereich Abhängig machen

3.7.1 Die Abhängigkeiten im Einzelnen

3.7.1.1 Horizontal und Vertikal

Horizontal zwingt eine Linie in die Waagrechte Lage und setzt sie quasi parallel zur X-Achse.



Vertikal zwingt eine Linie in die Senkrechte Lage und setzt sie quasi parallel zur Y-Achse.



Beide Abhängigkeiten brauchen kein zweites Skizzenelement zu dem es in Beziehung gesetzt werden muss.

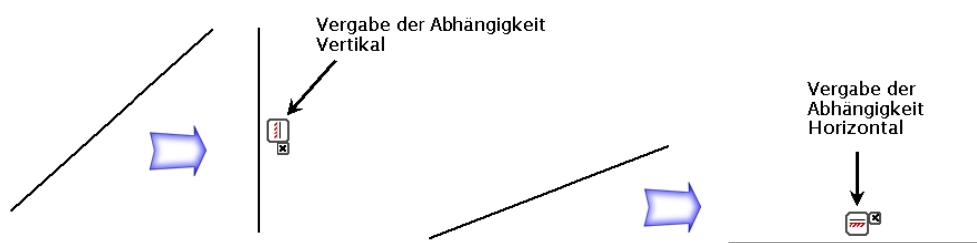


Abb. 3.40 Abhängigkeit Vertikal und Horizontal

Zur Vergabe klicken Sie auf die Abhängigkeit Horizontal oder Vertikal und dann auf die entsprechende Linie.

Man kann diese Abhängigkeiten aber auch dazu nehmen um Punkte, z.Bsp. Mittelpunkte einer Bohrung oder Mittelpunkte von Kreisen zu einander in Beziehung zu setzen.

Klicken Sie dazu auf die entsprechende Abhängigkeit und dann auf die beiden Mittelpunkt, die zu einander in Beziehung gesetzt werden sollen.

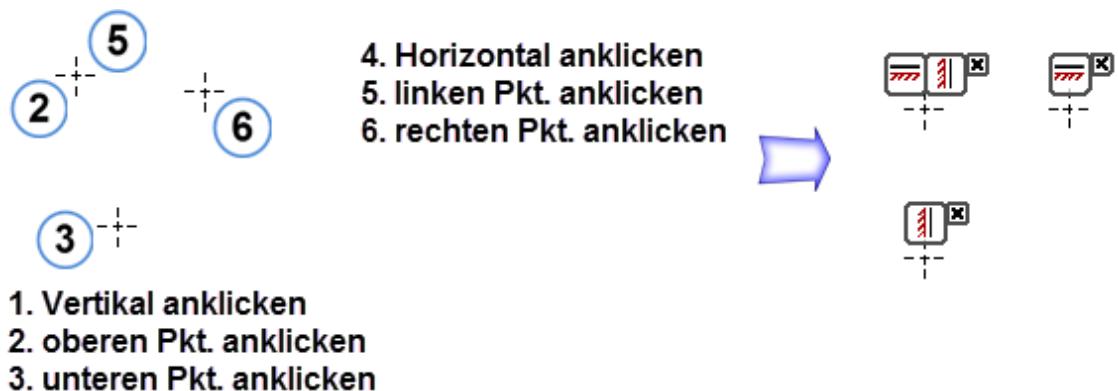


Abb. 3.41 Horizontal und Vertikal Abhängigkeit bei Punkten

Horizontal und Vertikal kann also auch den Zustand einer Pärchen Abhängigkeit einnehmen.

3.7.1.2 Fest

Fest ist eine Sonderabhängigkeit. Sie wird dargestellt durch ein Schloss.



Sie fixiert ein Skizzenelement an der Stelle und in der Lage, so wie es gezeichnet wurde.

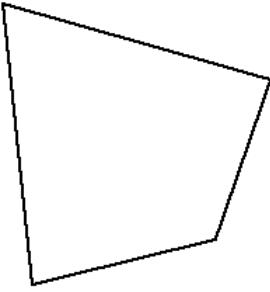
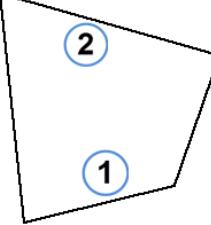
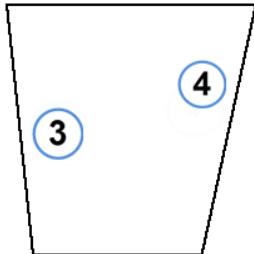
Nach Anbringen dieser Abhängigkeit kann das Skizzenelement nicht mehr verändert werden. Diese Abhängigkeit sollte immer kritisch betrachtet werden und eigentlich nie verwendet werden.

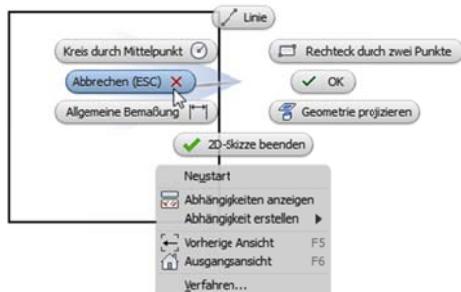
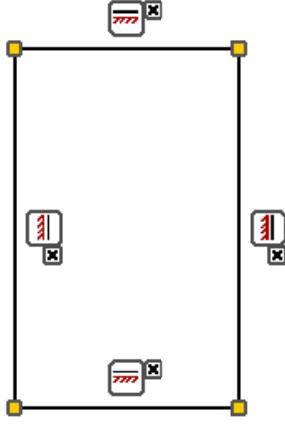


Abb. 3.42 Linie mit der Abhängigkeit Fest



Übung zu Horizontal und Vertikal:

<p>Öffnen Sie eine neue Bauteildatei und zeichnen Sie mit dem Befehl Linie nebenstehende Kontur.</p> <p>Achten Sie darauf dass die Kontur geschlossen ist.</p>	
<p>Klicken Sie auf die Abhängigkeit Horizontal.</p>	
<p>Klicken Sie dann die Linie 1 und 2 an.</p>	
<p>Klicken Sie dann auf die Abhängigkeit Vertikal.</p>	
<p>Klicken Sie auf die Linie 3 und 4</p>	

<p>Beenden Sie die Übung über rechte Maustaste und Abbrechen oder mit OK oder über die Taste ESC</p>	
<p>Drücken Sie die Taste F8 und lassen Sie sich die Abhängigkeiten anzeigen.</p>	

Zur Vergabe von relativen Abhängigkeiten (Pärchen Abhängigkeiten) ist es notwendig immer 2 Skizzenelemente an zu klicken.

Die Vergabe einer 2D-Abhängigkeit läuft immer folgendermaßen ab:

1. Starten der entsprechenden Abhängigkeit
2. Zeigen des 1. Skizzenelements
3. Zeigen des 2. Skizzenelements
(Ausnahme: bei Linien wenn Horizontal oder Vertikal verwendet wird)
4. Wählen weiterer Skizzenelemente mit gleicher Abhängigkeit
5. Beenden des Befehls mit Taste **ESC** oder über rechte Maustaste und dem Befehl **Abbrechen**

3.7.1.3 Parallel, Lotrecht, Gleich und Kollinear

- **Parallel**

Die Abhängigkeit **Parallel** zwingt zwei Linien parallel zu einander zu laufen



- **Lotrecht**

Die Abhängigkeit **Lotrecht** setzt zwei Linien in einen Winkel von 90° zueinander

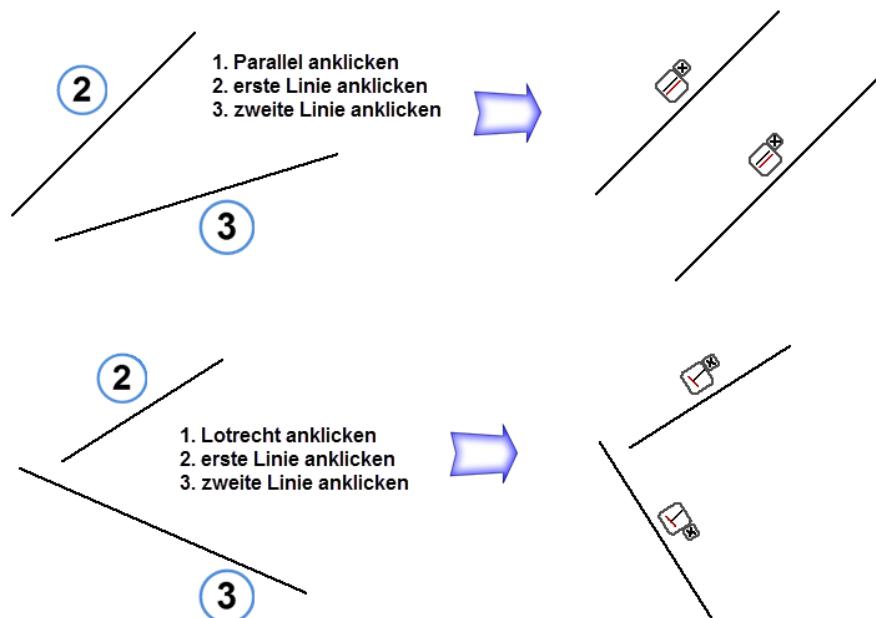


Abb. 3.43 Parallel und Lotrecht

- **Gleich**

Die Abhängigkeit **Gleich** bringt zwei Skizzenelemente (Linien, Kreise oder Kreisbögen) auf die gleiche Länge bzw. den gleichen Radius



- **Kollinear**

Die Abhängigkeit **Kollinear** bringt zwei Linien auf die gleiche Höhe.



Achtung: Nicht zu verwechseln mit gleicher Länge!

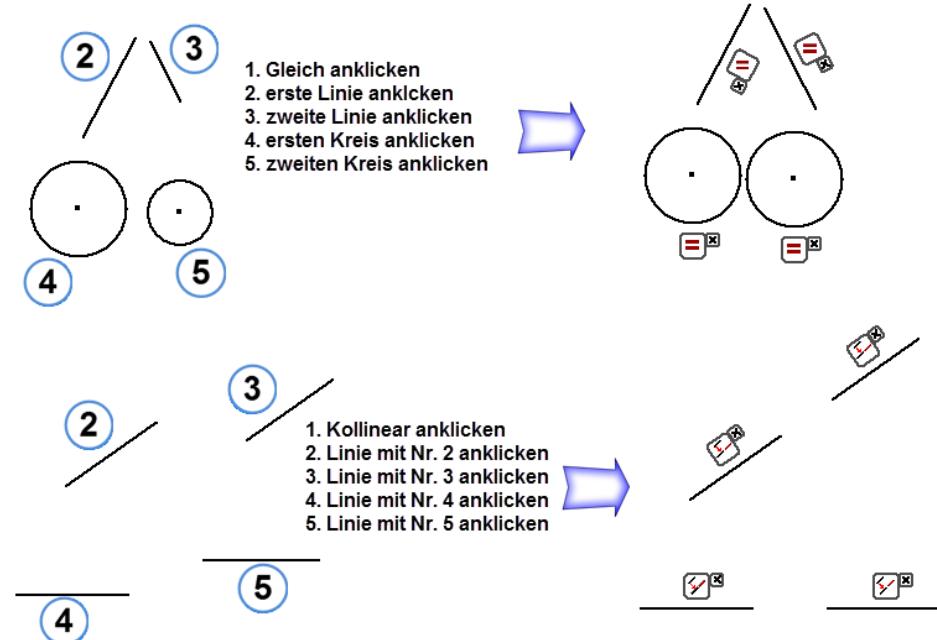


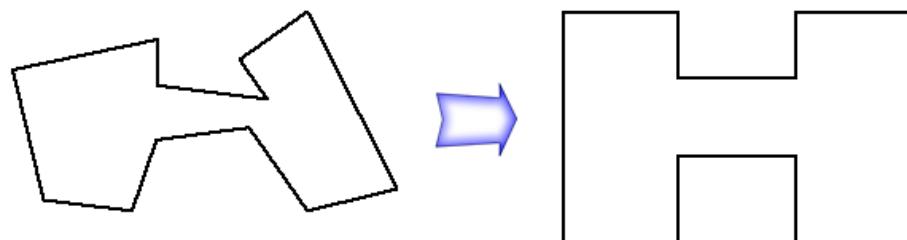
Abb. 3.44 Gleich und Kollinear



Anwenden von Lotrecht, Parallel, Gleich und Kollinear

Zeichnen Sie in einer neuen Bauteildatei mit dem Linienbefehl die linke Kontur und versuchen Sie mit den Ihnen bereits bekannten Abhängigkeiten das rechte Skizzenprofil zu erzeugen.

Sollte es Ihnen die Kontur zusammenschieben oder verzerren, dann können Sie diese einfach wieder in Form ziehen, in dem Sie an die Eckpunkte oder auf die Skizzenelemente gehen, diese anklicken und mit gedrückter linker Maustaste ziehen.



Durch die Verwendung von Abhängigkeiten die Kontur verändern

Abb. 3.45 Übung zu Parallel, Lotrecht, Gleich und Kollinear

3.7.1.4 Konzentrisch und Tangential

Konzentrisch und **Tangential** sind 2D-Abhängigkeiten die in Verbindung mit Kreisen oder Kreisbögen verwendet werden.

Aber auch Linien können zu Kreisen oder Kreisbögen tangential in Beziehung gesetzt werden.

- **Konzentrisch**

Die Abhängigkeit Konzentrisch setzt zwei Kreise oder Kreisbögen auf die gleichen Mittelpunktskoordinaten



- **Tangential**

Die Abhängigkeit Tangential setzt eine Linie tangential zu einem Kreis oder Kreisbogen und bringt auch zwei Kreisbögen zu einem tangentialen Übergang

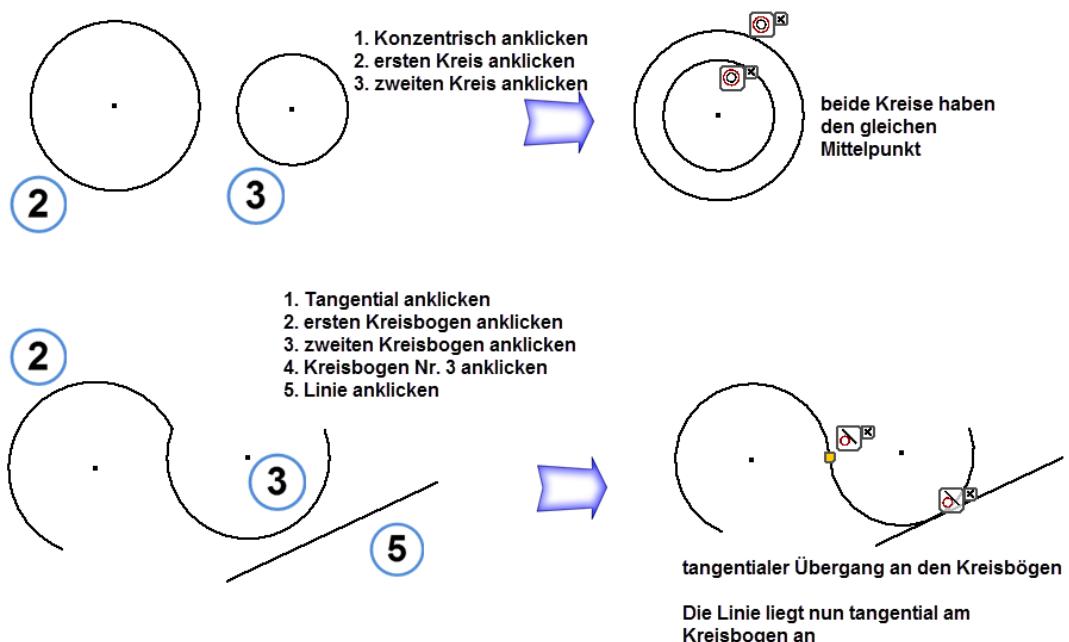


Abb. 3.46 Konzentrisch und Tangential



Anwenden von Konzentrisch und Tangential

Zeichnen Sie in einer neuen Bauteildatei die linke Kontur. Beachten Sie dabei, dass bereits beim Zeichnen 2D-Abhängigkeiten vergeben werden.

Lassen Sie sich diese nach Beendigung der Kontur mit der Taste **F8** anzeigen.

Erzeugen Sie dann die rechte Kontur, wobei die innen liegenden Kreise den gleichen Radius besitzen sollen und der obere Kreis den gleichen Mittelpunkt haben soll wie der Kreisbogen.

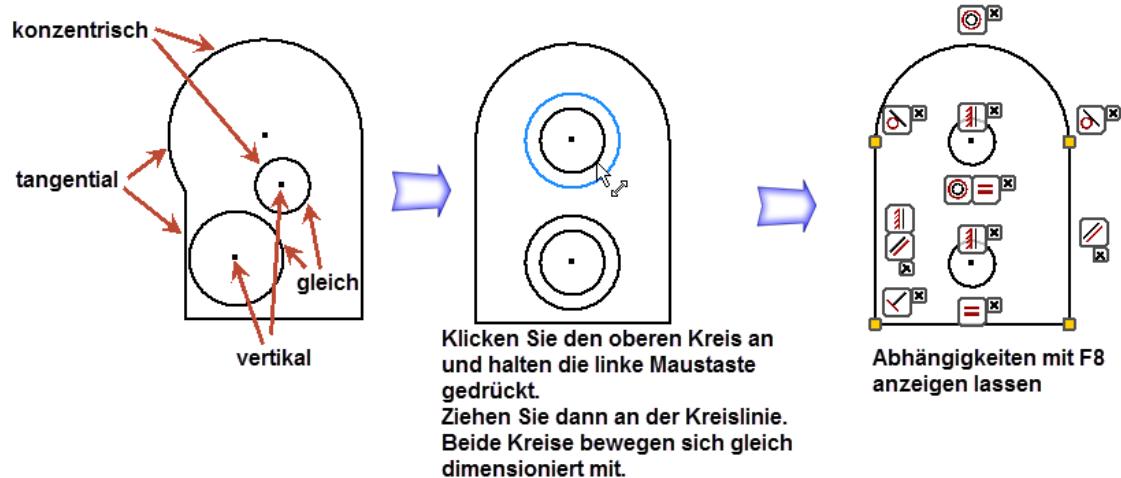


Abb. 3.47 Abhängigkeiten Konzentrisch und Tangential

3.7.1.5 Symmetrisch

Die Abhängigkeit **Symmetrisch** hat gegenüber den anderen Abhängigkeiten eine Besonderheit. Nachdem Sie zwei Skizzenelemente angeklickt haben müssen Sie bei der Symmetrie als drittes Objekt, die Symmetriearchse, anwählen. Die Symmetriearchse kann eine Linie, eine Konstruktionslinie oder auch eine Koordinatenachse (X- oder Y-Achse) sein.



So lange Sie den Befehl nicht verlassen, beziehen sich alle weiteren Skizzenelemente, die Sie anwählen, auf diese Symmetriearchse.

Wollen Sie eine weitere Symmetriearchse verwenden, müssen Sie den Befehl erneut starten.

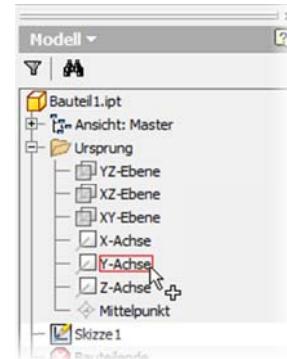
Um Koordinatenachsen in der Skizze verwenden zu können, müssen diese zuerst in die Skizze reingeholt (projiziert) werden.



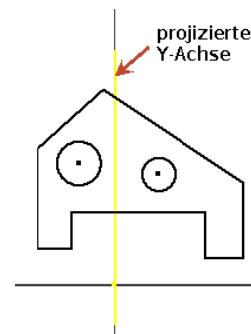
Übung zur Symmetrie:

<p>Öffnen Sie eine neue Bauteildatei und zeichnen Sie neben stehende geschlossene Kontur so, dass Sie die Y-Achse ungefähr in der Mitte Ihrer Kontur sehen können.</p>	
<p>Wählen Sie den Befehl Geometrie projizieren an</p>	

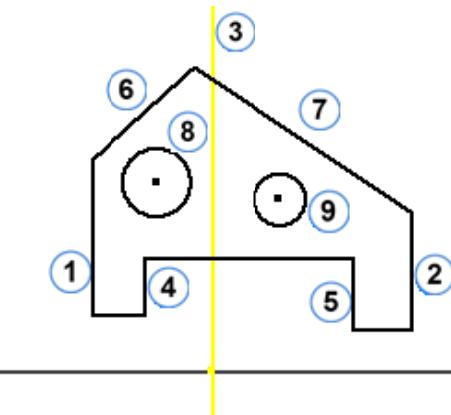
Öffnen Sie im Browser des Plus bei Ursprung und klicken dann auf die Y-Achse. Wenn diese in der Skizze erscheint, beenden Sie den Befehl mit ESC.



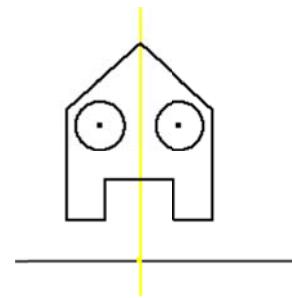
Die Y-Achse ist nun in der Skizze sichtbar und damit kann man sie auch verwenden



Starten Sie die Abhängigkeit Symmetrie und klicken Sie in der nummerierten Reihenfolge die Skizzenelemente an. Lassen Sie sich nicht beirren, wenn die Skizze sich verzieht, das wird schon.



Beenden Sie am Ende den Befehl über die rechte Maustaste und **Abbrechen** oder mit **OK** oder über die Taste **ESC**



3.7.1.6 Koinzident

Die Abhängigkeit **Koinzident** ist eine der wichtigsten 2D-Abhängigkeiten die es bei der Bauteilkonstruktion gibt. Sie schließt eine Kontur und sorgt so dafür, dass es geschlossene Skizzenprofile gibt.



Die Abhängigkeit Koinzident kann 3 Zustände annehmen:

1. Punkt auf Punkt

dabei ist der Endpunkt, der Startpunkt oder ein Mittelpunkt gemeint



Fol-

gendes Symbol wird dabei am Cursor angezeigt:

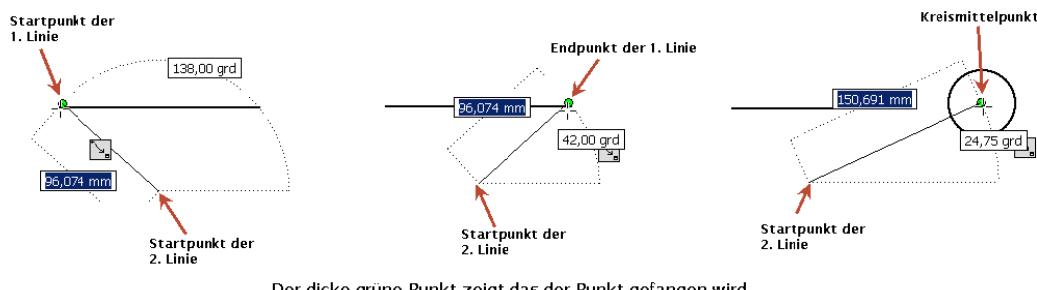


Abb. 3.48 Koinzident Punkt auf Punkt

2. Punkt auf Mittelpunkt

bei Punkt auf Mittelpunkt ist der Mittelpunkt eines Skizzenelementes (Linie, Kreisbogen etc.) gemeint



Fol-

gendes Symbol wird dabei am Cursor angezeigt:

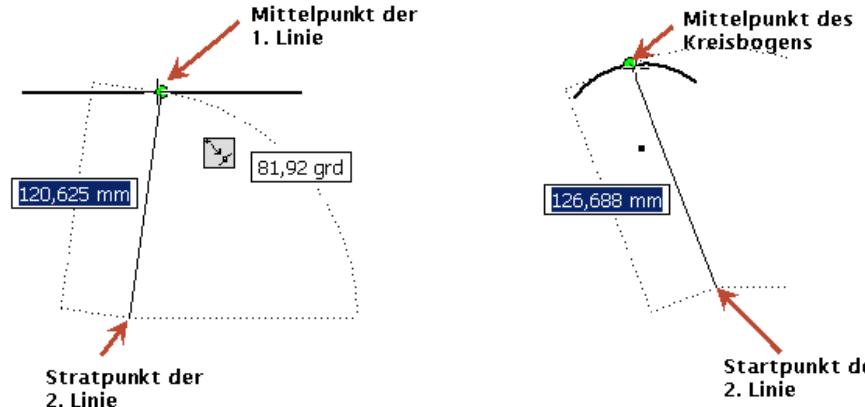


Abb. 3.49 Koinzident Punkt auf Mittelpunkt

3. Punkt auf Linie

bei Punkt auf Linie wird der Startpunkt oder Endpunkt einer Linie oder eines Kreisbogens auf ein anderes Skizzenelement gesetzt. Dabei muss nicht zwingend der Punkt direkt auf der Linie liegen. Er kann auch in Verlängerung zu dieser Linie koinzident darauf liegen.

Folgendes Symbol wird dabei am Cursor angezeigt:

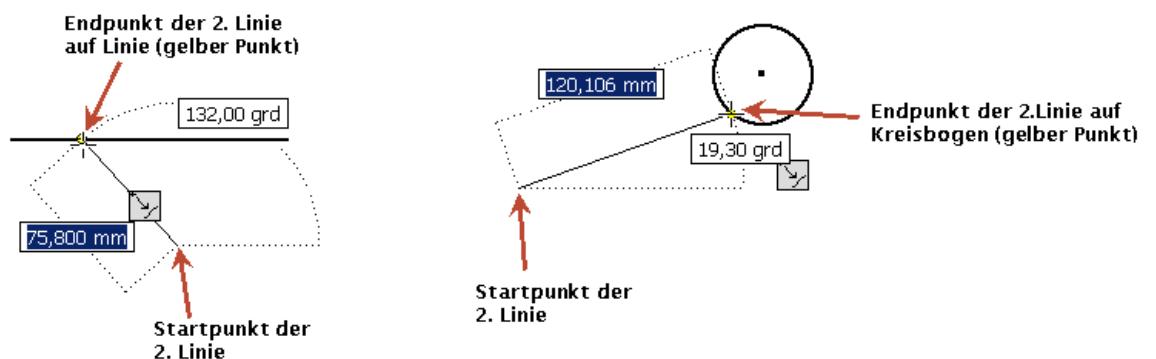
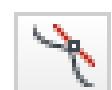


Abb. 3.50 Koinzident Punkt auf Linie

3.7.1.7 Stetig

Die Abhängigkeit **Stetig** wird nur in Verbindung mit Splines verwendet.

Da das Themengebiet Splines aber im Grundkurs nicht behandelt wird, weil es zur erweiterten Bauteilkonstruktion gehört, wird auch die Abhängigkeit Stetig nicht näher erläutert.



3.7.2 2D-Abhängigkeiten in der Überblick

Da die 2D-Abhängigkeiten doch einen großen Bereich bei der Skizzenebearbeitung einnehmen gibt es hier noch einmal eine kurze Zusammenfassung aller 2D-Abhängigkeiten.

Symbol	Name	Funktion
	Koinzident	Punkt auf Punkt Punkt auf Mittelpunkt Punkt auf Linie
	Kollinear	bringt Linien auf gleiche Höhe
	Konzentrisch	setzt Mittelpunkte von Kreisen und Kreisbogen gleich
	Fest	legt das Skizzenelement unveränderlich zum Koordinatensystem fest
	Parallel	zwingt zwei Linien parallel nebeneinander zu liegen

	Lotrecht	erzeugt einen 90° Winkel zwischen 2 Linien
	Horizontal	zwingt eine Linie in die waagrechte Lage setzt zwei Punkte zueinander waagrecht
	Vertikal	zwingt eine Linie in die senkrechte Lage setzt zwei Punkte zueinander senkrecht
	Tangential	lässt Skizzenelemente tangential ineinander übergehen
	Stetig	wird bei Splines verwendet
	Symmetrisch	setzt Skizzenelemente spiegelbildlich zu einer Achse
	Gleich	vergibt gleiche Radien oder gleiche Linienlänge

3.7.3 Abhängigkeiten anzeigen lassen und löschen

Da bereits beim Zeichnen von Skizzengeometrie 2D-Abhängigkeiten vergeben werden, ist es notwendig, sich die vorhandenen Abhängigkeiten anzeigen zu lassen und eventuell auch zu löschen.

Um die vorhandenen Abhängigkeiten anzeigen zu lassen können Sie entweder den Befehl **Abhängigkeiten einblenden** verwenden um detailliert ein bestimmtes Skizzenelement zu betrachten oder mit der Taste **F8** alle Abhängigkeiten anzeigen lassen.

Der Befehl **Abhängigkeiten einblenden** liegt direkt neben den Abhängigkeiten selbst. Wenn Sie diesen Befehl verwenden, müssen Sie nach Aufruf des Befehls das gewünschte Skizzenelement anklicken.



Nach dem Sie die Abhängigkeiten eingeblendet haben, werden Ihnen Fahnen mit den Abhängigkeitssymbolen angezeigt, siehe Abb. 3.51.

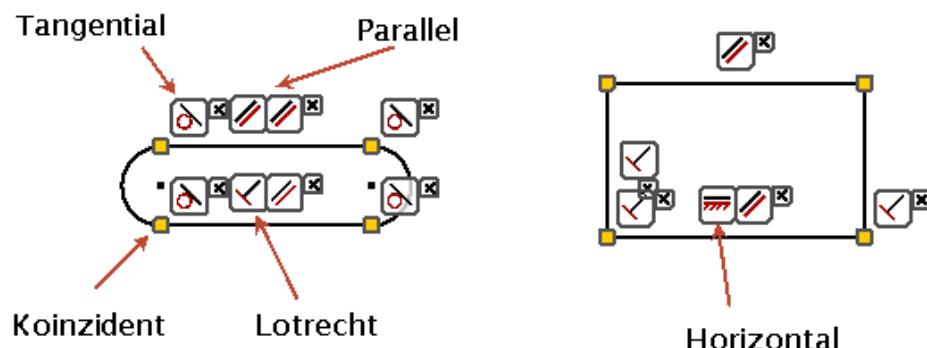


Abb. 3.51 Abhängigkeiten einblenden

Wenn Sie mit dem Cursor auf ein Abhängigkeitssymbol fahren, werden die dazugehörigen Skizzenelemente ausgeleuchtet. Durch Anklicken werden die Abhängigkeitsmerkmale markiert.

Nach der Markierung können Sie über das Kontextmenü (rechte Maustaste) oder über die **[Entf-Taste]** gelöscht werden, siehe Abb. 3.52.

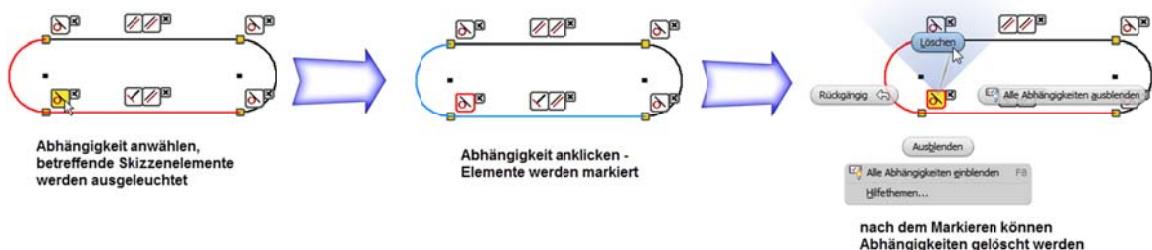


Abb. 3.52 Abhängigkeiten markieren und löschen

Sie können über die rechte Maustaste **Alle Abhängigkeiten ausblenden** oder mit der **Taste F9** die Anzeige der Abhängigkeiten wieder ausschalten

3.8 Bemaßung

Bevor mit der Bemaßung der 2D-Skizze begonnen wird, sollte die Geometrie soweit als möglich über 2D-Abhängigkeiten beschrieben sein.

Geometrische Eigenschaften ändern sich seltener als Maße. Aus diesem Grund ist es sinnvoll so wenig Maße wie möglich in einer Skizze zu verwenden.

3.8.1 Parametrische Bemaßung erzeugen

Den Befehl **Allgemeine Bemaßung** finden Sie links neben den Abhängigkeiten. Nach dem Anklicken haben Sie ein universelles Bemaßungswerkzeug mit dem einzelne parametrische Bemaßungen erzeugt werden können.

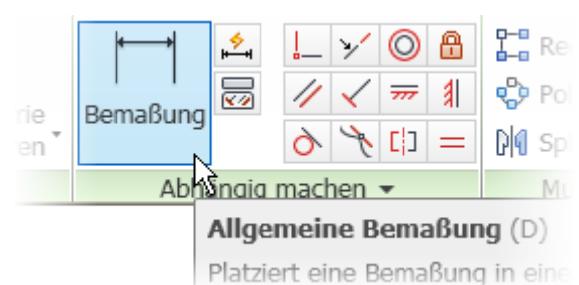


Abb. 3.53 Bemaßungsbefehl

Es stehen dabei folgende Typen zur Auswahl:

- Linearbemaßung (horizontal, vertikal und ausgerichtet)
- Winkelbemaßung
- Radiusbemaßung
- Durchmesserbemaßung

Um eine Bemaßung anzubringen starten Sie den Befehl **Allgemeine Bemaßung**, klicken Sie dann auf das zu bemaßende Skizzenelement und legen das Maß außerhalb der Geometrie ab, siehe Abb. 3.54.

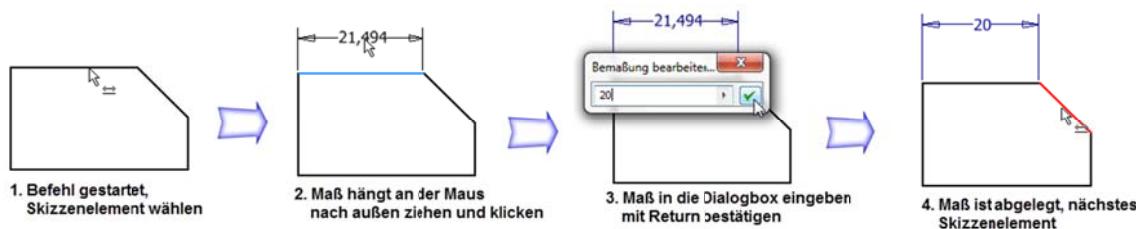


Abb. 3.54 Bemaßungsablauf

Dabei passt sich die Skizzengeometrie dem eingegebenen Maß an.

Für die **Winkelbemaßung** müssen Sie die entsprechenden Skizzenelemente anwählen, bevor Sie das Maß ablegen, siehe Abb. 3.55.

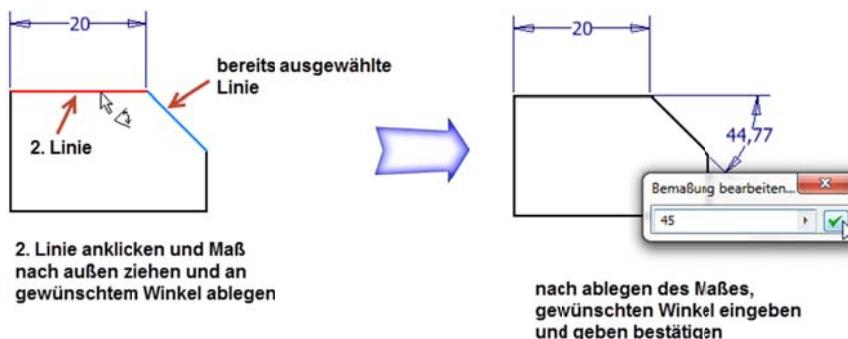


Abb. 3.55 Winkelbemaßung

Für eine **ausgerichtete Bemaßung** wählen Sie das entsprechende Skizzelement. Vor dem Ablegen des Maßes rechte Maustaste und Ausgerichtet anwählen.

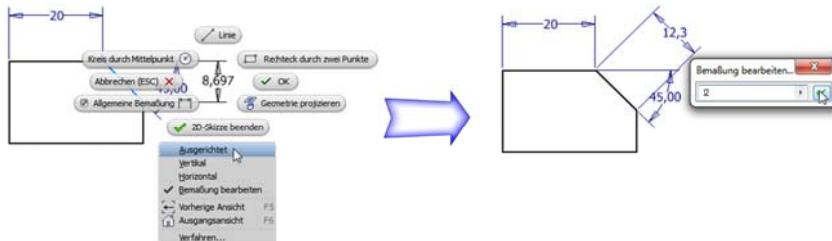


Abb. 3.56 ausgerichtet Bemaßung

Bei der Bemaßung von Kreisen und Kreisbögen wird automatisch immer auf den Mittelpunkt bemaßt, siehe Abb. 3.57.

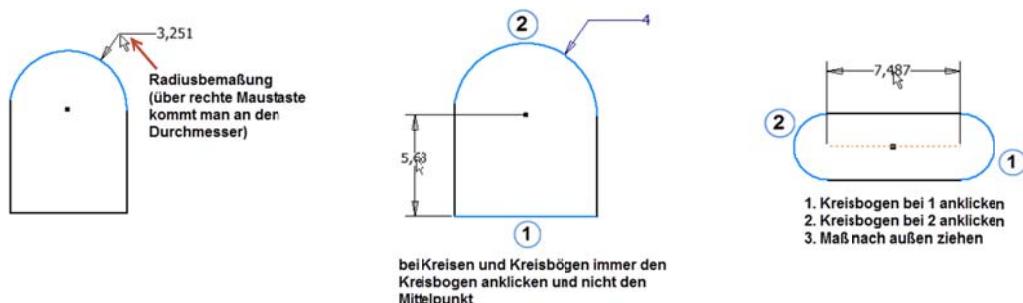


Abb. 3.57 Radiusbemaßung

Ab und zu kommt es vor, dass man eine so genannte **tangential Bemaßung** benötigt. Dazu wählen Sie zunächst die Linie und dann den Kreisbogen. Fahren Sie in die Nähe des Quadranten Punktes und warten Sie bis der Cursor umschaltet, siehe Abb. 3.58.

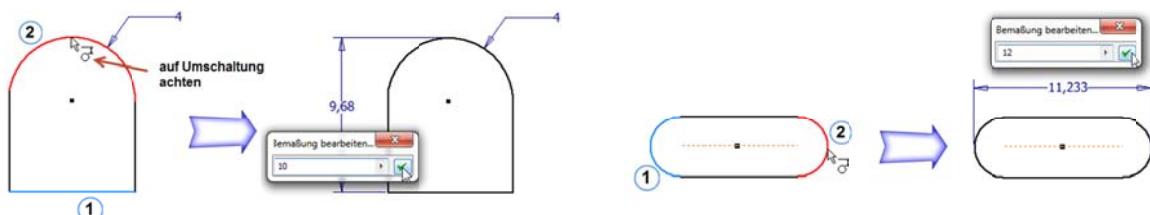
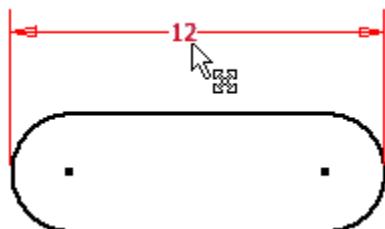


Abb. 3.58 tangential Bemaßung

3.8.2 Bemaßung bearbeiten

Wenn Sie den Bemaßungsbefehl beendet haben und mit dem Mauscursor auf den Maßtext zeigen, verändert sich der Cursor zu einem Schiebecursor, siehe Abb. 3.59.



Wenn Sie nach Erscheinen dieses Cursors eine Doppelklick machen, können Sie das Maß ändern.

Halten Sie die linke Maustaste gedrückt wenn der Schiebecursor erscheint, können Sie die Position verändern und das Maß an die gewünschte Position verschieben.

Abb. 3.59 Bemaßung bearbeiten

3.9 Überbestimmung von Skizzen

Wenn Sie 2D-Abhängigkeiten oder Bemaßungen anbringen möchten, die bereits vergeben sind, oder aufgrund von anderen Bedingungen (Abhängigkeiten oder Bemaßungen) nicht mehr angebracht werden können, erscheinen „Fehlermeldungen“.

Diese Meldungen weisen Sie darauf hin, dass das System die notwendige Information bereits hat und keine weiteren Bestimmungen an diesem Skizzenelement zulässt.

Es gibt 3 Arten von Meldungen:

- **Skizzenabhängigkeit ist bereits vorhanden**

Diese Meldung erscheint, wenn Sie die Abhängigkeit bereits vergeben haben oder wenn es durch andere Gegebenheiten (Abhängigkeiten oder Bemaßungen) bereits definiert ist.

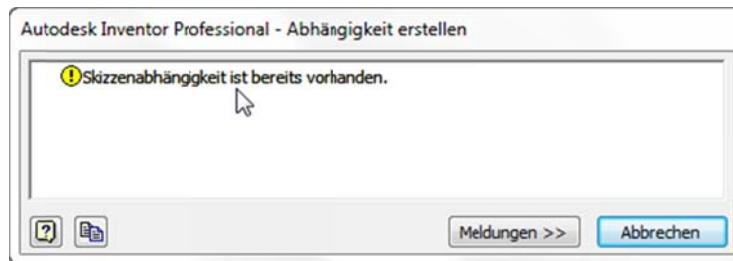


Abb. 3.60 Skizzenabhängigkeit bereits vorhanden

- **Skizzenbemaßung ist bereits vorhanden**

Diese Meldung erscheint, wenn die Bemaßung tatsächlich schon vorhanden ist oder durch andere Gegebenheiten nicht mehr angebracht werden kann.

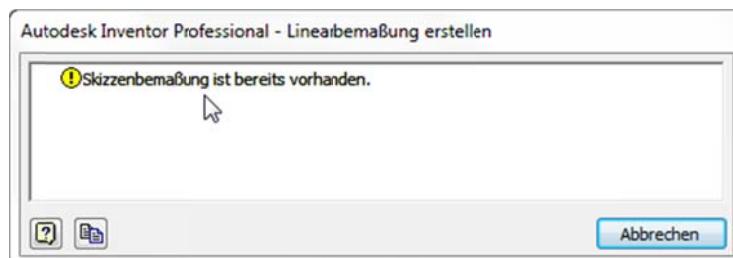


Abb. 3.61 Skizzenbemaßung bereits vorhanden

- **Die Frage nach der getriebenen Bemaßung**

Diese Meldung erscheint, wenn das Maß noch angebracht werden kann, aber keinen Einfluss auf die Geometrie hat. Das Maß wird dann in Klammern angezeigt und **kann nicht bearbeitet** werden.

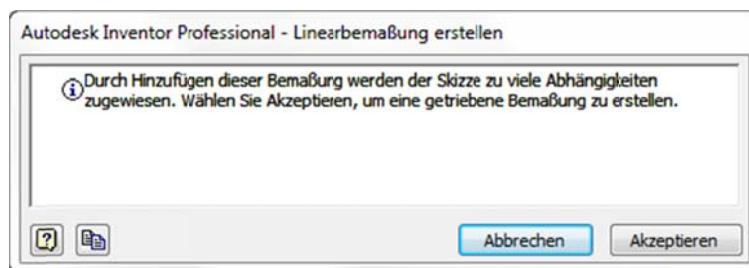


Abb. 3.62 getriebene Bemaßung

Wenn Sie in diesem Fenster Akzeptieren wählen wird eine getriebene Bemaßung erzeugt, siehe Abb. 3.63.

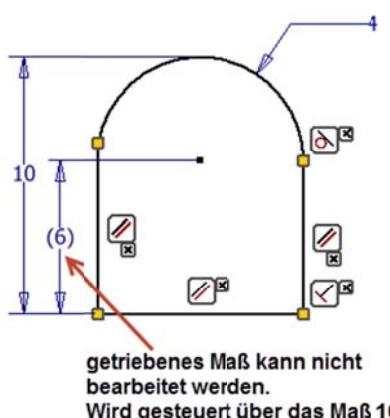


Abb. 3.63 getriebene Bemaßung

Getriebene Bemaßungen können, wenn das treibende Maß entfernt wird, umgestellt werden.

Löscht man das Maß 10, dann würde das Maß 6 Sinn machen und kann auch umgestellt werden.

Der Befehl dazu befindet sich in der rechten oberen Ecke des Bildschirms und heißt **Getriebene Bemaßung**.

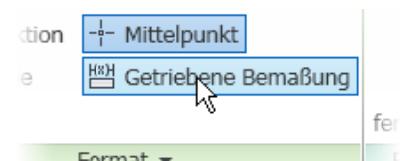


Abb. 3.64 Getriebene Bemaßung

Dazu muss das getriebene Maß angeklickt werden und dann über den Schalter **Getriebene Bemaßung** umgestellt werden.

3.10 Geometrie projizieren

Damit die erste Skizze vollständig bestimmt werden kann, benötigt man den Bezug zum Koordinatensystem.

In der Vorlage der Hochschule ist bereits der Ursprungsmittelpunkt in die Skizze projiziert worden. Wenn Sie aber eine andere Vorlage verwenden oder den Punkt versehentlich gelöscht haben, dann müssen Sie sich die Geometrie wieder holen.

Der Befehl **Geometrie projizieren** befindet sich direkt neben dem Bemaßungsbefehl.



Abb. 3.65 Geometrie projizieren

Bei der ersten Skizze kann man sich nur auf die Ursprungsachsen und Ursprungsebenen beziehen. Bei fortgeschrittener Bauteilkonstruktion kann die projizierte Geometrie auch von Modellkanten stammen.

Nach dem Befehlsstart können Sie im Browser (oder am Modell) die entsprechenden Elemente auswählen.

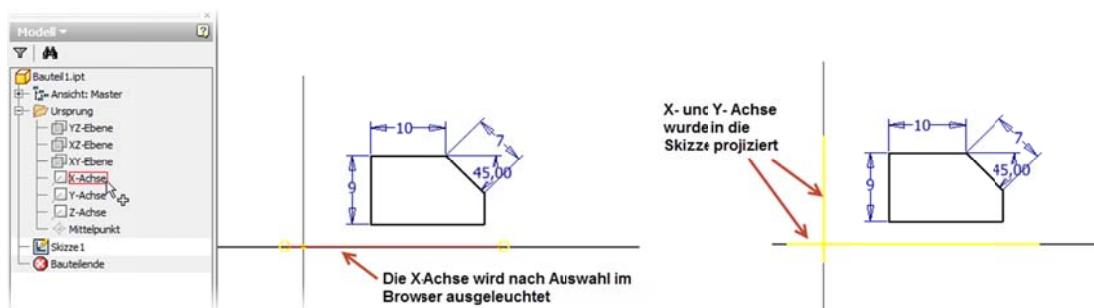


Abb. 3.66 Geometrie projizieren

3.11 Skizzen voll bestimmen

Wenn das Skizzenprofil mit 2D-Abhängigkeiten und Bemaßungen soweit bestimmt wurde, dass in der Statuszeile rechts unten steht, dass noch 2 Bemaßungen oder Abhängigkeiten fehlen, dann ist dies in der Regel der Bezug zum Koordinatensystem.

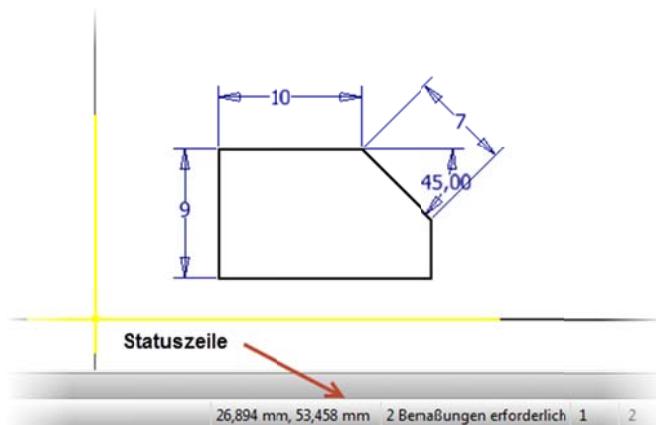


Abb. 3.67 Bezug zum Koordinatensystem fehlt noch

Um einen Bezug zum Koordinatensystem herzustellen starten Sie die Abhängigkeit Koinzident und klicken Sie den linken unteren Eckpunkt und dann den Mittelpunkt des Koordinatensystems an

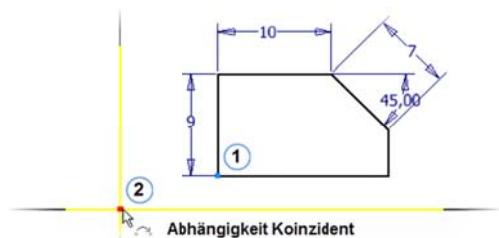


Abb. 3.68 Koinzident zum Ursprung

Die Skizze ist dann voll bestimmt.

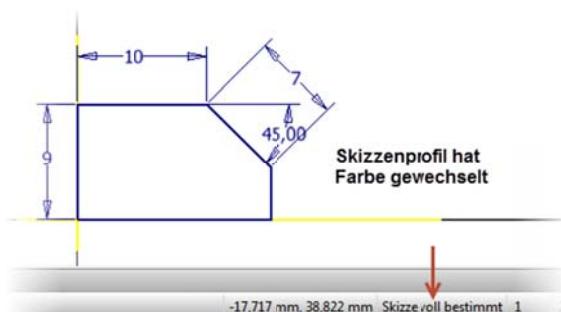


Abb. 3.69 Skizze voll bestimmt

3.12 Skizzen für Drehteile

Eine Sonderform bei den Skizzen nehmen die Skizzenprofile für Drehteile ein. Für Drehteile wird nur der halbe Querschnitt des Profils gezeichnet und man benötigt für die Bemaßung die Durchmesserbemaßung.

Um möglichen Problemen bei der Konstruktion aus dem Weg zu gehen sollte man sich an folgendes Kochrezept halten:

1. Geschlossene Kontur zeichnen
2. X-Achse oder Y-Achse projizieren
3. Projizierte Achse zur Mittellinie machen
4. Skizzenprofil bestimmen

Im Grunde kennen Sie schon alle Schritte bis auf Schritt 3.

3.12.1 Mittellinien und Konstruktionslinien

Immer wieder kommt es vor, dass man eine Hilfslinie oder, wie bei einem Drehteil, eine Mittellinie benötigt. Dies erreicht man, in dem man den Stil des Skizzenelementes umstellt, siehe Abb. 3.70.



Abb. 3.70 Mittellinie und Konstruktionslinie

Markieren Sie die Linie welche umgestellt werden soll. Klicken Sie danach auf den Schalter Konstruktion oder Mittellinie, je nachdem welche Art Sie benötigen.

Hinweis:

Sollte beim Zeichnen danach alles in Mittellinien oder Konstruktionslinien dargestellt werden, überprüfen Sie die Stellung der Schalter. Sind sie markiert, dann sind sie eingeschaltet. Deaktivieren Sie die Schalter, wenn Sie normale Skizzenelemente zeichnen möchten.

Falls Sie schon etwas gezeichnet haben, markieren Sie einfach die gezeichneten Skizzenelemente und stellen Sie diese einfach wieder zurück.

3.12.2 Bemaßung von Drehteilen

Eine kleine Einschränkung bei der Bemaßung muss noch erwähnt werden. Für die Bemaßung von Drehteilen werden meist Durchmesser bemäßt. Um eine Durchmesserbemaßung zu erreichen sind ein paar Besonderheiten zu beachten.

Wenn Sie nicht wie unter 3.12 Skizzen für Drehteile beschrieben vorgehen, und sich eine Mittellinie erzeugen, bekommen Sie nicht automatisch eine Durchmesserbemaßung.

Wollen Sie trotzdem eine Durchmesserbemaßung erzeugen, müssen Sie folgendermaßen vorgehen:

1. Zeichnen Sie, wie bereits beschrieben, eine geschlossene Kontur und bemaßen Sie die Längen wie gewohnt.
2. Klicken Sie danach als erstes die Kante an, um die gedreht werden soll (Rotationsachse).
3. Klicken Sie dann auf die zu bemaßende Körperkante.
4. Drücken Sie nun die rechte Maustaste und wählen vor Ablegen des Maßes Linearer Durchmesser aus
5. Legen Sie das Maß ab und geben Sie den gewünschten Durchmesser ein.

Der Durchmesser wird bei dieser Art immer um die zuerst angeklickte Kante aufgebaut, siehe Abb. 3.71.

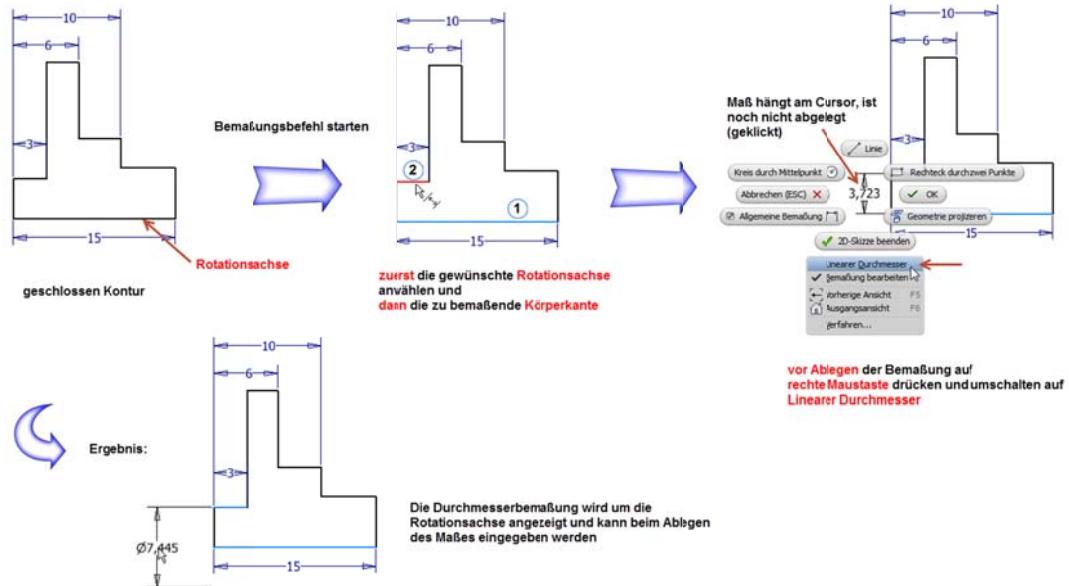


Abb. 3.71 Durchmesserbemaßung

3.12.3 Hohlwelle oder Vollwelle

Je nachdem ob Sie ein Hohlwelle (eine Welle mit Bohrung) oder eine Vollwelle erzeugen möchten, muss Ihre Skizze auf der Drehachse aufliegen oder einen Abstand haben, siehe Abb. 3.72.

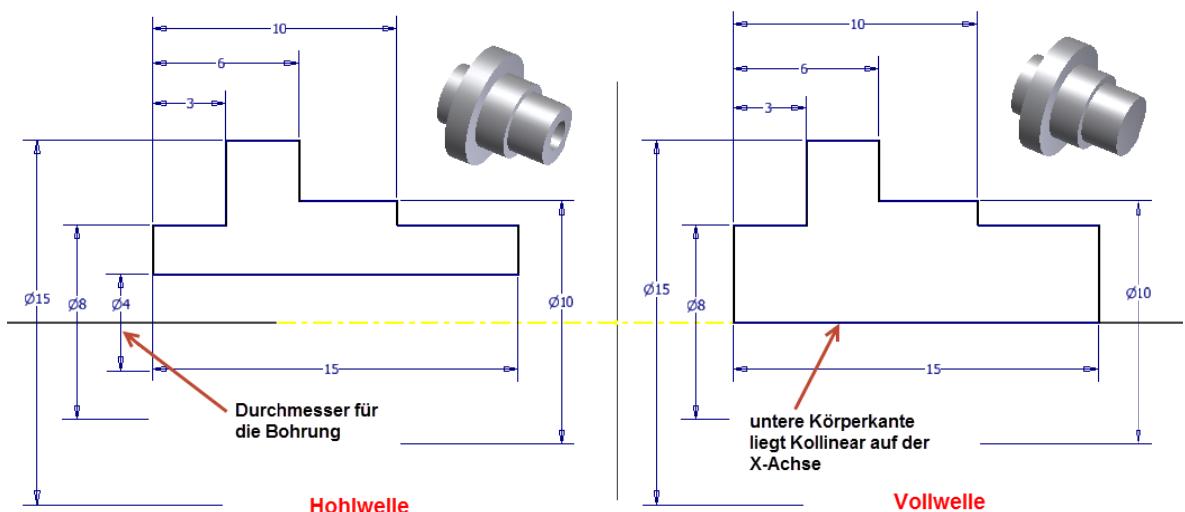


Abb. 3.72 Hohlwelle und Vollwelle

3.13 Verständnisfragen

- V3.1: Welches ist der wichtigste Zeichenbefehl in der Skizzenumgebung?
- V3.2: Welche zwei Befehle verstecken sich hinter dem Rädchen an der Maus?
- V3.3: Welche 3 Methoden kennen Sie um Elemente zu markieren?
- V3.4: Welche Arten von Abhängigkeiten kennen Sie?
- V3.5: Was macht die Abhängigkeit Kollinear?
- V3.6: Was macht die Abhängigkeit Gleich?
- V3.7: Welche Zustände kann die Abhängigkeit Koinzident einnehmen?
- V3.8: Warum ist die Abhängigkeit Koinzident so wichtig?
- V3.9: Was ist eine getriebene Bemaßung und woran erkennt man sie?
- V3.10: Wann ist eine Skizze voll bestimmt?
- V3.11: Welches sind die 4 Schritte einer Drehteilskizze?

3.14 Übungen

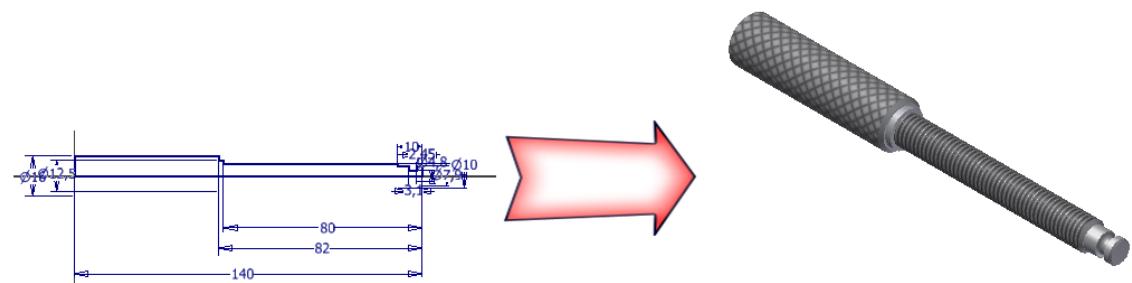
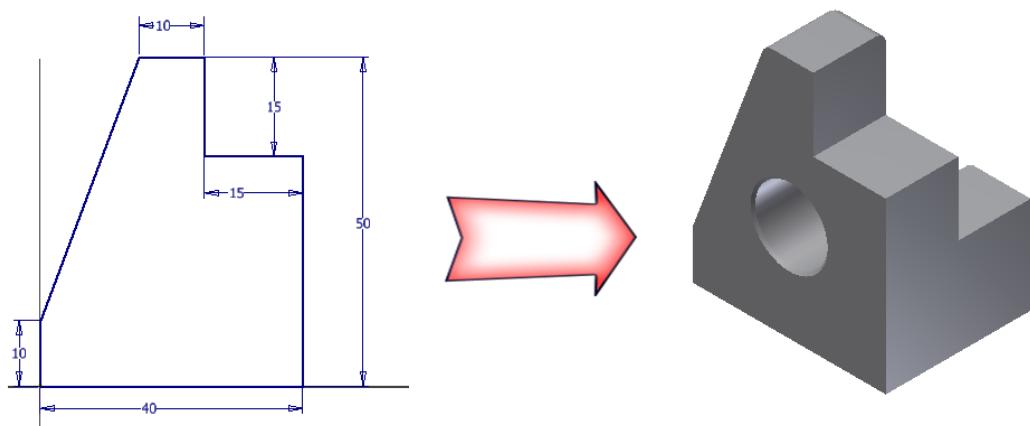
Erstellen Sie nun in separaten Dateien die im Anhang befindliche Hebel-skizze und die Wellenskizze.

Speichern Sie die Dateien ab indem Sie die Skizze beenden. Sie werden für spätere Übungen noch verwendet.

4 Bauteilmodellierung

Kleiner Überblick oder was Sie hier lernen sollen:

- Wie kommt man von der Skizze zum Bauteil
- Was sind skizzierte Elemente
- Was sind platzierte Elemente
- Wie werden diese 3D-Elemente bearbeitet



4.1 Von der Skizze zum Bauteil

Nachdem Sie nun wissen wie man 2D-Skizzen erstellt und deren Form und Geometrie mit Abhängigkeiten und Bemaßungen bestimmt, ist es an der Zeit, den nächsten Schritt zu machen.

Über die Skizzenprofile, welche die Grundlage für jedes 3D-Bauteil darstellen, gelangt man an das 3D-Modell indem man es in die Höhe zieht (Extrusion) oder in dem man es um eine Achse rotieren lässt (Drehung).

Dieses erste ziehen oder drehen erzeugt ein Basisteil. Durch anbringen von weiteren Extrusionen, Bohrungen, Rundungen und Fasen kann man nun an diesem Basisteil arbeiten und so das Modell Stück für Stück näher an die endgültige Kontur bringen.

Bei der Modellbearbeitung unterscheidet man zwischen skizzierten und platzierten Elementen.

4.2 Skizzierte Elemente

Unter Inventor finden sich viele Befehle mit denen man aus 2D-Skizzenprofile 3D-Elemente erzeugen kann. Hier in der CAD-Einführung werden die 3D-Elemente Extrusion und Drehung erläutert.

Um überhaupt an die Schaltfläche der 3D-Elemente zu kommen muss man zunächst die Skizze beenden, siehe Abb. 4.1.

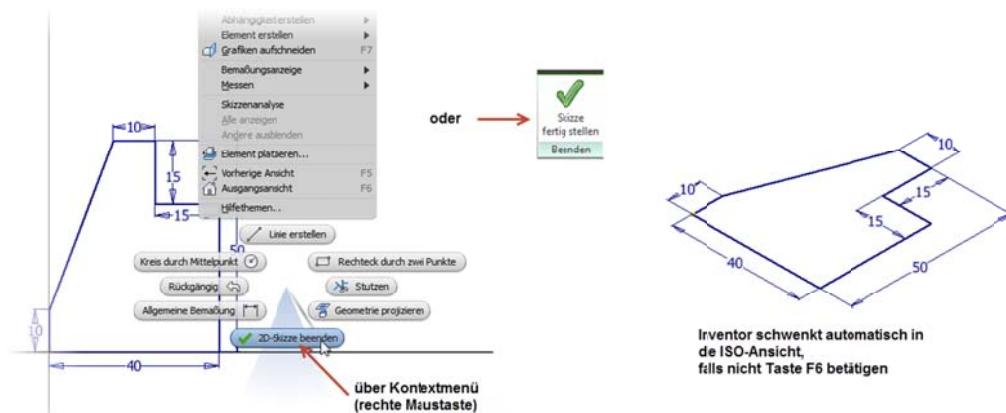


Abb. 4.1 Skizze beenden

4.2.1 Extrusion

Bei einer Extrusion wird ein geschlossenes 2D-Skizzenprofil entlang der Z-Achse in die Höhe gezogen. Dadurch wird ein Volumenkörper erzeugt an dem dann weiter gearbeitet werden kann.

Den Befehl für die Extrusion finden Sie, indem Sie auf eine Kante Ihrer Skizze klicken und aus dem Kontextmenü den Befehl **Extrusion erstellen** wählen, siehe Abb. 4.2.

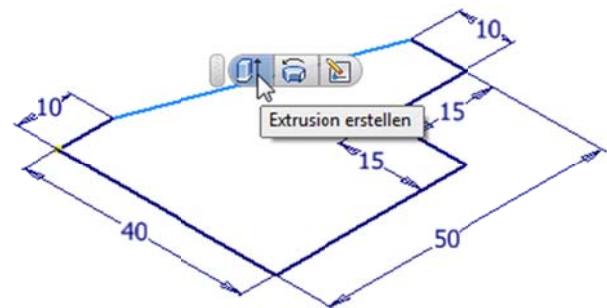


Abb. 4.2 Extrusion über Kontextmenü

Den Befehl **Extrusion** finden Sie außerdem auch noch in der linken oberen Ecke nach dem Sie die Skizze beendet haben.



Tipp:

Wenn Sie im 3D-Bereich arbeiten wählen Sie immer Isometrievorschau aus. Diese Ansicht erhalten Sie über das *Kontextmenü (rechte Maustaste)* → *Ausgangsansicht* oder durch Drücken der Taste **F6**.

Dadurch erkennen Sie besser in welche Richtung es geht oder können Flächen besser auswählen.

Wenn Sie die erste Skizze erzeugt haben und den Befehl **Extrusion** starten erhalten Sie das Kontextmenü oder das Dialogfenster Extrusion, siehe Abb. 4.3.

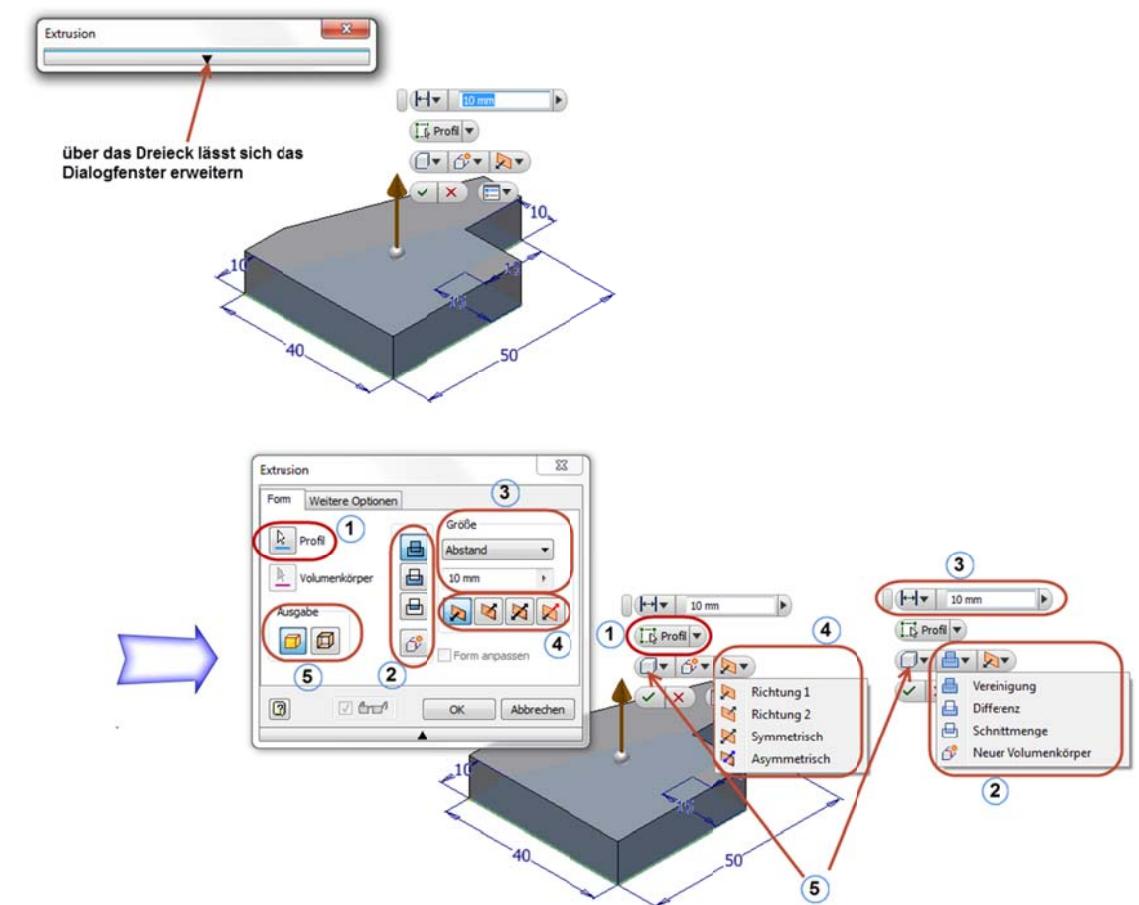


Abb. 4.3 Dialogbox Extrusion

Was die einzelnen Felder bedeuten:

- ① Liegt nur ein Skizzenprofil vor, wird dieses automatisch gewählt.
Liegen mehrere Skizzenprofile vor müssen Sie das oder die Skizzenprofile auswählen, die extrudiert werden sollen.
 - ② Im mittleren Bereich legen Sie fest, ob Sie Material hinzufügen (Vereinigung), Material wegnehmen (Differenz) oder ob Sie die Schnittmenge aus beiden Bereichen haben möchten.
Wenn noch kein Bauteil vorliegt sind diese Bereiche ausgegraut und es ist nur die unterste Option (neuer Volumenkörper) aktiv.
- | | |
|--|---------------------|
| | Vereinigung |
| | Differenz |
| | Schnittmenge |
| | Neuer Volumenkörper |

- ③ Wenn Sie das kleine Dreieckchen öffnen erhalten Sie unterschiedliche Methoden für die Extrusionsgröße:



- **Abstand**

Extrudiert das Profil bis zu der Höhe, welche Sie im Eingabefeld daneben bzw. darunter eingegeben haben

- **Zur Nächsten**

Extrudiert das Profil bis zur nächsten planen oder gekrümmten Fläche, die **voll geschnitten** wird

- **Bis**

Extrudiert das Profil bis zu einer planen oder gekrümmten Fläche, welche gezeigt werden muss. Wird die Fläche **nicht voll geschnitten**, muss über ein zusätzliches Kontrollfeld (siehe rechts) die Fläche ausgewählt werden



- **Zwischen**

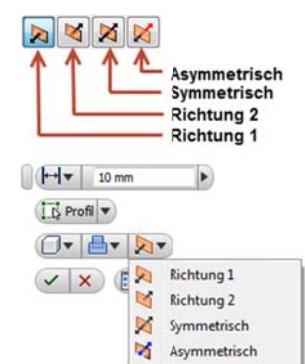
Extrudiert das Profil wie bei der Option Bis, allerdings müssen zwei Flächen angegeben werden

- **Alle**

Extrudiert das Profil durch das komplette Bauteil hindurch, so dass Sie keinen Abstand und keine Fläche eingeben müssen

- ④ Mit den Pfeilen bestimmen Sie die Richtung in die extrudiert werden soll.

Es gibt dabei vier verschiedene Methoden, welche durch Drücken der Buttons aktiviert werden können:



- **in Richtung 1**
extrudiert das Profil entlang der positiven Z-Achse
- **in Richtung 2**
extrudiert das Profil entlang der negativen Z-Achse (Richtungsumkehr!)
- **Symmetrisch**
der bei Abstand eingegebene Wert wird halbiert und in die positive sowie negative Z-Achsen Richtung extrudiert.
- **Assymmetrisch**
lässt es zu, dass in beide Richtungen extrudiert wird mit unterschiedlichen Abstandswerten
Die Richtungsumkehr erfolgt über den Schalter in der Dialogbox oder durch Anklicken der Pfeile am Modell.

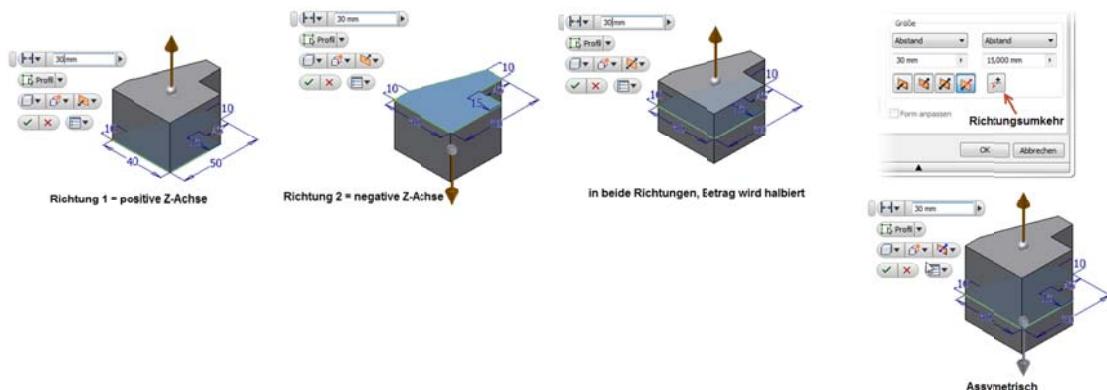


Abb. 4.4 Extrusionsrichtungen

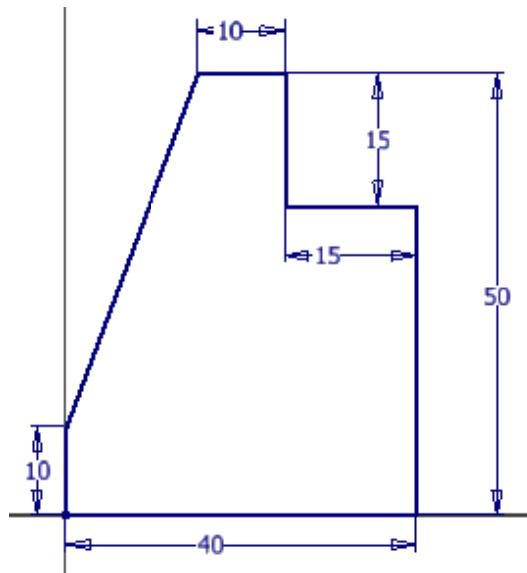
- ⑤ In diesem Bereich legen Sie fest ob Sie ein Volumenkörper oder Flächenmodell erzeugen möchten. Standardmäßig steht es auf Volumenkörper, wenn Ihr Skizzenprofil geschlossen ist.
Flächenmodelle werden hier nicht behandelt und sind Stoff für den Aufbaukurs.



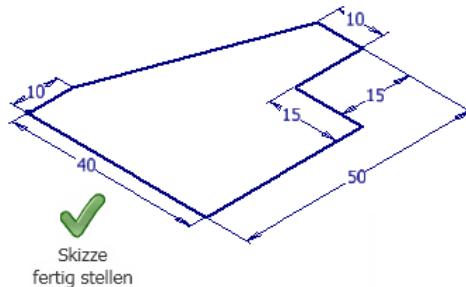
Übung zur Extrusion:

Öffnen Sie eine neue Bauteildatei und erzeugen Sie nebenstehende Skizze und bestimmen Sie sie voll.

Setzen Sie dazu den linken unteren Eckpunkt koinzident auf den Koordinatenmittelpunkt. Sollte dieser nicht vorhanden sein, holen Sie ihn sich mit *Geometrie projizieren*.



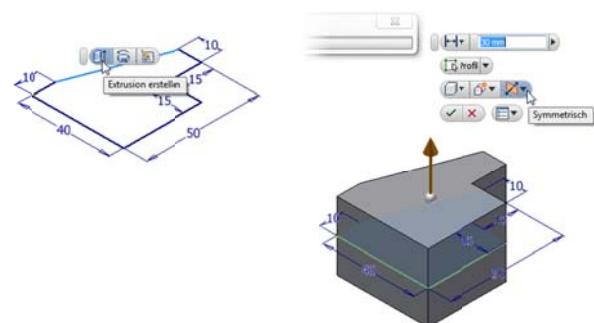
Beenden Sie die Skizze (*Skizze fertig stellen*) und wechseln Sie in die Isometrievorschau (*Ausgangsansicht*).

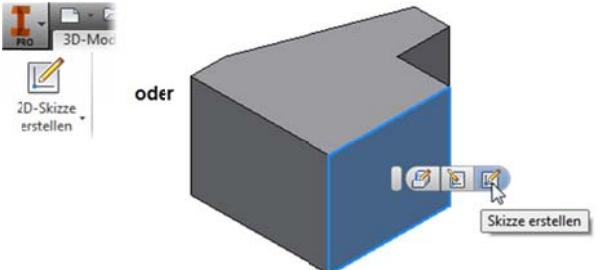
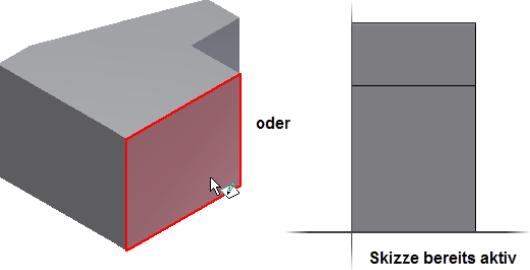
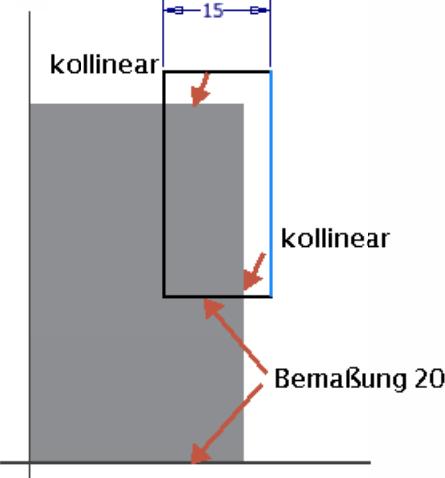


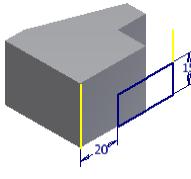
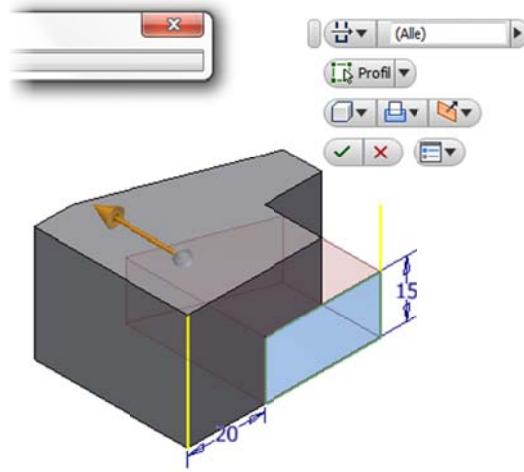
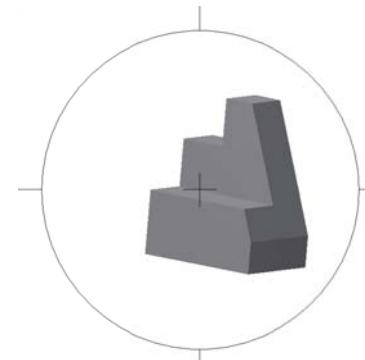
Rufen Sie den Befehl **Extrusion** auf, indem Sie eine Kante anfahren und anklicken.

Geben Sie bei Abstand **30** ein und wählen Sie in *beide Richtungen* aus.

Beenden Sie die Dialogbox mit **OK**.



<p>Starten Sie den Befehl 2D-Skizze erstellen.</p> <p>Der Befehl befindet sich in der linken oberen Ecke oder in dem Sie einfach auf die Fläche klicken.</p>	 <p>oder</p>
<p>Bei Klick in die Fläche wird die Skizze sofort aktiviert.</p> <p>Wenn Sie die Skizze mit 2D-Skizze erstellen erzeugen, müssen Sie noch die Skizzierebene zeigen.</p>	 <p>oder</p> <p>Skizze bereits aktiv</p>
<p>Erzeugen Sie ein Rechteck mit der Breite 15.</p> <p>Setzen Sie das Rechteck mit der oberen Kante Kollinear auf die obere Körperkante. Diese wird dann automatisch projiziert.</p> <p>Vergeben Sie an der rechten Seite des Rechtecks ebenfalls Kollinear auf die rechte Körperkante. Bemaßen Sie die untere Kante des Rechteckes mit 20 zur unteren Körperkante.</p>	

<p>Beenden Sie die Skizze und starten Sie den Befehl Extrusion.</p>	
<p>Wählen Sie das <i>Profil</i> aus indem Sie in das Rechteck klicken.</p> <p>Wählen Sie bei Größe <i>Alle</i>.</p> <p>Stellen Sie bei der Extrusionsart um auf <i>Differenz</i>.</p> <p>Korrigieren Sie, falls notwendig, die Extrusionsrichtung.</p> <p>Wenn die Vorschau so aussieht wie in nebenstehender Abbildung klicken Sie <i>OK</i>.</p>	
<p>Mit der Taste F4 starten Sie den 3D-Orbit.</p> <p>Halten Sie die Taste F4 gedrückt und klicken Sie innerhalb des Kreises und halten Sie die linke Maustaste gedrückt. Wenn Sie nun den Cursor bewegen, können Sie das Bauteil betrachten.</p>	
<p>Lassen Sie die Taste F4 wieder los. Der Orbit wird beendet. Speichern Sie die Datei für weitere Übungen als Übungsstück.ipt ab.</p>	

4.2.2 Drehung

Bei einer Drehung wird eine geschlossene 2D-Skizze um die dort definierte Drehachse gedreht. In der Regel handelt es sich dabei um die X- oder Y-Achse.

Dafür benötigen Sie den Befehl **Drehung**. Er befindet sich direkt neben dem Befehl Extrusion.

Auch den Befehl Drehung bekommen Sie, indem Sie auf eine Kante Klicken und aus dem Kontextmenü den Befehl **Drehung erstellen** wählen.

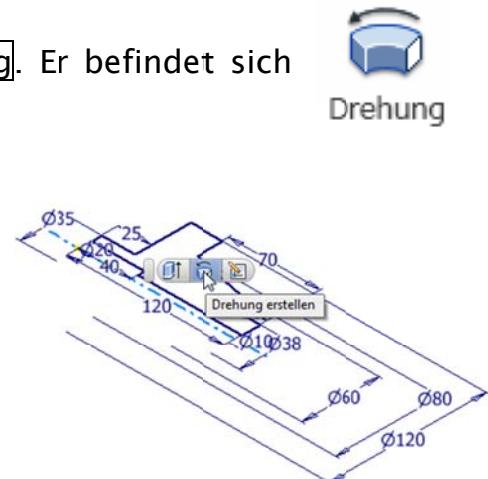


Abb. 4.5 Drehung über das Kontextmenü

Wenn Sie den Befehl gestartet haben erhalten Sie das Dialogfenster Drehung oder das entsprechende Kontextmenü, siehe Abb. 4.6.

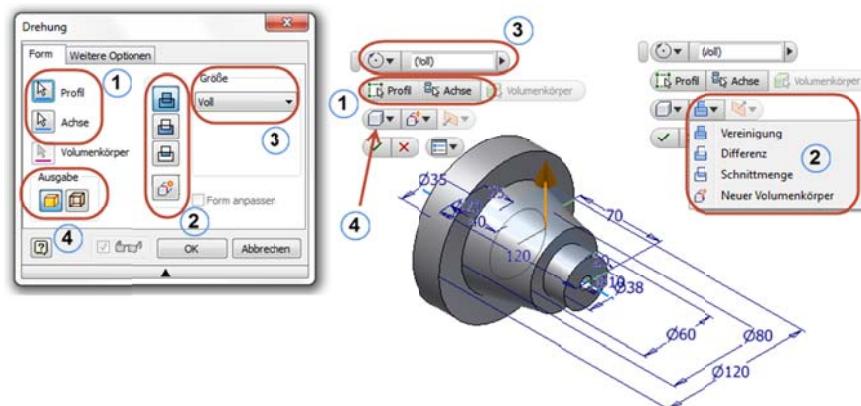
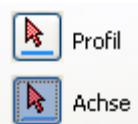


Abb. 4.6 Dialogbox Drehung

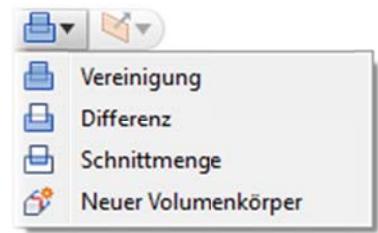
Die Dialogbox Drehung ist ähnlich aufgebaut wie die Dialogbox Extrusion.

- ① Zusätzlich zum Profil müssen Sie bei der Drehung noch die Drehachse definieren. Diese wird nach Aktivierung des Buttons Achse ebenfalls durch Anklicken gewählt.



- ② Verhält sich analog wie beim Extrusionsbefehl.

Im mittleren Bereich legen Sie fest, was Sie machen möchten. Oben Vereinigung, dann Differenz und unten Schnittmenge.



Auch hier sind die oberen 3 Buttons ausgeraut, wenn Sie noch kein Bauteil erzeugt haben und es ist nur *neuer Volumenkörper* aktiv.

- ③ Wenn Sie das kleine Dreieckchen öffnen erhalten Sie unterschiedliche Methoden für die Drehung. Die Arten *Zur Nächsten*, *Bis*, *Zwischen* und *Voll* verhalten sich analog zu denen der Extrusion.



Mit Aktivierung der Methode Winkel erhalten Sie die Möglichkeit die Drehung bezüglich Ihrer Größe einzuschränken. Geben Sie in dem Eingabefeld darunter den gewünschten Winkel an. Dadurch wird auch die Möglichkeit aktiviert, die Drehrichtung entsprechend zu wählen, siehe Abb. 4.7.

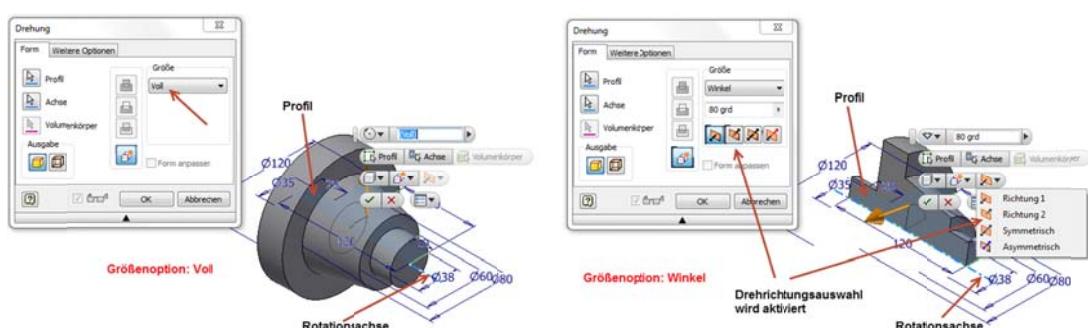


Abb. 4.7 Größenoption Winkel

Drehungen können auch dazu verwendet werden, um auf Extrusionskörpern Halbkugeln oder ähnliches zu erzeugen, siehe Abb. 4.8.

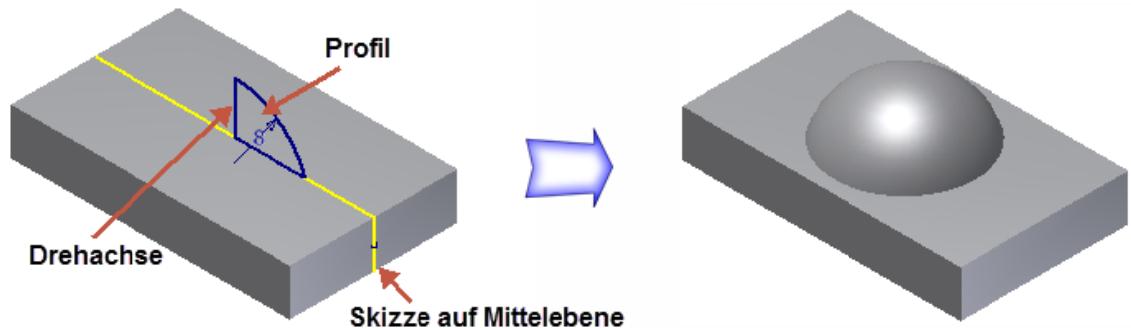
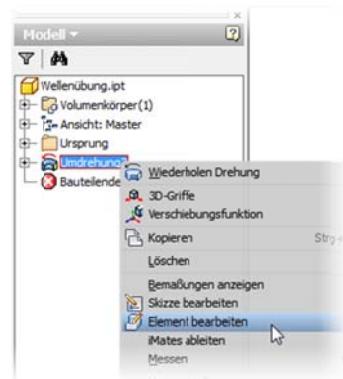


Abb. 4.8 Beispiel für Drehung

Übung zur Drehung:

<p>Öffnen Sie die Datei Wellenübung.ipt, welche Sie bei den Skizzen erstellt und gespeichert haben.</p>	<p>Wellenübung.ipt</p>
<p>Starten Sie den Befehl Drehung erstellen, indem Sie auf eine Kante an der Skizze klicken oder der sich in der linken oberen Ecke befindet.</p>	<p>Drehung</p>
<p>Das Profil und die Drehachse wurden automatisch erkannt und gewählt. Beenden Sie die Eingabe mit dem grünen Haken oder die Dialogbox mit OK. Sie erhalten eine Hohlwelle.</p>	

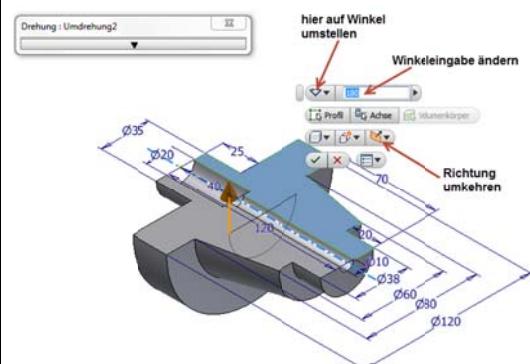
Stellen Sie den Cursor im Browser auf die dort erschienene Drehung. Machen Sie einen Doppelklick oder drücken Sie die *rechte Maustaste* → *Element bearbeiten*.



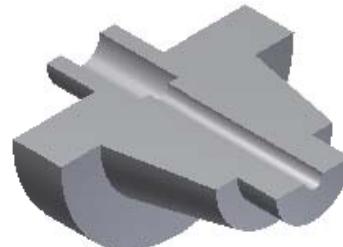
Es öffnet sich dann erneut die Dialogbox Drehung und Sie können die Drehung bearbeiten.

Ändern Sie auf die Option *Winkel*, geben Sie **180** im Eingabefeld ein und kehren Sie die Richtung um.

Bestätigen Sie die Eingaben mit *OK* oder mit dem *grünen Haken*.



Sie erhalten eine halbe Hohlwelle. Speichern Sie die Datei und beenden Sie diese Übung.



4.2.3 Bohrungen

Bohrungen sind eine Sonderform zwischen den skizzierten und platzierten Elementen. Eine Bohrung kann sowohl auf Bohrpunkte die innerhalb einer Skizze gemacht wurden gesetzt werden, aber auch in direktem Zugriff auf Kanten vom Bauteilmodell.

Der Befehl **Bohrung** befindet sich im Schaltflächenbereich **Ändern**, ungefähr in der Mitte des Bildschirms.



Es stehen verschiedene Funktionen zur Verfügung um Bohrungen, Ge-
windebohrungen und Senkungen zu erzeugen.

Wenn Sie den Befehl aktiviert haben, erscheint das Dialogfenster Bohrung, siehe Abb. 4.9.

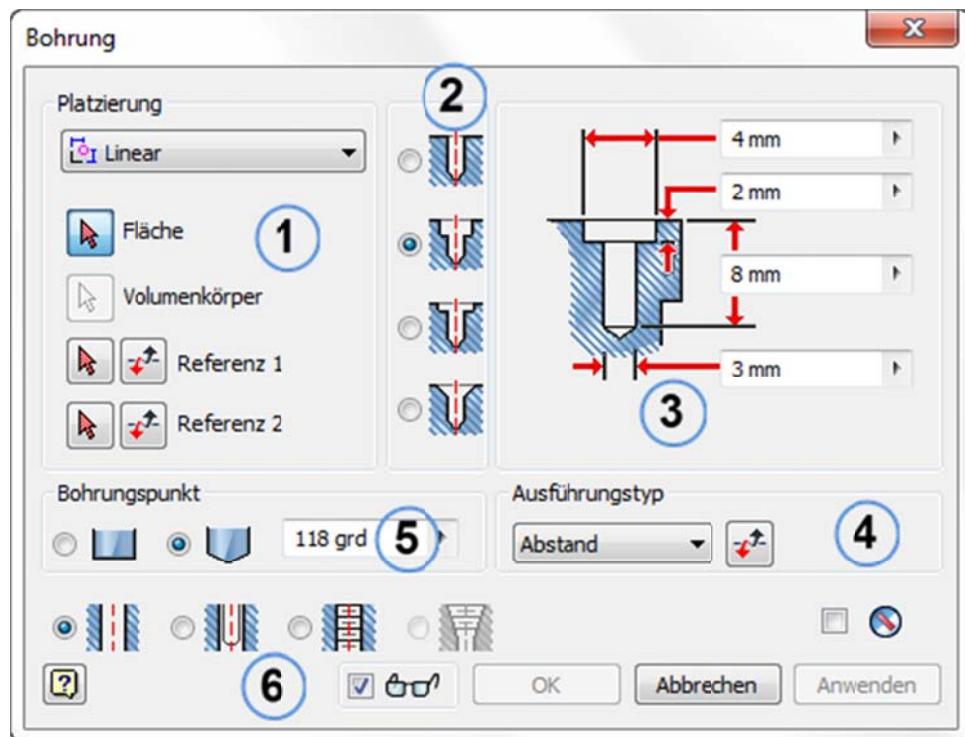


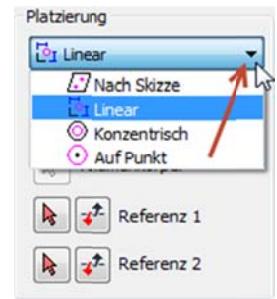
Abb. 4.9 Dialogbox Bohrung

Was die einzelnen Felder bedeuten:

- ① Durch das kleine Dreieckchen ergeben sich 4 Arten, wie Bohrungen platziert werden können:

- **Nach Skizze**

erfordert eine 2D-Skizze in der Mittelpunkte oder andere Punkte (Mittelpunkte von Kreisen, Bögen oder auch Eckpunkte von Rechtecken) abgegriffen werden können. Hierbei werden Mittelpunkte automatisch ausgewählt. Andere Skizzenpunkte müssen angeklickt werden.



- **Linear**

bei Linear muss eine Fläche und 2 Bezugskanten (Referenzkanten) ausgewählt werden. Die Abstände zwischen den Referenzkanten und dem Bohrungsmittelpunkt müssen eingegeben werden.

- **Konzentrisch**

verlangt die Wahl einer Fläche und einer Kreiskante (auch Kreisbögen, z. Bsp. von einem Radius) oder einer Mantelfläche

- **Auf Punkt**

verlangt die Auswahl eines Arbeitspunktes und die Auswahl der Bohrrichtung, indem eine Kante oder Arbeitsachse gezeigt wird.

- ② In diesem Bereich stellen Sie den Bohrungstyp

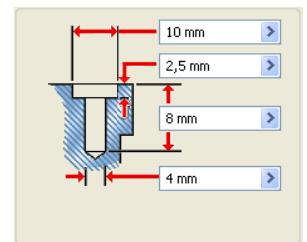
ein. Ob es sich um eine einfache zylindrische Bohrung, um eine zylindrische Senkung, eine Anflachung oder um eine konische Senkung



handelt (hängt mit Bereich ③ direkt zusammen)

- ③ Dieser Bereich gehört direkt zu Bereich ②.

Hier erscheinen die entsprechenden Eingabefelder für die Durchmesser und für die Bohrungs- bzw. Senkungstiefen. Achten Sie dabei immer auf die Maßpfeile in dem Fenster.



- ④ Hier wählen Sie aus ob Sie eine Sacklochbohrung (*Abstand*) oder eine Durchgangsbohrung haben möchten. Bei der Einstellung *Durch alle* wird durch das komplette Bauteil gebohrt, während man bei *Bis* eine Begrenzungsfläche anwählen kann.



- ⑤ Unter Bohlungsspitze definieren Sie den Spitzenwinkel Ihres Bohrers oder ob ohne Bohrspitze, z.B. mit einem Fräser oder Zweischneider gebohrt wird.



- ⑥ Hier wird die Bohrungsart eingestellt. Je nachdem was für eine Art ausgewählt wurde, erweitert sich das Fenster und bietet die dafür notwendigen Einstellungen an, siehe Abb. 4.10.

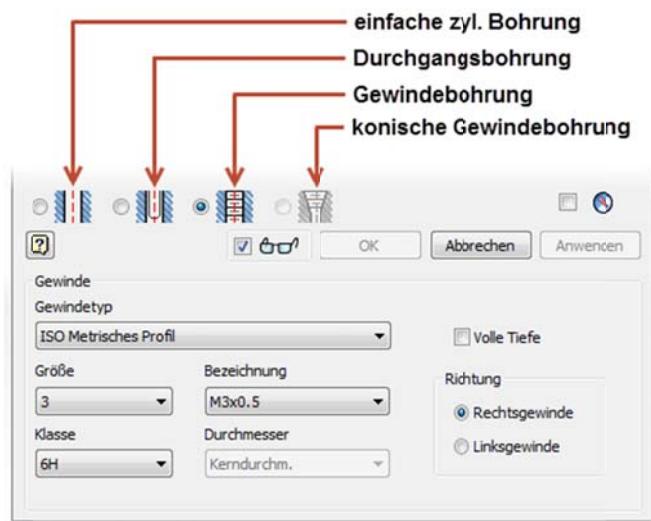


Abb. 4.10 Bohrungsarten

! Achtung:

Wenn Sie Bohrungen über die Platzierung *Nach Skizze* erstellen, dann beachten Sie bitte, dass bei Senkungen der Kopf der Senkung immer auf der Fläche der Skizze liegt.

Soll heißen, auf der Fläche wo der Bohrungsmittelpunkt skizziert wurde ist nachher auch der Kopf der Senkung.

4.2.3.1 Außengewinde

Über den Bohrungsbefehl können Sie Innengewinde herstellen. Wenn Sie aber ein Gewinde an einem Bolzen, also ein Außengewinde benötigen versagt der Bohrungsbefehl.

Für diesen Fall gibt es den Befehl **Gewinde**. Dieser befindet sich im Bereich Ändern der Schaltflächenleiste.



Für diesen Befehl brauchen Sie eine zylindrische Fläche (Bolzen) mit dem entsprechenden Außendurchmesser des Gewindes. Bei M5 also einen Zylinder mit einem Durchmesser von 5mm.

Nach dem Start des Befehls wählen Sie die entsprechende Fläche des Zylinders an und nehmen die notwendigen Einstellungen im Dialogfenster vor.

Hinweis:

*Beachten Sie bitte, dass der Befehl **Gewinde** nur für Außengewinde Gültigkeit hat.*

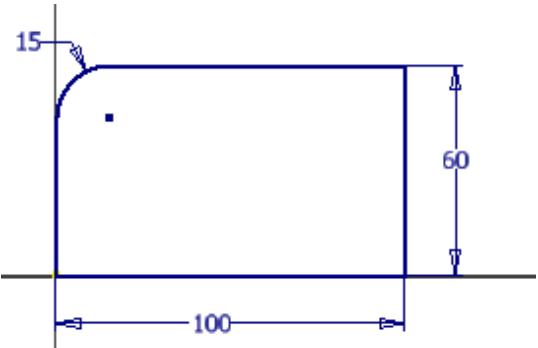
Bei Innengewinden immer den Bohrungsbefehl verwenden, da sonst die Kernlochbohrung nicht den richtigen Durchmesser hat.



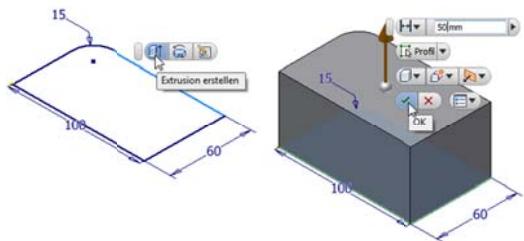
Übung zum Bohrungsbefehl:

Öffnen Sie eine neue Bauteildatei und erstellen Sie nebenstehende 2D-Skizze.

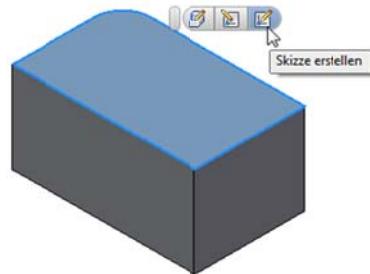
Der Kreisbogen geht dabei tangential in die Linien über.



Beenden Sie die Skizze und extrudieren Sie das Profil mit einer Höhe von 50.

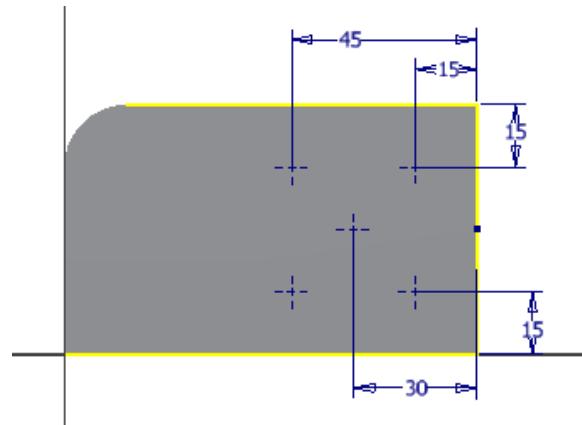


Klicken Sie auf die obere Fläche und erzeugen Sie mit dem Befehl *Skizze erstellen* eine neue Skizze auf dieser Fläche.



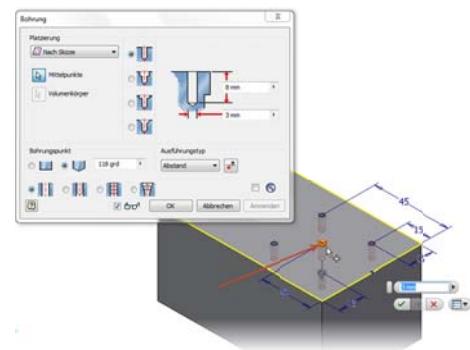
Erzeugen Sie nebenstehende Skizze, verwenden Sie dazu den Skizzenbefehl **Punkt**.

Setzen Sie dabei die Punkte über Horizontal und Vertikal in Beziehung. Der mittlere Punkt liegt Horizontal zur seitlichen Körperkante.



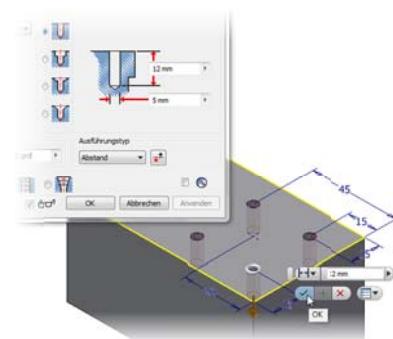
Starten Sie den Befehl **Bohrung**. Es wird automatisch *Nach Skizze* ausgewählt. Drücken Sie den Schalter *Mittelpunkte*.

Halten Sie die Taste **Strg** gedrückt und wählen Sie den mittleren Punkt durch Anklicken ab.



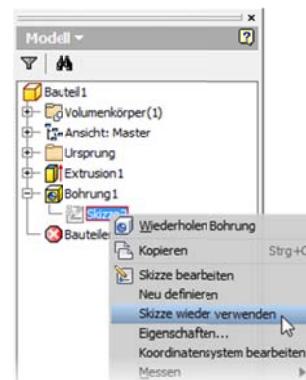
Wählen Sie den Bohrungstyp *zylindrische Bohrung* und stellen Sie einen Durchmesser von 5 ein und eine Bohrungstiefe von 12 ein.

Bestätigen Sie die Einstellungen mit **OK**.

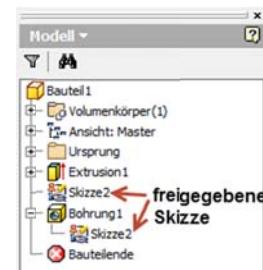


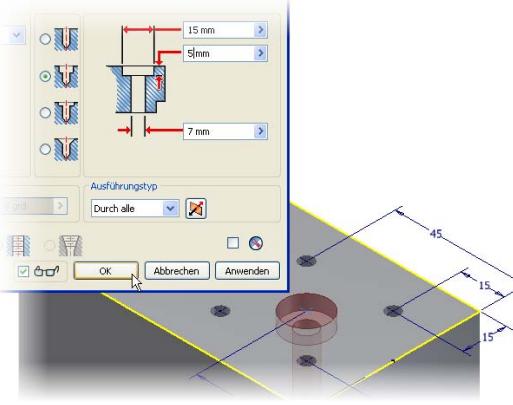
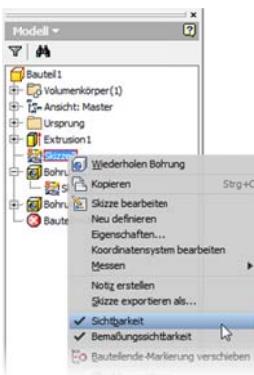
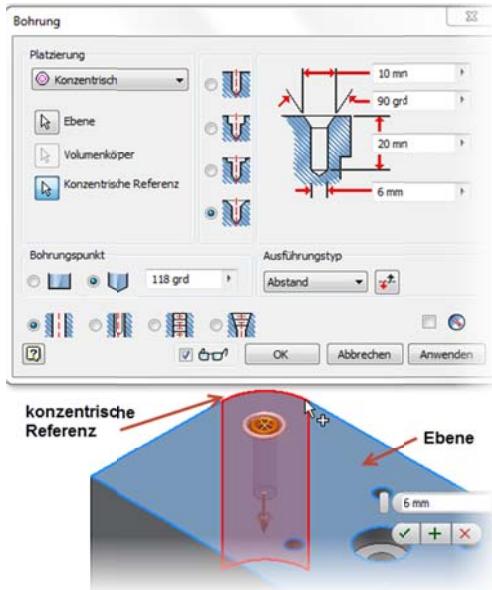
Bewegen Sie den Cursor auf das Plus im Browser bei **Hole1** und klicken es an.

Stellen Sie den Cursor auf die Skizze darunter und drücken Sie die rechte Maustaste. Klicken Sie auf den Eintrag *Skizze wieder verwenden*.



Die Skizze wird nun freigegeben und kann wieder verwendet werden.



<p>Starten Sie den Befehl Bohrung erneut. Wählen Sie zylindrische Senkung und stellen folgende Werte ein:</p> <p>Bohrungs-D=7, Senkungs-D=15, Senkungstiefe=5</p> <p>Ausführungstyp: <i>Durch alle</i></p>	
<p>Stellen Sie den Cursor im Browser auf die freigegebene Skizze und drücken Sie die rechte Maustaste.</p> <p>Schalten Sie den Haken bei Sichtbarkeit durch einen Klick ab.</p> <p>Die Skizze wird ausgeblendet.</p>	
<p>Starten Sie den Befehl Bohrung. Wählen Sie Platzierung <i>Konzentrisch</i>. Klicken Sie auf die obere Fläche und klicken Sie auf die Kreiskante.</p> <p>Stellen Sie auf <i>konische Senkung</i>.</p> <p>Bohrungs-D=6, Bohrungstiefe=20,</p> <p>Senkungs-D=10, Senkungswinkel=90°</p> <p>Klicken Sie auf <i>Anwenden</i>.</p>	

Stellen Sie um auf Platzierung *Linear*.

Klicken Sie auf die vordere Seitenfläche.

Klicken Sie die obere Kante als Referenz 1 und geben den Wert **22** ein.

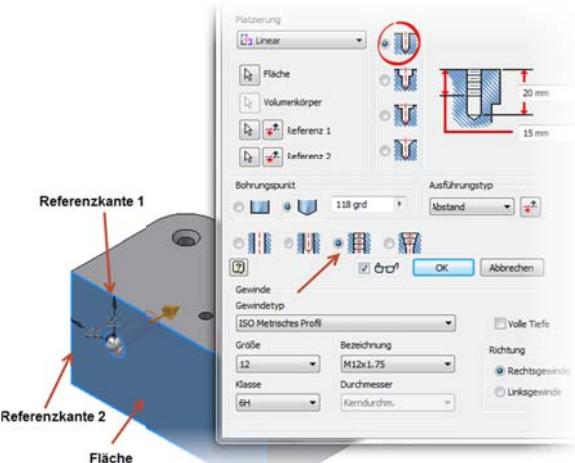
Klicken Sie die linke Seitenkante als Referenz 2 und geben den Wert **22** ein.

Wählen Sie *zylindrische Bohrung* aus.

Wählen Sie bei Bohrungsart Gewinde aus. Stellen Sie ein **Iso-metrisches Gewinde** mit der Größe **12** ein.

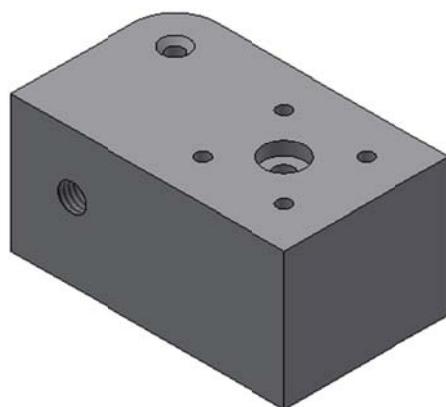
Bohrungstiefe=20, Gewindetiefe=15

Beenden Sie den Befehl mit *OK*.



Betrachten Sie das Bauteil, indem Sie die **Taste F4** gedrückt halten und das Teil mit gedrückter linker Maustaste drehen.

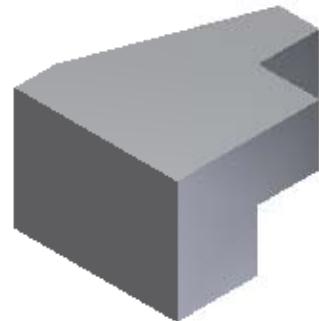
Speichern Sie die Datei als Bohrungsübung ab.



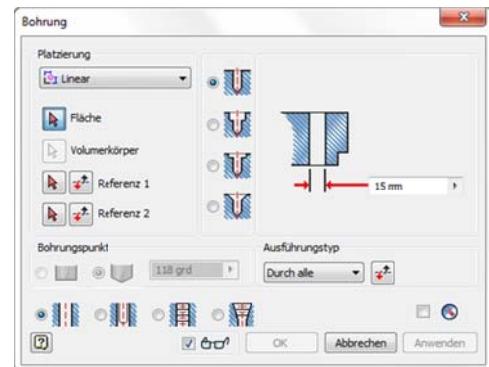


Übung 2 zum Bohrungsbefehl:

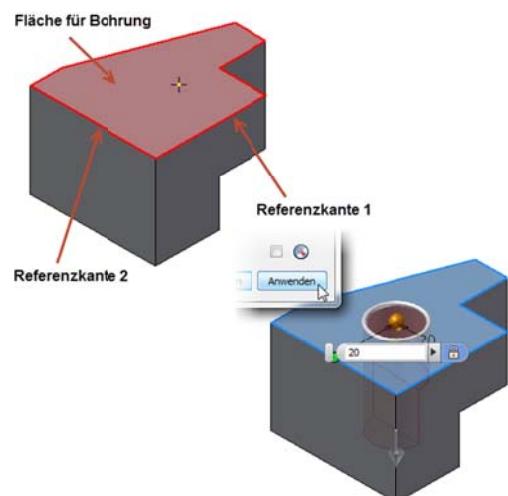
Öffnen Sie das Bauteil Übungsstück.ipt, welches Sie bei der Extrusionsübung erstellt haben.



Starten Sie den Befehl Bohrung.
Wählen Sie Platzierung *Linear* und stellen Sie bei Ausführungstyp auf *Durch alle*.
Geben Sie einen Bohrungs-D=15 ein. Klicken Sie auf den Button *Fläche*.



Klicken Sie in die obere Fläche.
Klicken Sie auf Referenzkante 1 und geben 20 als Abstand ein.
Klicken Sie auf Referenzkante 2 und geben 20 als Abstand ein.
Stellen Sie beim Ausführungstyp *Durch alle* ein.
Klicken Sie auf den Button *Anwenden*.



Klicken Sie in die untere Fläche.

Wählen Sie die obere Kante als Referenzkante 1 mit Abstand 5.

Wählen Sie die rechte Bauteilkante als Referenzkante 2 mit Abstand 5.

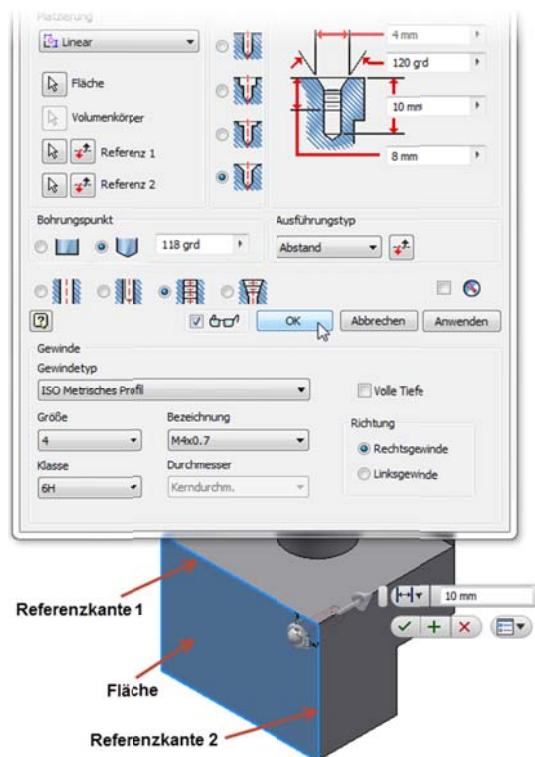
Stellen Sie auf *konische Senkung* um. Wählen Sie bei Bohrungsart **Gewinde** mit Größe 4 ein.

Bei Ausführungstyp wählen Sie *Abstand*.

Geben Sie folgende Werte ein:

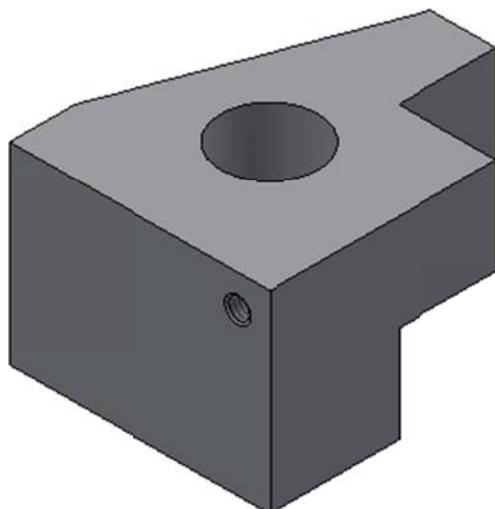
Bohrungstiefe=10, Gewindetiefe=8, Senkungs-D=4, Senkungswinkel=120°

Beenden Sie den Befehl mit *OK*.



Beachten Sie dass die Gewindebohrung schon eine Fase hat.

Speichern Sie das Bauteil ab und lassen Sie es geöffnet.



4.2.4 Der Orbit

Um sich die 3D-Modelle von allen Seiten betrachten zu können benötigt man ein Werkzeug, welches erlaubt, das Bauteil in alle Richtungen zu drehen. In den Übungen wurde es bereits verwendet.

Der Befehl dazu lautet Freier Orbit und findet sich auf der rechten Bildschirmseite in der Navigationsleiste.



Abb. 4.11 Befehl Freier Orbit

Wenn Sie den Befehl angeklickt haben wird um das Bauteil ein Kreis angezeigt und der Cursor verwandelt sich in eine Art „Wolke“.

Wenn Sie innerhalb des Kreises die linke Maustaste gedrückt halten, können Sie das Bauteil frei in alle Richtungen drehen.

Wenn Sie auf eine der angezeigten Achsen gehen, können Sie ebenfalls mit gedrückter linker Maustaste gezielt um die X- oder Z-Achse drehen, siehe Abb. 4.12.

Sie können den Orbit auch über drücken und halten der Taste **F4** starten und verwenden.

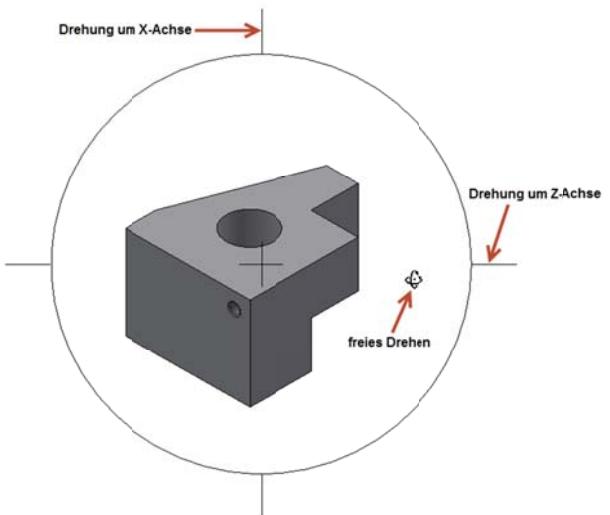


Abb. 4.12 Freier Orbit

Hinweis:

Wenn Sie sich völlig verdreht haben kommen Sie über die Taste F6 wieder in die Standard Isometrie Ansicht zurück.

4.2.5 Ausrichten nach

Ein fast genauso wichtiger Befehl wie der Orbit ist der Befehl *Ausrichten nach*.

Der Befehl **Ausrichten nach** befindet sich in der Navigationsleiste unterhalb des Befehls Orbit.



Wann immer Sie direkt auf eine Fläche schauen möchten, können Sie dies mit diesem Befehl erreichen.

Nach dem Start des Befehls klicken Sie auf die Fläche oder die Skizze im Browser auf die Sie direkt schauen möchten.

Häufig wird dieser Befehl verwendet, wenn man Skizzen bearbeitet und sich aus Übersichtgründen in die Isometrie Ansicht bewegen musste. Zurück in die Draufsicht kommt man dann wieder mit dem Befehl *Ausrichten nach*.

4.2.6 Der View Cube

Eine weitere Möglichkeit das Bauteil zu betrachten bietet der View Cube. Er befindet sich in der rechten oberen Bildschirmecke. Da er einfach zu bedienen ist und eigentlich selbst erklärend testen Sie ihn bitte aus.



Sie müssen einfach auf die Flächen, Ecken oder Kanten klicken.

Sollten Sie Probleme haben verwenden Sie bitte die Inventor Hilfe **F1**.

Hinweis:

Über das Häuschensymbol oder über die Taste **F6** gelangen Sie wieder in die Standard Isometrie Ansicht zurück.

4.3 Platzierte Elemente

Im Gegensatz zu den skizzierten Elementen liegen den platzierten Elementen keine 2D-Skizzen zu Grunde.

Sie werden direkt auf ein Bauteil angewendet

4.3.1 Rundungen

Mit dem Befehl *Rundung* können Sie an einem Bauteil nachträglich Radien und Rundungen anbringen. Es ist sinnvoll dies so spät wie möglich zu machen, weil dadurch eventuell notwendige Bezugskanten verloren gehen können.

Der Befehl **Rundung** befindet sich direkt neben dem Bohrungsbefehl im Bereich Ändern der Schaltflächenleiste. Er kann aber durch Klicken auf eine Kante aktiviert werden.



Wenn Sie den Befehl Rundung aktiviert haben, erhalten Sie das Dialogfenster Rundung, siehe Abb. 4.13.

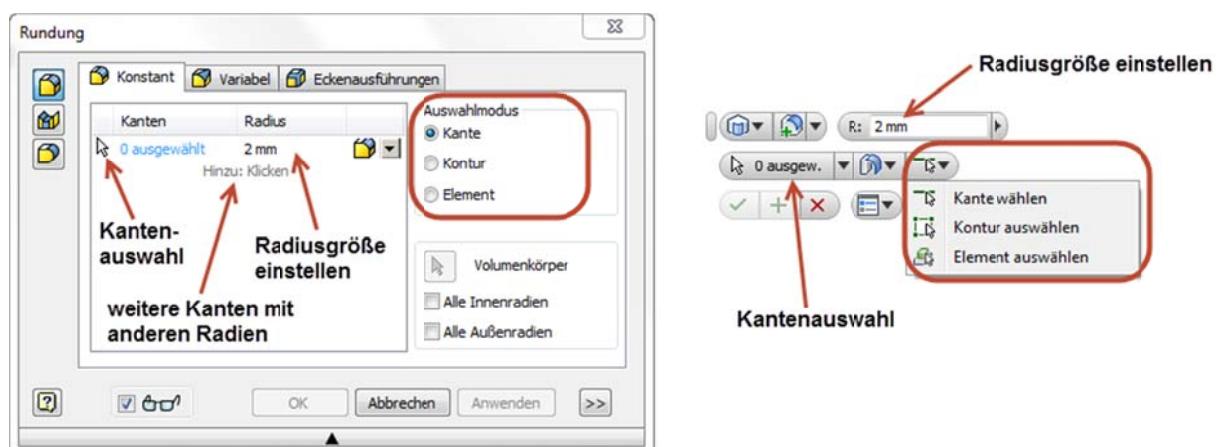


Abb. 4.13 Dialogbox Rundung

- **Radiusgröße einstellen**

um die Größe des Radius einzustellen klicken Sie in das Feld. Wenn der Wert blau hinterlegt ist erscheint im linken Bereich ein Bleistift. Durch Eingabe eines Wertes stellen Sie die Größe des Radius ein.



- **Kantenauswahl**

so lange der Auswahlcursor (Pfeil) im linken Bereich erscheint, können Sie durch Anklicken von Kanten am Modell die Kanten auswählen die abgerundet werden sollen. Ist im linken Bereich der Bleistift zu sehen, müssen Sie zuerst in das Feld Kanten klicken. Der Bleistift wechselt wieder zum Auswahlcursor. Unter Kanten bekommen Sie angezeigt, wie viel Kanten Sie bereits ausgewählt haben.

- ***Hinzu: Klicken***

ermöglicht es in einem Rundungsbefehl Kanten unterschiedliche Radien zuzuweisen. Sie erhalten eine neue Zeile mit Kantenauswahl und Radiusgrößeneinstellung

Der Bereich Auswahlmodus legt fest, auf welche Weise die Kantenauswahl erfolgt:

- **Kante**

wählt einzelne Kanten aus

- **Kontur**

wählt die gesamten Grenzkanten einer gezeigten Fläche aus

- **Element**

wählt alle Kanten des gesamten Bauteils aus (nicht empfehlenswert!!)

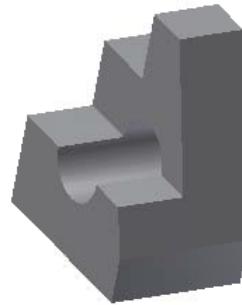
*Wenn Sie Kanten zu viel oder falsch ausgewählt haben, können Sie diese durch drücken und halten der Taste **Strg** und erneute Auswahl der Kante wieder abwählen.*



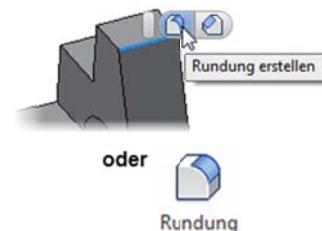
Übung zum Rundungsbefehl:

Öffnen Sie die Datei Übungsstück, falls Sie nicht noch geöffnet ist.

Drehen Sie das Bauteil so, dass Sie den hinteren Bereich des Bauteils einsehen können.



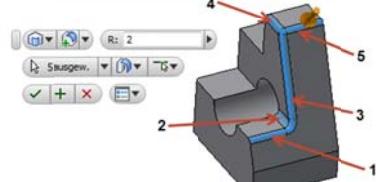
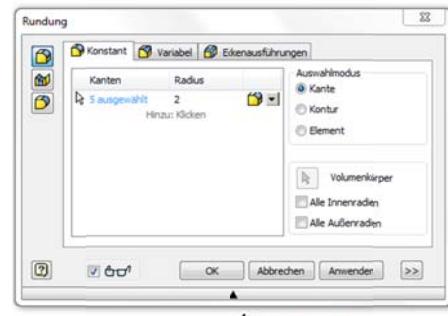
Starten Sie den Befehl Rundung.in dem Sie auf eine Kante des Modells klicken oder Befehl **Rundung** anwählen



Wählen Sie die 5 markierten Kanten durch Anklicken aus.

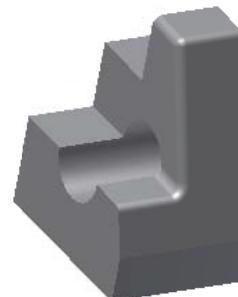
Stellen Sie einen Radius von 2 ein.

Beenden Sie das Dialogfenster mit **OK**.



Betrachten Sie sich das Bauteil und kontrollieren Sie die erstellten Radien.

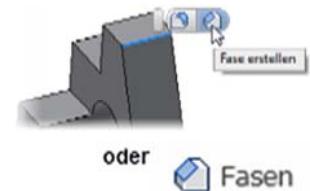
Speichern Sie das Bauteil.



4.3.2 Fasen

Mit diesem Befehl können Sie Kanten an einem Bauteil nach der Erstellung abschrägen. Auch dieser Befehl sollte so spät wie möglich verwendet werden, weil dadurch eventuell notwendige Bezugskanten verloren gehen können.

Der Befehl **Fasen** ist im Bereich Ändern der Schaltflächenleiste neben dem Befehl Rundung zu finden.



oder



Wenn Sie den Befehl **Fasen** gestartet haben erhalten Sie das Dialogfenster Fase, siehe Abb. 4.14.

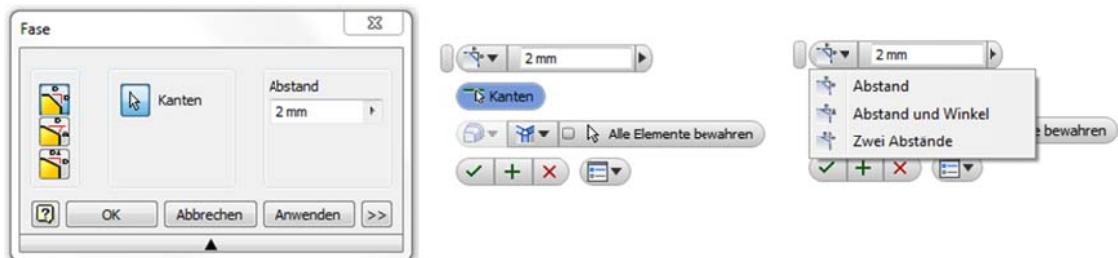


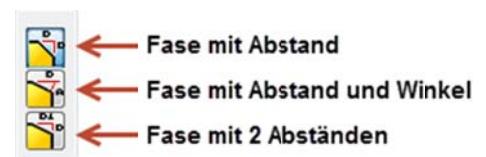
Abb. 4.14 Dialogbox Fase

Wenn der Button Kanten gedrückt ist, können Sie durch Anklicken von Modellkanten dies entsprechend den Einstellungen mit einer Fase versehen. Auch hier gilt, bei falscher Kantenwahl kann diese durch Drücken der Taste **Strg** und erneute Kantenwahl abgewählt werden.

Die Fasentypen:

- **Abstand**

erstellt eine Fase immer im Winkel von 45° und dem eingegebenen Abstand



- **Abstand und Winkel**

erstellt eine Fase durch Eingabe eines Winkels und eines Abstandes

- **2 Abstände**

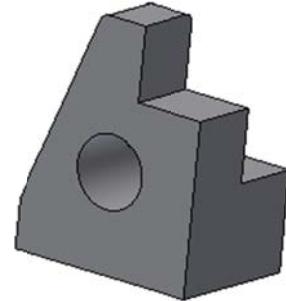
erstellt eine Fase durch Eingabe von 2 Abständen



Übung zum Fasen:

Öffnen Sie die Datei Übungsstück, falls Sie nicht noch geöffnet ist.

Drehen Sie Ihr Bauteil wie nebenstehend dargestellt.

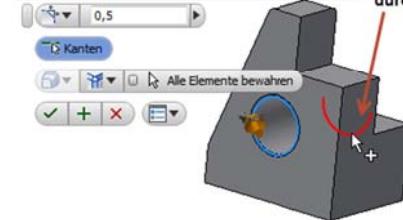
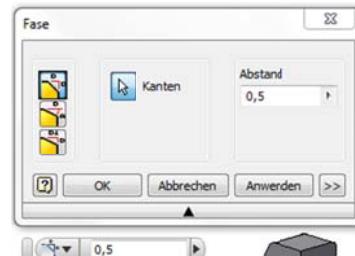


Starten Sie den Befehl **Fasen**.

Stellen Sie im Eingabefeld Abstand **0,5** ein.

Klicken Sie die vordere Kante der Bohrung an. Greifen Sie durch das Bauteil durch und klicken, wenn die hintere Kante der Bohrung aufleuchtet.

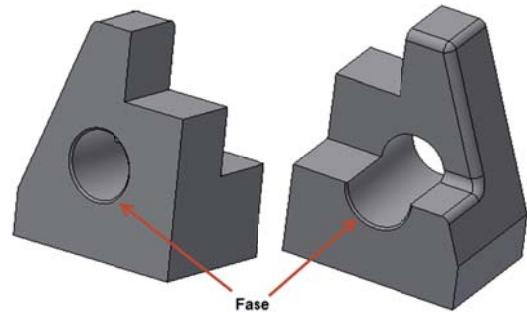
Beenden Sie das Dialogfenster mit **OK**.



Kantenauswahl in dem durch das Bauteil durchgegriffen wird

Betrachten Sie sich das Bauteil und beachten Sie, dass die hintere Kante der Bohrung auch angefast wurde.

Speichern Sie das Bauteil.



4.3.3 Wandstärke (Hülle)

Mit dem Befehl Hülle können Sie dem Bauteil bestimmte Wanddicken zuweisen und Flächen entfernen, damit Sie in das Bauteil reinschauen können. Dabei können beliebig viele Flächen geöffnet und auch unterschiedliche Wandstärken vergeben werden.

Den Befehl **Hülle** finden Sie unterhalb des Fasenbefehls im Bereich Ändern der Schaltflächenleiste.



Nach starten des Befehls *Hülle* erhalten Sie das Dialogfenster Hülle, siehe Abb. 4.15.

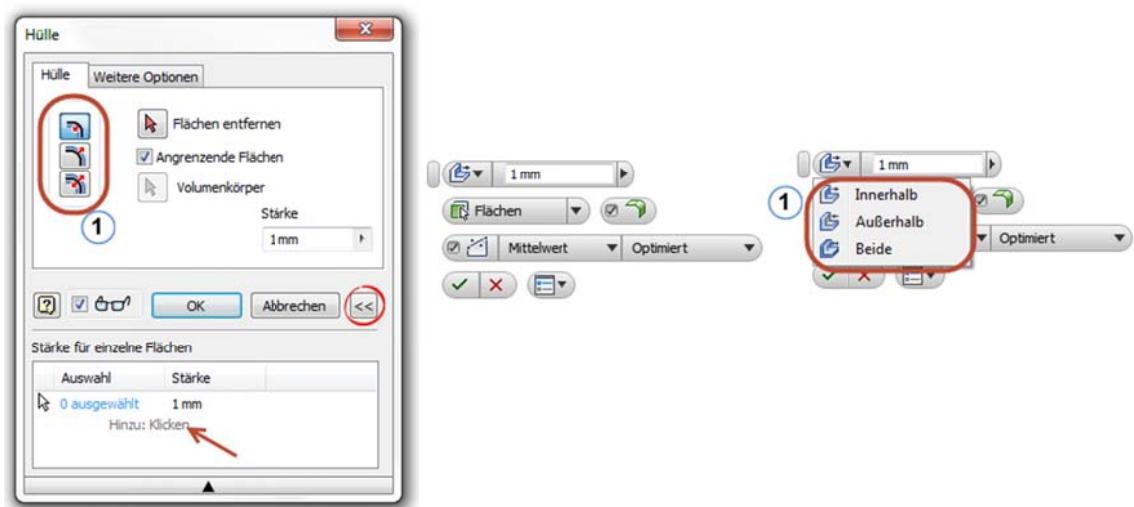


Abb. 4.15 Dialogbox Hülle

Über den Button *Fläche entfernen* bzw. über den Button *Flächen* im Kontextmenü wählen Sie die Flächen aus, die geöffnet (ausgeblendet) werden sollen.

Im *Eingabefeld Stärke* geben Sie die generelle Wandstärke ein.

- ① In diesem Bereich legen Sie fest, wie, d.h. auf welche Seite die Wandstärke aufgebaut werden soll.



Über die *Pfeilchen* am unteren rechten Rand erhalten Sie die Möglichkeit weitere Flächen mit anderen Wandstärken zu versehen.

Diese Option steht Ihnen nur im Dialogfeld zur Verfügung und ist im Kontextmenü nicht enthalten.

Klicken Sie in dem aufgehenden Zusatzfenster auf *Hinzu: Klicken*

Dann können Sie weitere Wandstärken definieren und entsprechenden Flächen zuweisen.

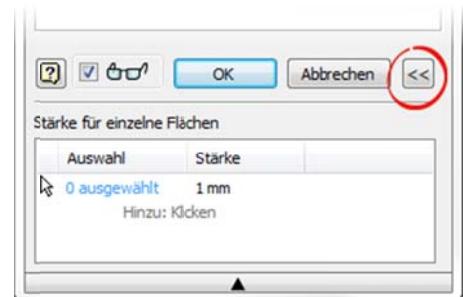


Abb. 4.16 unterschiedliche Wandstärken

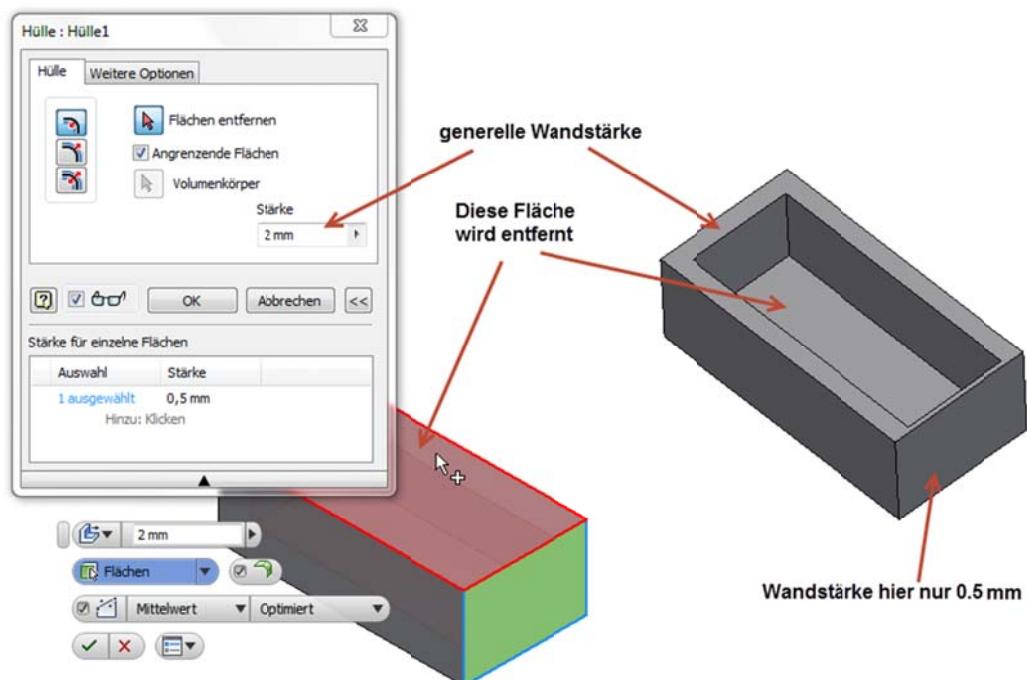


Abb. 4.17 Beispiel für Wandstärke

4.3.4 Anordnung

Wenn Sie eine Reihe gleicher Elemente erzeugen müssen, wie z. Bsp. die Zähne an einem Zahnrad oder die Sprossen an einer Leiter, dann ist es nicht ratsam, jedes Element einzeln zu zeichnen und zu extrudieren. Würde dann eine Änderung kommen, so müssten Sie jedes einzelne Element abändern.

Aus diesem Grund gibt es die Möglichkeit, gleiche Elemente anzuordnen. Man unterscheidet dabei unter einer rechteckigen Anordnung und unter einer runden Anordnung.

4.3.4.1 Rechteckige Anordnung

Die rechteckige Anordnung erzeugt abhängige Kopien von ausgewählten Elementen. Die Art und Weise wie diese Anordnung aufgebaut wird ist vergleichbar mit einer Matrix. Es können die Elemente in einer oder in zwei Richtungen gleichzeitig angeordnet werden.

Den Befehl **Rechteckige Anordnung** finden Sie im Bereich Muster der Schaltflächenleiste.



Wenn Sie den Befehl **Rechteckige Anordnung** starten, erhalten Sie das Dialogfenster Rechteckige Anordnung, siehe Abb. 4.18.

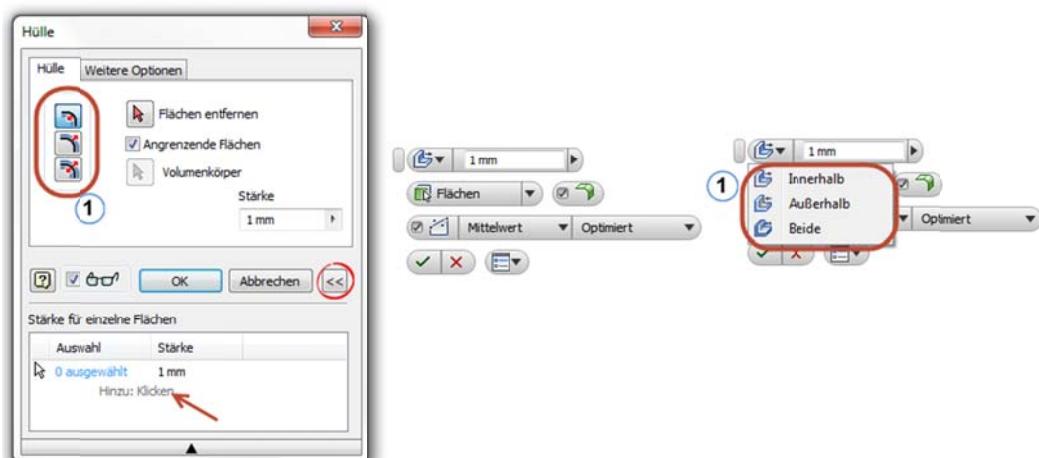


Abb. 4.18 Dialogbox Rechteckige Anordnung

Wie der Dialog zu verstehen ist:

- **Elemente**

mit diesem Button wählen Sie am Bauteil oder im Browser durch Anklicken die Elemente aus, die in Reihe gesetzt werden sollen

- **Mittelebene**

ordnet die Kopien um eine Mittelebene auf beiden Seiten an

- **Die Felder Richtung 1 und Richtung 2**

definieren die Kanten, an denen entlang angeordnet wird.

Wichtig hierbei ist, dass die Kanten am Bauteil und nicht am anzuordnenden Element gezeigt werden !!!

- **Art des Abstandes**

über das Dreieckchen kann man die Art und Weise des Abstandes beeinflussen.

Interval bedeutet, dass der Abstand von Bildpunkt zu Bildpunkt gemessen wird

Abstand bedeutet, dass die Anzahl der Elemente auf die angegebene Gesamtlänge verteilt werden.

Auch hier wird von Bildpunkt zu Bildpunkt gemessen

Kurvenlänge bedeutet, dass die Elemente entlang eines Pfades (2D-Skizze) aufgeteilt werden.

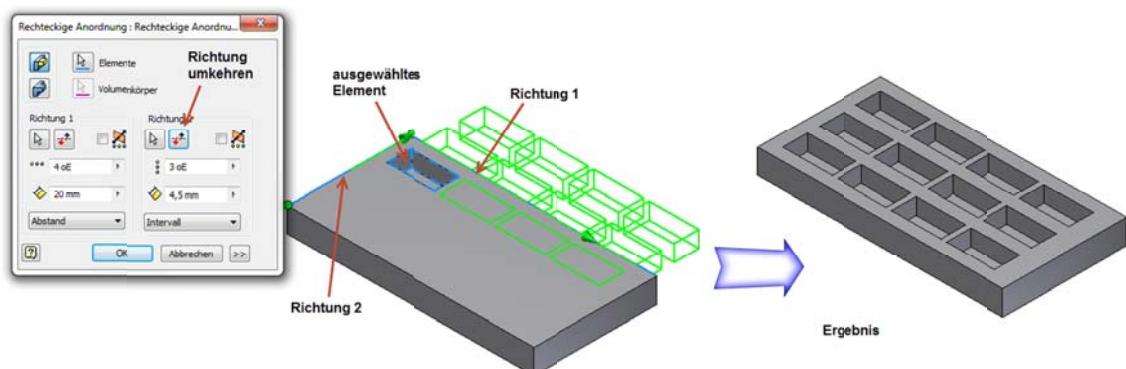
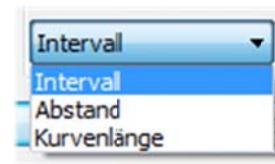


Abb. 4.19 Beispiel einer Rechteckigen Anordnung

**Tipp:**

Die gewählten Richtungen müssen nicht zwingend einen 90° Winkel ergeben. Auch jeder andere Winkel ist erlaubt. Wenn Sie entgegengesetzte Richtungen auswählen, liegen anschließend an der Position des Originals (also in der Mitte) 2 Komponenten übereinander (\rightarrow besser 1 unterdrücken, siehe 4.4.5 auf Seite 145).

Wenn Sie im Browser das Plus bei der Rechteckigen Anordnung öffnen, finden Sie darunter die angeordneten Elemente als einzelne Komponente aufgelistet. Diese können unabhängig voneinander ausgeblendet werden.

4.3.4.2 Runde Anordnung

Die runde Anordnung erzeugt ebenfalls abhängige Kopien von ausgewählten Elementen. Der Befehl läuft analog zu dem der rechteckigen Anordnung. Der einzige Unterschied besteht darin, dass Sie keine zweite Richtung sondern eine Achse haben um die angeordnet werden soll.

Den Befehl **Runde Anordnung** finden Sie unter dem der Rechteckigen Anordnung im Bereich Muster der Schaltflächenleiste.



Wenn Sie den Befehl Runde Anordnung starten, erhalten Sie das Dialogfenster Runde Anordnung, siehe Abb. 4.20

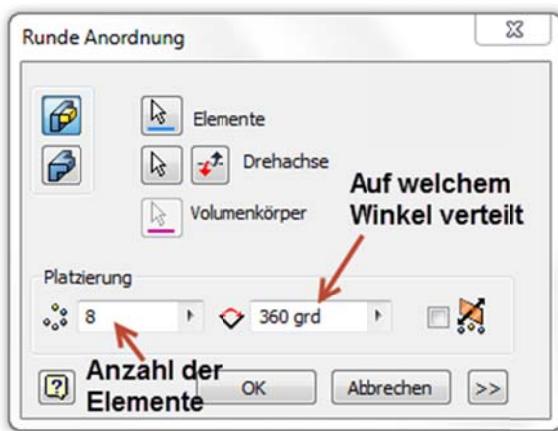


Abb. 4.20 Dialogbox Runde Anordnung

Wie der Dialog zu verstehen ist:

- **Elemente**

mit diesem Button wählen Sie am Bauteil oder im Browser durch Anklicken die Elemente aus, die in Reihe gesetzt werden sollen

- **Drehachse**

durch Anklicken einer Mantelfläche wird die Achse der Mantelfläche als Drehachse definiert. Dies funktioniert auch, wenn mit dem Befehl Abrunden, Rundungen hinzugefügt wurden

- **Platzierung**

hier tragen Sie die Anzahl der Kopien ein, die erzeugt werden sollen und den Winkel über den sie angeordnet werden sollen. Durch Richtungsumkehr an der Drehachse und durch die Auswahl der Mittelebene lässt sich die Anordnung noch weiter beeinflussen.

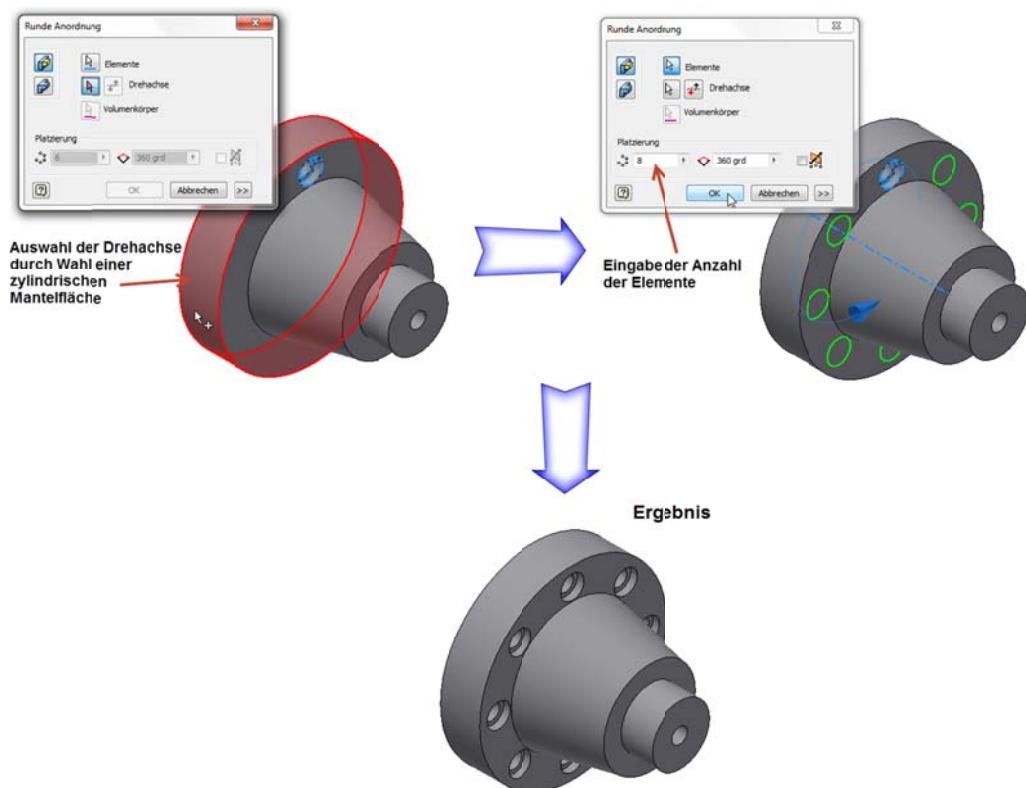


Abb. 4.21 Beispiel einer Runden Anordnung

4.3.5 Spiegeln

Der Befehl Spiegeln ermöglicht, dass man gespiegelte abhängige Kopien von Elementen erzeugen kann. Diese werden um eine Spiegelebene kopiert.

Den Befehl **Spiegeln** finden Sie im Bereich Muster der Schaltflächenleiste unterhalb von den Anordnungsbefehlen.



Nach Aktivierung des Befehls Spiegeln erscheint das Dialogfenster Spiegeln, siehe Abb. 4.22

Mit dem Button *Elemente*, werden die Elemente ausgewählt, die gespiegelt werden sollen.

Mit dem Button *Spiegelebene* definieren Sie die Ebene, um die gespiegelt werden soll.

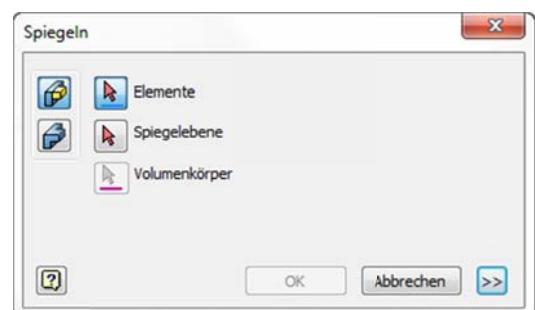


Abb. 4.22 Dialogbox Spiegeln

Als Spiegelebene kann eine ebene Bauteilfläche, eine Ursprungsebene oder eine Arbeitsebene verwendet werden.

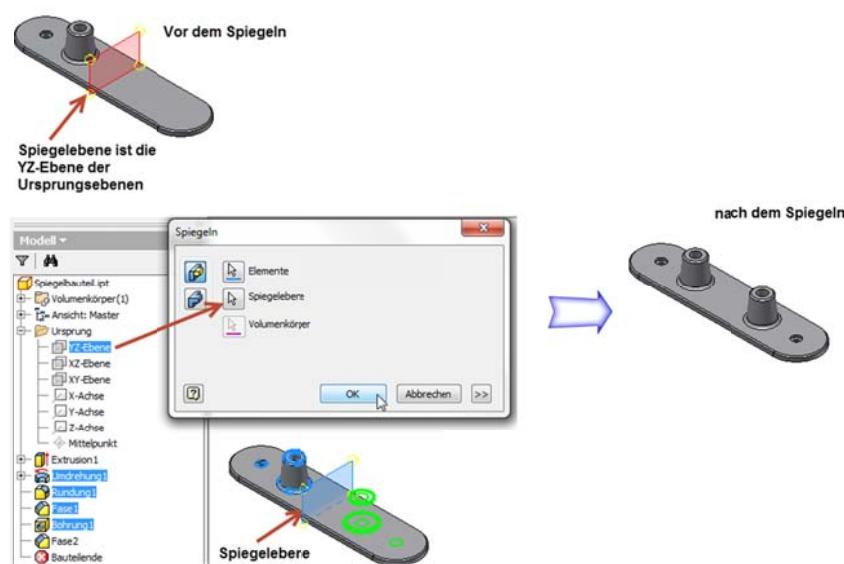


Abb. 4.23 Beispiel Spiegeln

4.3.6 Trennen

Der Befehl Trennen ermöglicht Ihnen komplett Bauteile entlang einer Ebene abzuschneiden. Dies ist sehr wertvoll, wenn man komplett Bereiche des Bauteils abschneiden möchte. Man erspart sich durch diesen Befehl eine Skizze und eine Extrusion.

Den Befehl **Trennen** finden Sie im Bereich Ändern der Schaltflächenleiste unterhalb des Außengewindebefehls.



Nach starten des Befehls Trennen erscheint das Dialogfenster Trennen, siehe Abb. 4.24.

Bei den Optionen umstellen auf **Volumenkörper stutzen**.

Mit dem Button **Trennwerkzeug** wählen Sie die Trennebene (Arbeitsebene oder Ursprungsebene).

Im Bereich Entfernen stellen Sie die Seite ein, die entfernt werden soll.

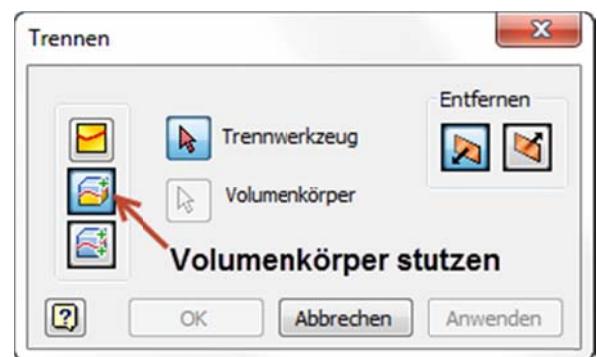


Abb. 4.24 Dialogbox Trennen

Wichtig ist bei diesem Befehl, dass zuerst auf den Modus Volumenkörper stutzen umgestellt wird und auf die Richtung beim Entfernen geachtet wird.

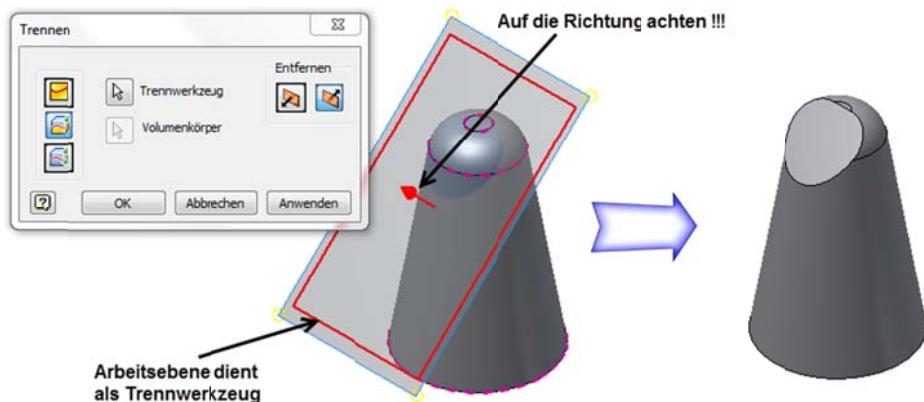


Abb. 4.25 Beispiel Trennen

4.4 Der Browser im 3D-Bereich

Eine wesentliche Eigenart des CAD's ist, dass man schnell und effizient konstruieren und ändern kann. Dazu gehört nicht nur, dass man Fehler bereinigt, die während der Konstruktion entstanden sind, sondern auch, dass man bestehende Modelle entsprechend ihrer Form und Größe abändern kann.

Solange sich das Modell in einem stabilen Zustand befindet, also keine Fehlermeldungen angezeigt werden, lassen sich auch die meisten Änderungswünsche durchführen, wenn sie nicht mit einer anderen Funktion kollidieren. Aus diesem Grund sollten Skizzenprofile auch voll bestimmt werden.

Um Änderungen durchzuführen müssen Sie immer wissen, was geändert werden soll und wie das Bauteil erzeugt wurde.

Wenn Sie an der Grundform etwas ändern möchten, dann müssen Sie in die Skizze gehen und dort ändern. Möchten Sie die Höhe eines Bauteils ändern, dann müssen Sie die Extrusion bearbeiten. Möchten Sie die Größe der Radien ändern so müssen Sie in die entsprechende Rundung und diese bearbeiten.

Die Vorgehensweise ist immer dieselbe und alles was Sie tun geschieht in der Regel im Browser. Deshalb wird auch häufig gesagt, dass der Browser das Herz einer jeden Konstruktion ist.

In ihm wird die ganze Entstehungsgeschichte eines Bauteils abgebildet und kann auch entsprechend geändert und beeinflusst werden.

4.4.1 Skizzen bearbeiten

Skizzen die bereits extrudiert oder gedreht wurden sind verbraucht und erscheinen nicht mehr offensichtlich im Browser. Sie stehen unter der Extrusion oder der Umdrehung. Wenn das Pluszeichen des Elements geöffnet wird, erscheint darunter die Skizze.

Wird die Skizze im Browser mit dem Cursor angefahren (nicht geklickt), wird die entsprechende Skizze am Bauteil gehighlightet, siehe Abb. 4.26.



Abb. 4.26 Skizzen im Browser finden

Bearbeiten können Sie die Skizze indem Sie einen Doppelklick auf das Skizzensymbol ausführen oder indem Sie die über das *Kontextmenü* (rechte Maustaste) → *Skizze bearbeiten* wählen. Diese Option steht auch zur Verfügung wenn Sie mit der rechten Maustaste auf das Element klicken, siehe Abb. 4.27. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass Sie die Grundfläche anklicken und aus dem Kontextmenü *Skizze bearbeiten* wählen.

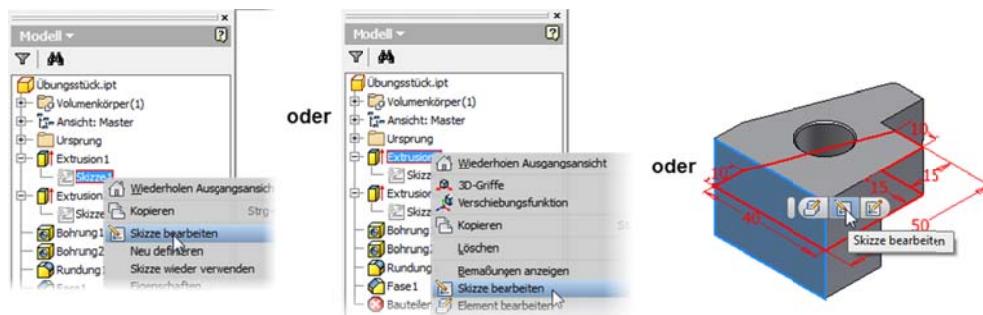


Abb. 4.27 Auswahl Skizze bearbeiten

Nachdem Sie in die Bearbeitung der Skizze gewechselt haben, wird die Skizzenumgebung aktiviert und es stehen Ihnen wieder alle Skizzenbefehle zur Verfügung. Im Browser wird die restliche Bauteilumgebung ausgegraust, siehe Abb. 4.28.

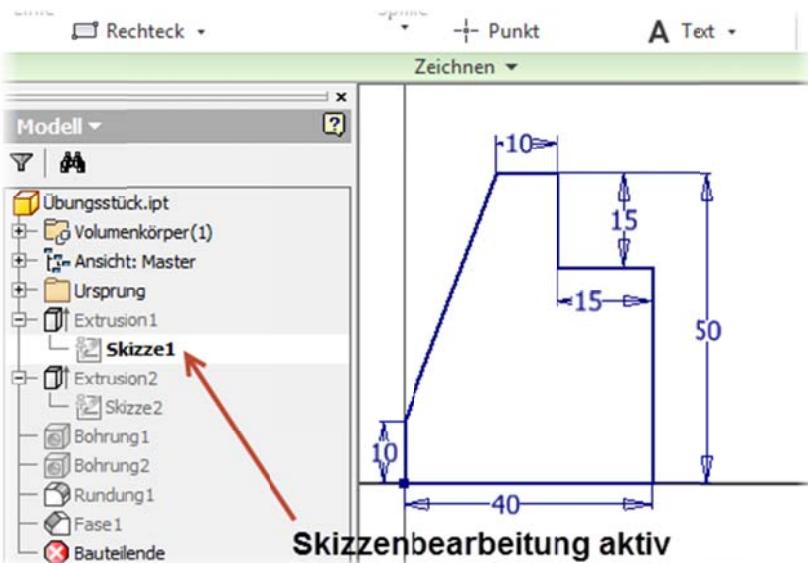


Abb. 4.28 Skizze bearbeiten

Wenn Sie die entsprechenden Änderungen durchgeführt haben beenden Sie den Skizzenbefehl wie gewohnt. Das Bauteil wird dann automatisch aktualisiert.

Über das Kontextmenü bei den Skizzenvommenü kommt man auch an die Einstellung ***Skizze wieder verwenden***, siehe Abb. 4.29.

Diese Option wird verwendet, wenn man mehrere Profile in einer Skizze gezeichnet hat und diese mehrfach verwenden möchte. Häufig kommt dies bei Skizzenvommenü mit Bohrpunkten vor, aber auch bei Extrusionen oder Drehungen kann es vorkommen.

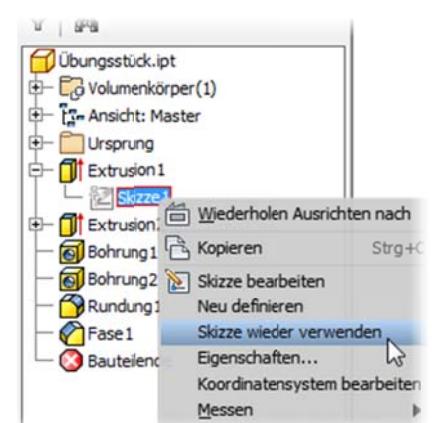


Abb. 4.29 Skizze wieder verwenden

4.4.2 Elemente bearbeiten

Die Möglichkeit Elemente im Browser zu bearbeiten weicht nicht von der der Skizzen ab.

Wenn Sie im Browser auf ein Element (Extrusion, Drehung, Rundung, Bohrung, etc.) den Cursor stellen, wird das entsprechende Element am Bauteil gehighlightet, siehe Abb. 4.30.

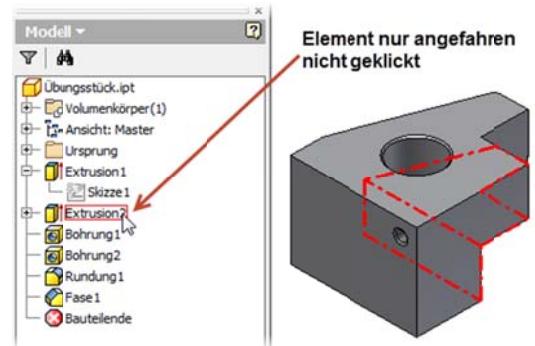


Abb. 4.30 Elemente im Browser finden

Durch einen Doppelklick auf das Elementensymbol oder über die rechte Maustaste → *Element bearbeiten* oder über das Kontextmenü *Extrusion bearbeiten* öffnen Sie die Bearbeitung des Elements. Je nachdem um was es sich handelt bekommen Sie die dazugehörige Dialogbox angezeigt und können die entsprechende Bearbeitung vornehmen, siehe auch

Abb. 4.31.

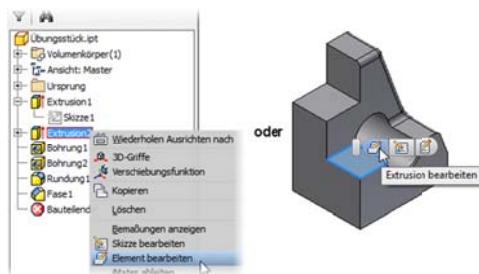


Abb. 4.31 Auswahl Element bearbeiten

Solange die Bearbeitung des Elementes aktiv ist wird der restliche Verlauf des Browsers ausgegraut, siehe Abb. 4.32.

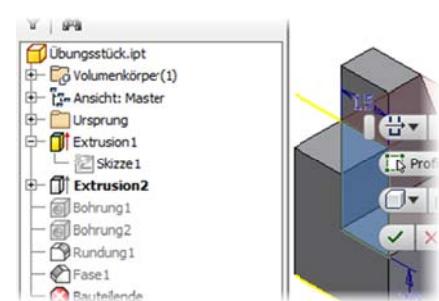


Abb. 4.32 Element bearbeiten

Wenn Sie die Dialogfenster wieder schließen und damit die Bearbeitung beenden, wird das Bauteil automatisch aktualisiert.

Sollte dies nicht geschehen, kann es sein, dass oberhalb der Schalflächenleiste der Button für die Lokale Aktualisierung aktiv geworden ist, siehe Abb. 4.33.

Drücken Sie darauf und das Bauteil wird neu berechnet und aktualisiert.



Abb. 4.33 Befehl Lokale Aktualisierung

4.4.3 Die Reihenfolge ändern

Da im Browser jeder Schritt nacheinander dokumentiert wird kann man auch sagen, dass es der geschichtliche Entstehungsprozess des Bauteils ist. Dieser lässt sich per Drag and Drop (Ziehen & Ablegen) verschieben.

Dazu klicken Sie im Browser auf das Element, das Sie verschieben möchten. Halten die linke Maustaste gedrückt und ziehen das Element nach unten oder oben, siehe Abb. 4.34.



Abb. 4.34 Drag & Drop

Unzulässige Positionen werden mit einem Verbotszeichen angezeigt und an diesen Stellen kann nicht abgelegt werden. Dies geschieht z. Bsp. wenn eine Fase an einer Bohrung angebracht wird. Dann lässt sich die Fase nicht vor die Bohrung schieben, weil die Bohrung zu diesem Zeitpunkt noch nicht da war und somit die Fase auch nicht angebracht werden kann. Die logische Reihenfolge wird also beachtet.

Durch die Verschiebung des Bauteilendes - Bauteilende nach oben, lässt sich auch die Entstehungsgeschichte des Bauteils anschauen. Schieben Sie das Bauteilende unter das erste Element und ziehen Sie es dann Schritt für Schritt nach unten.

Mit der Verschiebung von Elementen beeinflussen Sie direkt das Aussehen der Konstruktion wie das Beispiel in Abb. 4.35 zeigt.

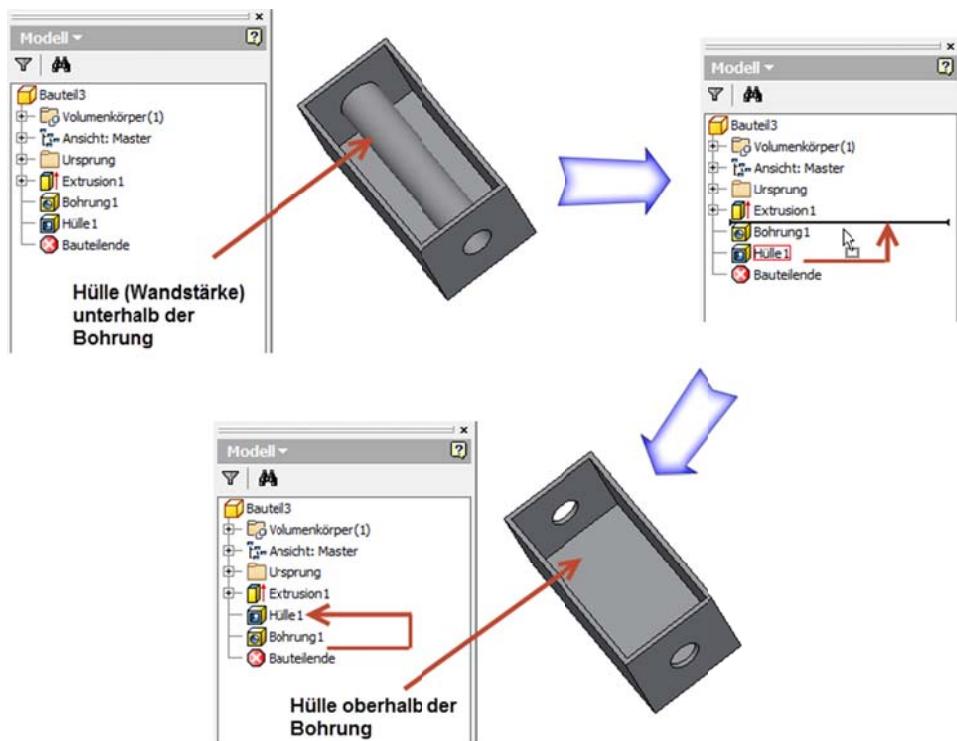


Abb. 4.35 Beeinflussung der Konstruktion durch verschieben

4.4.4 Namen oder Farben ändern

Über das *Kontextmenü → Eigenschaften* eines Elements können Sie die Farbe bzw. die Darstellung des Elements ändern.

Außerdem können Sie Skizzen oder Elemente auch noch umbenennen, nachdem Sie 2x auf den Eintrag geklickt haben (aber kein Doppelklick!!)



4.4.5 Elemente unterdrücken

Sie können Elemente, einzelne Exemplare von Anordnungen oder auch Zusammenbauabhängigkeiten unterdrücken.

Den Befehl **Elemente unterdrücken** finden Sie im jeweiligen Kontextmenü des Elements oder der Komponente. Um mehrere Elemente oder Komponenten zu unterdrücken halten Sie beim Markieren die Taste **Strg** gedrückt, siehe Abb. 4.36.



Abb. 4.36 Elemente unterdrücken

Was bringt die Unterdrückung:

- Bei großen Modellen vereinfachen Sie die Konstruktion und verbessern dadurch die Performance des Rechners, weil Sie den Speicher und die Grafikkarte entlasten
- Sie verbessern die Übersichtlichkeit einer Konstruktion, wenn Sie gerade an einem Detail arbeiten und die restlichen Einzelheiten nicht von Interesse sind
- Auf diese Weise lassen sich sehr leicht Varianten des Modells erzeugen
- Bei großen Dateien reduziert man auf diese Weise die Dateigröße und kann dadurch den Speicherbedarf erheblich reduzieren

Wird ein Element unterdrückt, werden abhängige Elemente automatisch mit unterdrückt und ebenfalls durchgestrichen und grau dargestellt.

Unterdrückung wieder aufheben:

Um die Unterdrückung wieder Rückgängig zu machen gehen Sie in das Kontextmenü → *Unterdrückung aufheben*, siehe Abb. 4.37.



Abb. 4.37 Unterdrückung aufheben

4.5 Das Material und die Darstellung des Bauteils ändern

Wie Sie die Farbe von einzelnen Elementen ändern können haben Sie bereits kennen gelernt.

Die Farbe bzw. das Material des gesamten Bauteils können Sie über die Materialeigenschaften ändern.

Den Befehl finden Sie oberhalb der Schaltflächenleiste neben dem Button Lokale Aktualisierung. Er gliedert sich in zwei Bereiche: Material und Darstellung.



Abb. 4.38 Materialeigenschaften

Standardmäßig steht bei Material als Vorgabe „Generisch“ und bei der Darstellung als Vorgabe „Vorgabe“, siehe Abb. 4.38.

Den Materialeigenschaften sind entsprechende Darstellungen zugewiesen, siehe Abb. 4.39. Zusätzlich sind bei den Materialeigenschaften physikalische Eigenschaften hinterlegt und deswegen sollte man Vorzugsweise die Eigenschaften über den Button *Material*  vergeben

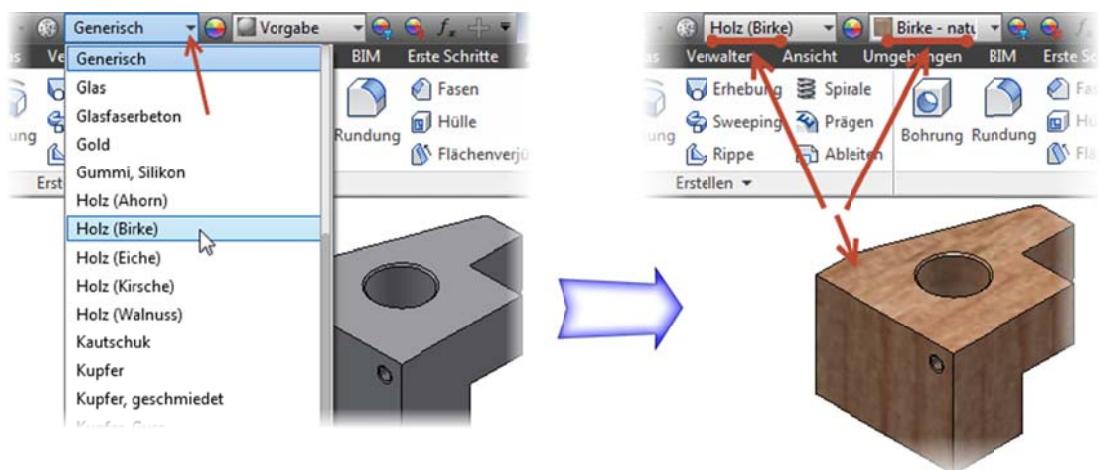


Abb. 4.39 Materialeigenschaft zuweisen

Sie können natürlich auch die *Darstellung*  (Farbe) ändern und damit die Voreinstellungen überschreiben. Dies wird dann mit einem Sternchen im Feld der Darstellung gekennzeichnet.

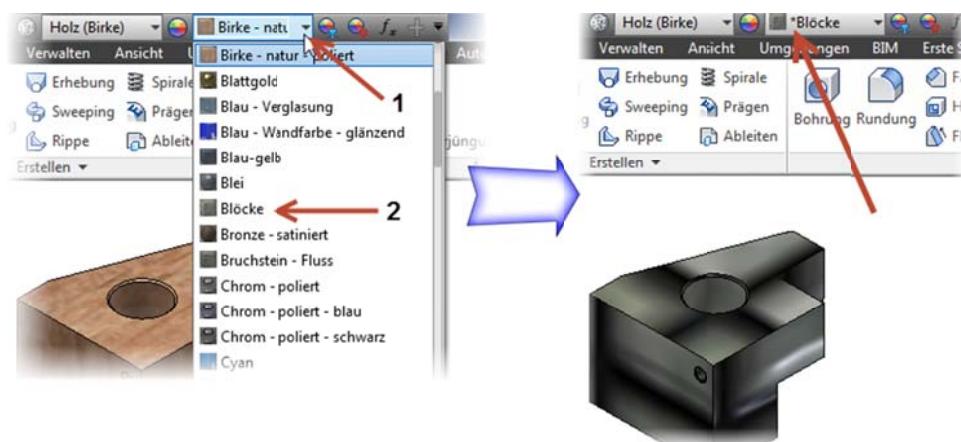


Abb. 4.40 Darstellung überschreiben

Damit hat das Bauteil zwar die physikalischen Eigenschaften des Birkenholzes, aber die Farbe von „Blöcke“.

Über den Button *Darstellung Anpassen*  , können Sie die Eigenschaften der Textur, die Farbintensität und die Ausrichtung abändern und Ihren Wünschen entsprechend anpassen, siehe Abb. 4.41.



Abb. 4.41 Darstellung anpassen

Dazu öffnet sich ein kleines Kontextmenü mit dem Sie die Einstellungen vornehmen können.

Möchten Sie die Überschreibungen wieder Rückgängig machen, haben Sie dazu die Möglichkeit mit dem Button *Löschen* 

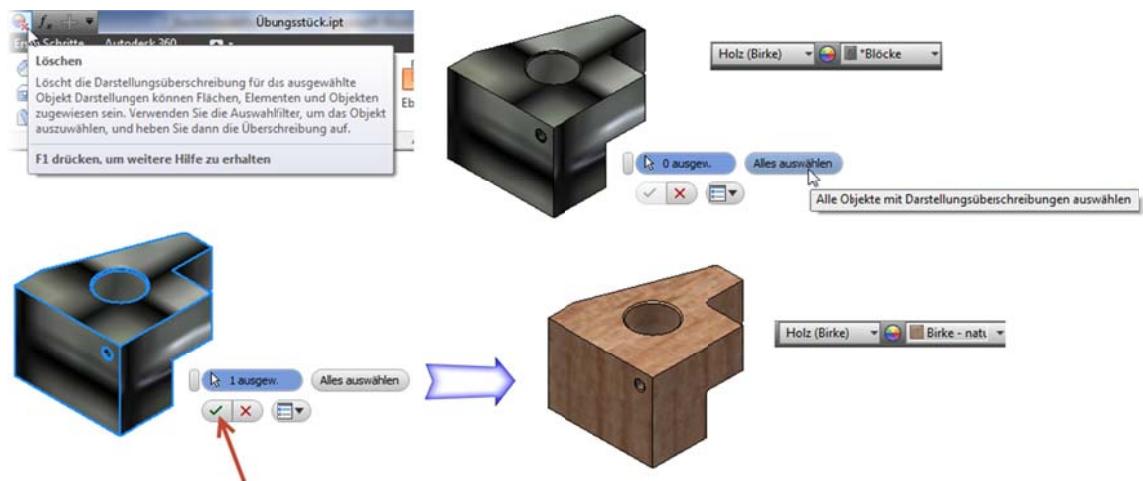


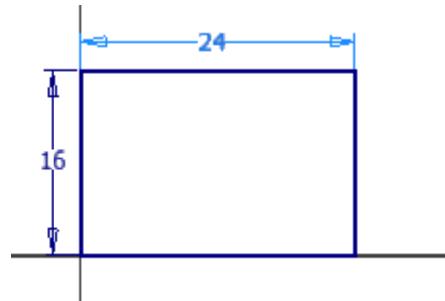
Abb. 4.42 Darstellungsüberschreibungen löschen

Nachdem Sie den Befehl angeklickt haben müssen Sie sich zuerst entscheiden, ob Sie nur einzelne Flächen oder das komplette Bauteil von der Überschreibung lösen möchten. Klicken Sie im Kontextmenü *Alles auswählen* an und bestätigen Sie mit dem grünen Haken, wird die komplette Darstellungsüberschreibung gelöscht und im Feld Darstellung steht wieder das Original und das Sternchen ist verschwunden.

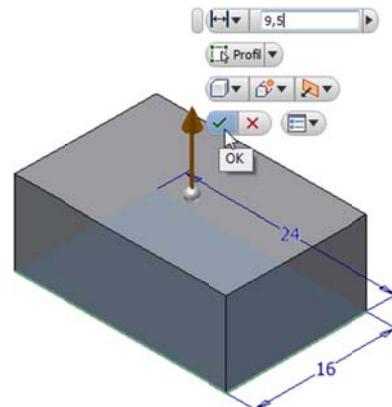


Übung zur Bauteilmodellierung:

Öffnen Sie eine neue Bauteildatei und nehmen Sie die Zeichnung Legostein 6er aus dem Anhang. Erzeugen Sie die nebenstehende Skizze voll bestimmt. Setzen Sie die linke untere Ecke auf den Mittelpunkt



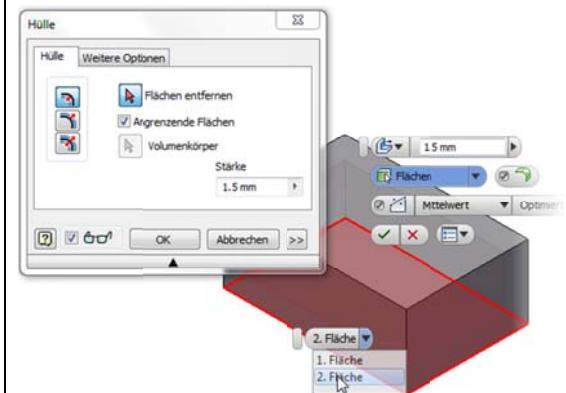
Beenden Sie die Skizze und extrudieren Sie das Rechteck in positiver Z-Richtung mit einem Abstand von 9.5.

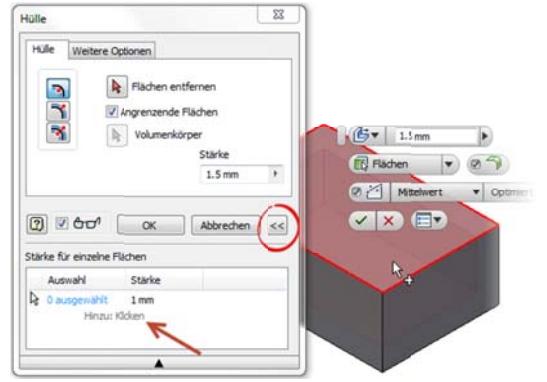
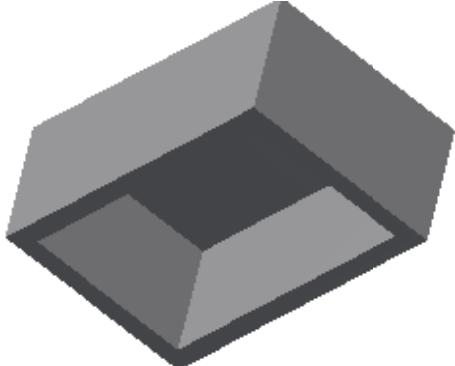
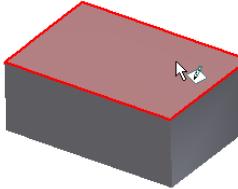
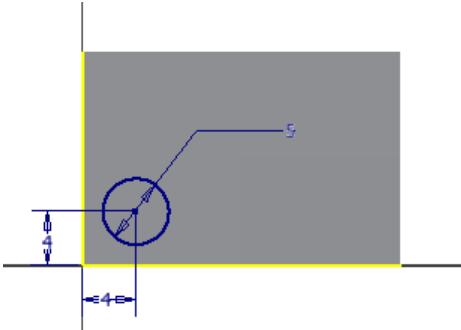


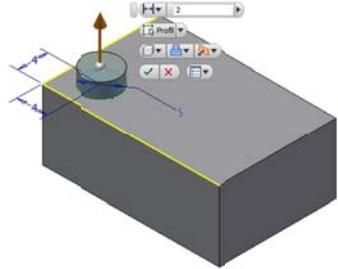
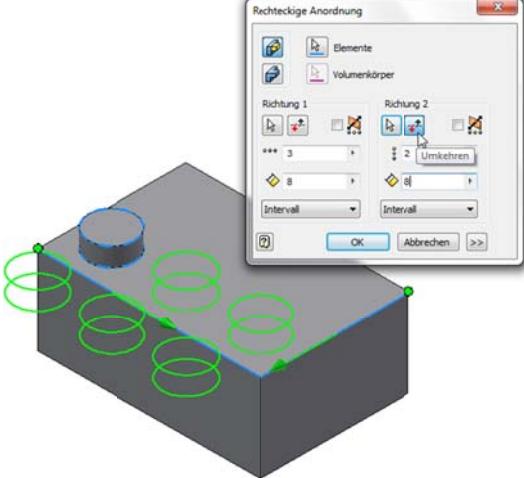
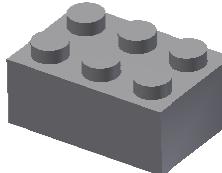
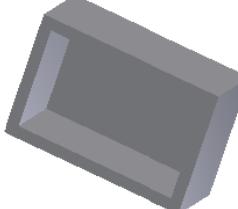
Starten Sie den Befehl **Hülle**.

Wählen Sie bei *Fläche entfernen* die untere Bodenfläche, indem Sie auf den Auswahlcursor warten und über das Dreieckchen auf die untere Fläche umschalten. Erscheint diese klicken Sie auf die 2. Fläche.

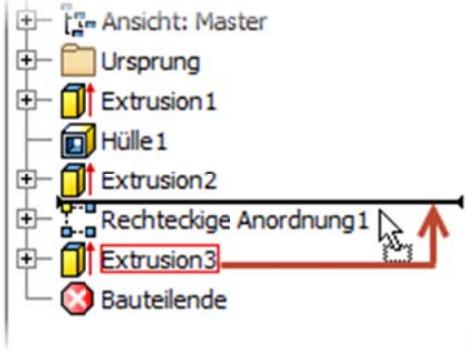
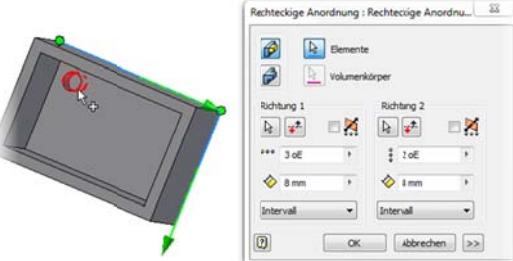
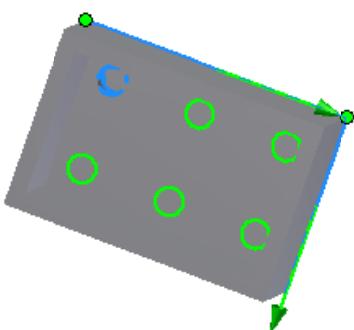
Bei Stärke geben Sie 1.5 mm ein.

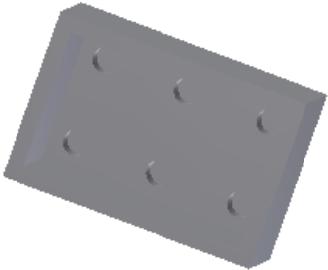
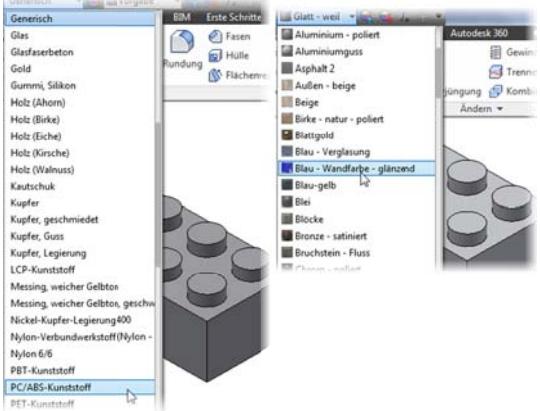
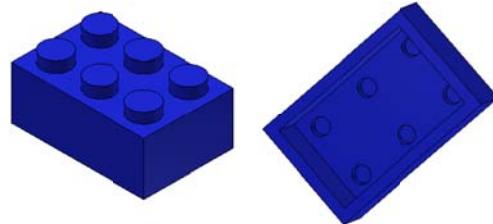


<p>Öffnen Sie über die Pfeilchen neben <i>Abbrechen</i> die Möglichkeit weitere Wandstärken hinzu zu fügen. Klicken Sie auf <i>Hinzu: klicken</i> und wählen Sie die obere Fläche des Bauteils aus. Vergeben Sie eine separate Wandstärke von 1 mm.</p>	
<p>Beenden Sie das Dialogfenster mit <i>OK</i> und betrachten Sie sich das Bauteil von unten. Es ist ein Hohlraum entstanden wobei die Wandstärke 1.5 mm beträgt. Die Deckelfläche hat eine Wandstärke von 1mm.</p>	
<p>Erzeugen Sie auf die obere Fläche eine neue 2D-Skizze.</p>	
<p>Zeichnen Sie einen Kreis mit Durchmesser 5 und bemaßen Sie ihn zur unteren linken Ecke mit jeweils 4. Beenden Sie die Skizze.</p>	

<p>Extrudieren Sie das Skizzenprofil mit einem Abstand von 2 über Vereinigung und in positiver Z-Achse.</p> <p>Beenden Sie das Kontextmenü mit dem grünen Haken.</p>	
<p>Starten Sie den Befehl Rechteckige Anordnung.</p> <p>Wählen Sie als Element den kleinen Knopf aus. Aktivieren Sie Richtung 1 und zeigen die vordere Kante an der Längsseite des Bauteils. Aktivieren Sie Richtung 2 und zeigen die Kante an der schmalen Seite des Bauteils.</p> <p>Richtung 1: Elemente 3, Abstand 8</p> <p>Richtung 2: Elemente 2, Abstand 8</p> <p>Kehren Sie bei Bedarf die Richtung um.</p>	
<p>Beenden Sie die Dialogbox mit OK und betrachten Sie sich das Ergebnis.</p>	
<p>Drehen Sie das Bauteil so, dass Sie die Innenseite des Deckels sehen.</p> <p>Der Knopf muss noch ausgehöhlten werden.</p>	

<p>Legen Sie eine neue 2D-Skizze auf die Innenfläche.</p>	
<p>Überfahren Sie im Browser die Extrusion2 und schauen Sie wo der Originalknopf liegt.</p>	
<p>Starten Sie den Befehl <i>Geometrie projizieren</i> und holen Sie sich die Kreiskante der Extrusion2 in Ihre Skizze. Beenden Sie den Befehl mit ESC.</p>	
<p>Drücken Sie die Taste F7. Damit schneiden Sie sich alles was vor der Skizzierebene liegt weg. Zeichnen Sie einen Kreis mit Durchmesser 2.5 und setzen in konzentrisch zu der projizierten Kreiskante</p>	
<p>Beenden Sie die Skizze und <i>extrudieren</i> Sie das Profil mit Differenz und Abstand 2</p>	

<p>Klicken Sie im Browser auf die Extrusion3 und halten die linke Maustaste gedrückt.</p> <p>Ziehen Sie mit gedrückter linker Maustaste die Extrusion3 vor die Rechteckige Anordnung. Lassen Sie die Maustaste los und legen Sie das Element ab.</p>	
<p>Klicken Sie auf die Rechteckige Anordnung und rufen aus dem <i>Kontextmenü</i> <i>Element bearbeiten</i> auf.</p>	
<p>Drücken Sie den Button <i>Elemente</i>, falls dieser nicht aktiv ist.</p> <p>Wählen Sie als zusätzliches Element die <u>Extrusion3</u> aus.</p> <p>Sie können dies am Bauteil oder im Browser tun.</p>	
<p>Wenn die Vorschau so aussieht wie in nebenstehendem Bild beenden Sie das Dialogfenster mit <i>OK</i>.</p>	

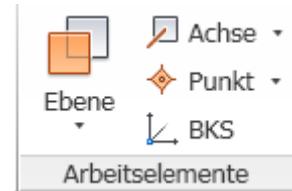
<p>Die Aushöhlung wurde nun in alle Knöpfe übernommen.</p> <p>Weisen Sie dem Bauteil noch ein Material zu.</p>	
<p>Drücken Sie die Taste F6 für die Isometrieansicht.</p> <p>Klicken Sie auf das <i>Dreieckchen</i> bei der <i>Materialiste</i> und wählen PC/ABS Kunststoff aus</p> <p>Überschreiben Sie in der Darstellung den Standardwert mit Blau Wandfarbe glänzend.</p> <p>Beachten Sie dabei das Sternchen in der Darstellungsleiste</p> <p>Der Legostein hat nun die physikalischen Eigenschaften von ABS, aber er hat die Farbe Blau erhalten.</p>	
<p>Speichern Sie das Bauteil nun als Legostein 6er.ckpt ab und beenden Sie die Übung.</p>	

4.6 Arbeitselemente

Unter Arbeitselementen versteht man Hilfskonstruktionen, welche benötigt werden um an die eigentliche Kontur des Bauteils zu kommen.

Zu den Arbeitselementen zählen:

- Arbeitspunkte
- Arbeitsachsen
- Arbeitsebenen



Arbeitselemente befinden sich neben den Anordnungen ungefähr in der Mitte der Schaltflächenleiste.

4.6.1 Arbeitspunkte

Arbeitspunkte können benötigt werden, um Arbeitsachsen oder Arbeitsebenen zu erzeugen. Außerdem können sie eingesetzt werden um Bohrungen direkt auf einen Punkt zu setzen.

Wenn Sie das Dreieckchen bei den Punkten erweitern, wird jede Möglichkeit einen Arbeitspunkt zu erzeugen angeboten.



Abb. 4.43 Erzeugungsarten der Punkte

Da die Symbole vor den einzelnen Befehlsarten selbsterklärend sind, werden hier nur die Begrifflichkeiten und Besonderheiten erläutert.

Die folgenden Definitionen gelten auch für die Arbeitsachsen und Arbeitsebenen.

Als Punkte gelten:

- Endpunkt oder Mittelpunkt von Bauteilkanten
- Skizzierpunkte, Mittelpunkt der Bohrung, Zentrumspunkte von Kreisen und Endpunkt oder Mittelpunkt einer Linie in unverbrauchten Skizzen

Als Kanten können verwendet werden:

- Bauteilkanten
- Arbeitsachsen
- Ursprungsachsen im Browser

Als Ebenen dienen:

- Planare Bauteilflächen
- Arbeitsebenen
- Ursprungsebenen im Browser

Der Schnittpunkt der auf diese Weise erzeugt wurde muss nicht unbedingt auf einer sichtbaren Kante oder Bauteilfläche liegen. Er kann beliebig im 3D-Raum liegen und sich innerhalb oder außerhalb des Bauteils befinden.

Arbeitspunkte die über oben genannte Geometrie erzeugt wurden sind parametrisch von dieser Geometrie abhängig. Wenn sich diese Geometrie ändert dann ändert sich entsprechend auch der Arbeitspunkt mit.

*Aktualisiert sich das Bauteil nicht automatisch nach der Änderung, dann müssen Sie den Befehl **Lokale Aktualisierung** betätigen. Dies gilt auch für die Arbeitsachsen und Arbeitsebenen.*



4.6.2 Arbeitsachsen

Arbeitsachsen werden typischerweise benötigt um Arbeitsebenen zu definieren oder sie dienen als Drehachse für Drehungen und Runde Anordnungen.

Es gibt verschiedene Methoden um Arbeitsachsen zu erzeugen. Diese sind in Abb. 4.44 dargestellt.

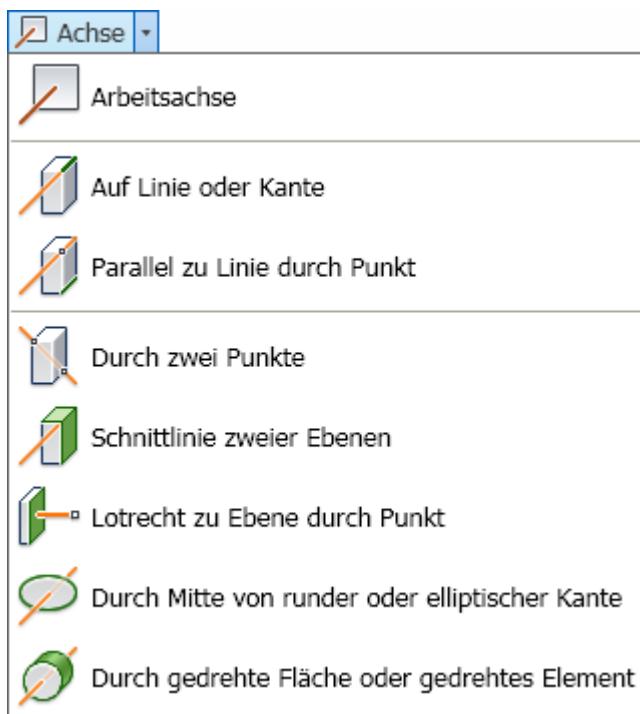


Abb. 4.44 Erzeugungsarten von Arbeitsachsen

Wenn Sie einen Befehl gestartet haben werden Sie aufgefordert die erforderlichen Kanten, Linien oder Ebenen zu zeigen.

Durch Anklicken der entsprechenden Elemente (Punkte oder Linien von Skizzen, Bauteilkanten, Zylinderflächen, Arbeitspunkte usw.) markieren Sie die entsprechenden Kriterien, die für die jeweiligen Erzeugungsarten benötigt werden. Sind alle notwendigen Kriterien erfüllt (gezeigt), wird die Achse automatisch erstellt.

4.6.3 Arbeitsebenen

Arbeitsebenen sind die am häufigsten verwendeten Arbeitselemente während einer 3D-Konstruktion. Sie werden benötigt, um Elemente zu erzeugen, wenn keine ebene Bauteilfläche zur Verfügung steht. Wenn Sie also z. Bsp. auf ein zylindrisches Bauteil eine Gewindebohrung setzen möchten oder wenn Sie eine Bohrung unter einem bestimmten Winkel zum Bauteil erzeugen möchten, siehe auch Abb. 4.45.

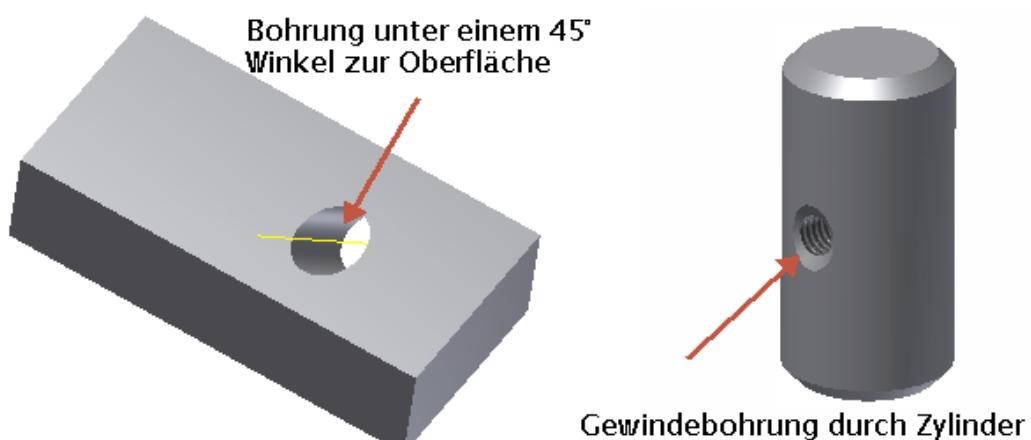


Abb. 4.45 Beispiele für Arbeitsebenen

Durch die Möglichkeit der Arbeitsebenen sind der Konstruktion eines Bauteils fast keine Grenzen mehr gesetzt. Natürlich kann man nicht nur Bohrungen über Arbeitsebenen erzeugen, sondern darauf lassen sich auch sämtliche Profile skizzieren, die benötigt werden, siehe Abb. 4.46.

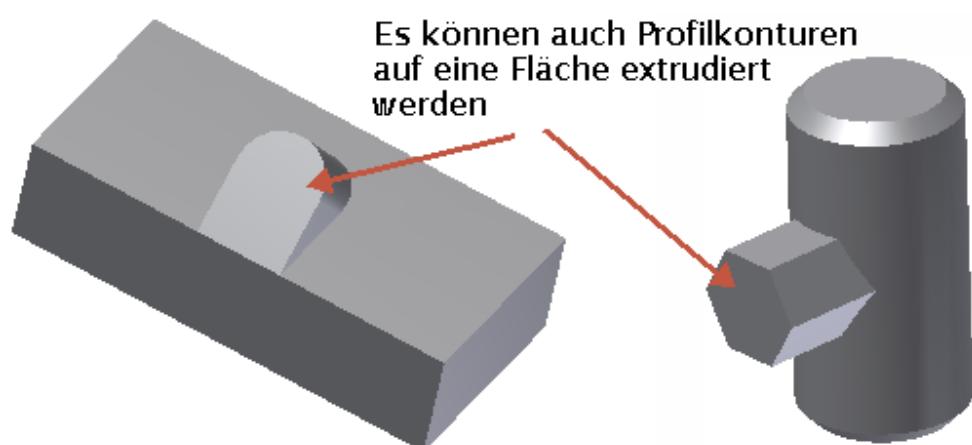


Abb. 4.46 Beispiele für Arbeitsebenen

Arbeitsebenen können auf die verschiedensten Methoden erzeugt werden. Sie sehen dies in Abb. 4.47.



Abb. 4.47 Erzeugungsarten von Arbeitsebenen

Wenn Sie Arbeitsebenen erzeugt haben werden Sie feststellen, dass diese zwei unterschiedliche Seiten haben.

Erkennbar ist dies an den unterschiedlichen Farben, die je nach Einstellung des Hintergrundes variieren. Generell kann man aber sagen, es gibt eine hellere und eine dunklere Seite, siehe Abb. 4.48.

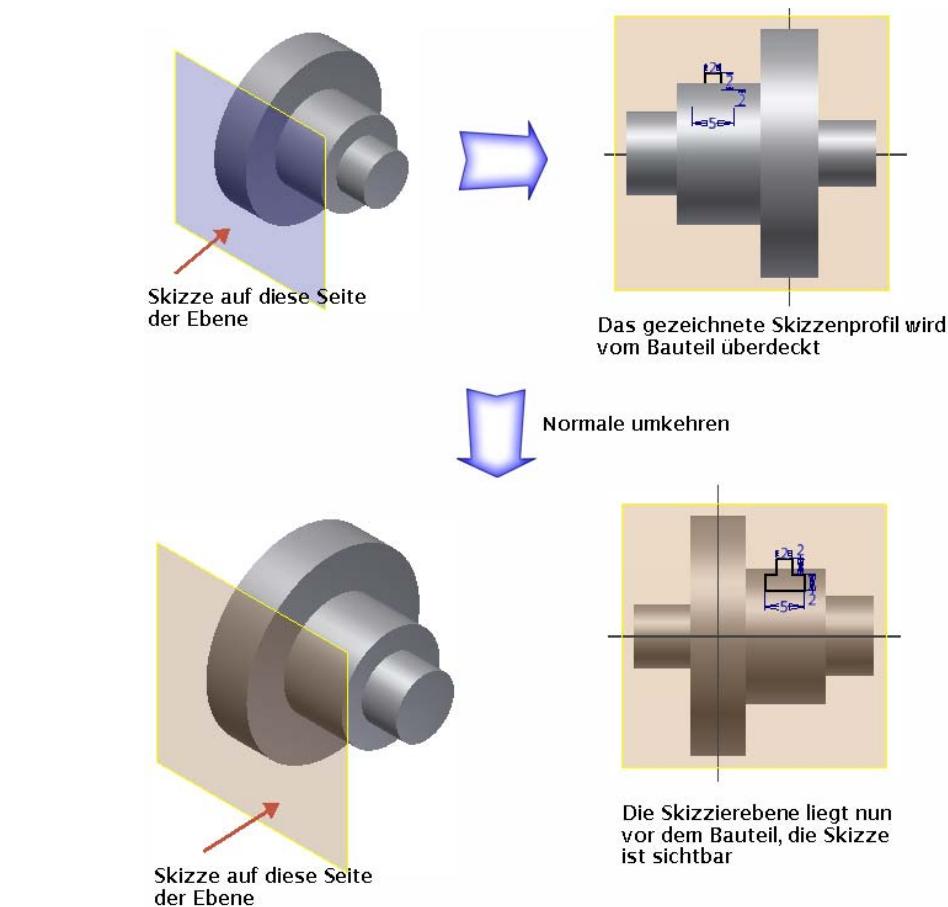


Abb. 4.48 Seiten der Arbeitsebenen

Die Skizze wird immer auf der helleren Seite erstellt. Dies ist die Seite mit der positiven Normalen Richtung.

Die Normale einer Arbeitsebene ist die Achse die senkrecht auf dieser Ebene steht, siehe Abb. 4.49.

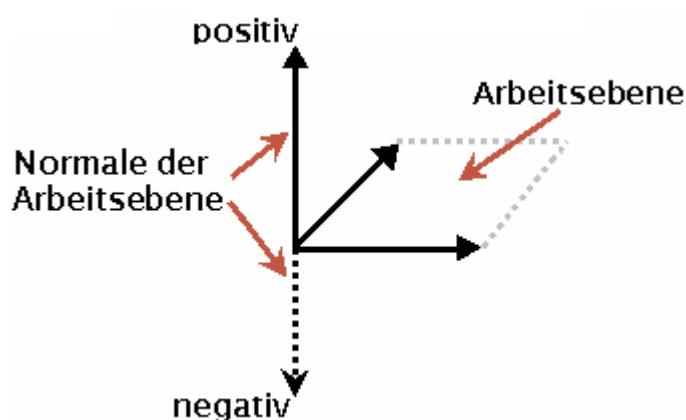


Abb. 4.49 Normale der Arbeitsebene

Wie die Normale liegt, wenn die Arbeitsebene erstellt wird, darauf hat man keinen Einfluss. Man kann aber die Normale umkehren, so lange die Skizze noch nicht verwendet (Extrusion, Rotation) wurde.

Das umkehren der Normalen geschieht im Browser über das Kontextmenü oder direkt im Zeichenbereich an der Arbeitsebene, siehe Abb. 4.50.

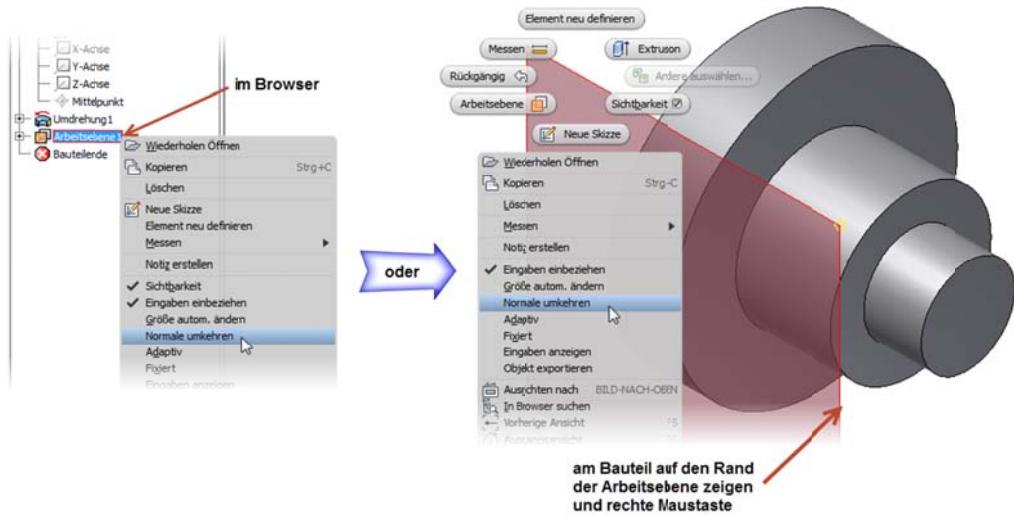


Abb. 4.50 Normale umkehren

Alle Arbeitselemente lassen sich im Browser bearbeiten, in dem man mit dem Cursor das Element (Punkt, Achse, Ebene) zeigt und die rechte Maustaste drückt.

Im Kontextmenü werden dann die Parameter zum Ändern angeboten, die bei der Erstellung verwendet wurden. Zum Beispiel der Winkel oder der Versatzabstand beim Erstellen von schiefen Arbeitsebenen oder parallelen Arbeitsebenen. Dort lassen sich die Arbeitselemente auch ein- und ausblenden (Schalter **Sichtbarkeit**)

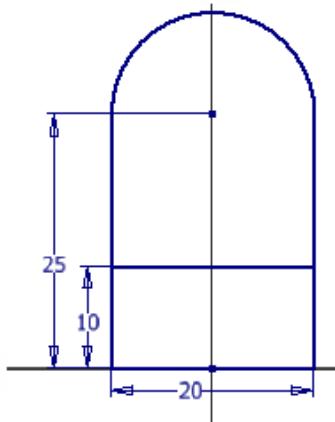
Außerdem sind alle Arbeitselemente abhängig von der Geometrie über die sie erzeugt wurden. Ändert sich diese Geometrie, dann ändert sich entsprechend auch das Arbeitselement.

 Übung zu Arbeitsebenen:

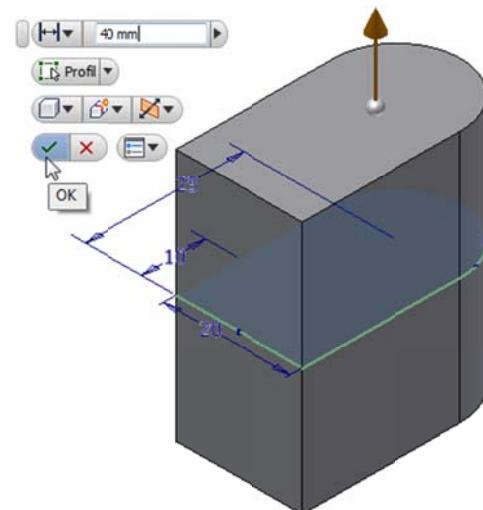
Öffnen Sie eine neue Bauteildatei und erstellen neben stehende Skizze.

Setzen Sie den Mittelpunkt der unteren Linie koinzident auf den Ursprungsmittelpunkt.

Beenden Sie die Skizze.

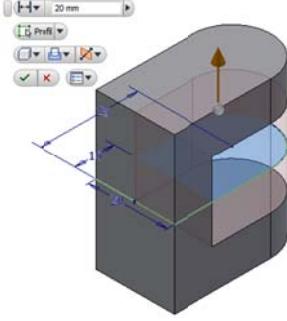
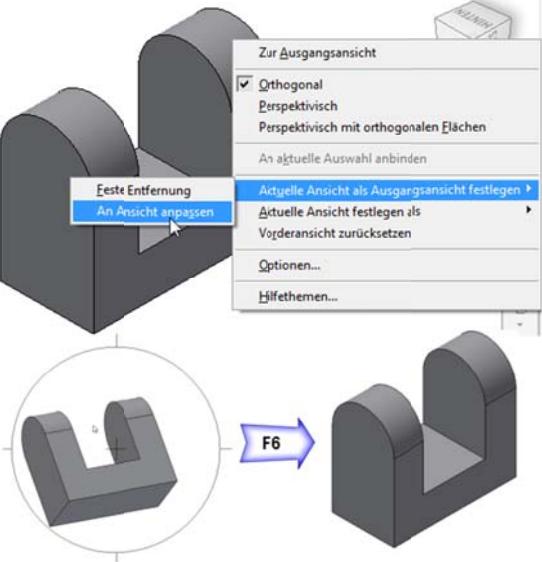


Extrudieren Sie das komplette Skizzenprofil über die *Mitte* mit einem Abstand von **40**. Wählen Sie dazu beide Profile an.



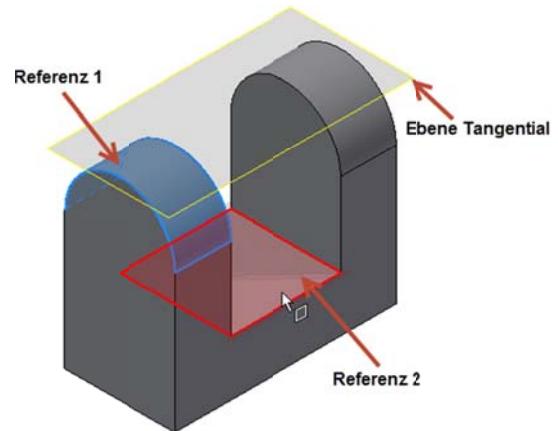
Erweitern Sie im Browser das Plus bei der Extrusion und geben Sie dir Skizze über das Kontextmenü mit *Skizze wieder verwenden* frei.



<p><i>Extrudieren Sie nun das obere Profil als Differenz über die Mitte mit einem Abstand von 20.</i></p>	
<p>Klicken Sie im Browser mit der rechten Maustaste auf die Skizze und schalten Sie den Haken bei der Sichtbarkeit ab.</p> <p>Damit blenden Sie die Skizze wieder aus.</p>	
<p>Richten Sie das Bauteil wie dargestellt aus indem Sie es mit dem Orbit drehen. Wählen Sie dann die obere Ecke des View Cubes an und richten das Bauteil vollends aus. Klicken Sie jetzt mit der rechten Maustaste auf den View Cube und wählen <i>Aktuelle Ansicht als Ausgangsansicht festlegen</i> → <i>An Ansicht anpassen</i></p> <p>Dadurch haben Sie eine neue Ausgangsansicht definiert.</p> <p>Drehen Sie das Bauteil erneut und drücken die dann die Taste F6. Das Bauteil liegt wieder wie eben definiert.</p>	

Klicken Sie auf den Ebenenbefehl *Tangential zu Ebene parallel zur Fläche*, wählen Sie dann die gewölbte Fläche (Referenz1) und dann die parallele Fläche (Referenz2).

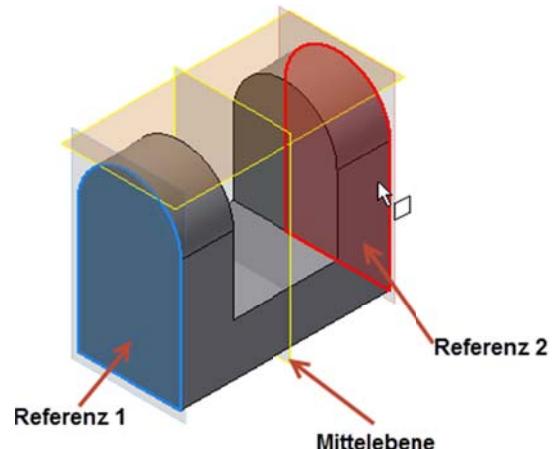
Achten Sie dabei auch auf die Meldungen in der Statuszeile links unten.

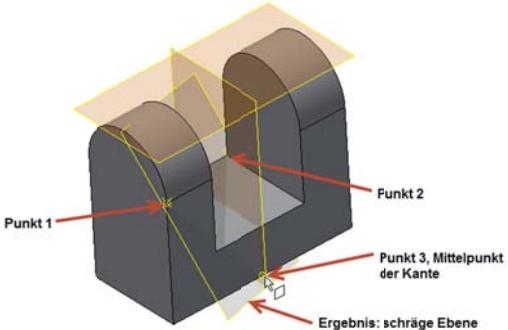
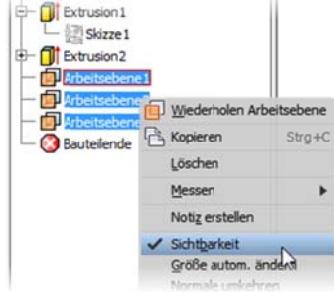
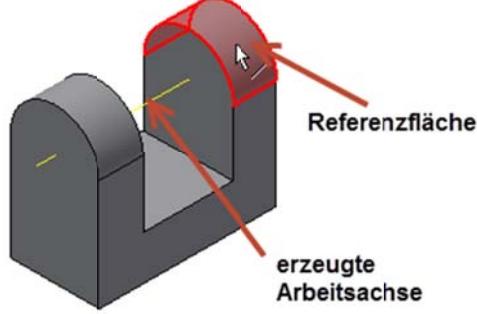
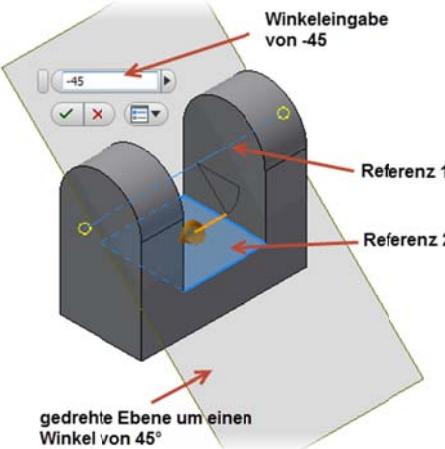


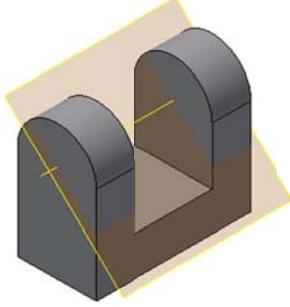
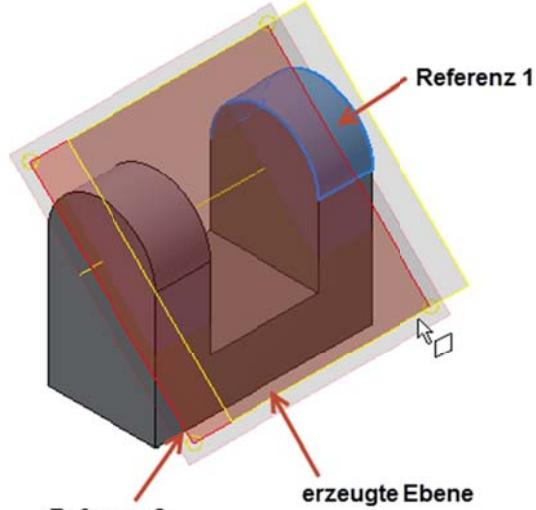
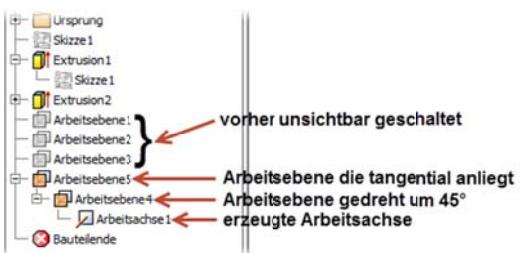
Erzeugen Sie eine Mittelarbeitsebene indem Sie den Befehl *Mittelfläche zwischen 2 parallelen Ebenen anwählen*. Zeigen Sie dann die vordere Fläche (Referenz 1) und die hintere Fläche (Referenz 2). Die Mittelebene wird in der Mitte dieser beiden Flächen erzeugt.

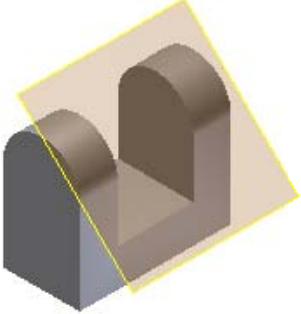
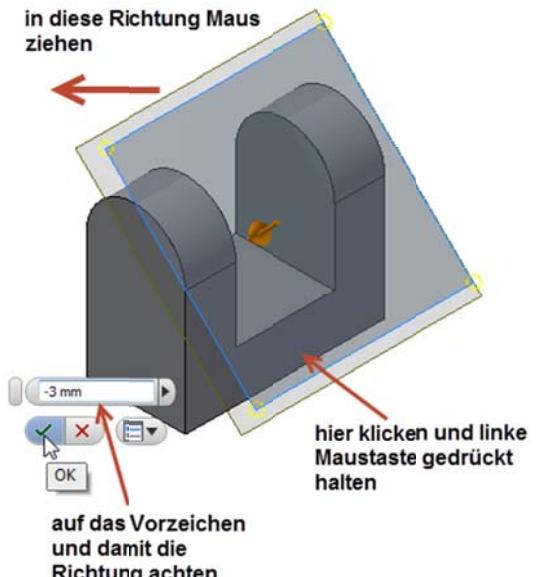
Hinweis:

Hier entspricht die Mittelebene der Ursprungsebene XY und wäre nicht notwendig gewesen, da man sich auch direkt auf die Ursprungsebenen beziehen kann.



<p>Erzeugen Sie jetzt eine Arbeitsebene über den Befehl <i>Drei Punkte</i>. Zeigen Sie nacheinander die Punkte 1, 2 und 3 und betrachten Sie wie die Ebene erstellt wurde.</p>	
<p>Markieren Sie die drei erzeugten Arbeitsebenen indem Sie die Taste Strg gedrückt halten und schalten Sie die Sichtbarkeit der Ebenen aus.</p>	
<p>Erzeugen Sie eine Arbeitsachse über den Befehl <i>Durch gedrehte Fläche oder gedrehtes Element</i>. Zeigen Sie dann auf die obere Mantelfläche. Die Achse wird durch das Zentrum erstellt.</p>	
<p>Erzeugen Sie nun eine Arbeitsebene über den Befehl <i>Winkel zu Ebene durch Kante</i>. Zeigen Sie zuerst auf die erzeugte Arbeitsachse (Referenz 1) und dann auf die untere Fläche (Referenz 2). Geben Sie einen Winkel von -45° ein.</p>	

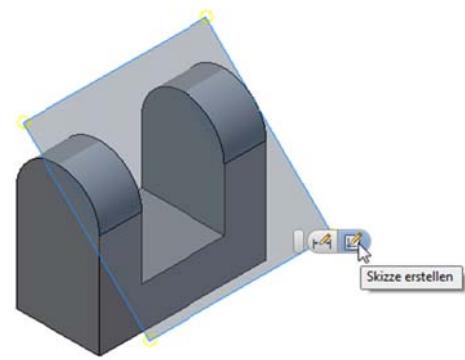
<p>Sie haben nun eine schräge Arbeitsebene unter einem Winkel von 45° erzeugt. Die dunkle Seite ist oben, deshalb kann es nötig sein, die Normale umzukehren.</p>	
<p>Starten Sie jetzt nur den Befehl <i>Ebene</i>. Zeigen Sie dann auf die Mantelfläche (Referenz 1) und die eben erzeugte Arbeitsebene (Referenz 2). Es wird eine Ebene erzeugt die tangential an der Mantelfläche unter einem Winkel von 45° anliegt.</p> <p>Sie können nur durch zeigen der entsprechenden Umstände (Elemente) Arbeitsebenen definieren, ohne dass Sie zuvor den „richtigen“ Arbeitsebenenbefehl gestartet haben.</p>	
<p>Betrachten Sie im Browser die Struktur der eben entstandenen Arbeitsebene. Die dazugehörigen Elemente werden, wie Skizzen, unterhalb dieser Arbeitsebene aufgelistet.</p>	 <pre> Ursprung └─ Skizze1 Extrusion1 └─ Skizze1 Extrusion2 └─ Arbeitsebene1 └─ Arbeitsebene2 └─ Arbeitsebene3 └─ Arbeitsebene4 └─ Arbeitsachse1 Bautellende </pre>

<p>Schalten Sie die Sichtbarkeit der Arbeitsebene 4 und der Arbeitssachse aus.</p>	
<p>Erzeugen Sie nun eine Arbeitsebene parallel zu der Arbeitsebene 5 mit einem Versatz von 3 mm die in das Bauteil hinein geht.</p> <p>Wählen Sie dazu den Befehl <i>Versatz von Ebene</i> oder starten Sie nur den Befehl Ebene, klicken Sie dann an den Rand der Arbeitsebene 5 und halten die linke Maustaste gedrückt und ziehen bei gedrückter Maustaste die Maus nach hinten weg. Geben Sie dann den Abstand 3 ein und achten Sie auf die Richtung, die Ebene soll in das Bauteil hinein zeigen.</p> <p>Schalten Sie dann die Sichtbarkeit der Arbeitsebene 5 aus.</p>	

Erzeugen Sie nun eine neue 2D-Skizze auf der Arbeitsebene 6.

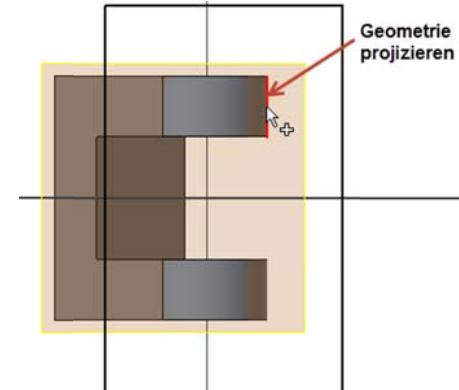
Hinweis:

Klicken Sie bei der Anwahl von Arbeitsebenen immer auf den Rand der Arbeitsebene.



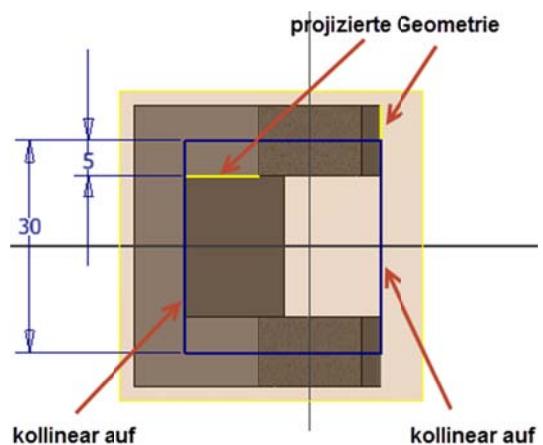
Zeichnen Sie ein Rechteck und holen Sie sich mit Geometrie projizieren die obere tangentiale Kante in die Skizze.

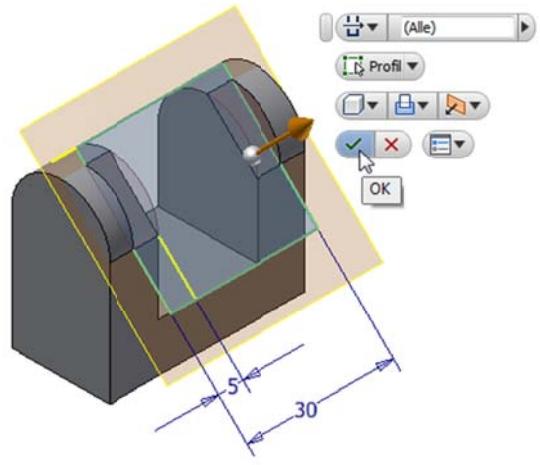
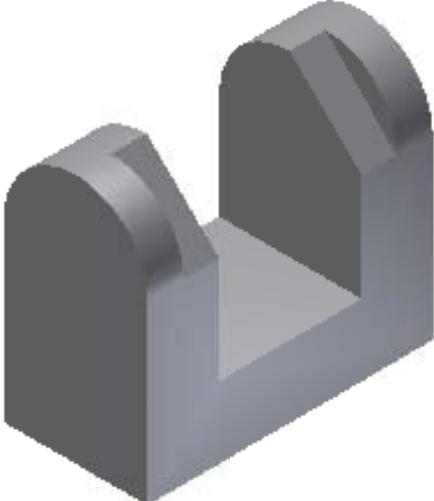
Drücken Sie die Taste **F7** und schneiden Sie das Material welches über der Skizzierebene liegt ab.



Bestimmen Sie das Rechteck mit einer Breite von **30**. Setzen Sie die rechte Kante kollinear auf die projizierte Kante. Setzen Sie die linke Kante kollinear auf die untere Kante der Aussparung. Bemaßen Sie den Abstand von der oberen Kante mit **5** zur Innenkante.

Drücken Sie wieder die Taste **F7** und beachten Sie, dass Sie nun Teile der Skizze nicht mehr sehen können.



<p>Extrudieren Sie nun das Rechteck über <i>Differenz</i> nach oben mit der Option <i>Alle</i>.</p> <p>Bestätigen Sie dann das Dialogfenster mit <i>OK</i>.</p>	
<p>Versuchen Sie noch mal die Entstehung der Arbeitsebenen nach zu vollziehen.</p> <p>Sie können dazu das Bauteilende nach oben und dann Schritt für Schritt nach unten schieben.</p> <p>Speichern Sie nun die Übung unter Übung Arbeitsebene ab und beenden Sie die Übung.</p>	

4.6.4 Anpassen der Isometrievorschau

Wie man in dieser Übung gesehen hat, kann es wertvoll oder sogar notwendig sein, dass man sich die Ausgangsansicht (Isometrievorschau) anpassen kann.

Es kommt immer wieder vor, dass ein Bauteil von der Konstruktion her etwas „ungeschickt“ liegt, siehe Abb. 4.51.

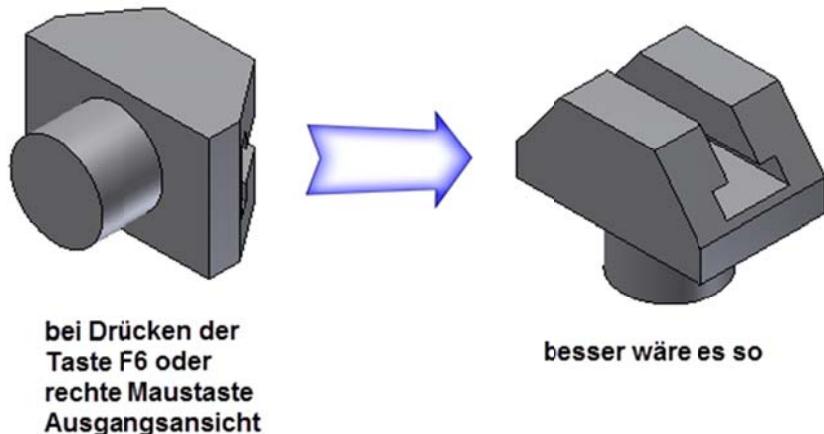


Abb. 4.51 verdrehte Isometrieadsicht

Dann kann man sich die Ausgangsansicht neu definieren indem man das Bauteil zunächst mit dem Orbit (Taste F4) so dreht, wie man sich die Ansicht wünscht. Stimmt die Ansicht einigermaßen überein, klickt man am View Cube die entsprechende Ecke an um das Bauteil vollends richtig auszurichten, siehe Abb. 4.52. Natürlich lassen sich auch alle X beliebigen Ansichten als Ausgangsansicht definieren.

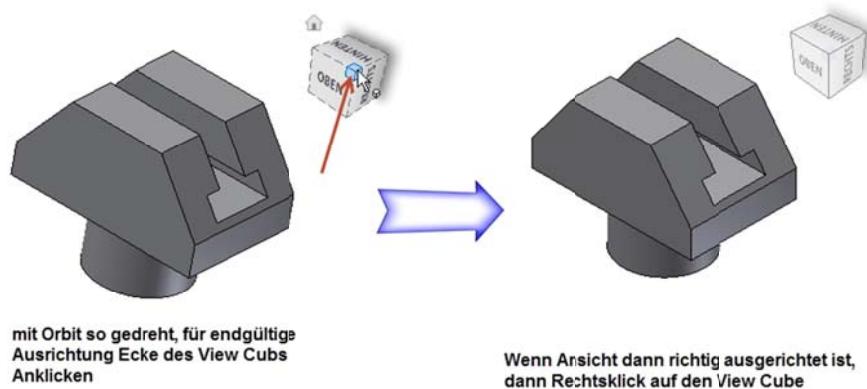


Abb. 4.52 Ausgangsansicht anpassen

Ist die Ansicht richtig und endgültig in der richtigen Lage, klickt man mit einem Rechtsklick auf den View Cube und wählt aus dem Kontextmenü die Einstellung: *Aktuelle Ansicht als Ausgangsansicht festlegen → An Ansicht anpassen*

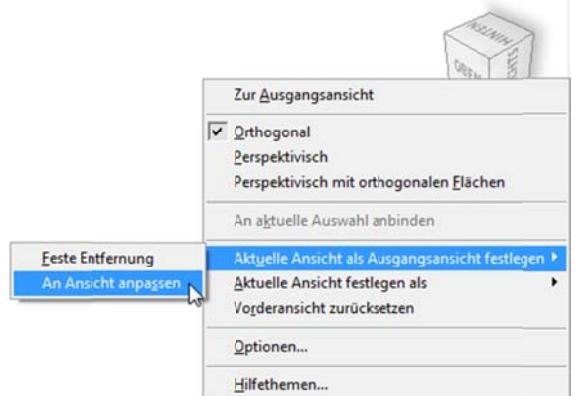


Abb. 4.53 neue Ausgangsansicht festlegen

Damit wurde das Bauteil nun in die gewünschte Isomtrieansicht gebracht.

Dies funktioniert auch in Zusammenbau- oder Präsentationsdateien, falls da mal eine Ansicht nicht richtig dargestellt wird.

4.6.5 Grafiken aufschneiden

Wann immer Sie eine Ebene innerhalb des Bauteils haben und darauf zeichnen müssen, ist es sinnvoll bzw. notwendig, dass Sie das Bauteil bis zu dieser Skizzerebene aufschneiden.

Der Befehl dazu lautet *Grafiken aufschneiden* und wird erreicht, wenn die Skizzenumgebung aktiv ist, über die rechte Maustaste oder die Taste **F7**, siehe Abb. 4.54.

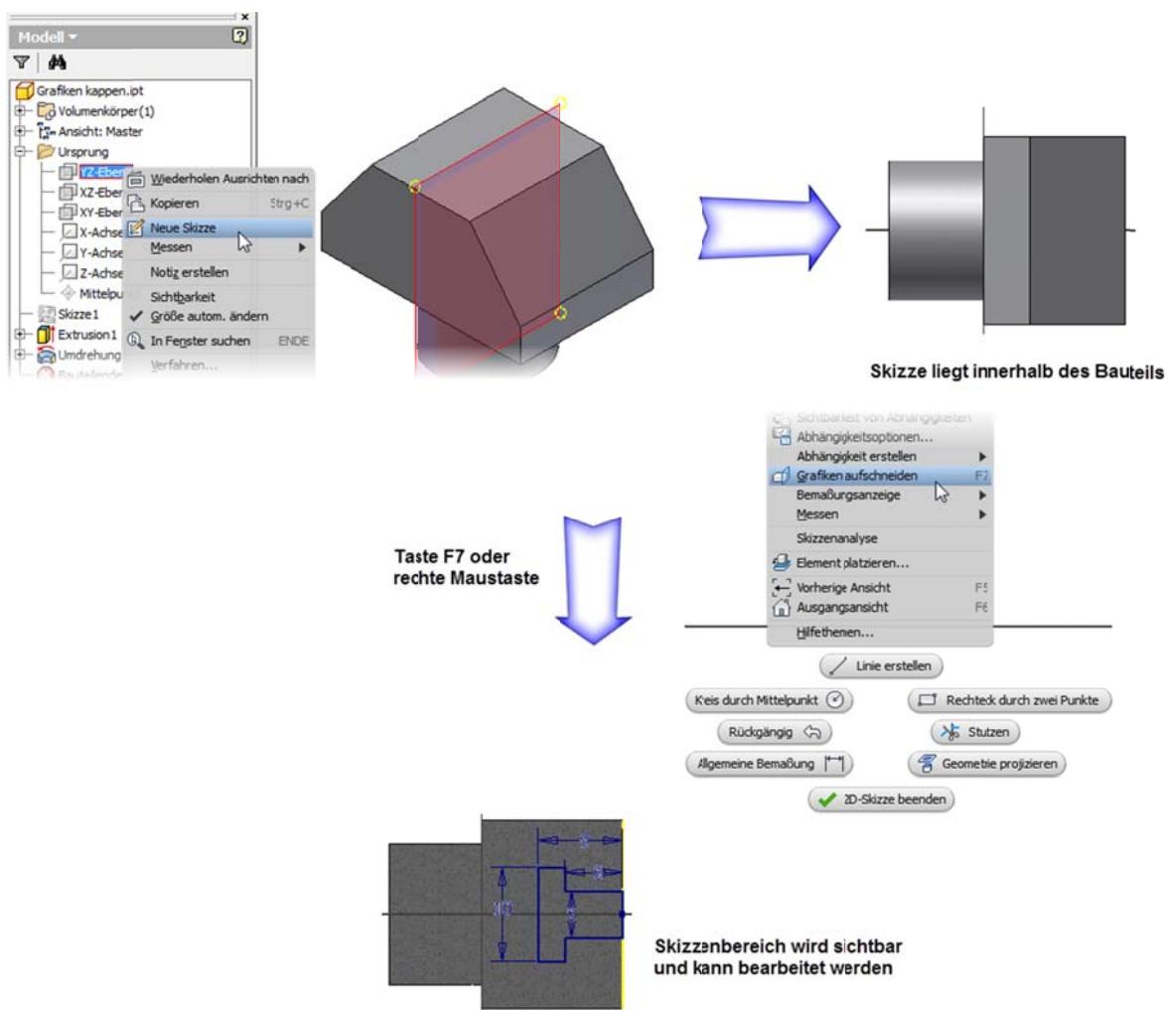


Abb. 4.54 Grafiken kappen

4.7 Fehlermeldungen

So wie bei den Skizzen Meldungen erscheinen wenn zu viel oder falsch bemaßt wird, bzw. ungültige Abhängigkeiten vergeben werden, so gibt es bei der 3D-Bearbeitung auch Meldungen und Hinweise auf Fehler bzw. Unstimmigkeiten.

Sie bekommen dann im Browser wie auch oberhalb der Schaltflächenleiste einen Hinweis, wo und was nicht in Ordnung ist, siehe Abb. 4.55

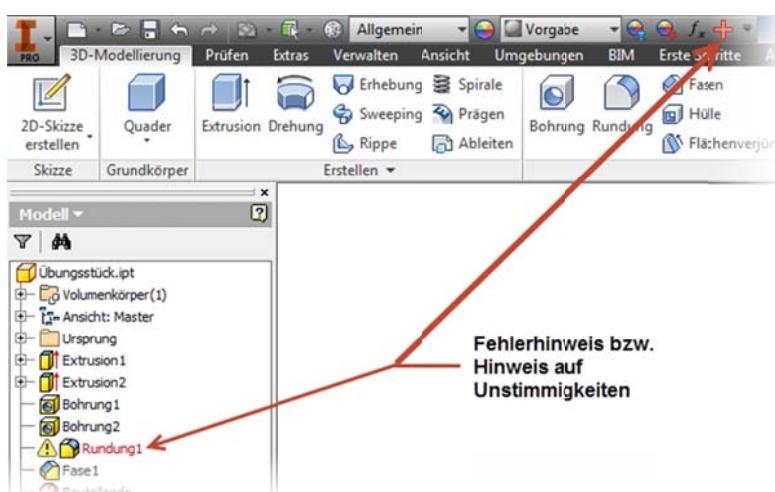


Abb. 4.55 Fehlerhinweis

Oberhalb der Schaltflächenleiste wird ein „Rotes Kreuz“ angezeigt. Dies gibt den Hinweis dass irgendwo ein Fehler vorliegt. Im Browser wird dann das entsprechende Element mit einem gelben Achtungsschild oder einem eingekreisten gekennzeichnet.

Sobald im Browser so eine Kennzeichnung auftritt, sollte man das entsprechende Element kontrollieren und bei Bedarf korrigieren. Dies können alle Elemente, auch Skizzen betreffen. Deshalb immer auch die Skizzen kontrollieren!

Die einfachsten Meldungen sind wohl die, wenn man Radien oder Fasen zu groß macht, siehe Abb. 4.56.

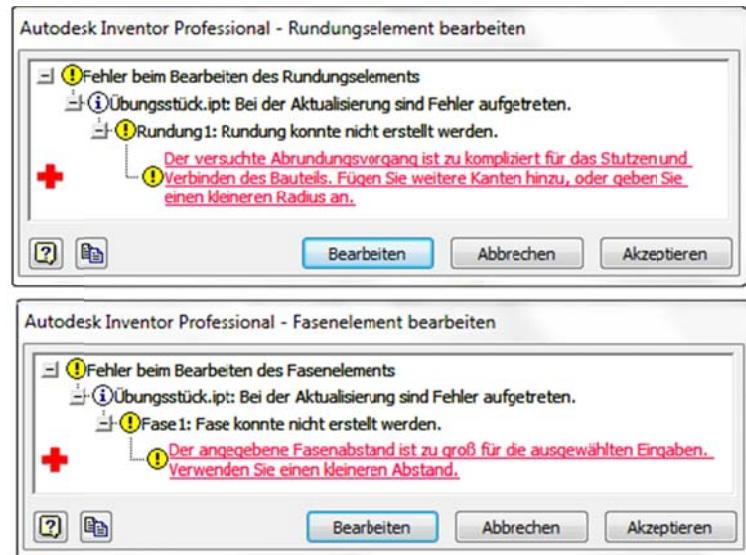


Abb. 4.56 Radien oder Fasen zu groß

In diesem Fall müssen Sie einfach die Radiusgröße oder die Fasengröße entsprechend abändern, damit Inventor die Rundung oder die Fase anbringen kann.

Ebenfalls kommt es häufig vor, dass solche Meldungen wie beim Bohrungsbefehl erscheinen, siehe Abb. 4.57.

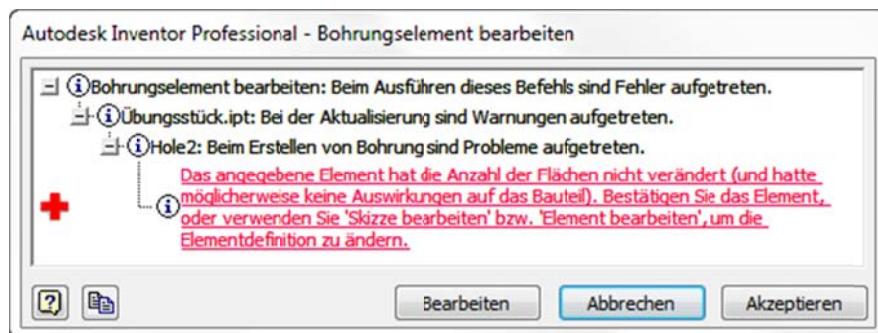


Abb. 4.57 Fehlermeldung, wenn das Element am Bauteil nichts ändern würde

Bei dieser Meldung ist die Ursache meist, dass die Bohrung oder die Extrusion bei Differenz in die falsche Richtung weist, also in die Luft extrudieren oder bohren würde. Aus diesem Grund ist es immer sinnvoll diese Befehle in der Isometrievorschau durchzuführen.

Wenn Sie Elemente unterdrücken und löschen möchten kann dies dazu führen, dass andere Elemente davon betroffen sind, weil sie sich auf diese Kante oder diese Rundung bezogen haben, siehe Abb. 4.58.

In diesem Fall müssen Sie in die Skizze oder das Element gehen und die verlorene Referenzkante oder die Referenzkontur wieder herstellen, indem Sie neue Abhängigkeiten vergeben.

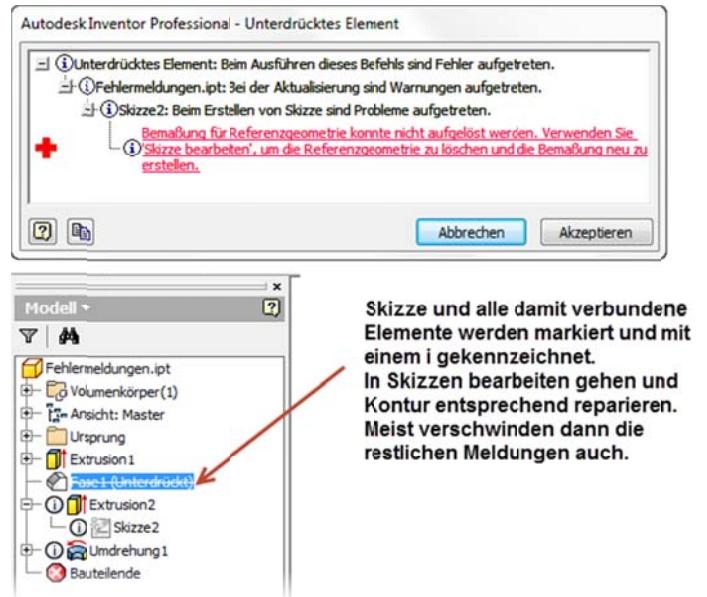


Abb. 4.58 Elemente löschen oder unterdrücken

Wenn Sie direkt am Skizzenprofil etwas ändern, kann dies dazu führen, dass erst weiter unten Elemente betroffen sind, siehe Abb. 4.59.

In diesem Fall müssen Sie die betroffenen Elemente bearbeiten und kontrollieren, was durch die Bearbeitung der Skizze verloren gegangen ist. Zunächst müssen Sie die Fehlermeldung Akzeptieren, damit Sie überhaupt Ihre Änderung machen können.

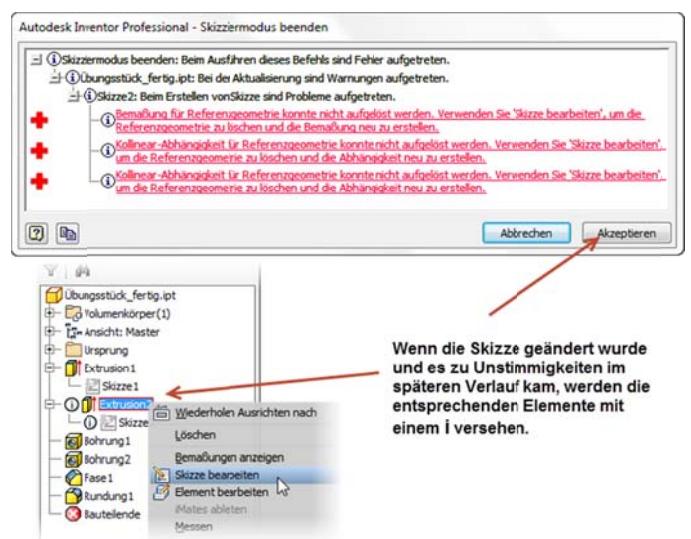


Abb. 4.59 Skizzenkontur ändern

Das größte Problem taucht auf, wenn Sie ganze Teile eines Skizzenprofils löschen. In dieser Situation **müssen** Sie die Fehlermeldung zunächst akzeptieren.

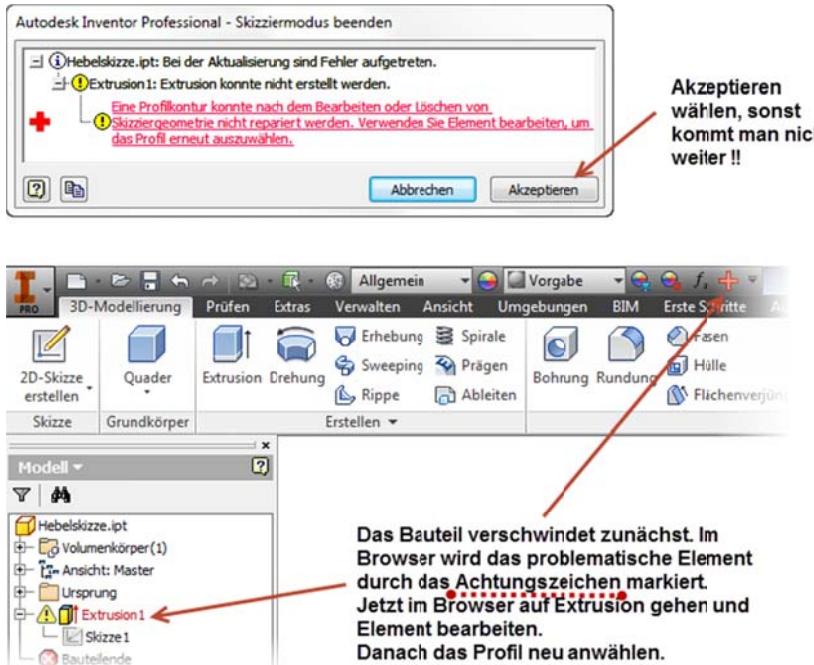


Abb. 4.60 Teile des Skizzenprofils gelöscht

Danach verschwindet das komplette Bauteil vom Bildschirm und die Extrusion oder Drehung wird im Browser mit einem Achtungszeichen gekennzeichnet. Gehen Sie anschließend im Browser auf die Extrusion oder Drehung und bearbeiten Sie das Element. Wählen Sie dann das Profil neu aus und bestätigen Sie im Kontextmenü mit OK.

Jetzt sollte das Bauteil mit neuer Kontur erscheinen und die Fehlermeldungen sollten zumindest an diesem Element behoben sein.

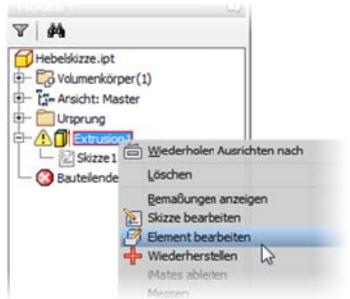
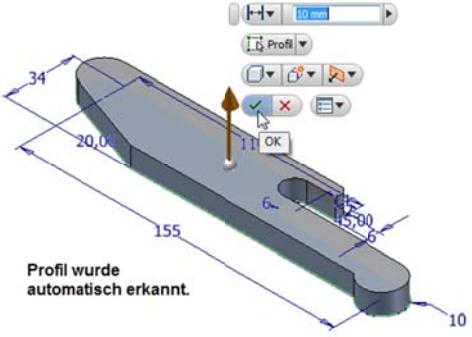
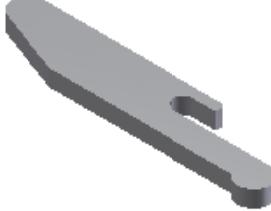
Es ist aber nicht auszuschließen, dass die Änderung zu einem späteren Zeitpunkt noch Probleme machen kann. Deshalb überprüfen Sie immer den gesamten Browser auf Unstimmigkeiten und beheben Sie diese.

Die Fehlermeldungen ähneln einander und wenn man im Hinterkopf hat was man geändert hat bzw. ändern möchte, kann man auch die Fehlermeldungen verstehen.



Übung zu Skizzenprofil abändern:

<p>Öffnen Sie die Hebelskizze, welche Sie bei den Skizzenübungen erzeugt haben.</p>	
<p><i>Extrudieren</i> Sie das Skizzenprofil ohne die beiden Bohrungen mit einem Abstand von 10.</p>	
<p>Klicken Sie am Bauteil in eine Fläche und wählen Sie <i>Skizze bearbeiten</i> über das Kontextmenü an.</p>	
<p>Löschen Sie die beiden Kreise im inneren des Hebelns und beenden Sie danach die Skizze wieder.</p>	
<p>Klicken Sie zunächst auf <i>Abbrechen</i>. Sie landen dann wieder in der Skizze. Klicken Sie dann auf <i>Akzeptieren</i>.</p>	

<p>Klicken Sie im Browser auf die Extrusion und wählen über die rechte Maustaste <i>Element bearbeiten</i>.</p>	
<p>Normalerweise wird das Profil automatisch wieder erkannt. Sollte dies nicht der Fall sein, wählen Sie es erneut aus und beenden Sie die über den grünen Haken mit <i>OK</i>.</p>	
<p>Speichern Sie das Bauteil ab und beenden Sie diese Übung.</p>	

4.8 Verständnisfragen

- V4.1: Was versteht man unter einer Extrusion?
- V4.2: Was versteht man unter einer Drehung?
- V4.3: Welche Möglichkeiten ergeben sich bei einer Extrusion und einer Drehung und stehen diese immer zur Verfügung?
- V4.4: Erläutern Sie die Möglichkeiten von Ihrer Funktion her, was bewirken sie?
- V4.5: Was sind skizzierte Elemente, nennen Sie Beispiele?
- V4.6: Was sind platzierte Elemente, nennen Sie Beispiele?
- V4.7: Warum hat die Bohrung eine Zwischenstellung zwischen skizzierten und platzierten Elementen?
- V4.8: Welche Möglichkeiten gibt es gleiche Elemente zu vervielfältigen?
- V4.9: Was gilt es dabei zu beachten?
- V4.10: Welche Möglichkeiten kennen Sie um das Bauteil zu betrachten?
- V4.11: Was ist der Browser?
- V4.12: Welche Arbeitselemente kennen Sie?
- V4.13: Was ist die Normale einer Arbeitsebene?
- V4.14: Was hat es mit den 2 Seiten einer Arbeitsebene auf sich und wie sind diese gekennzeichnet?
- V4.15: Wozu benötigt man Arbeitsebenen?
- V4.16: Wie macht man Skizzen sichtbar, wenn die Arbeitsebene innerhalb des Bauteils liegt?

4.9 Übungen

Stellen Sie nun die im Anhang befindlichen Bauteile des Schraubstocks her. Verwenden Sie für jedes Bauteil eine neue Bauteildatei.

Hinweis:

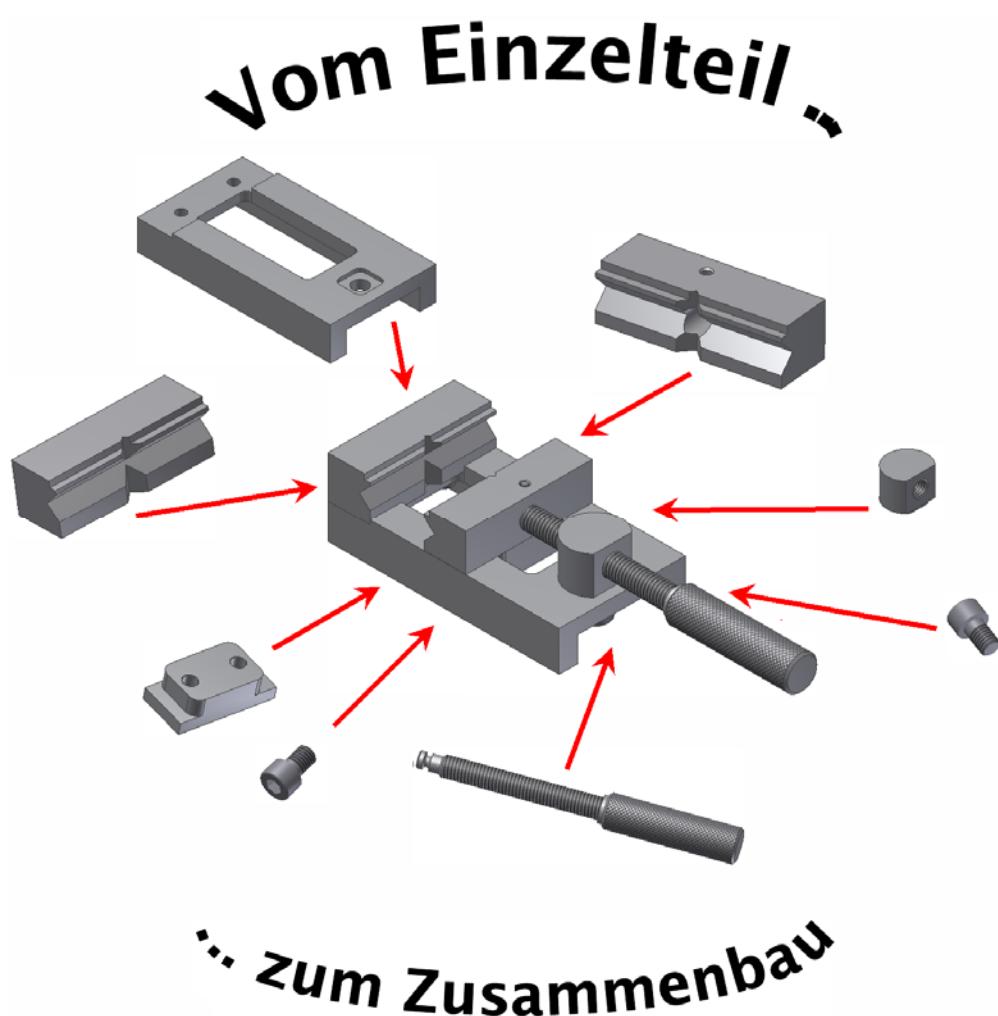
Die Bauteile des Schraubstocks benötigen Sie im Kapitel 5 Zusammenbau

Wenn Sie die Bauteile für den Schraubstock schon gemacht haben, stehen Ihnen mit den Zeichnungen im Anhang weitere Teile als Übungen zur Verfügung.

5 Zusammenbau

Kleiner Überblick oder was Sie hier lernen sollen:

- was ist ein Zusammenbau
- vom Bauteil zum Zusammenbau
- Baugruppen im Zusammenbau
- Baugruppenbearbeitung
- Inhaltscenter / Normteile



5.1 Was ist ein Zusammenbau?

In einem Zusammenbau werden die konstruierten Einzelteile zu einem gemeinsamen Zusammenbau oder einem Zusammenbau mit Unterbaugruppen kombiniert.

Ähnlich wie bei den 2D-Skizzen werden auch im Zusammenbau Abhängigkeiten vergeben. Diese Abhängigkeiten beschreiben die Position und die Lage der Einzelteile zueinander, also in welcher Beziehung die Teile untereinander stehen.

Damit Sie aus Ihren Einzelteilen Baugruppen erzeugen können, müssen Sie zunächst eine Zusammenbaudatei (IAM-Datei) anlegen.

Starten Sie dazu den Befehl **Neu**. Er befindet sich in der linken oberen Ecke des Bildschirms.



Abb. 5.1 Befehl Neu

Wählen Sie die Vorlage *HE-Zusammenbau* aus und starten Sie diese mit *OK*.

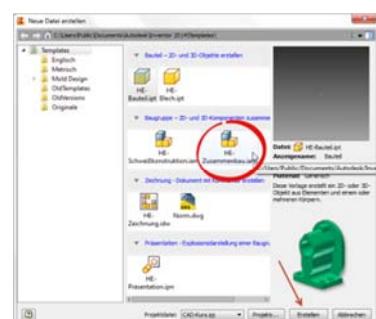


Abb. 5.2 Vorlage Zusammenbau

Wenn Sie die Vorlage gestartet haben werden Sie sehen, dass die Schaltflächenleiste automatisch zur Baugruppenumgebung gewechselt hat.



Abb. 5.3 Schaltflächenleiste Baugruppe

5.2 Komponenten platzieren

Um eine Baugruppe zu erstellen, müssen Sie Ihre bereits konstruierten Bauteile in die Datei holen. Diese Daten liegen aber immer extern und werden im Zusammenbau lediglich referenziert, das heißt darauf wird „nur“ verwiesen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, dass die Daten eines Projektes in einem gemeinsamen Ordner liegen. Deshalb ist es wichtig zu Beginn einer neuen Arbeit ein Projekt anzulegen (siehe Kapitel 2.5, Seite 42).

Starten Sie den Befehl **Platzieren** um Ihre erste Komponente einzufügen.



Es erscheint das Dialogfenster *Komponente platzieren*, siehe Abb. 5.4.

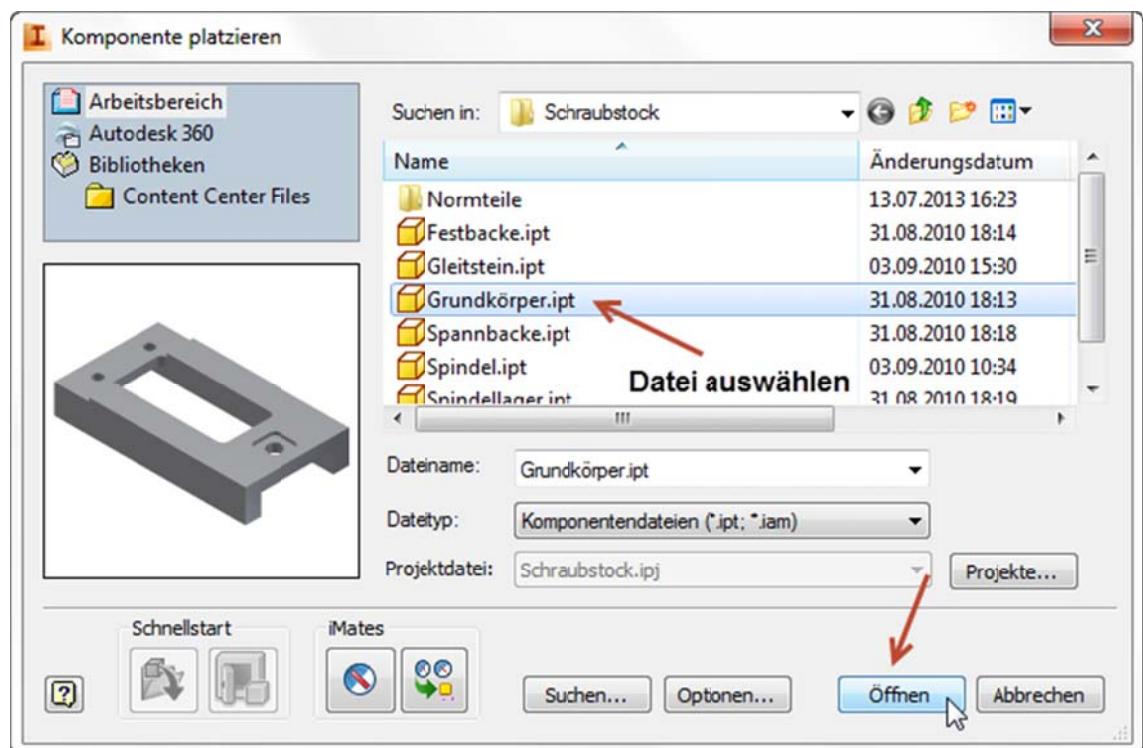


Abb. 5.4 Dialogbox Komponente platzieren

Wählen Sie die Datei **Grundkörper.ipt**, welche Sie bei den Übungen erstellt haben.

Die Komponente die Sie einfügen möchten hängt am Cursor. Über einen rechtsklick der Maus gelangen Sie in das Kontextmenü und können das Bauteil dann *Am Ursprung fixiert platzieren*. Damit wird dieses Bauteil abgelegt und erhält einen Pin im Browser. Das Bauteil hängt weiter am Cursor, so dass Sie die Komponente mehrfach einfügen könnten, siehe Abb. 5.5.

Den Befehl beenden Sie indem Sie die Taste **ESC** drücken oder über das Kontextmenü mit **Abbrechen (ESC)** oder **OK** wählen.

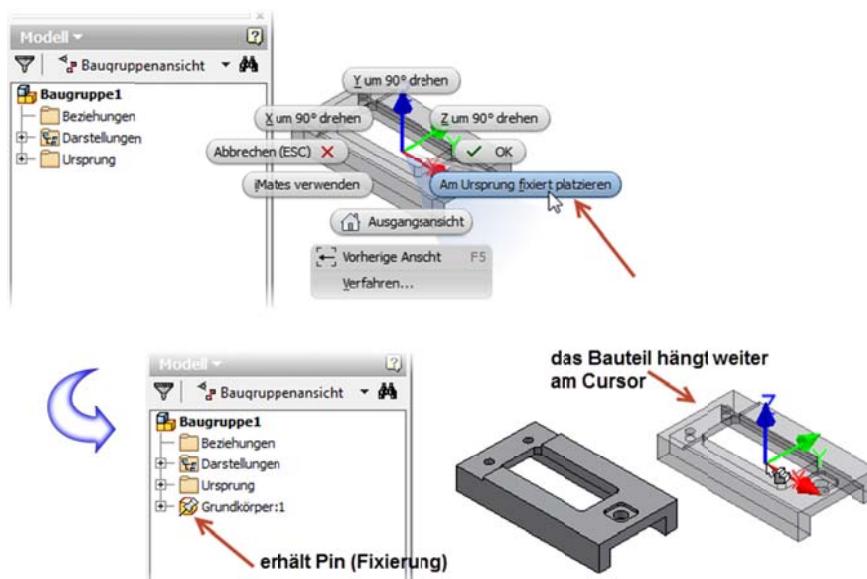


Abb. 5.5 erstes Bauteil einfügen

Dieses erste eingefügte Teil wird auch als *Basisteil* bezeichnet. Im Browser wird das Bauteil mit seinem Namen und der Erweiterung :1 geführt. Wird das Bauteil mehrfach eingefügt wird die Erweiterung hoch gezählt :2, :3 usw.

Der Pin bedeutet, dass das Teil fixiert ist und in seiner Position und Lage nicht verschoben oder verändert werden kann. Die Option *Am Ursprung fixiert platzieren* steht nur beim ersten Bauteil zur Verfügung. Die Darstellung entspricht der Isometrieeansicht in der Bauteildatei. So wie dort das Bauteil erzeugt wurde, so wird es im Zusammenbau dargestellt.

Es ist sinnvoll als erstes Bauteil die Komponente zu laden, an der die anderen Bauteile oder Baugruppen angebaut werden sollen, da dieses Teil auch die Isometrieansicht des Zusammenbaus steuert. Es würde also keinen Sinn machen, als erstes Teil eine kleine Schraube oder eine kleine Anschraubplatte zu nehmen.

Sollte das Basisteil in einer ungünstigen Lage erzeugt worden sein, finden Sie im *Anhang* unter *weitere Hinweise* eine Anleitung, wie Sie die Fixierung zum Ursprung ändern können. Damit würde sich auch die Ansicht ändern. Sollten Sie nur die Ansicht ändern möchten, dann können Sie dies auch über das Anpassen der Isometrieansicht machen. Siehe dazu unter 4.6.4 Anpassen der Isometrieansicht, Seite 169

Was tun wenn man zu viele Bauteile hat:

Häufig geschieht es, dass man beim Platzieren ausversehen zweimal klickt oder einen Doppelklick ausführt und dann das Bauteil zweimal eingefügt wurde. Zuviel eingefügte Bauteile lassen sich über den Eintrag im Browser löschen. Klicken Sie einfach im Browser auf den entsprechenden Eintrag und dann die Taste **Entf** oder über die *rechte Maustaste* → *Löschen*, siehe Abb. 5.6.

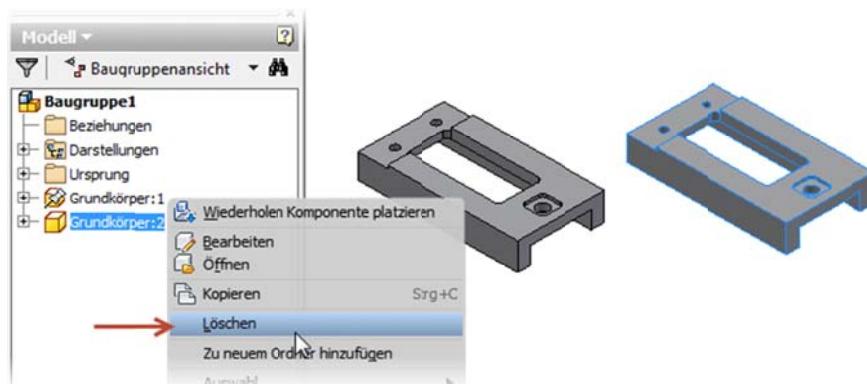


Abb. 5.6 Bauteile löschen

Sie können aber auch einfach das Bauteil im Zeichenbereich anklicken und dann die Entf-Taste drücken.

Weitere Bauteile platzieren:

Um weitere Bauteile in den Zusammenbau zu holen, aktivieren Sie den Befehl **Platzieren** erneut.

Wählen Sie im nächsten Schritt im Dialogfenster die Festbacke des Schraubstocks aus.

Dieses und jedes weitere Teil darf nicht mehr über *Am Ursprung fixiert platzieren* eingefügt werden und muss durch klicken in der Baugruppe abgelegt werden, siehe Abb. 5.7.

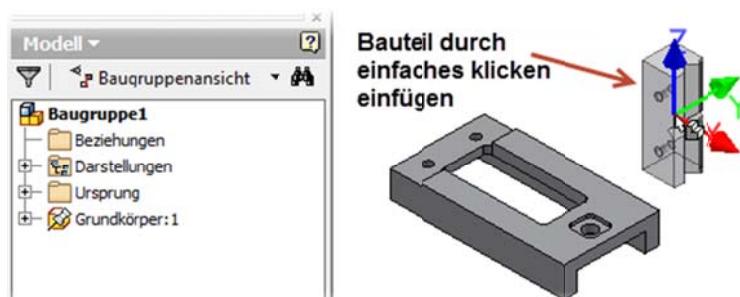


Abb. 5.7 weiteres Bauteil einfügen

Immer wenn Sie ein Bauteil abgelegt haben, hängt das Bauteil auch weiterhin am Cursor, bis Sie den Befehl beenden, siehe Abb. 5.8.

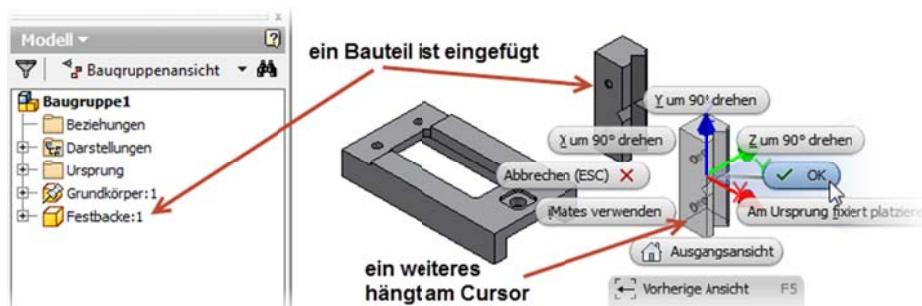


Abb. 5.8 weiteres Bauteil abgelegt, Befehl noch nicht abgeschlossen

Damit die Übersichtlichkeit vor allem bei größeren Zusammenbauten erhalten bleibt, ist es sinnvoll, zuerst ein weiteres Bauteil zu holen und dieses dann zunächst mit entsprechenden 3D-Abhängigkeiten zu versehen, bevor weitere Bauteile geladen werden.

5.3 Zusammenbau Abhängigkeiten

Ähnlich den 2D-Abhängigkeiten werden im Zusammenbau geometrische Abhängigkeiten vergeben, welche die Beziehung zwischen den Bauteilen definieren. So lange diese nicht vergeben sind, lassen sich die zusätzlich eingefügten Bauteile frei im Raum bewegen, es sei denn Sie werden, wie das erste Teil, mit der Eigenschaft *Fixiert* versehen.

5.3.1 Freiheitsgrade

Jedes Bauteil kann in 3 orthogonale Richtungen verschoben werden. In Richtung der X-Achse, in Richtung der Y-Achse und in Richtung der Z-Achse.

Diese Freiheitsgrade bezeichnet man als *translatorische Freiheitsgrade*.

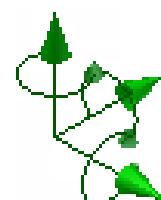
Zusätzlich zu diesen translatorischen Freiheitsgraden kann sich jedes Bauteil auch noch um diese 3 Achsen drehen.

Diese Freiheitsgrade bezeichnet man als *rotatorische Freiheitsgrade*.

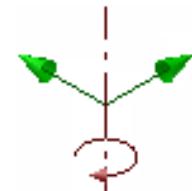
Jedes Bauteil besitzt damit 6 Freiheitsgrade:

3 translatorische und 3 rotatorische Freiheitsgrade.

Diese Freiheitsgrade kann man sich anzeigen lassen. Am Schwerpunkt des Bauteils erscheint dann das Symbol für die Freiheitsgrade. Wenn noch alle 6 Freiheitsgrade vorhanden sind, wird das nebenstehende Symbol angezeigt.



Wurden bereits Abhängigkeiten vergeben, dann fehlen dem Symbol entsprechende Pfeile. Welche Pfeile nicht mehr angezeigt werden hängt davon ab, welche 3D-Abhängigkeiten vergeben wurden. Im nebenstehenden Beispiel sind noch 3 Freiheitsgrade verfügbar. Der mittlere Pfeil (rot) symbolisiert, dass um diese Achse nur noch gedreht werden kann.



Den Befehl **Freiheitsgrade** finden Sie auf der *Registkarte Ansicht* im Bereich *Sichtbarkeit*, im linken oberen Eck des Bildschirms, siehe Abb. 5.9.

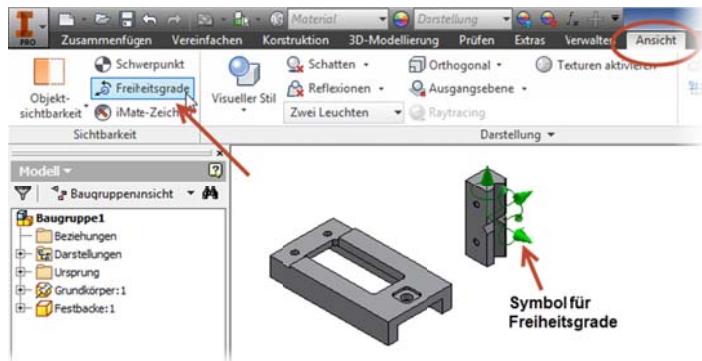


Abb. 5.9 Freiheitsgrade anzeigen lassen

5.3.2 3D-Abhängigkeiten

Es ist sinnvoll die einzelnen Komponenten so zusammen zu bauen, wie sie später auch in ihrer Funktion bestehen sollen. Das bedeutet, wenn sich ein Zahnrad später noch drehen soll, dann müssen auch die Abhängigkeiten entsprechend vergeben werden, dass sich das Zahnrad am Ende noch drehen kann.

Durch die Vergabe von Zusammenbau-Abhängigkeiten werden entsprechende Freiheitsgrade weggenommen bzw. blockiert. Dieses blockieren nennt man auch „Bestimmen“.

Der Befehl dazu heißt **Abhängig machen** und ist im Bereich *Beziehungen* der Schaltflächenleiste zu finden.



Wenn der Befehl **Abhängig machen** aktiviert wurde öffnet sich ein Dialogfenster, siehe Abb. 5.10.

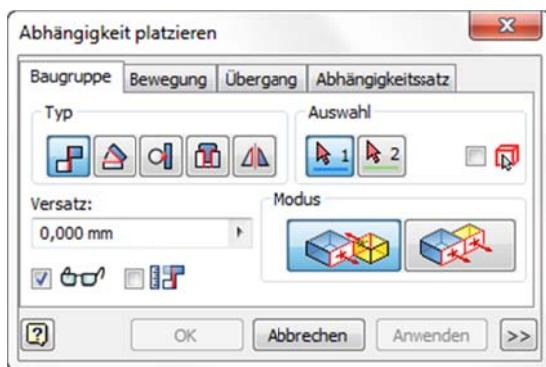


Abb. 5.10 Dialogbox Abhängig machen

Wie das Dialogfenster zu verstehen ist:

Im Bereich *Typ* gibt es 5 verschiedene Möglichkeiten mit denen Bauteile zueinander in Beziehung gesetzt werden können, siehe Abb. 5.11.

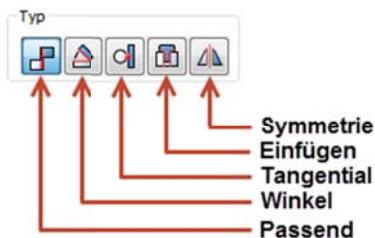


Abb. 5.11 Abhängigkeitstypen

Diese Typen wiederum können mit unterschiedlichen Modi vergeben werden.

- **Der Typ Passend**

Passend kann eine Abhängigkeit im Modus Passend oder Fluchtend erzeugen.

Modus Passend kann auf Flächen, Achsen, Kanten und Punkte angewendet werden.

Bei der Auswahl von ebenen Flächen zeigen die Flächennormalen gegeneinander.

Modus Fluchtend kann nur auf ebene Flächen angewendet werden. Die Flächennormalen zeigen dabei in dieselbe Richtung.

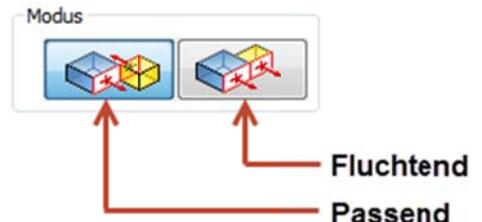


Abb. 5.12 Modi beim Typ Passend

- **Der Typ Winkel** 

Winkel kann in 3 verschiedenen Modi vergeben werden. Er lässt sich auf Flächen oder Kanten anwenden um diese entsprechend in eine bestimmte Richtung auszurichten.



Abb. 5.13 Modi vom Typ Winkel

Modus gerichteter Winkel heißt, es wird die rechte Hand Regel angewendet. Das Vorzeichen bei der Eingabe der Gradzahl des Winkels wird beachtet und die Richtung kehrt bei Vorzeichenenumkehr um.

Modus ungeleiteter Winkel heißt, der Winkel wird nicht ausgerichtet, er ist ungeleitet. Das Bauteil kann bei Bewegungen anderer Abhängigkeiten oder durch ziehen bzw. drehen auch mal die Richtung wechseln. Das Vorzeichen des Winkels wird also nicht beachtet. (Dieser Modus ist nicht empfehlenswert!)

Modus expliziter Referenzvektor bedeutet, die Richtung des Z-Achsenvektors (Vektorprodukt) wird explizit definiert, indem eine dritte Auswahl hinzugefügt wird. Dies verringert die Tendenz der Winkelabhängigkeit, beim Bewegen oder Ziehen einer Abhängigkeit zu einem alternativen Modus zu wechseln. Dies ist die Standardeinstellung.

- **Der Typ Tangential** 

Tangential kann zwischen Kanten, Flächen, Ebenen und Zylinder, Kugeln oder Kegeln angewendet werden. Diese Abhängigkeit führt zu einer Berühring im Tangentialpunkt der beiden Komponenten. Tangential kann in zwei unterschiedlichen Modi platziert werden, nämlich *Innerhalb* und *Außerhalb*, siehe Abb. 5.14.

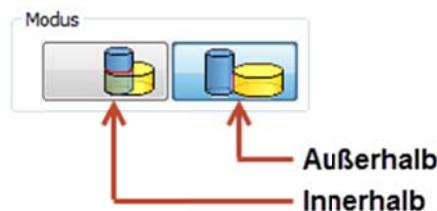


Abb. 5.14 Modi vom Typ Tangential

- **Der Typ Einfügen** 

Einfügen wird bei Rotationskörpern (Zylinder, Bolzen, Schrauben, Bohrungen, etc.) verwendet und eingesetzt.

Diese Abhängigkeit ist eine Kombination der Abhängigkeit Passend Fläche auf Fläche und der Abhängigkeit Passend Achse auf Achse. Durch anklicken der jeweiligen Kreiskanten wird die Fläche und die Achse bestimmt.

Wenn die Abhängigkeit angewendet wurde bleibt lediglich ein Rotationsfreiheitsgrad übrig.

Einfügen kann in zwei verschiedenen Modi auftreten. Diese sind *Ausgerichtet* oder *Entgegengesetzt*.

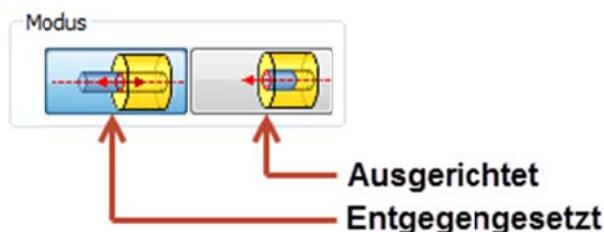


Abb. 5.15 Modi vom Typ Einfügen

- **Der Typ Symmetrie**



der Typ Symmetrie ähnelt der 2D-Abhängigkeit Symmetrisch.

Während bei den Skizzen die Symmetrielinie gezeigt werden muss, ist hier die Symmetrieebene zu zeigen.

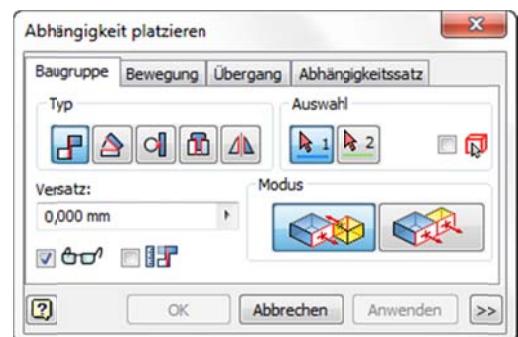
Wann immer Bauteile symmetrisch um eine Ebene (Bauteilebene oder auch Arbeitsebene) definiert werden müssen, kann diese Abhängigkeit verwendet werden.



Abb. 5.16 Auswahlsatz der 3D-Abhängigkeit Symmetrie

Bis jetzt wurden die Bereiche Typ und Modus aus der Dialogbox behandelt.

Was noch fehlt ist der Bereich Auswahl und der Bereich Versatz.



Im Bereich *Auswahl* wählen Sie die Bezugsgeometrie aus die für das Abhängigkeitspaar notwendig ist. Dabei dient der Farbbalken in den Buttons später als Unterscheidungsmerkmal bei der Bearbeitung der Abhängigkeit. Die entsprechende Farbe wird der ausgewählten Fläche oder Kante zugewiesen, welche beim Bearbeiten der Abhängigkeit wieder eingeblendet wird.

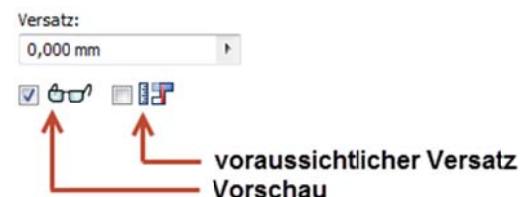


Wenn die Einstellung *Bauteil zuerst auswählen* aktiviert ist, muss zuerst die Komponente gewählt werden und danach die Fläche bzw. die Kante. Dies ist sinnvoll, wenn die Bauteile sehr eng beieinander liegen und sich sogar überlappen.

Empfehlung:

Schalten Sie diesen Schalter nur ein, wenn Sie ihn benötigen und lassen Sie ihn standardmäßig deaktiviert.

Im Bereich *Versatz* kann ein Abstand zwischen zwei Bauteilen definiert werden. Standardmäßig steht der Eintrag auf null. Wenn Sie einen Betrag eingeben wird je nach Ausrichtung und Vorzeichen des Wertes ein Abstand zwischen den ausgewählten Bauteilen eingestellt. Über das Vorzeichen wird die Richtung des Versatzes gesteuert.



Ist der Schalter für *voraussichtlicher Versatz* aktiviert, erscheint im Eingabefeld der aktuelle Abstandswert zwischen den Komponenten.

Empfehlung:

Lassen Sie diesen Schalter standardmäßig deaktiviert und schalten ihn nur zu, wenn Sie ihn wirklich verwenden möchten!!

Der Schalter Vorschau ist standardmäßig eingeschaltet. Er bewirkt, dass nach der Geometrieauswahl eine Vorschau der Abhängigkeit angezeigt wird und gleichzeitig ein „Plopp“ aus dem Lautsprecher des PC's ertönt, wenn die Abhängigkeit angewendet werden kann. Stimmt die Vorschau mit Ihren Vorstellungen überein, können Sie die Abhängigkeit mit dem Button Anwenden in der Dialogbox übernehmen und direkt weitere Abhängigkeiten vergeben.



Wenn Sie die Abhängigkeit vergeben haben schließen Sie die Dialogbox mit dem Button *OK*.

Mit der Zeit kann dieses „Plopp“ etwas nervig werden. Abgeschaltet wird es über die *Registerkarte Extras → Anwendungsoptionen* auf der *Registerkarte Baugruppe*, siehe Abb. 5.17.

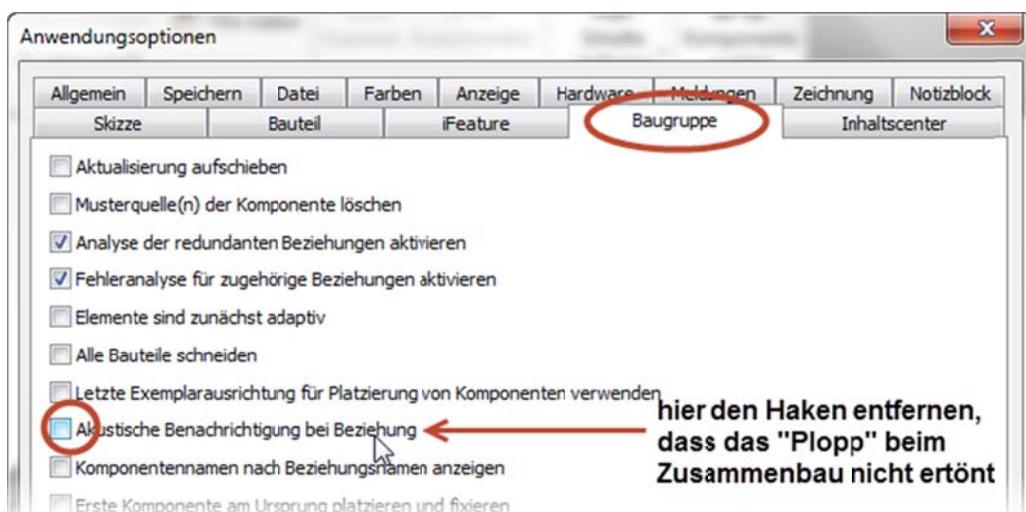


Abb. 5.17 Signalton „Plopp“ abschalten

Tipps für die Vergabe von Abhängigkeiten:

- Nachdem Sie eine Abhängigkeit vergeben haben, können Sie nach Beendigung der Dialogbox das Bauteil anklicken und mit gedrückter linker Maustaste ziehen und drehen, je nachdem welche Abhängigkeiten vergeben wurden.
Auf diese Weise lässt sich feststellen, wo und welche Abhängigkeiten fehlen.
- Sie können Abhängigkeiten auch auf die Ursprungselemente (Ebenen und Achsen) der jeweiligen Bauteile bzw. Baugruppen vergeben
- Ganz wichtig:
Erst klicken wenn das angezeigt wird was man haben möchte.
Beim Zusammenbau gilt: **What you see is what you get**
- Vermeiden Sie Abhängigkeiten auf Punkte zu vergeben.
Sie führen dazu, dass das Bauteil nur an diesem Punkt befestigt ist und in alle Richtungen rotieren kann.
- Wenn Sie zur Vergabe einer Abhängigkeit schlecht an die Geometrie ran kommen, können Sie das einzelne Bauteil anwählen und die Taste **G** drücken um das Bauteil unabhängig von den restlichen Bauteilen zu drehen. Die Dialogbox *Abhängigkeit platzieren* muss dazu geschlossen sein.

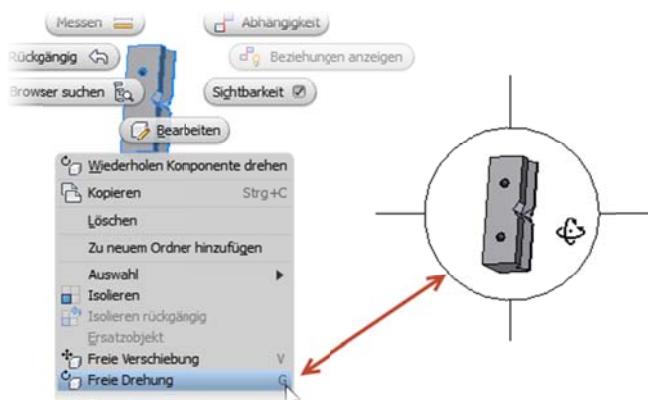
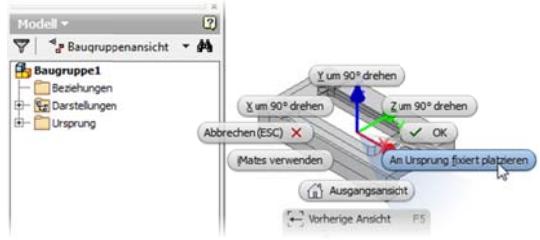
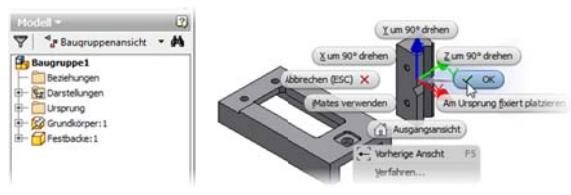
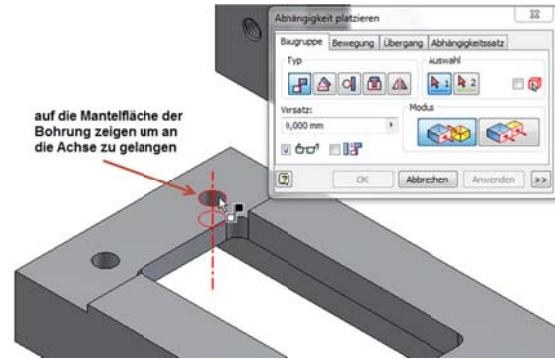
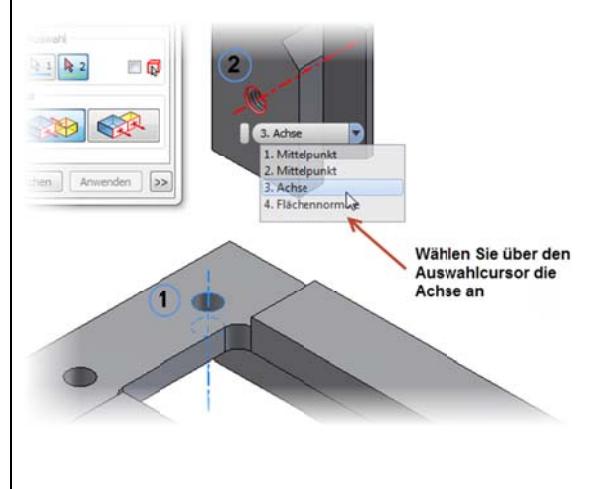
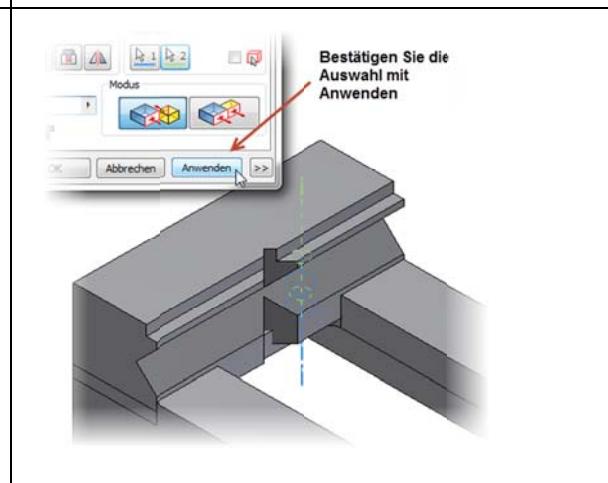
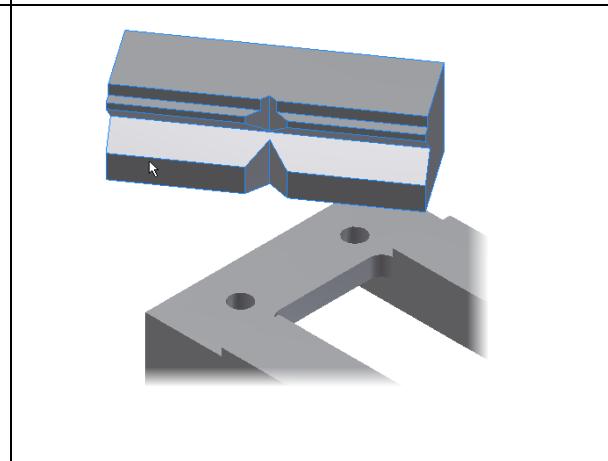
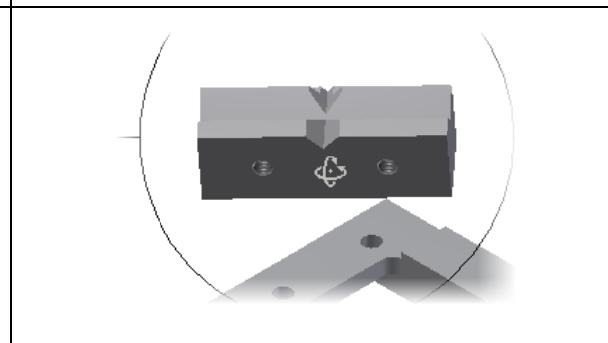


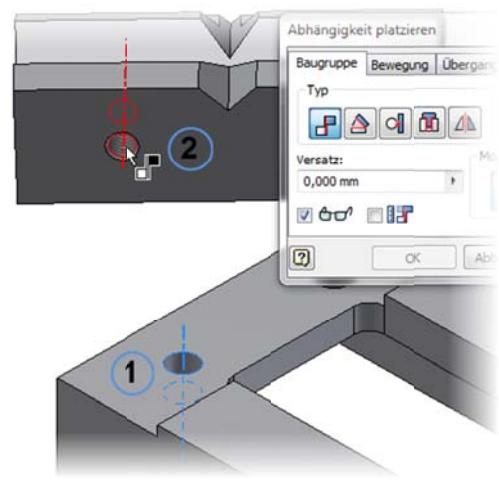
Abb. 5.18 Einzelne Komponente drehen

 Übung zum Zusammenbau:

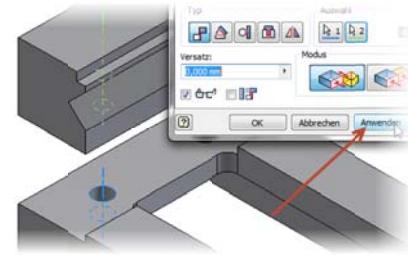
<p>Öffnen Sie eine neue Baugruppendatei mit der Vorlage HE-Zusammenbau.iam</p>	
<p>Starten Sie den Befehl Platzieren und holen Sie sich den Grundkörper in Ihre Baugruppe. Fixieren Sie es gleich am Ursprung. Beenden Sie die Platzierung mit der ESC-Taste.</p>	
<p>Starten Sie den Befehl Platzieren erneut und holen Sie sich die Festbacke in Ihre Baugruppe. Klicken Sie hier einmal um das Bauteil abzulegen. Beenden mit ESC.</p>	
<p>Starten Sie den Befehl Abhängig machen.</p>	 <p>Abhängig machen</p>
<p>Setzen Sie die Achsen der Bohrungen aufeinander mit: <i>Typ: Passend, Modus Passend</i>. Zeigen Sie dazu mit dem Cursor auf die Mantelfläche der Bohrung um an die Achse der Bohrung zu gelangen. Erst klicken, wenn die Achse angezeigt wird!</p>	 <p>auf die Mantelfläche der Bohrung zeigen um an die Achse zu gelangen</p>

<p>Zeigen Sie jetzt mit dem Cursor auf die Mantelfläche der unteren Gewindebohrung an der Festbacke. Sollte die Achse nicht gleich angezeigt werden, zoomen Sie in die Zeichnung hinein oder wählen Sie die Achse mit dem Auswahlcursor aus.</p>	
<p>Die Festbacke wird nun auf die Auflagefläche des Grundkörpers gezogen und die Achsen sind deckungsgleich.</p> <p>Bestätigen Sie die Vorschau mit <i>Anwenden</i> und schließen Sie das Dialogfenster mit <i>OK</i>.</p>	
<p>Klicken Sie nun die Festbacke an und ziehen Sie mit gedrückter linker Maustaste daran.</p> <p>Die Festbacke dreht sich um die vergebene Achse und lässt sich noch entlang dieser Achse verschieben.</p>	
<p>Klicken Sie die Festbacke an und drücken Sie Taste G. Drehen Sie das Bauteil so, dass Sie gut auf die Bodenfläche der Festbacke schauen.</p>	

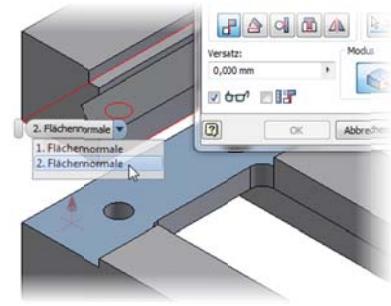
Starten Sie erneut den Befehl **Abhängig machen**. Klicken Sie nun die Achsen der beiden anderen Bohrungen an und setzen diese *Passend* aufeinander. Es spielt keine Rolle ob Sie zuerst die Bohrung am Grundkörper wählen oder zuerst die Gewindebohrung an der Festbacke.



Bestätigen Sie die Vorschau wieder mit Anwenden.

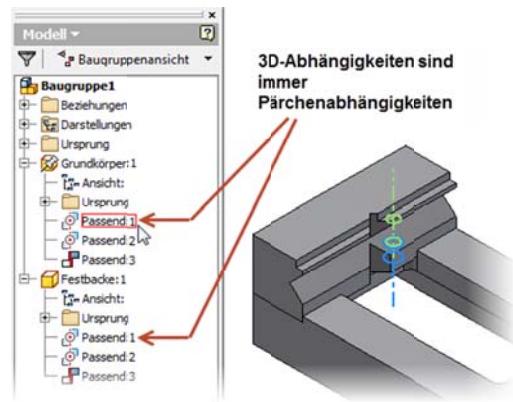


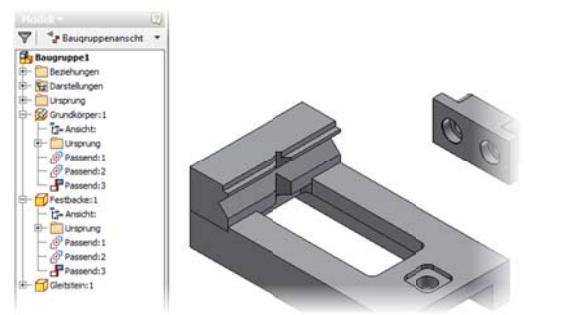
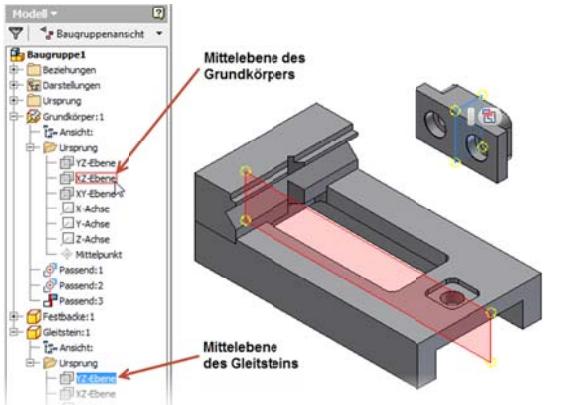
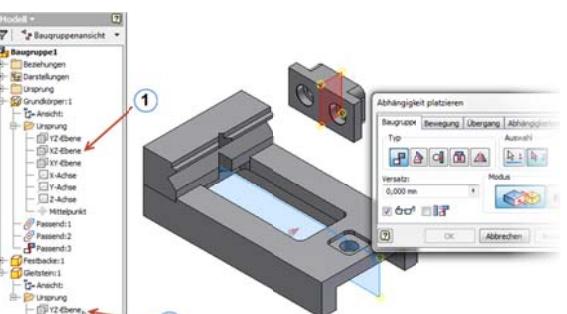
Klicken Sie auf die Auflagefläche am Grundkörper und wählen Sie die Bodenfläche der Festbacke mit dem Auswahlcursor an. Vergeben Sie die Abhängigkeit *Passend im Modus Passend*.



Die Festbacke lässt sich nun nicht mehr verschieben. Es wurden alle Freiheitsgrade weggenommen.

Schauen Sie sich im Browser durch öffnen der Pluszeichen an den Bauteilen die Struktur der Abhängigkeiten an.



<p>Laden Sie sich mit Platzieren den Gleitstein in Ihren Zusammenbau und speichern Sie die Datei unter Zusbau_Schraubstock ab.</p>	
<p>Öffnen Sie im Browser den Ordner Ursprung des Grundkörpers und des Gleitsteins, so dass Sie die Ursprungsebenen einsehen können.</p> <p>Wenn Sie die Ebenen gefunden haben klicken Sie diese an. Sollten Sie die Bauteile nicht mittig zum Ursprung erzeugt haben, erzeugen Sie sich die Mittelebene über Arbeitsebenen.</p>	
<p>Aktivieren Sie den Befehl Abhängig machen und vergeben Sie <i>Passend im Modus Passend</i> auf die Mittelebenen der Bauteile.</p> <p>Klicken Sie auf Anwenden und beenden Sie die Dialogbox.</p>	
<p>Drehen Sie die Baugruppe so dass Sie von unten darauf schauen können.</p>	

<p>Starten Sie Abhängig machen mit Passend / Passend und setzen die beiden Anlageflächen zueinander in Beziehung.</p> <p>Der Gleitstein soll in der Aussparung des Grundkörpers verschiebbar sein.</p>	
<p>Warten Sie mit dem Klicken, bis Sie die entsprechende Fläche angezeigt bekommen.</p> <p>Wenn die Vorschau stimmt bestätigen Sie die Abhängigkeit wieder mit Anwenden.</p>	
<p>Klicken Sie nun auf den Gleitstein und schieben Sie ihn mit gedrückter linker Maustaste vor und zurück.</p> <p>Diese Bewegung muss auch weiterhin frei bleiben, damit die Funktion später erfüllt wird.</p>	
<p>Speichern Sie die Baugruppe ab und fügen Sie nun selbständig die anderen Bauteile des Schraubstocks ein und vergeben Sie die entsprechenden Abhängigkeiten.</p>	

5.3.3 Einfügen von Unterbaugruppen

Eine Unterbaugruppe ist nichts anderes als ein separater Zusammenbau, welcher in einen Gesamtzusammenbau eingefügt wird.

Für das Einbauen einer Unterbaugruppe gelten die gleichen Regeln wie für ein Einzelteil auch. Sie platzieren statt einer IPT-Datei einfach eine IAM-Datei und bestimmen diese im Konsens des Gesamtzusammenbaus.

Im Browser erscheint statt des IPT-Symbols das Symbol für IAM, siehe Abb. 5.19.

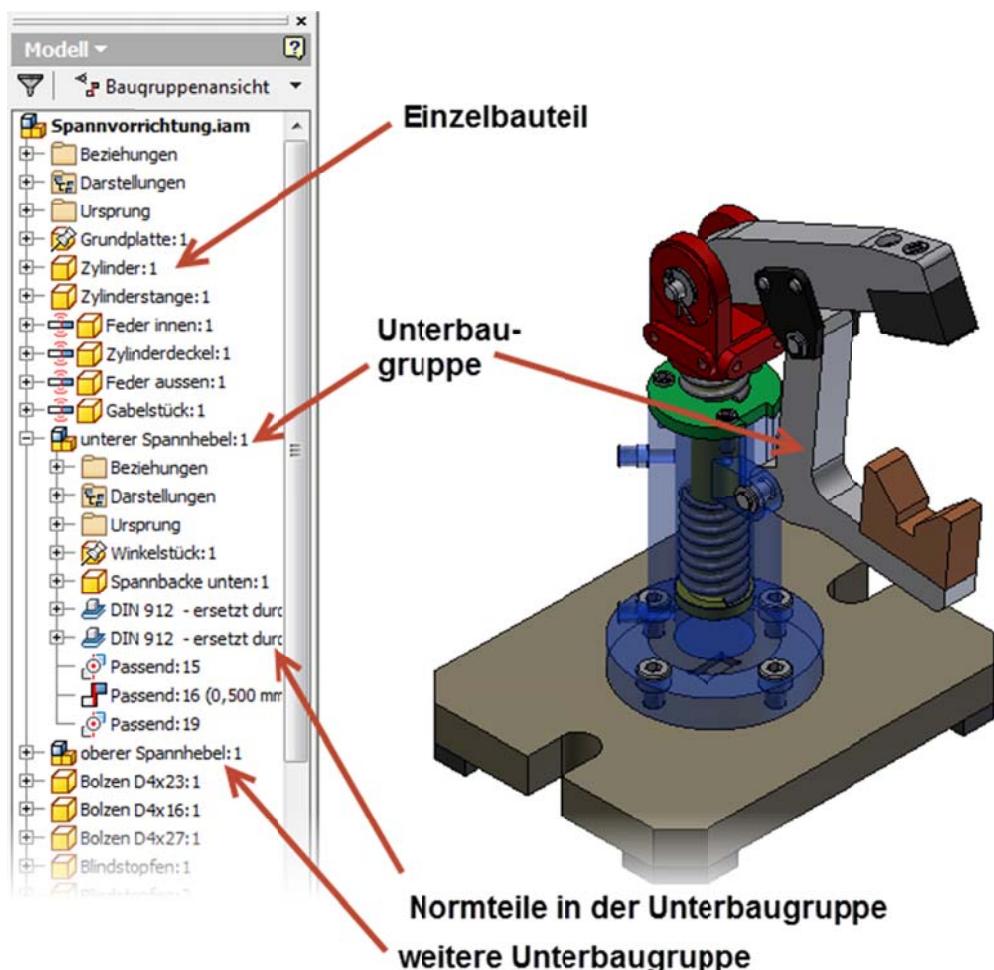


Abb. 5.19 Unterbaugruppen im Zusammenbau

5.4 Bearbeiten von Baugruppen und Komponenten

Wie auch bei der Erstellung von Bauteilen kommt es bei der Erstellung von einem Zusammenbau zu Problemen und Fehlern. Auch hier liegt der Schlüssel in der Bearbeitung der vergebenen Abhängigkeiten oder gar der nicht korrekten Einzelteile. Bereits bei der Bauteilmodellierung wurden die Hauptänderungen über den Browser gemacht und beim Zusammenbau geschieht dies meist auch im Browser.

5.4.1 Der Browser im Zusammenbau

Während bei der Bauteilmodellierung die Struktur und die einzelnen Elemente im Browser abgebildet wurden, werden im Zusammenbau die einzelnen Bauteile und deren zugehörigen 3D-Abhängigkeiten angezeigt, siehe Abb. 5.20.

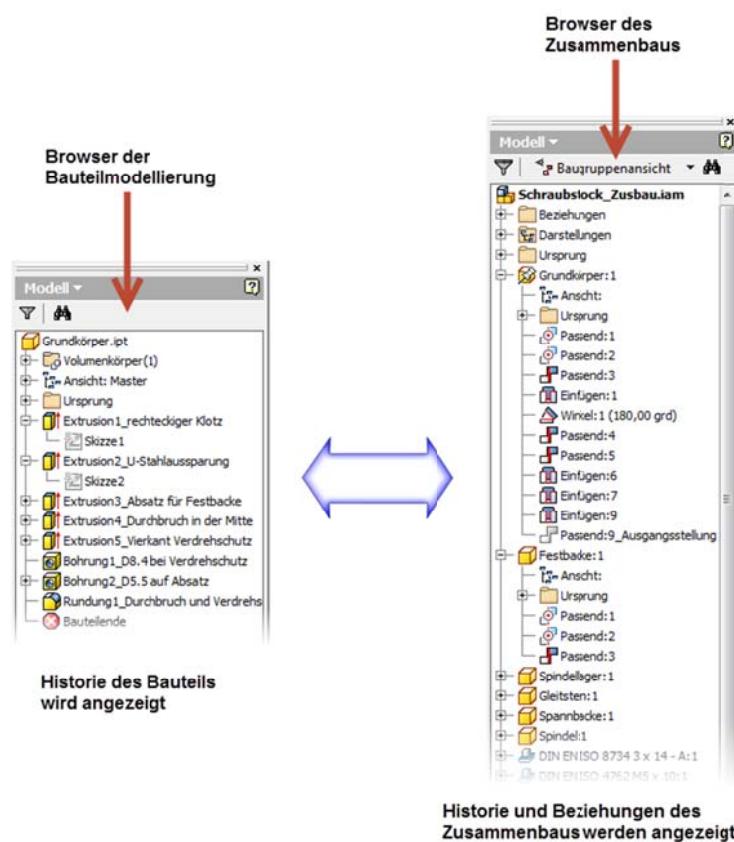


Abb. 5.20 Einzelteil gegenüber Zusammenbau

Die Zusammenbauabhängigkeiten werden im Browser jeweils an den Bauteilen angezeigt, denen sie zugeordnet sind. Da Zusammenbauabhängigkeiten immer in Pärchen vorkommen finden sich also immer an zwei Bauteilen die entsprechende Abhängigkeit, siehe Abb. 5.21.

Da der Basiskörper im Normalfall das Bauteil ist, an dem sich der Rest der Baugruppe „aufhängt“, ist es in der Regel auch das Teil mit den meisten Abhängigkeiten.

Wenn sich eine falsche Abhängigkeit ergeben hat oder die Abhängigkeit überflüssig wird, dann kann und muss sie im Browser markiert und gelöscht werden.

Wenn es bei 3D-Abhängigkeiten zu Problemen kommt, werden diese auch mit einem gelben Achtungsschild versehen und sollten dann entsprechend überarbeitet und korrigiert werden. Dieses Prozedere ist bereits aus der Bauteilmodellierung bekannt.

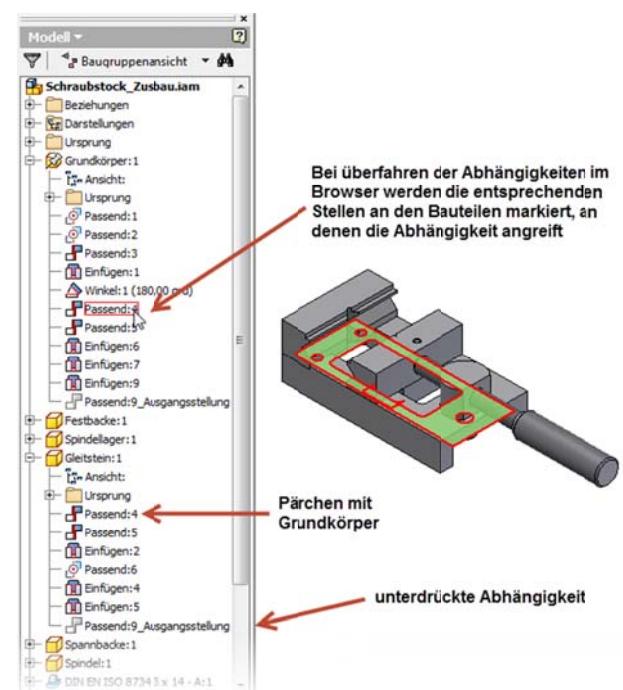


Abb. 5.21 Abhängigkeiten im Browser

Zusammenbauabhängigkeiten können bei Bedarf auch unterdrückt werden. Es kommt häufig vor, dass man sich eine Abhängigkeit setzt um einen definierten Ausgangszustand zu bestimmen und diese Abhängigkeit wird dann im Nachhinein unterdrückt, damit die Bewegung simuliert werden kann, siehe Abb. 5.21 bei unterdrückte Abhängigkeit.

Diese unterdrückten Abhängigkeiten werden ausgegraut dargestellt und haben keine Funktion mehr. Eine Unterdrückung bewirkt also einen Zustand, als ob die Abhängigkeit gar nicht mehr da wäre.

Wenn Sie bei der Bauteilkonstruktion mit Arbeitselementen (Ebenen, Achsen) konstruiert haben, können diese in der Ansicht des Zusammensbaus stören.

Um diese schnell und einfach auszublenden gibt es im Zusammenbau im Browser einen Filter, der alle Arbeitselemente auf einmal ausblendet, siehe Abb. 5.22.

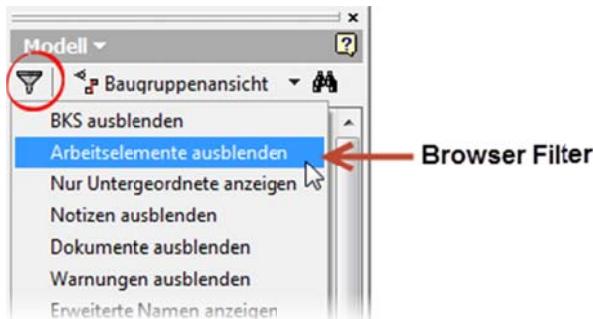


Abb. 5.22 Der Browser Filter

Über diesen Filter können mit einem Klick alle Arbeitselemente ausgeblendet werden.

5.4.2 Komponenten bearbeiten im Zusammenbau

Wenn man die Einzelbauteile in der Baugruppe so mit Abhängigkeiten versieht, wie sie in der Praxis auch zusammen gebaut werden würden, wird auf diese Weise gleich die Konstruktion auf Funktionstüchtigkeit geprüft.

Setzt man z. Bsp. die Achsen von Bohrungen aufeinander und kann diese Abhängigkeit ohne Fehlermeldung angebracht werden, so stimmen die Abstände der Bohrungen auch in der Fertigung überein.

Kommt es aber beim Erstellen dieser Abhängigkeit zu einer Fehlermeldung, dann stimmen die Bohrungen schon in der Bauteilkonstruktion nicht, was zu einer falschen Zeichnung und somit zu einer falschen Fertigung führt.

Die Fehlermeldung bei den 3D-Abhängigkeiten ähnelt denen der Bauteilmodellierung, siehe Abb. 5.23.

Hat man sich bei der Auswahl vertan, dann auf Abhängigkeit bearbeiten und die Auswahl korrigieren.

Muss man in die Bauteilbearbeitung gehen, dann die Abhängigkeit akzeptieren.

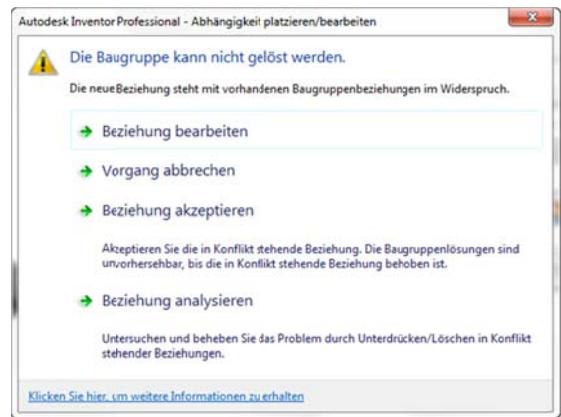


Abb. 5.23 Fehlermeldung der Zusammenbauabhängigkeiten

Wenn Sie einen Fehler in Ihrer Bauteilkonstruktion gemacht haben, können Sie direkt im Zusammenbau diesen Fehler beheben.

Lassen Sie sich das entsprechende Bauteil anzeigen und klicken im Kontextmenü auf *Bearbeiten*. Das Bauteil wird im Kontext des Zusammenbaus geöffnet, während die restlichen Komponenten ausgegraut werden, siehe Abb. 5.24. Der Browser stellt um auf die Modellierungsansicht und bietet die entsprechenden Bauteilelemente zur Bearbeitung an.

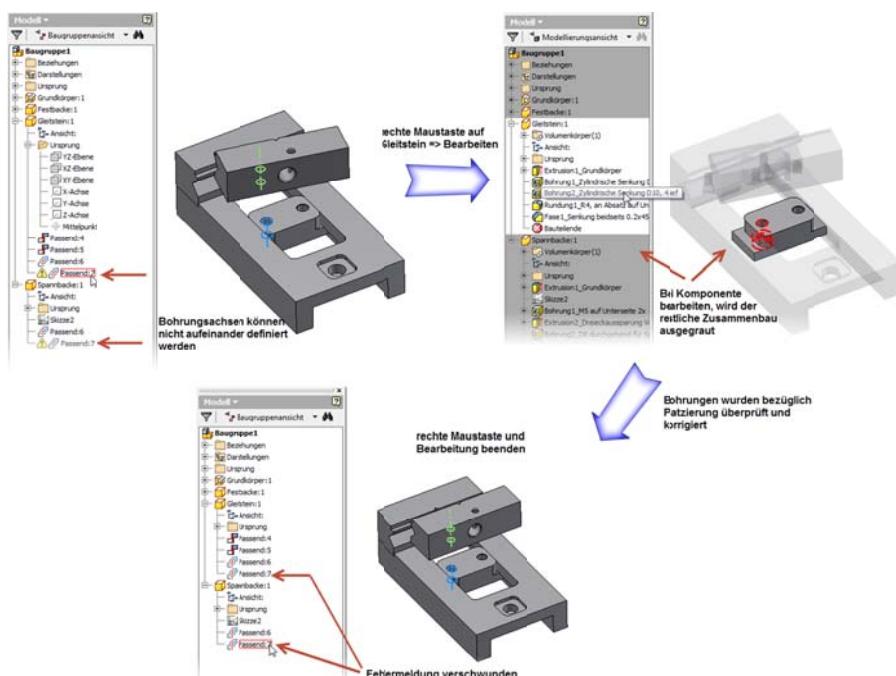


Abb. 5.24 Bauteilbearbeitung im Zusammenbau

Über die rechte Maustaste lassen sich die einzelnen Komponenten auch aus dem Zusammenbau heraus öffnen. Sie werden dann in der Einzelteilbearbeitung geändert und erst nach dem Speichern im Zusammenbau automatisch aktualisiert.

5.5 Das Inhaltscenter und seine Normteile

Was wäre ein Zusammenbau ohne Schrauben, ohne Sicherungsringe oder ohne Splinte?

Inventor enthält deshalb eine umfangreiche Datenbank mit Normteilen aller Art bereit. Diese lassen sich schnell und unkompliziert einfügen.

Der entsprechende Befehl dazu lautet **Aus Inhaltscenter platzieren** und befindet sich unter dem Befehl Platzieren, indem das kleine Dreieckchen erweitert wird.

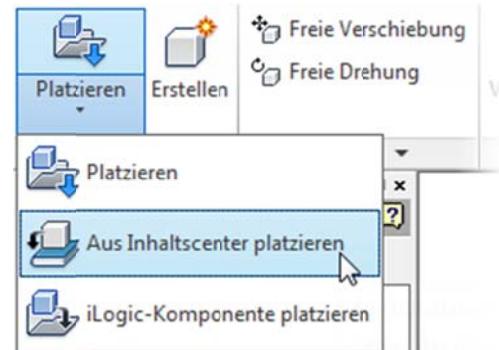


Abb. 5.25 Aus Inhaltscenter platzieren

Nach Aktivierung des Befehls benötigt man einen Moment Geduld, da zunächst mal alle Datenbanken geladen werden müssen. Dieser Vorgang geschieht nur beim ersten Mal, danach erscheint das Inhaltscenter deutlich schneller.

Dann erscheint ein Fenster, indem Sie auswählen können welche Normteile Sie benötigen, siehe Abb. 5.26.

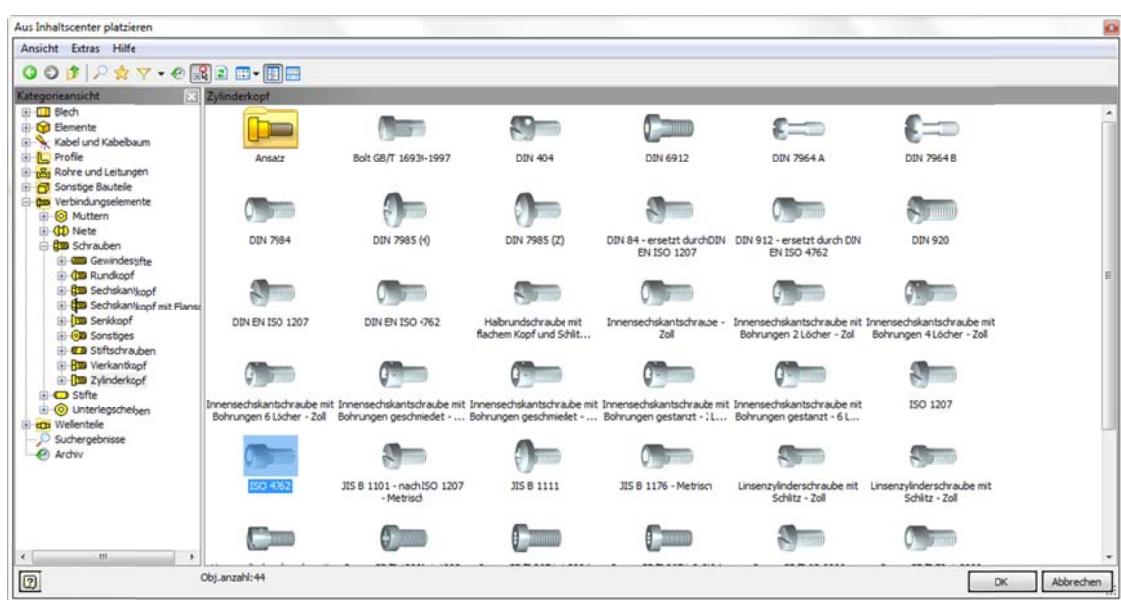


Abb. 5.26 Dialogbox Inhaltscenter

In der Kategorieansicht können Sie eine Vorselektion der Kategorie einstellen. Je nach Auswahl bekommen Sie im rechten Bereich eine Voransicht der entsprechenden Normteile, welche die Datenbank enthält.

Die Schalter in der Werkzeugeiste dienen der Navigation durch das Inhaltscenter.

Mit den *Navigationsschaltern* können Sie im Inhaltscenter Vor und Zurück schalten, ähnlich einem Internetbrowser. Der dritte Knopf schaltet in die nächst höhere Kategorie.



Mit dem Button *Suchen* aktivieren Sie ein Suchfeld, in welches Sie die Bezeichnung eines Normteils eingeben können um danach suchen zu lassen.



Mit dem Button *Favoriten* können Sie sich bevorzugte Normteile definieren, um sie dann unter den Favoriten schneller zu finden.



Mit dem Button *Filter* aktivieren Sie eine Filtereinstellung die es ermöglicht nur bestimmte Normen anzeigen zu lassen. Wenn Sie das Dreieckchen öffnen können Sie die Einstellung aktivieren.



Die Daten des Inhaltscenters werden nicht standardmäßig im Projekt-
pfad abgelegt, da das Inhaltscenter einen eigenen Speicherort hat.

Deshalb muss man für die Normteile beim Anlegen des Projektes einen
eigenen Ordner definieren. Wie das geht wird in Kapitel 2.5 Das Anlegen
eines Projektes auf Seite 42 erklärt.

Optimaler Weise sollte der Normteilpfad beim Anlegen des Projektes de-
finiert werden. Die Einstellung sieht dann so aus:

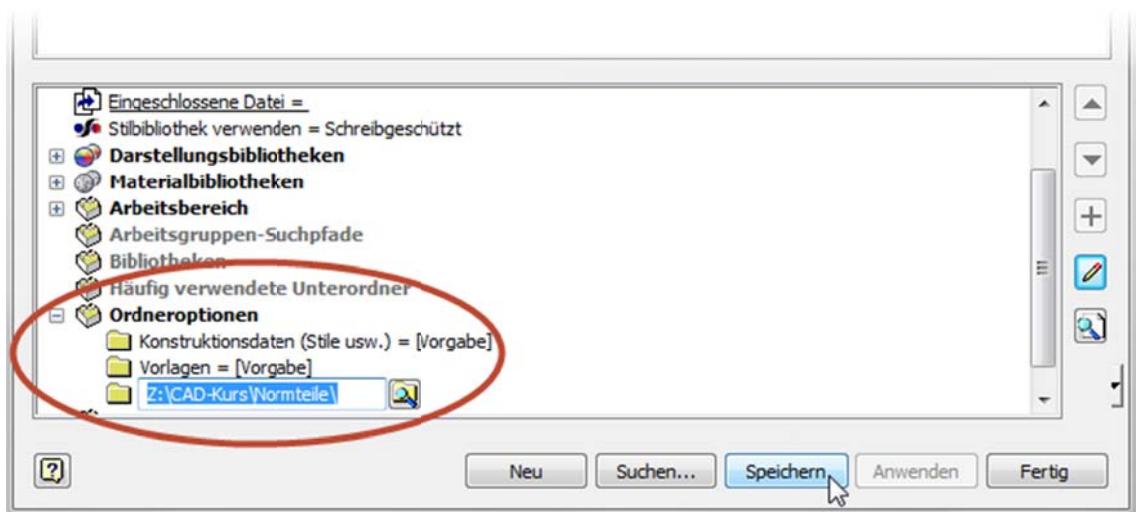
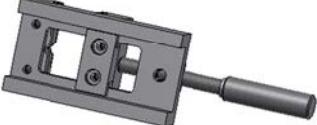
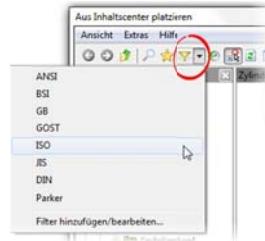
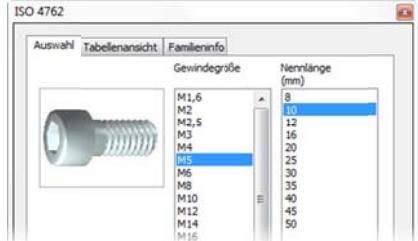


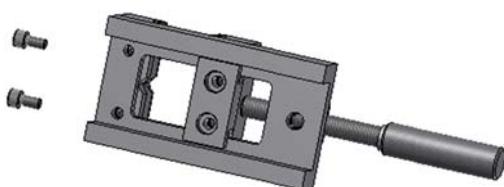
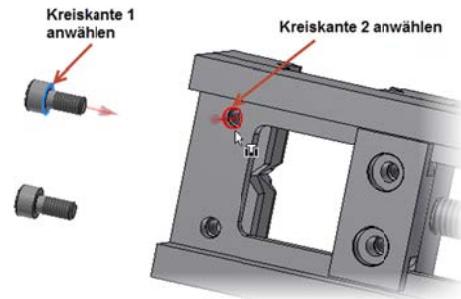
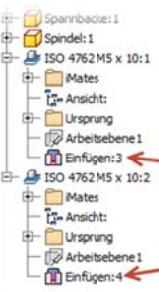
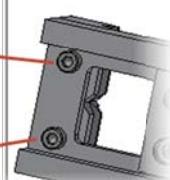
Abb. 5.27 Normteilpfad des Projektes

Wurde diese Einstellung beim Anlegen des Projektes versäumt, werden
die Normteile in Ihrem Windows Profil gespeichert und stehen anderen
Personen nicht zur Verfügung.

**Diese Einstellung müssen Sie in jedem Projekt vornehmen, da es ei-
ne Projekt spezifische Einstellung ist !!!!**

 Übung zum Inhaltscenter:

<p>Öffnen Sie wieder den Zusammenbau Zusbau_Schraubstock.iam und drehen Sie sich den Zusammenbau so, dass Sie von unten darauf schauen können.</p>	 
<p>Starten Sie nun das Inhaltscenter über den Button Aus Inhaltscenter platzieren.</p>	
<p>Suchen Sie nach der Zylinderkopfschraube ISO 4762 M5x10. Benutzen Sie hierzu den <i>Filter</i> und stellen die Option <i>ISO</i> ein.</p>	
<p>Klicken Sie in der rechten Seite auf das Schraubensymbol ISO 4762 und klicken Sie dann einmal in Ihren Zusammenbau um eine Schraube abzulegen. Wählen Sie im aufgehenden Dialogfenster die entsprechenden Schraubengröße M5x10 aus und klicken auf <i>Anwenden</i>.</p>	

<p>Legen Sie die Schraube zweimal ab und beenden Sie das Einfügen mit ESC oder über die rechte Maustaste Fertig.</p>	 
<p>Beenden Sie die Inhaltscenterfenster jeweils mit dem Button Abruchen.</p>	
<p>Starten Sie nun die Abhängigkeit Einfügen. Klicken Sie die untere Kreiskante 1 des Zylinderkopfes an und dann die Kreiskante 2 der Bohrung.</p>	
<p>Wiederholen Sie die Befehlskette an der zweiten Schraube und fügen Sie auch diese in den Zusammenbau ein.</p>	 
<p>Speichern Sie die Baugruppe ab und fügen Sie nun selbständig die restlichen Normteile ein und vergeben Sie die entsprechenden Abhängigkeiten.</p>	

5.5.1 Normteile ändern oder ersetzen

Normteile müssen öfters geändert werden, weil sich die Größe ändert oder eine andere Art verwendet werden soll.

Diese nachträgliche Bearbeitung erfolgt über den Browsereintrag des Normteiles.

Markieren Sie dazu das entsprechende Normteil im Browser und klicken mit der rechten Maustaste darauf, siehe Abb. 5.28.

Wählen Sie entsprechend dem was Sie machen möchten den Eintrag **Größe ändern...** oder **Aus Inhaltscenter ersetzen...**.

Je nachdem gelangen Sie in das entsprechende Dialogfenster.

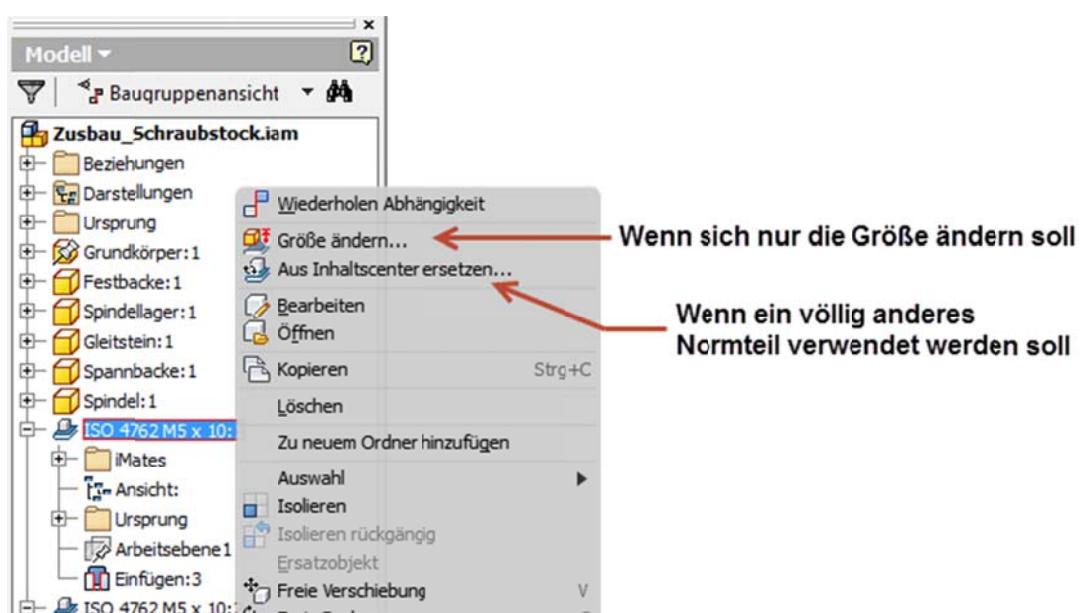


Abb. 5.28 Inhaltscenterdaten ändern

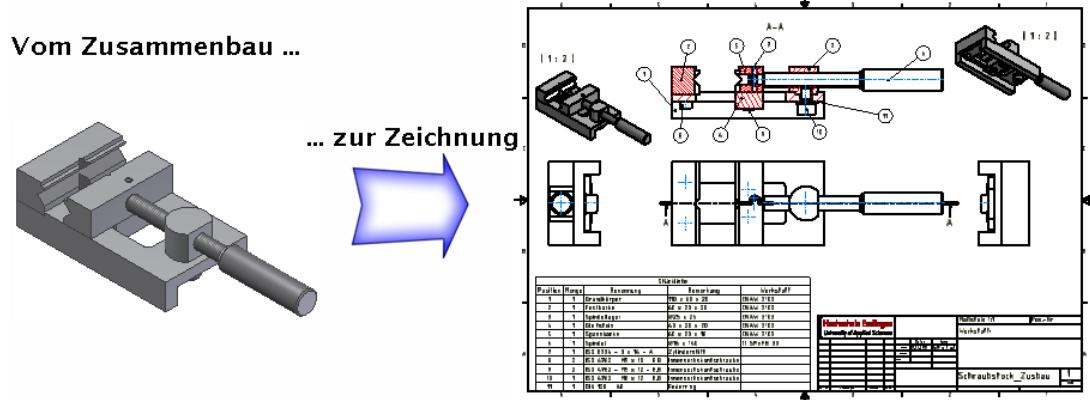
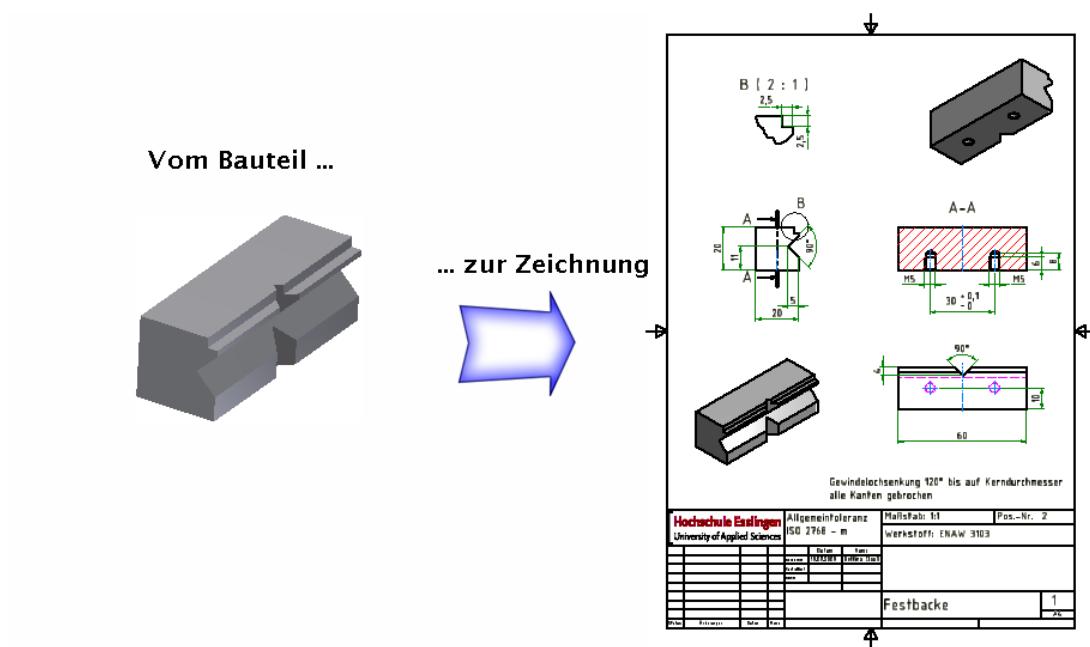
5.6 Verständnisfragen

- V5.1: Welche Besonderheit bringt das erste Bauteil einer Baugruppe mit?
- V5.2: Wie werden mehrfach eingefügte Bauteil unterschieden?
- V5.3: Wie viel Freiheitsgrade besitzt jedes weitere eingefügte Element und wie teilen sie sich auf?
- V5.4: Wie viel Abhängigkeitstypen kennen Sie und wie heißen diese?
- V5.5: Welcher Winkel Modus sollte nicht verwendet werden?
- V5.6: Welche Besonderheit hat die Abhängigkeit Einfügen?
- V5.7: Wie und wo lassen sich Abhängigkeiten bearbeiten?
- V5.8: Was steckt hinter dem Begriff Inhaltscenter?
- V5.9: Auf was muss man bei den Dateien von Normteilen achten?

6 Zeichnungsableitung

Kleiner Überblick oder was Sie hier lernen sollen:

- wie hängen 3D-Konstruktion und 2D-Zeichnung zusammen
- wie entstehen aus 3D-Konstruktionen 2D-Zeichnungen
- wie werden Schnittansichten erzeugt
- wie kommt man an einen Zeichnungsrahmen und ein Schriftfeld
- was sind Positionsnummern und wie wird eine Stückliste erstellt



6.1 Wie hängen 3D-Konstruktion und 2D-Zeichnungen zusammen

Nachdem sich der Hauptteil des Skriptes eigentlich im 3D-Bereich abspielt stellt sich die Frage, warum 2D-Zeichnungen.

Da die papierlose Fertigung zwar schon lange Vision ist, aber immer noch nicht Wirklichkeit, ist es für die Herstellung der konstruierten Bauteile notwendig, eine Fertigungszeichnung zu erstellen. Und genau die ist eine 2D-Zeichnung.

Der Vorteil liegt aber darin begründet, dass die Ansichten heute fast automatisch erzeugt werden und nur noch bemaßt und mit entsprechenden Toleranzen und Oberflächenzeichen versehen werden müssen.

Die 2D-Zeichnung und das 3D-Modell sind bidirektional voneinander abhängig. Das bedeutet, dass Änderungen die am Modell gemacht werden sofort in die Zeichnung übertragen werden. Andersherum führen Änderungen, die an der Modellbemaßung in der Zeichnungsableitung gemacht werden, ebenfalls zu einer Änderung am Modell.

Da die Abhängigkeit also in beide Richtungen besteht, spricht man von einer bidirektionalen Abhängigkeit.

Die Änderungen in der Zeichnung werden aber seltener vorgenommen, da in der Zeichnungsableitung meist keine Modellmaße verwendet werden. Die Bemaßung, welche in der Zeichnungsableitung verwendet wird ist parametrisch mit dem Modell und dessen Kanten verknüpft, es handelt sich dabei aber nicht um die „wirklichen“ Modellmaße.

Man kann aber jederzeit aus der Zeichnungsableitung das Bauteil öffnen und Änderungen direkt umsetzen.

6.2 Wie entsteht eine 2D-Zeichnung

Um eine 2D-Zeichnung zu erzeugen muss eine neue Zeichnungsdatei (IDW-Inventordrawing) angelegt werden.

Dies geschieht über den Button **Neu** und dann auswählen der Zeichnungsvorlage HE-Zeichnung.idw oder Norm.idw.



HE-Zeichnung.idw

Wenn die Vorlage geöffnet wurde stellen Sie fest, dass die Schaltflächenleiste automatisch zur Zeichnungsumgebung gewechselt hat, siehe Abb. 6.1.

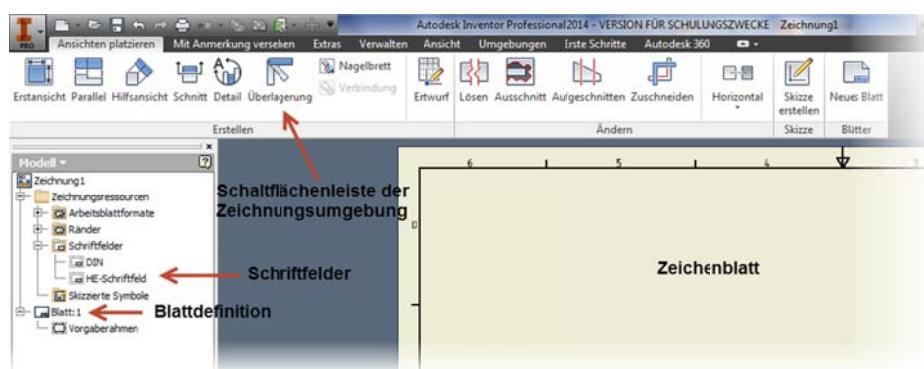


Abb. 6.1 Umgebung der Zeichnungsableitung

6.2.1 Blattgröße und Schriftfeld definieren

Wenn eine neue Zeichnungsvorlage geöffnet wurde, wird automatisch ein Blatt der Größe DIN-A3 angelegt, welches mit einem Zeichnungsrahmen versehen ist.

Die Blattgröße kann im Browser bearbeitet werden. Zeigen Sie mit der Maustaste auf den Eintrag Blatt und drücken Sie die rechte Maustaste.



Wählen Sie den Eintrag *Blatt bearbeiten...*.

Im sich öffnenden Dialogfeld lässt sich die Blattgröße definieren.

Abb. 6.2 Blattgröße einstellen

Der Zeichnungsrahmen passt sich automatisch der eingestellten Blattgröße an. Er kann nicht bearbeitet werden.

Über dem Eintrag Blatt befindet sich der Ordner für die Schriftfelder.

Öffnen Sie das Plus bei den Schriftfeldern. Klicken Sie auf den Eintrag HE-Schriftfeld und drücken Sie die rechte Maustaste. Klicken Sie auf *Einfügen* um das HE-Schriftfeld einzufügen. Es öffnet sich ein Dialogfenster in dem Sie den Maßstab, die Positionsnummer und den Werkstoff eingeben sollen. Bestätigen Sie die Dialogbox mit *OK*. (siehe Abb. 6.3)

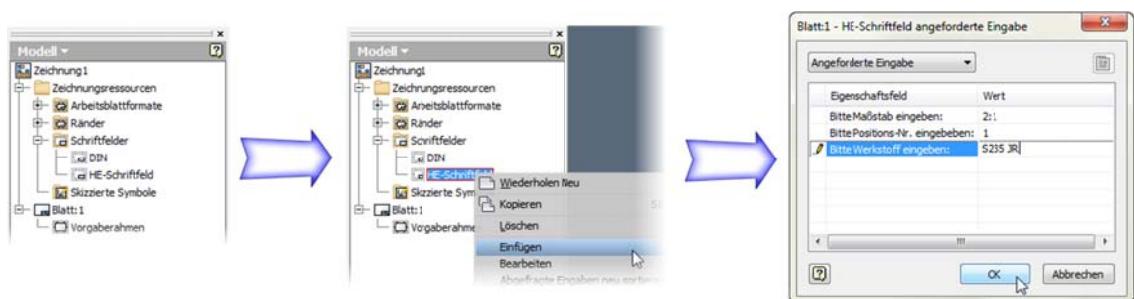


Abb. 6.3 HE-Schriftfeld einfügen

Wenn Sie die Felder ausgefüllt und mit OK bestätigt haben wird das Schriftfeld in der rechten unteren Ecke des Zeichnungsrahmens eingefügt.



Abb. 6.4 HE-Schriftfeld

Wenn Sie das DIN Schriftfeld einfügen, kommt es zu keiner Abfrage und das Schriftfeld wird gleich eingefügt.

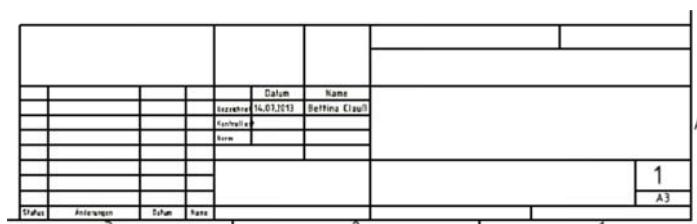


Abb. 6.5 DIN – Schriftfeld

Im Browser ist unterhalb des Eintrages Blatt ein Eintrag HE-Schriftfeld dazugekommen, siehe Abb. 6.6.

Möchten Sie die Angaben (Maßstab, Positionsnummer oder Werkstoff) ändern, öffnen Sie das Plus beim Schriftfeld und klicken mit rechter Maustaste auf *Feldtext bearbeiten*. In dem Dialogfenster können Sie die Angaben entsprechend abändern. Die Änderungen werden nach Schließen des Dialogfensters übernommen.

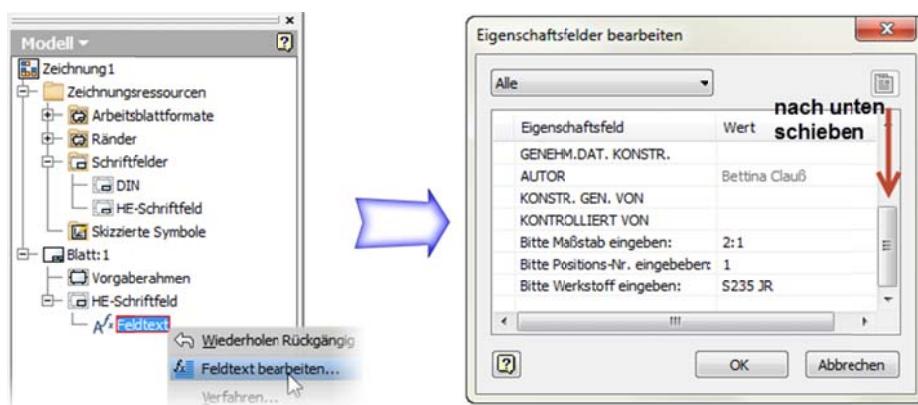


Abb. 6.6 Feldtext bearbeiten

Der Zeichnungsname wird unten rechts im Schriftfeld automatisch eingetragen, wenn die Zeichnung zum ersten Mal gespeichert wird. Er wird aus dem Namen der Bauteildatei übernommen.

Zusätzliche Angaben die ins Schriftfeld eingetragen werden sollen, müssen mit dem Befehl **Text** auf der Registerkarte *Mit Anmerkungen versehen* gemacht werden.

6.2.2 Erstellen der Erstansicht

Als erste Ansicht wird immer eine so genannte Basisansicht oder Erstansicht erstellt. Sie entscheidet über die Lage und Position der weiteren Ansichten und kann im Nachhinein nur noch bedingt geändert werden.

Die **Erstansicht** wird mit dem Befehl **Erstansicht** erstellt. Er befindet sich auf der *Registerkarte Ansichten platzieren* an erster Stelle.



Wenn der Befehl gestartet wurde erscheint das Dialogfenster Zeichnungsansicht, siehe Abb. 6.7.

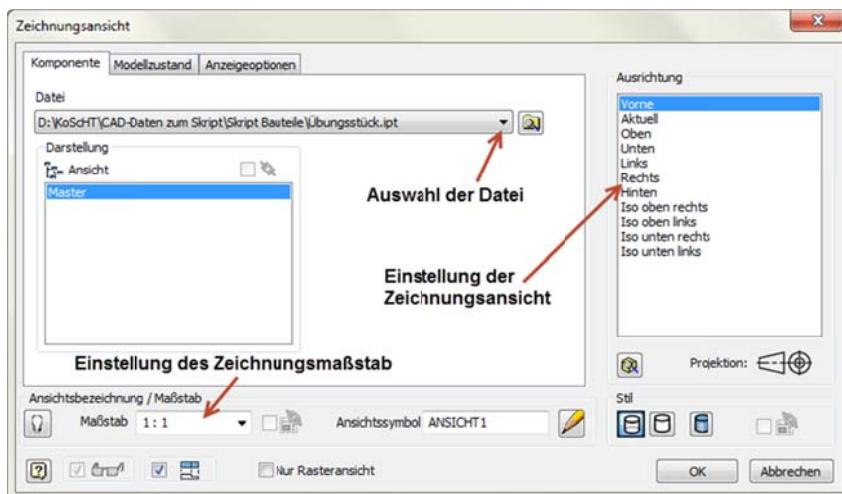


Abb. 6.7 Erstansicht erstellen

Im Bereich *Datei* wird das 3D-Modell von dem eine Zeichnungsableitung erstellt werden soll ausgewählt. Ist im Hintergrund eine Datei geöffnet, wird diese angeboten. Sind mehrere Dateien geöffnet kann mit dem kleinen Pfeilchen die entsprechende Datei ausgewählt werden.

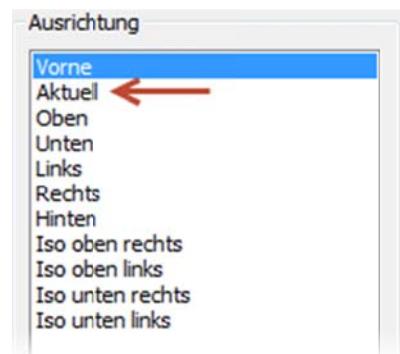
Ist keine Datei geöffnet oder nicht die passende, kann über den Button Luppenordner die entsprechende Datei gesucht und geöffnet werden. Mit ihm gelangt man in den Dateiexplorer.



Im Bereich Maßstab wird der Zeichnungsmaßstab eingestellt. Im Hintergrund erscheint bereits eine Vorschau auf das ausgewählte Modell. Mit dem Dreieckchen lassen sich voreingestellte Maßstäbe abrufen.

Im Bereich *Ausrichtung* kann aus vordefinierten Ansichtsausrichtungen die entsprechende Zeichnungsansicht gewählt werden.

Passt keine der vordefinierten Ansichten, kann über die Einstellung *Aktuell* eine benutzerdefinierte Ansicht erzeugt werden. Dazu müssen Sie das 3D-Modell so platzieren, dass es in der Ansicht erscheint, welche Sie haben möchten. Danach auf den Eintrag *Aktuell* und es wird diese eingestellte Ansicht verwendet.



Im Bereich *Stil* wird definiert, ob die Zeichnungsansicht mit oder ohne verdeckte Kanten oder im Modus schattiert dargestellt werden soll.



Mit dem Button **OK** wird das Dialogfenster geschlossen und die Erstansicht wird auf dem Blatt abgelegt.

Durch Ziehen des Cursors in die entsprechenden Richtungen, können sofort im Anschluss entsprechende Parallelansichten erzeugt werden.

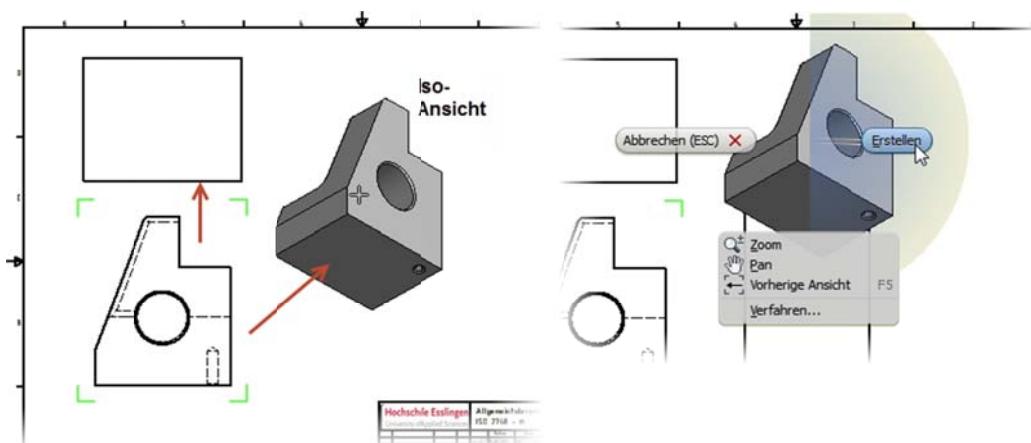
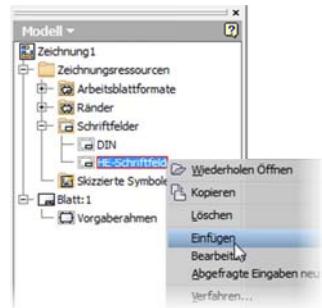
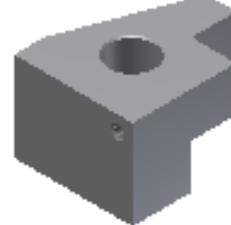
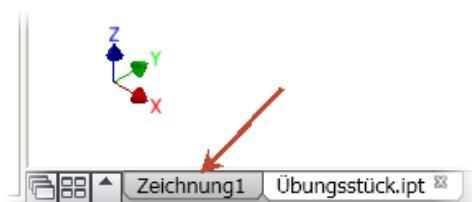


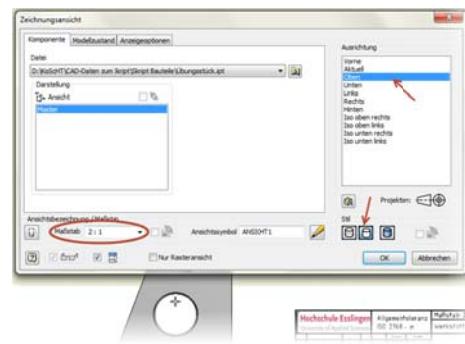
Abb. 6.8 Basisansicht mit anschließender Parallel Projektion

Dazu muss an der gewünschten Position einmal geklickt werden um die Ansicht abzulegen. Über die rechte Maustaste *Erstellen* erzeugt man dann die entsprechend ausgewählten Parallel- bzw. Isometrieansichten.

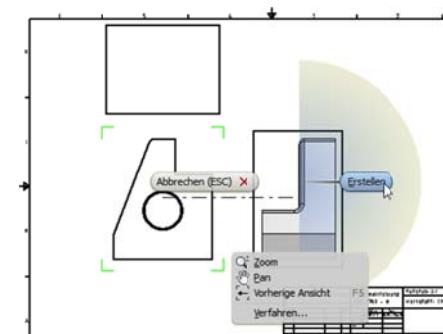
 Übung zur Erstansicht:

<p>Öffnen Sie eine neue Zeichnungsvorlage über den Button Neu und wählen Sie HE-Zeichnung.idw aus.</p>	 HE-Zeichnung.idw
<p>Fügen Sie das HE-Schriftfeld ein. Tragen Sie beim Maßstab 2:1, als Positionsnummer 1 und als Werkstoff ENAW 3103 ein.</p>	
<p>Öffnen Sie die Datei Übungsstück.ipt welche bei der Bauteilmodellierung erstellt wurde.</p>	
<p>Wechseln Sie danach zurück auf die Zeichnungsableitung. Dies können Sie, indem Sie im unteren Zeichnungsbereich auf die Registerkarte Zeichnung1 klicken.</p>	
<p>Klicken Sie auf den Befehl Erstansicht um eine Erstansicht zu erstellen.</p>	 Erstansicht

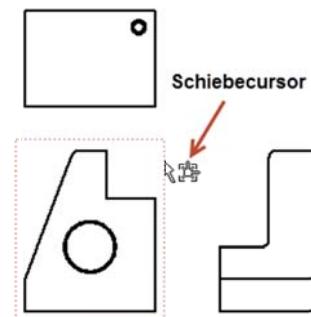
Schalten Sie im Dialogfenster unter **Ansicht** auf **Oben**. Stellen Sie den **Maßstab** auf **2:1** und bei **Stil** auf den Schalter **ohne verdeckte Kanten**. Klicken Sie nach den Einstellungen auf das Blatt um die Erstansicht zu erzeugen.



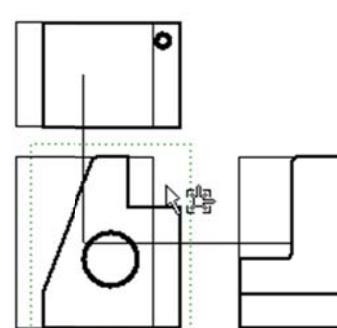
Ziehen Sie nun zwei parallele Ansichten indem Sie einmal senkrecht nach oben und einmal horizontal nach rechts klicken.
Wählen Sie rechte Maustaste und **Erstellen**.

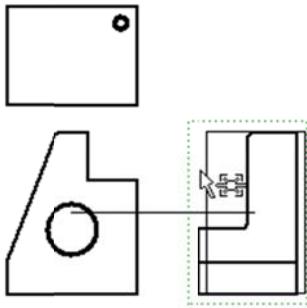
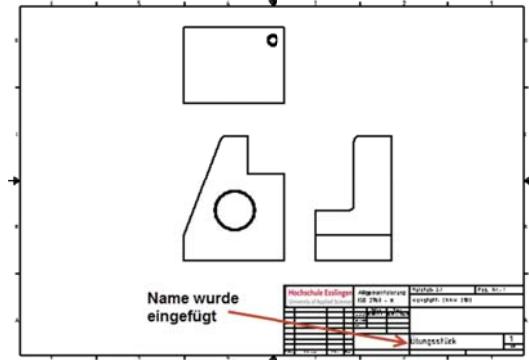
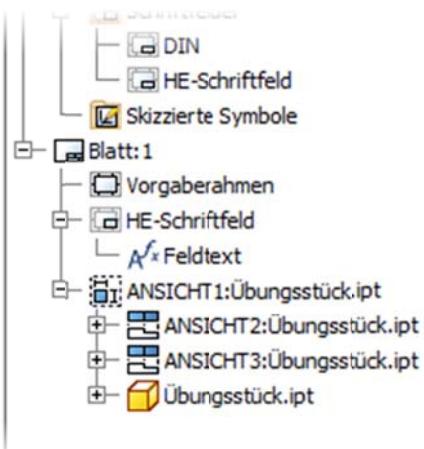


Fahren Sie mit dem Cursor auf die Erstansicht. Es erscheint ein roter Rahmen. Wenn Sie mit dem Mauszeiger auf den Rahmen zeigen, erscheint der Schiebecursor.



Halten Sie nun die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie an der Erstansicht. Diese ist frei beweglich. Die parallelen Ansichten bewegen sich entsprechend ihrer Ausrichtung mit. Erkennbar ist dies an den angezeigten Linien. Klicken Sie um die Ansichten abzulegen



<p>Zeigen Sie mit dem Cursor auf die rechte parallele Ansicht und ziehen Sie an ihr. Diese bewegt sich nur in horizontaler Richtung.</p> <p>Mit der oberen Ansicht verhält es sich analog.</p>	
<p>Schieben Sie die Ansichten so, dass es noch etwas Platz auf der linken Seite hat. Speichern Sie die Datei ab und beachten Sie, dass der Name im Schriftfeld eingefügt wurde.</p>	
<p>Im Browser ist nun die Entstehung der Zeichnungsansicht dokumentiert. Öffnen Sie im Browser das Plus bei Ansicht 1 und schauen Sie sich die Struktur entsprechend an.</p> <p>Die Nummerierung der Ansichten erfolgt über die Reihenfolge der Erstellung (des Klickens beim Ablegen der Ansicht).</p>	

6.2.3 Parallel und Isometrie Ansichten

Wenn Parallelansichten nachträglich erstellt werden sollen oder wenn sie eventuell von einer bereits bestehenden Parallelansicht erzeugt werden müssen, verwendet man den Befehl Parallel. Mit diesem Befehl lassen sich auch die so genannten Isometrieansichten erstellen.

Der Befehl **Parallel** befindet sich direkt neben dem Befehl Basis auf der *Registerkarte Ansichten* platzieren.



Parallel

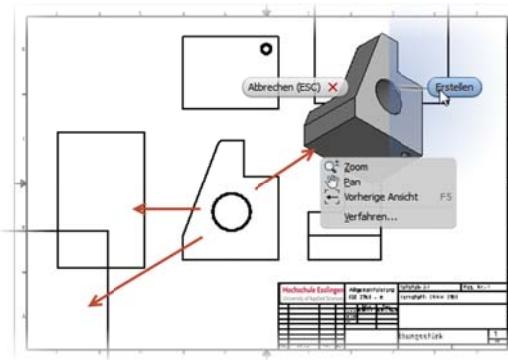
Die Parallelansicht übernimmt den Maßstab und den Stil der Erstansicht.

Wird der Befehl gestartet muss zunächst eine Ansicht ausgewählt werden von welcher die Parallel- oder Isometrieansicht erzeugt werden soll.

Das Ziehen und Ablegen erfolgt analog dem Ablegen der Parallelansichten nach dem Ablegen der Erstansicht.

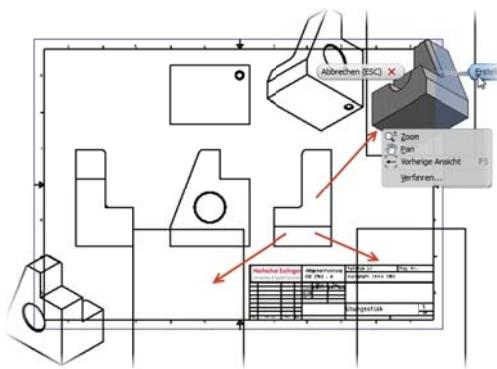


Übung zur Parallel- und Isometrieansicht:

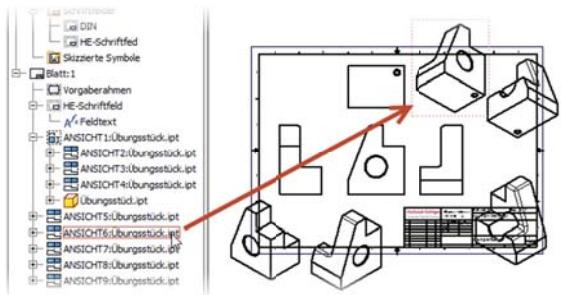
Starten Sie den Befehl Parallel und klicken Sie auf die Erstansicht.	 Parallel
Ziehen Sie nun den Cursor nach links und legen Sie eine Ansicht ab. Ziehen Sie dann nach links unten und rechts oben und legen zwei Isometrieansichten ab. Mit rechter Maustaste und Erstellen generieren Sie die Ansichten.	
Starten Sie den Befehl Parallel erneut.	

Wählen Sie als Ausgangsansicht jetzt die rechte Parallelansicht und erzeugen Sie Isometrievielsichten nach links und rechts unten sowie rechts oben.

Vergleichen Sie die erstellten Isometrievielsichten miteinander.



Im Browser werden die Isometrievielsichten extra aufgeführt, während die extra erzeugte Parallelansicht der Ansicht 1 zugeordnet wurde. Werden im Browser die Ansichten überfahren, erscheint im Zeichenbereich jeweils an der überfahrenen Ansicht ein roter Rahmen. Dies erleichtert beim Bearbeiten einer Ansicht die Auswahl.

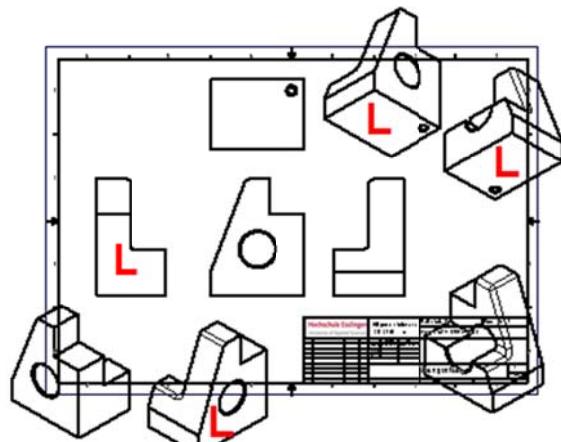


Zuviel erzeugte Ansichten können im Browser gelöscht werden.

Markieren Sie im Browser die mit L gekennzeichneten Ansichten und löschen diese wieder.

Sie können mehrere Ansichten markieren, indem Sie die Taste **Strg** gedrückt halten.

Speichern Sie die Übung ab.



6.2.4 Schnittansicht

Meist reichen die normalen Parallelansichten nicht aus um ein Bauteil vollständig darstellen zu können, da sich im Bauteil Bohrungen oder Aus- bzw. Durchbrüche befinden.

Diese werden in einer so genannten Schnittansicht dargestellt.

Der Befehl hierzu heißt **Schnitt** und befindet sich an vierter Stelle der Registerkarte Ansichten platzieren.



Wenn der Befehl aktiviert wurde muss zunächst die Ansicht markiert werden welche geschnitten werden soll. Anschließend muss der Schnittverlauf eingezeichnet werden. Hierbei helfen die Quadranten Punkte des Kreises oder Mittelpunkte von Linien, welche nach dem Überfahren nach außen gelotet werden können. Der erste Punkt des Schnittverlaufs wird außerhalb der Zeichnungsansicht geklickt. Im zweiten Schritt wird ein Linienvorlauf gezeichnet, welcher den Schnittverlauf darstellt.

Am Ende der Schnittlinie wird wiederum außerhalb der Zeichnungsansicht geklickt, siehe Abb. 6.9.

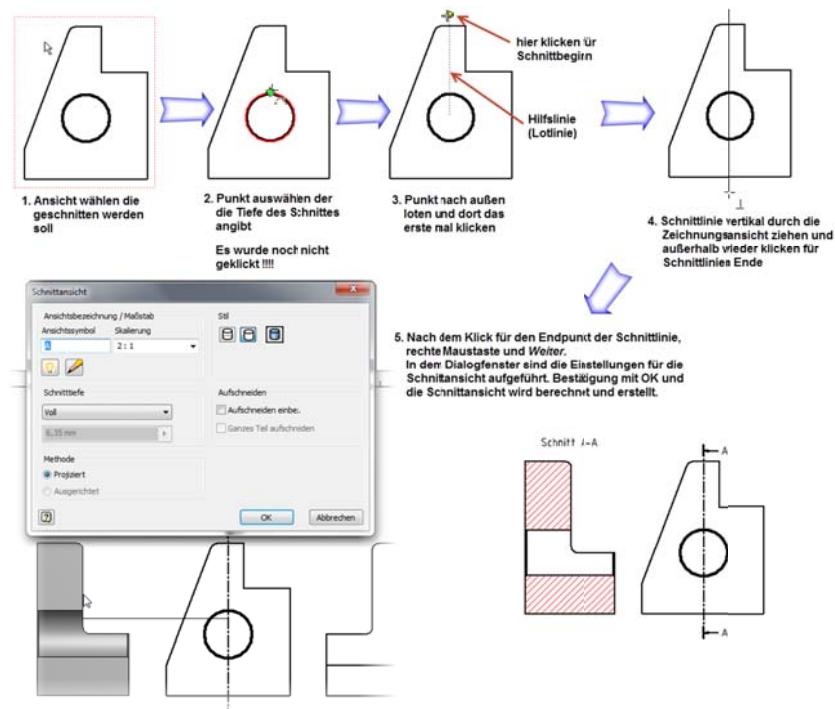


Abb. 6.9 Schnittansicht erstellen

Im *Bereich Schnitttiefe* kann definiert werden, ob genau entlang der Schnittlinie geschnitten werden soll oder ob ein gewisser Abstand zu ihr definiert werden soll.

Eine Erweiterung zu einem geraden Schnittverlauf ist ein **Stufenschnitt** oder ein **Schnitt** unter einem bestimmten **Winkel**.

Der Ablauf ist wie beim geraden Schnittverlauf, nur dass für die Schnittlinie mehrfach innerhalb der Zeichnungsansicht geklickt werden muss.

In Abb. 6.10 sehen Sie ein Beispiel für einen Stufenschnitt. Bei jeder Knickung des Schnittverlaufs muss geklickt werden. In diesem Beispiel ist es 6x vom Anfang der Schnittlinie bis zum Ende der Schnittlinie.

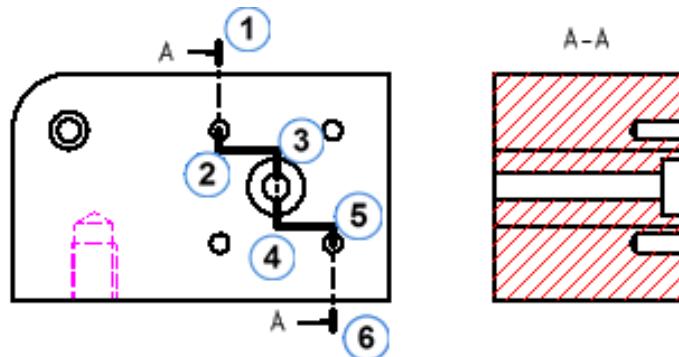


Abb. 6.10 Stufenschnitt

In Abb. 6.11 sehen Sie ein Beispiel für einen Schnitt unter einem bestimmten Winkel. Auch hier muss für jede Knickung ein Punkt geklickt werden. In diesem Beispiel ist das 3x von Anfang der Schnittlinie bis zum Ende der Schnittlinie.

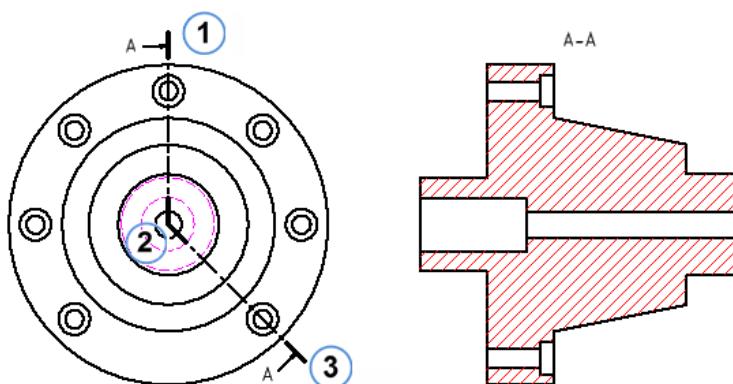


Abb. 6.11 Schnitt mit Winkelverlauf



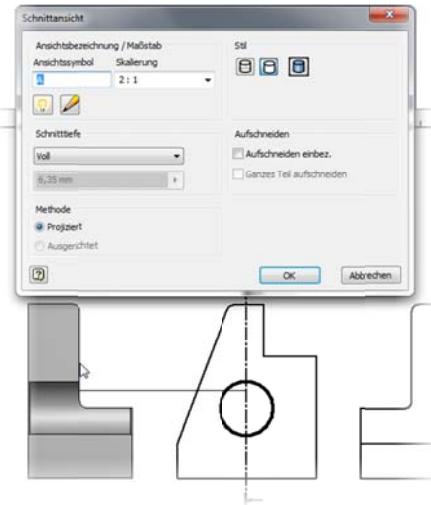
Übung zur Schnittansicht:

<p>Öffnen Sie die Zeichnung Übungsstück.idw. falls sie nicht noch geöffnet ist.</p> <p>Starten Sie den Befehl Schnitt.</p>	
<p>Markieren Sie durch einen Klick die Erstansicht als Ansicht welche geschnitten werden soll.</p>	
<p>Überfahren Sie den oberen Quadrantenpunkt der Bohrung und loten sich den Punkt nach oben. Sie dürfen dabei nicht klicken.</p> <p>Wenn Sie oben angekommen sind, klicken Sie für den Schnittlinienstart.</p>	<p>Quadranten Punkt fangen und nach oben loten. Für Schnittlinienstart klicken</p>
<p>Ziehen Sie den Cursor lotrecht nach unten und klicken Sie außerhalb der Zeichnungsansicht für den Endpunkt der Schnittlinie.</p> <p>Mit rechter Maustaste und Weiter erzeugen Sie die Schnittansicht.</p>	<p>Weiter</p>

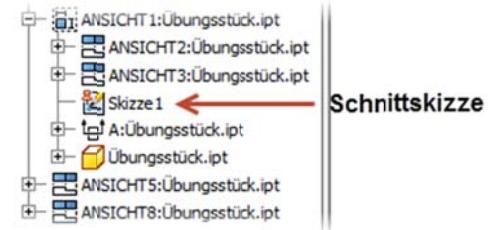
Übernehmen Sie die Einstellungen in der Dialogbox und klicken Sie in der Zeichnung an die Stelle, an der die Schnittansicht erzeugt werden soll.

Alternativ dazu können Sie mit dem Button **OK** bestätigen.

Die Schnittansicht wird erzeugt.



Unterhalb der Ansicht 1 wurde eine Skizze angelegt. Diese Skizze enthält den Schnittverlauf des eben erzeugten Schnittes.



Speichern Sie die Übung wieder ab.

Sollten Sie den Schnittverlauf einmal nicht optimal getroffen haben, so können Sie den Schnittverlauf über die Bearbeitung der Schnittskizze korrigieren, siehe 6.3.4 Schnitt- und Ausschnittsansichten bearbeiten auf Seite 241.

In den meisten Fällen kommt man mit diesen Arten der Ansichten aus um ein 3D-Modell vollständig beschreiben zu können.

Manchmal ist es aber sinnvoll nicht das komplette Bauteil zu schneiden sondern nur einen kleinen Teilbereich daraus auszubrechen, damit die innen liegenden Konturen sichtbar gemacht werden.

Diese Art von Schnitt nennt man Ausbruchsansicht oder Ausschnitt.

6.2.5 Ausbruchsansicht

Die Ausbruchsansicht verhält sich vom Ablauf her völlig anders als die normalen Schnittverläufe.

Wurde beim Befehl Schnitt die Skizze für den Schnittverlauf während des Befehlsablaufes erstellt so muss bei der Ausbruchsansicht die Skizze bereits im Vorfeld an die entsprechende Zeichnungsansicht angeheftet werden.

Wichtig hierbei ist, dass die Skizze an der Zeichnungsansicht und nicht am Blatt angefügt ist.

Der Befehl **Ausschnitt** befindet sich im Bereich **Ändern** der Registerkarte *Ansichten platzieren*.



Ausschnitt

Für die Erzeugung einer Ausschnittsansicht sind mehrere Schritte notwendig, siehe Abb. 6.12.

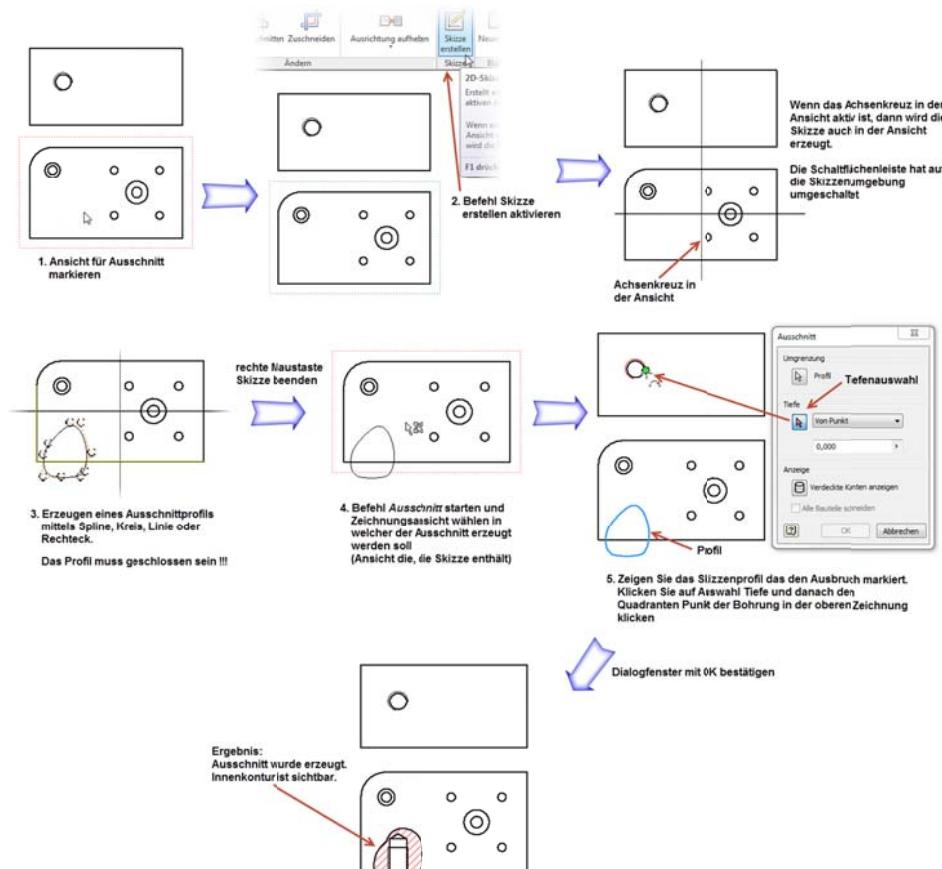


Abb. 6.12 Ausschnittsansicht erstellen

Wenn nach der Auswahl der Zeichnungsansicht die **Fehlernachricht „Die Ansicht enthält keine Skizze mit geschlossenem Profil“** erscheint, liegt dies meist daran, dass die Skizze am Blatt definiert ist und nicht in der entsprechenden Zeichnungsansicht. Dann muss die Skizze noch mal neu definiert und gezeichnet werden.

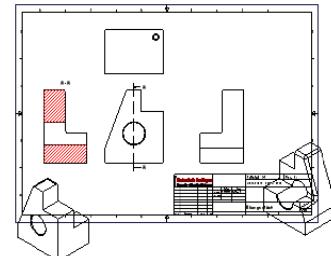
Kochrezept für die Erstellung einer Ausbruchsansicht:

- 1.  Zeichnungsansicht wählen in welcher der Ausbruch erzeugt werden soll und diese Ansicht markieren (*roter Rahmen muss aktiv sein!!*)
- 2. Befehl Skizze erstellen wählen. Skizzenachsenkreuz muss in der Zeichnungsansicht sichtbar sein.
- 3. Geschlossenes Profil erzeugen um den Bereich, der ausgeschnitten werden soll. Danach Skizze beenden.
- 4. Aktivieren des Befehls **Ausschnitt** und klicken in die Zeichnungsansicht in welcher der Ausschnitt erzeugt werden soll.
- 5. Klicken auf das Profil welches den Ausschnittsbereich markiert.
- 6. Definieren der Schnitttiefe in geeigneter Parallelansicht oder durch Eingabe eines Abstandes.
- 7. Bestätigen des Dialogfensters mit OK.



Übung zur Ausschnittsansicht:

Falls sie nicht geöffnet ist, öffnen Sie die Zeichnung Übungsstück.idw.



Wählen Sie die Erstansicht als Zeichnungsansicht für den Ausbruch und klicken Sie diese an.

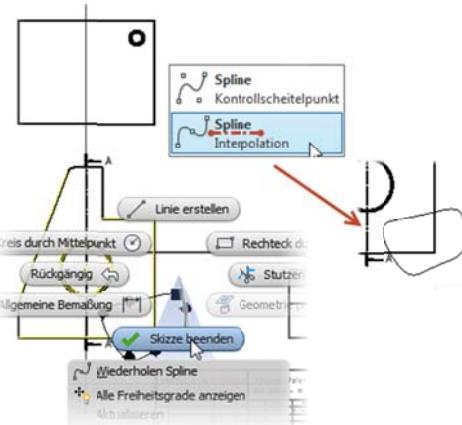
Starten Sie danach den Befehl Skizze erstellen.

Wenn das Achsenkreuz in der Zeichnungsansicht erscheint liegt die Skizze richtig.



Erstellen Sie mit dem Befehl *Spline (Interpolation)* eine geschlossene Kontur die das rechte untere Eck umfasst.

Beenden Sie den Skizzentypus mit **ESC** oder über rechte Maustaste *Skizze beenden*.



Starten Sie den Befehl *Ausschnitt*.



<p>Falls das Profil nicht automatisch gewählt wird, zeigen Sie das Skizzenprofil das Sie eben erzeugt haben.</p> <p>Klicken Sie auf den Quadranten Punkt der Bohrung in der oberen Parallelansicht.</p>	
<p>Bestätigen Sie das Dialogfenster mit dem Button OK.</p> <p>Die Ausbruchsansicht wird erzeugt.</p> <p>Speichern Sie die Zeichnung wieder ab.</p>	

6.2.6 Detailansicht

Die Detailansicht erzeugt eine Ansicht in der ein vor ausgewählter Bereich vergrößert dargestellt wird. Dies dient häufig bei kleinen Details zur besseren Darstellung für die Fertigung.

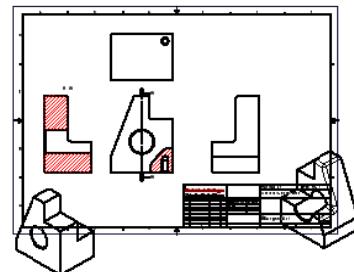


Als Begrenzung stehen ein Kreis oder ein Rechteck zur Verfügung. Bei beiden ist das Zeigen von drei Punkten notwendig:

1. Punkt für die Auswahl des Zentrums der Detailansicht
2. Punkt für die Größe der Begrenzung
3. Punkt für die Position der Detailansicht

 Übung zur Detailansicht:

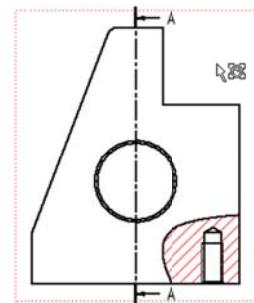
Öffnen Sie die Zeichnung Übungsstück.ipt



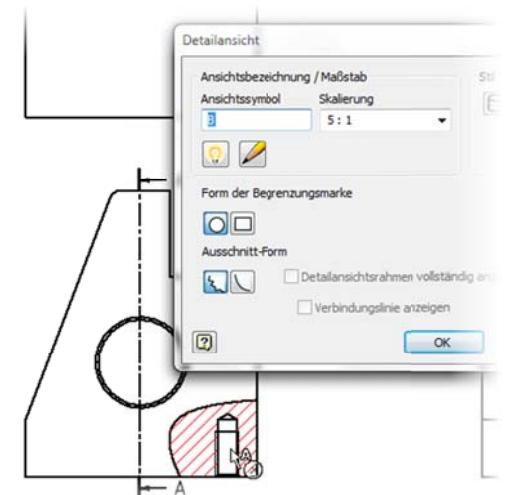
Starten Sie den Befehl **Detail**. Er befindet sich direkt neben dem Befehl Schnitt.



Markieren Sie die Ansicht mit dem Ausbruch um diesen vergrößert darzustellen. Klicken Sie dazu in den Ansichtsrahmen.



Wählen Sie den Maßstab 5:1 und klicken Sie für den Mittelpunkt des Detailkreises ungefähr in die Mitte der Gewindebohrung.



<p>Ziehen Sie die Größe des Detailkreises auf und klicken Sie für die Kreisgröße.</p> <p>Er sollte die Gewindebohrung einschließen und nicht zu weit darüber rausragen.</p>	
<p>Klicken Sie an einer geeigneten Stelle zur Ablage der Detailansicht.</p> <p>Das Dialogfenster wird geschlossen und die Detailansicht wird erzeugt.</p>	
<p>Die Detailansicht wird mit einem Ansichtsbuchstaben versehen und der Vergrößerungsmaßstab wird angehängt.</p>	
<p>Im Browser sind nun zwei neue Einträge entstanden. Einen für die Ausschnittsansicht und einen für die Detailansicht.</p> <p>Speichern Sie die Zeichnung wieder ab.</p>	<pre> Blatt:1 └── Vorgaberahmen └── HE-Schriftfeld └── A: Feldtext └── ANSICHT1:Übungstück.ipt └── ANSICHT2:Übungstück.ipt └── ANSICHT3:Übungstück.ipt └── Skizze1 ├── A:Übungstück.ipt └── Ausschnitt └── B:Übungstück.ipt └── Übungstück.ipt └── ANSICHT5:Übungstück.ipt └── ANSICHT8:Übungstück.ipt </pre>

6.2.7 Unterbrochene Ansicht

Unterbrochene Ansichten werden häufig zur Darstellung von langen Wellen oder anderen sehr großen Werkstücken benötigt.

Sie erlaubt einen großen Maßstab darzustellen, indem Zwischenstücke der Zeichnung, die uninteressant sind, einfach ausgeblendet bzw. raus geschnitten werden.

Der Befehl für die unterbrochene Ansicht heißt **Lösen** und befindet sich direkt neben dem Befehl Ausschnitt.



Ist eine Erstansicht vorhanden und wird der Befehl Lösen gestartet erscheint ein Dialogfenster indem die Eigenschaften der Ansicht definiert werden, siehe Abb. 6.13.

Im Bereich *Stil* wird definiert wie der Ausbruch dargestellt wird.

Im Bereich *Ausrichtung* wählen Sie die Lage des Ausbruchs, entsprechend Ihrer Zeichnungslage.

Mit *Abstand* ist der Abstand gemeint der zwischen den Ausbrüchen liegt.

Bei *Symbolen* stellt man ein, wie oft das Bruchsymbol angezeigt werden soll.

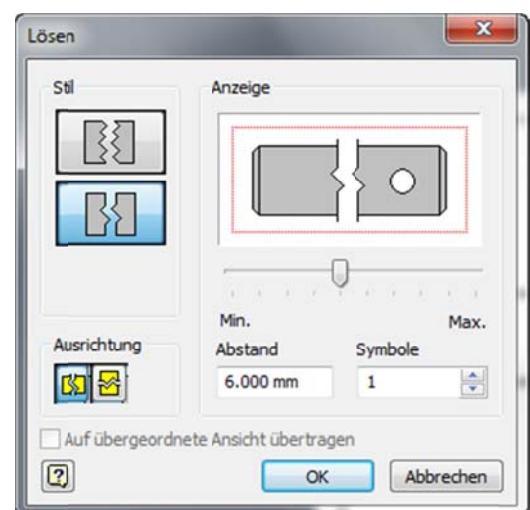


Abb. 6.13 Dialogbox Lösen

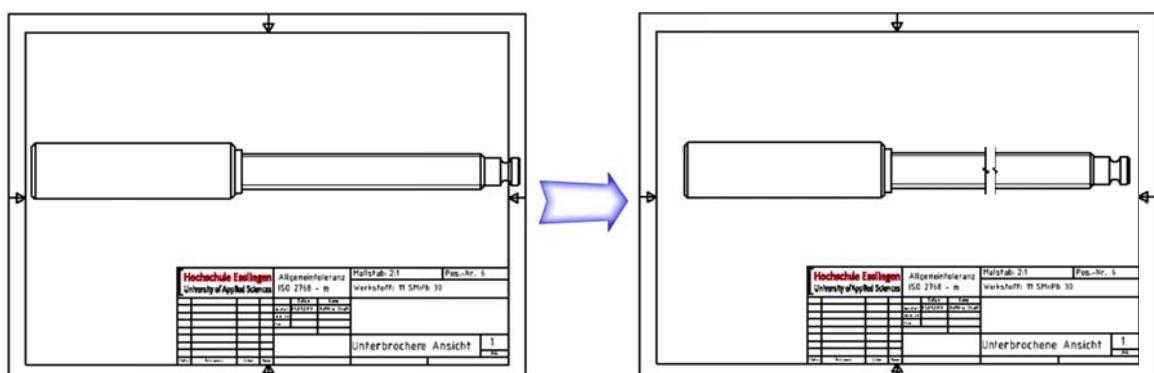


Abb. 6.14 Unterbrochene Ansicht

Eine Unterbrochene Ansicht kann mehrfach eingefügt werden. Sie erzeugt keinen Eintrag im Browser und wird in der Zeichnungsansicht durch Anklicken mit der rechten Maustaste bearbeitet oder gelöscht, siehe Abb. 6.15.

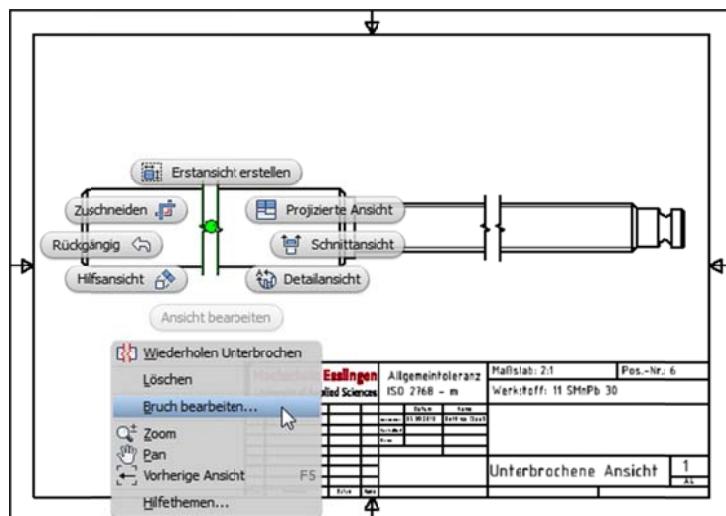


Abb. 6.15 Bearbeitung unterbrochener Ansichten.

6.2.8 Bauteile aus der Schnittansicht nehmen

Werden Zeichnungen eines Zusammenbaus oder von Unterbaugruppen zur besseren Darstellung geschnitten dürfen Wellen, Bolzen und Rotationsteile nicht geschnitten werden. Aus diesem Grund müssen diese Bauteile aus der Schnittansicht herausgenommen werden, siehe Abb. 6.16.

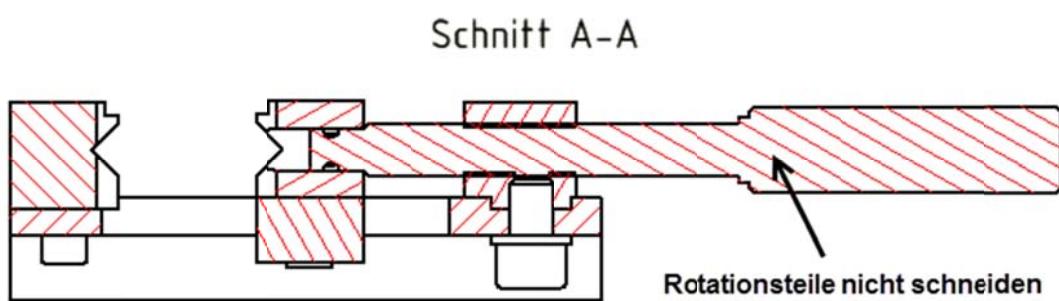


Abb. 6.16 Rotationsteile dürfen nicht geschnitten werden

Um dies zu erreichen müssen Sie im Browser das Plus bei der Schnittansicht öffnen. Dann öffnen Sie das Plus der Baugruppe und suchen das Bauteil, welches aus der Schnittansicht entfernt werden soll und markieren es.

Klicken Sie dann mit der rechten Maustaste darauf und wählen unter dem Eintrag **Schnittbeteiligung** die Einstellung **Ohne** aus, siehe Abb. 6.17.

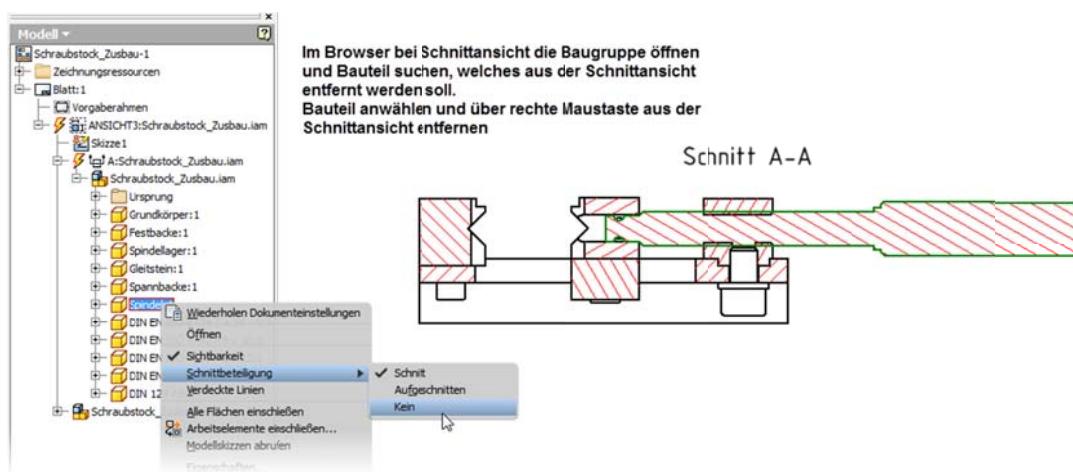


Abb. 6.17 Bauteil aus Schnittansicht entfernen

Die Schraffierung wird an dem Bauteil entfernt und das Bauteil wird nicht mehr geschnitten dargestellt, siehe Abb. 6.18.

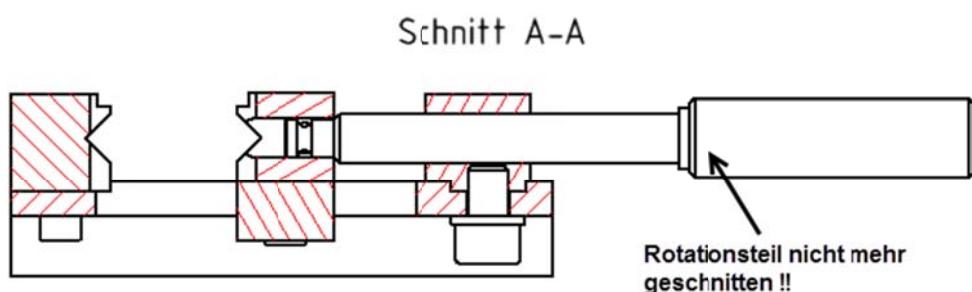


Abb. 6.18 Bauteil nicht mehr geschnitten dargestellt

Dies ist für jedes Bauteil einzustellen, welches nicht geschnitten werden darf oder soll.

6.3 Zeichnungsansichten bearbeiten

6.3.1 Maßstab und Stil ändern

Um den Maßstab oder den Stil einer Zeichnungsansicht zu bearbeiten bewegen Sie den Cursor auf den gepunkteten Rahmen der Zeichnungsansicht und wählen über die rechte Maustaste die Option Ansicht bearbeiten. Alternativ kann auch ein Doppelklick auf den gepunkteten Zeichnungsrahmen oder das Ansichtensymbol im Browser erfolgen.

Auf diese Weise gelangt man erneut in die Einstellungen für die Zeichnungsansicht.

Je nachdem welche Ansicht bearbeitet werden soll, sind bestimmte Bereiche ausgegraust.

Die Ausrichtung der Erstansicht (Oben, Links, Rechts, Unten, Iso usw.) kann im Nachhinein nicht mehr geändert werden.

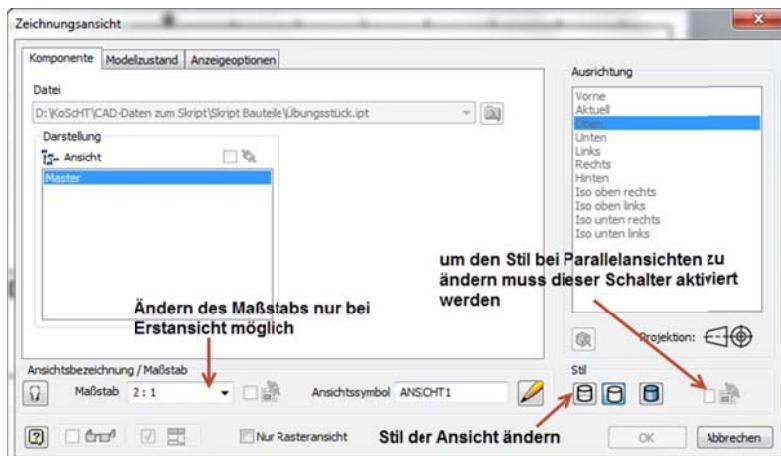


Abb. 6.19 Maßstab und Stil ändern

6.3.2 Ansichten verschieben und ausrichten

Um Ansichten zu verschieben muss der Rahmen der Zeichnungsansicht aufleuchten und mit gedrückter linker Maustaste lässt sich die Zeichnungsansicht entsprechend ihrer Abhängigkeit verschieben. Parallelansichten nur entlang ihrer Ausrichtung, Isometrieansichten und die Erstansicht lassen sich frei auf dem Zeichnungsblatt verschieben.

6.3.3 Ansichten drehen

Zeichnungsansichten lassen sich nach ihrer Erstellung noch drehen, so lange keine Bemaßungen in der Zeichnung erstellt wurden. Gedreht werden sollte aber immer über die Erstansicht, da dadurch die abhängigen Ansichten mit gedreht werden können.

Es gibt zwei verschiedene Modi zum Drehen einer Ansicht.

Der Modus *Kamera drehen* dreht die abhängigen Ansichten mit. Der Modus *Ansicht drehen* dreht nur die ausgewählte Ansicht und berücksichtigt die abhängigen Ansichten nicht.

Wählen Sie zum Drehen deshalb immer nur den Modus Kamera drehen und drehen Sie die Ansichten immer nur über die Erstansicht, siehe Abb. 6.20.

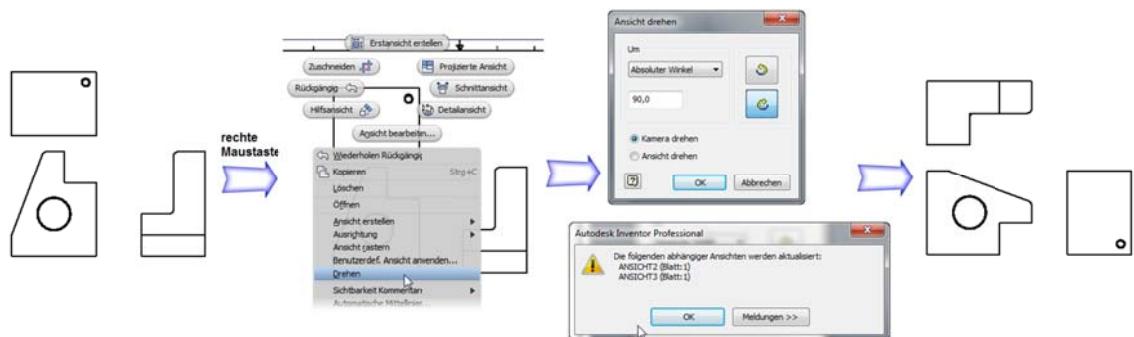


Abb. 6.20 Drehen von Ansichten

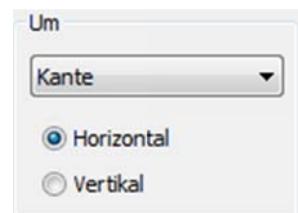
Dadurch gelangt man an weitere Ansichten, wenn bei den voreingestellten Ansichten nicht die passende dabei ist.

Klickt man nach der Erstellung der Ansichten auf den Rahmen der Erstansicht erhält man über die rechte Maustaste die Option Drehen, siehe Abb. 6.20.

Aus bereits erwähntem Grund sollte man immer Modus *Kamera drehen* drehen.

Dabei gibt es zwei Optionen:

- Bei der Option *Winkel* muss ein Drehwinkel eingetragen werden, wobei hier noch zwischen Absoluter Winkel und Relativer Winkel unterschieden wird.
- Bei der Option *Kante* muss in der Zeichnungsansicht eine Kante angewählt werden, die horizontal oder vertikal ausgerichtet werden soll. Dabei wird die angeklickte Kante in die gewünschte Position gedreht.



Wichtiger Hinweis:

Beim Drehen von Ansichten gilt immer kritisch zu prüfen, ob diese von anderen Ansichten abhängig sind. Ansichten lassen sich auch unabhängig Drehen, obwohl dadurch die Projektion der Kanten falsch wird.

6.3.4 Schnitt- und Ausschnittsansichten bearbeiten

Bei Schnittansichten und Ausschnittsansichten muss meist der Verlauf geändert werden, wenn Fehler auftreten. Dieser Schnittverlauf ist in einer Skizze enthalten die einen Eintrag im Browser hat.

Über die rechte Maustaste und die Option Bearbeiten gelangt man in die Skizzenbearbeitung bzw. in die Skizzenumgebung.

Die Bearbeitung der Skizzen erfolgt genauso wie bei der Skizzenerstellung für die Modelle.

Es können Kanten des Modells in die Skizze projiziert werden, um sich darauf beziehen zu können.

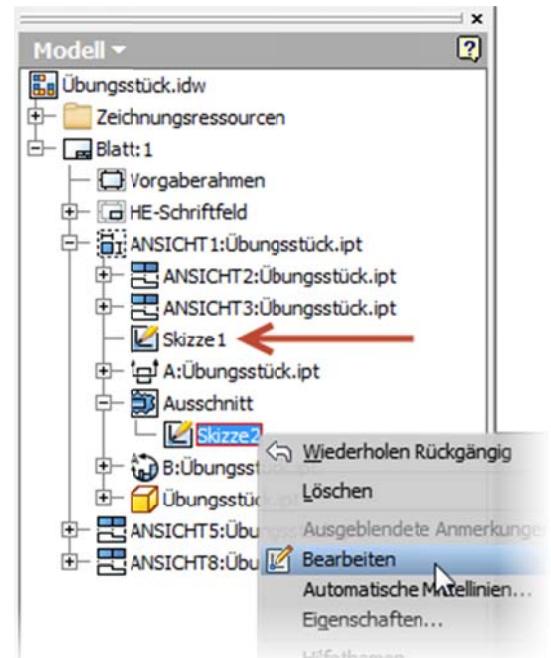


Abb. 6.21 Skizzenbearbeitung

6.3.5 Ansichten löschen

Alle Ansichten können im Browser oder über den Ansichtsrahmen markiert und gelöscht werden.

Zu jeder Ansicht erfolgt eine Sicherheitsabfrage, wenn abhängige Ansichten vorhanden sind, kann diese Abfrage auch mehrstufig erfolgen.

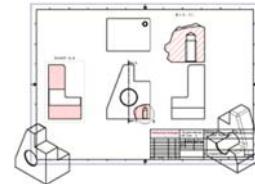
Ansichten können auch ohne ihre abhängigen Ansichten gelöscht werden.

Diese Methode wird häufig eingesetzt, wenn man nur über Hilfsansichten zu der eigentlichen gewünschten Ansicht gelangt.

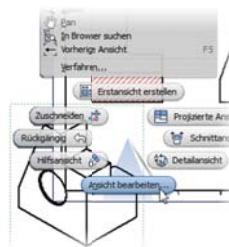


Übung zur Zeichnungsänderung:

Öffnen Sie die Zeichnung Übungsstück.idw.



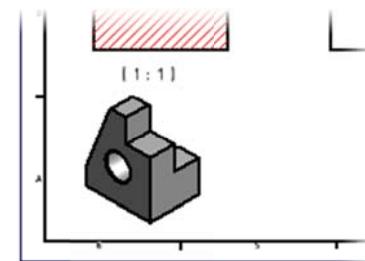
Markieren Sie die linke Isometrieeansicht und drücken die rechte Maustaste und *Ansicht bearbeiten*.



Schalten Sie die *Glühbirne* vor dem Maßstab **ein** um diesen anzuziegen. Ändern Sie den *Maßstab* auf **1:1** und wechseln Sie den *Stil* auf **schattiert**. Löschen Sie den Eintrag bei Ansichtssymbol und geben ein Leerzeichen dafür ein.

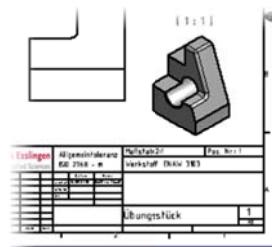


Schieben Sie die Ansicht in den Zeichnungsrahmen und ziehen Sie den Text etwas zur Seite.



Verfahren Sie mit der rechten Isometrieeansicht analog

Speichern Sie die Zeichnung wieder ab.



6.4 Zeichnungskommentare

Eine Zeichnung ist erst dann vollständig, wenn sie mit Maßen und Mittellinien versehen ist. Ohne diese Angaben, kann die Fertigung die Bauteile nicht herstellen.

Um eine Zeichnung mit Zeichnungskommentaren zu versehen muss auf die *Registerkarte Mit Anmerkung* umgeschaltet werden.

6.4.1 Bemaßung

Der Befehl Bemaßung ähnelt dem Bemaßungsbefehl aus der Skizzenumgebung. Er befindet sich an erster Stelle und ist universell einsetzbar. Es lassen sich Kanten, Winkel, Radien und Durchmesser von Bohrungen bemaßen.

Um ein Maß anzubringen muss der Bemaßungsbefehl gestartet werden. Dann wird eine Kante angeklickt und das Maß hängt am Cursor. In bestimmten Abständen rastet die Linie ein. Diese Abstände sind vordefiniert. Wird das Maß durch einen zweiten Klick abgelegt. In den Einstellungen wurde das Dialogfenster zur Bearbeitung der Bemaßung abgeschaltet, siehe **XXX**.

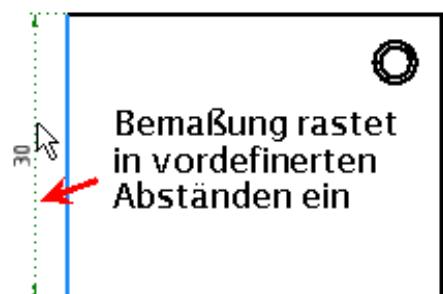
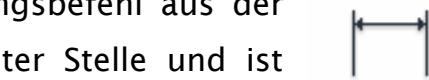


Abb. 6.22 lineare Bemaßung

Da die meisten Maße ohne „Zusätze“ auskommen. Wurde diese Einstellung deaktiviert. Ist der Haken noch drin, öffnet sich nach dem Ablegen des Maßes ein Dialogfeld in dem Toleranzen oder Durchmesserzeichen sowie Text hinzugefügt werden können.

Man gelangt aber bei Bedarf durch einen weiteren Klick auf das Maß in dieses Dialogfeld.

Dort können dann zusätzliche Informationen an das Maß angebracht werden.

Zum Beispiel Text für die Bemaßung von Fasen oder ein Durchmesserzeichen für die lineare Bemaßung von Bohrungen oder ein großes M vor den Maßtext für die Kennzeichnung eines Gewindes.

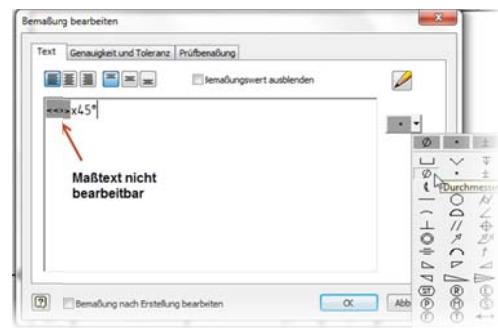


Abb. 6.23 Dialogfenster Bemaßung

Hinweis:

Verwenden Sie das Durchmesserzeichen in der zweiten Reihe, denn dies entspricht den Durchmesserzeichen, welche Inventor verwendet.



Werden Kanten von Bohrungen zur Bemaßung ausgewählt wird automatisch das Durchmesserzeichen an das Maß angehängt. Bei der linearen Bemaßung von Bohrungen muss das Durchmesserzeichen von Hand vorangestellt werden.



Abb. 6.24 Durchmesserbemaßung

Werden schräge Kanten zur Bemaßung ausgewählt kann vor dem Ablegen des Maßes im Kontextmenü die Option Ausgerichtet ausgewählt werden.

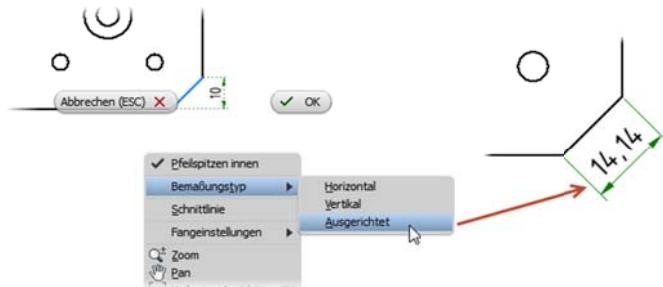


Abb. 6.25 Bemaßung schräger Kanten

Werden Kreiskanten z. Bsp. von Teilkreisen bemaßt kann über das Kontextmenü die Option Durchmesser eingestellt werden. Das Symbol für den Durchmesser bzw. das R für Radien wird automatisch voran gestellt.

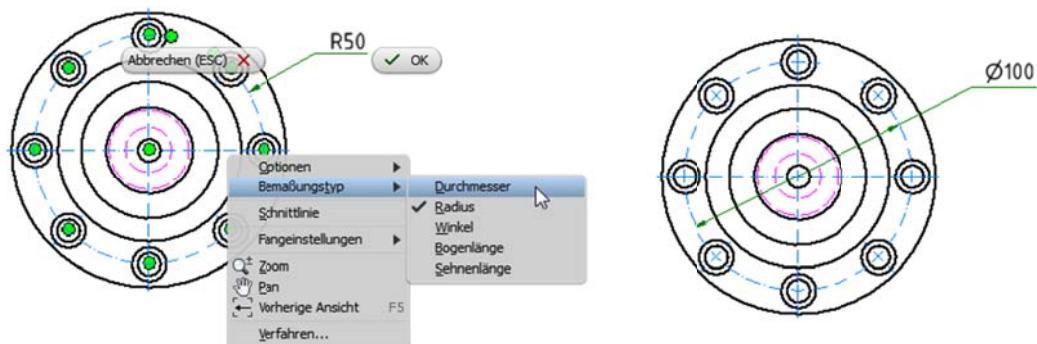


Abb. 6.26 Teilkreisbemaßung

Sollen Fasen bemaßt werden, so wird das Maß abgelegt und im Dialogfenster die Fasenart eingetragen.

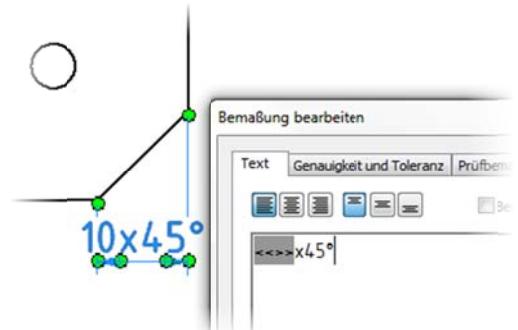


Abb. 6.27 Fasenbemaßung

6.4.2 Bemaßungen bearbeiten

Wenn Bemaßungen erstellt und abgelegt wurden, können Sie im nach hinein noch bearbeitet und von ihrer Position her verschoben werden. Dazu muss zuerst der Bemaßungsbefehl beendet werden.

Ist kein Befehl aktiv schaltet der Cursor beim Anfahren einer Maßzahl auf den Schiebecursor um. Mit gedrückter linker Maustaste kann die Bemaßung verschoben werden. Im Kontextmenü (rechte Maustaste) der Bemaßung lässt sich die Position der Pfeilspitzen ebenfalls umstellen.

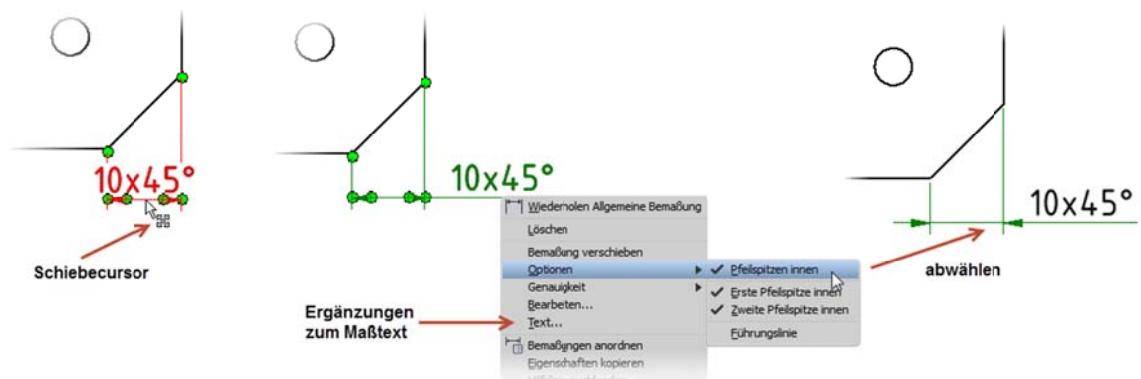


Abb. 6.28 Bemaßung bearbeiten

Mit der Option *Text* lässt sich auch die Fasenangabe überarbeiten oder nachträglich bei Bedarf auch Durchmesserzeichen anbringen.

Sollten Sie an einem bestimmten Maß eine höhere Genauigkeit wünschen, lässt sich auch dies über die rechte Maustaste unter dem Punkt *Genauigkeit* einstellen.

Über den Eintrag *Bearbeiten* gelangen Sie wieder in das Dialogfenster der *Bemaßung bearbeiten*.

6.4.3 Anbringen von Toleranzen

Um Bemaßungen mit Toleranzangaben zu versehen muss das entsprechende Maß markiert werden und im Kontextmenü die Option Bearbeiten gestartet werden.

Im Dialogfenster auf die Registerkarte *Genauigkeit und Toleranz* umschalten. Dort befinden sich die Einträge für die Toleranzangaben. Was diese im Einzelnen bedeuten, siehe Abb. 6.29.

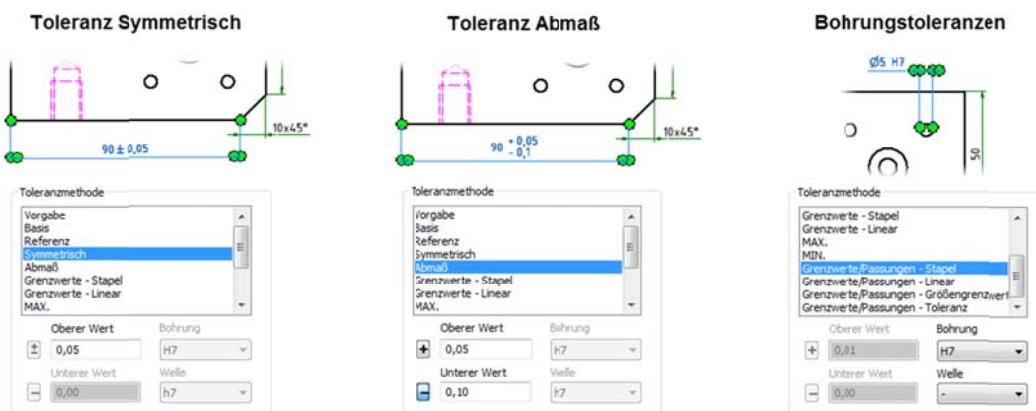


Abb. 6.29 Toleranzangaben bei der Bemaßung

Durch verschieben der Schieberegler am rechten Rand können Sie die entsprechenden Optionen auswählen.

Bei der Bohrungstoleranz steht der Strich bei Welle für keinen Eintrag am Maß. Über die Pfeilchen gelangen Sie an die entsprechenden Toleranzfelder.

Dies sind die gängigsten Toleranzangaben. Wird einmal eine andere Angabe benötigt sind mit den anderen Einstellungen auch Angaben zum Toleranzfeld oder die Angabe von Grenzwerten möglich.

6.4.4 Mittellinien

Mittellinien dienen zur Kennzeichnung von Symmetrie an Bauteilen oder auch zur Markierung von Bohrungsmittelpunkten.

Es gibt 4 verschiedene Arten von Mittellinien:

- Mittellinien
- Symmetrielinie der Mittellinie
- Mittelpunktmarkierung
- Zentrierte Anordnung

6.4.4.1 Mittellinie

Mittellinien werden erstellt in dem Mittelpunkte von Linien angeklickt werden und dadurch eine Linie vom Typ Mittellinie von Punkt A nach Punkt B gezogen wird.

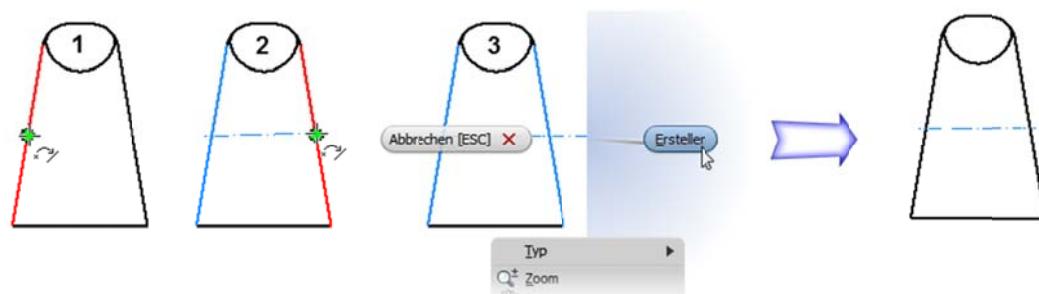


Abb. 6.30 Erzeugung einer Mittellinie

6.4.4.2 Symmetrielinie der Mittellinie

Symmetrielinien werden immer dann erzeugt, wenn zwei parallele Kanten vorhanden sind und eine Symmetrie vorliegt. Zum Erstellen müssen die beiden parallelen Kanten angeklickt werden.



Zur Verlängerung von Symmetrielinien muss der Befehl Symmetrielinie beendet werden.

Mit dem Cursor an das Ende der Mittellinie fahren und wenn die Griffpunkte erscheinen linke Maustaste gedrückt halten und Linie auf gewünschte Länge ziehen.

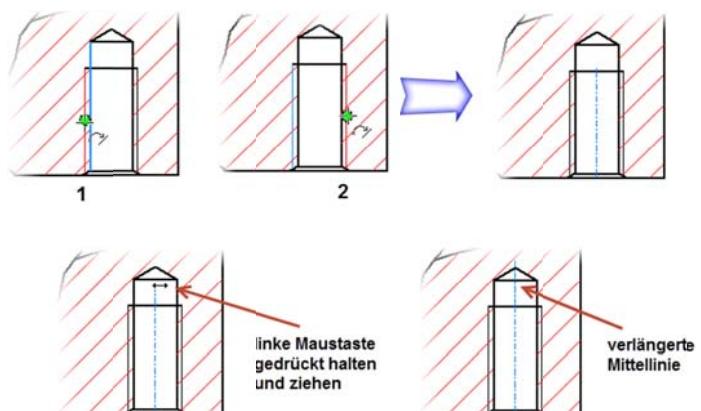


Abb. 6.31 Erzeugung von Symmetrielinien

6.4.4.3 Mittelpunktmarkierung

Mittelpunktmarkierungen werden verwendet zur Kennzeichnung von Bohrungsmittelpunkten.



Zur Erstellung der **Mittelpunktmarkierung** klicken Sie die entsprechenden Kreiskanten an. Die Länge des Mittelpunktkreuzes richtet sich nach dem Durchmesser des gewählten Kreises.

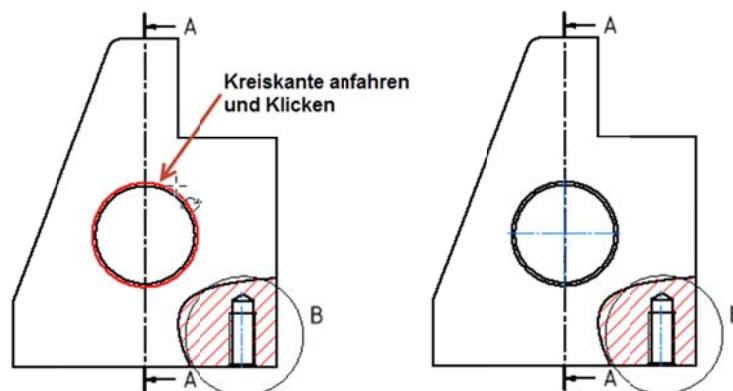


Abb. 6.32 Mittelpunktmarkierung

6.4.4.4 Zentrierte Anordnung

Zentrierte Anordnungen werden immer dann verwendet, wenn Elemente (z. Bsp. Bohrungen) in einer runden Anordnung stehen.

Der Befehl **Zentrierte Anordnung** verlangt zuerst eine Kreiskante, welche das Zentrum der Anordnung darstellt. Dann werden nacheinander alle Elemente gewählt, die in der Anordnung enthalten sind. Im letzten Schritt muss der Befehl über die rechte Maustaste und *Erstellen* abgeschlossen werden.

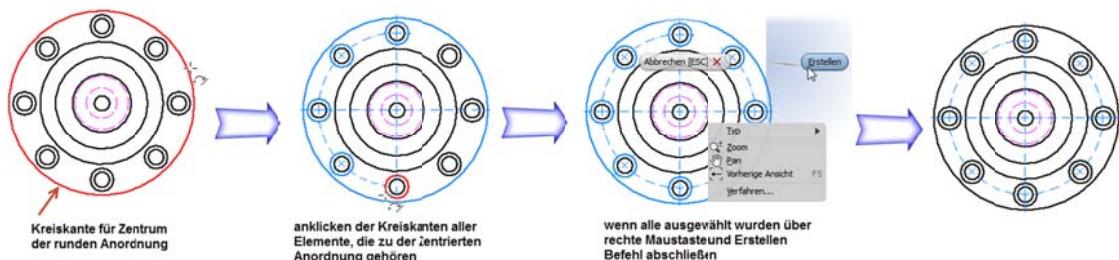


Abb. 6.33 Erzeugung einer zentrierten Anordnung

Alle Mittellinien lassen sich über die Griffe verlängern. Wenn kein Befehl aktiv ist die grünen Griffpunkte greifen und die Mittellinien auf gewünschte Länge ziehen.

Sollen Mittellinien gelöscht werden, einfach die Mittellinie anklicken und über rechte Maustaste mit der Option *Löschen* entfernen.

6.5 Freier Text

Soll an einer Zeichnung ein freier Text eingetragen werden so muss der Befehl **Text** gestartet werden.



Dieser erwartet zunächst ein Fenster welches durch klicken und ziehen aufgezogen werden kann (analog einem Rechteck in der Skizze).

Dann öffnet ein Texteditor in dem der Text in einem Textfeld eingetragen werden kann. Das Textfenster wird mit dem Button *OK* beendet und der Text wird erzeugt.

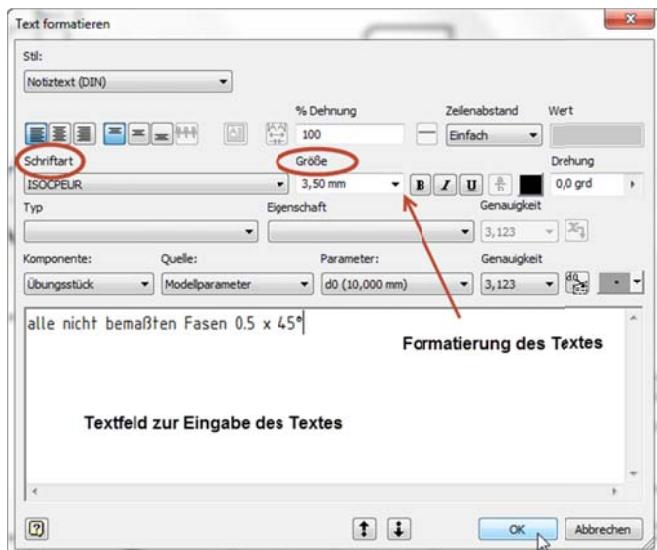


Abb. 6.34 Der Textbefehl

Wurde der Text erzeugt erscheint er an der Stelle, an der das Fenster beim Erstellen des Textes aufgezogen wurde.



Abb. 6.35 erstellter Text

Fährt man mit dem Cursor auf den Text, wird dieser markiert und die Griffpunkte werden sichtbar. Mit gedrückter linker Maustaste lässt sich der Text nun verschieben. Über die rechte Maustaste gelangt man in das Kontextmenü zum Bearbeiten des Textes.

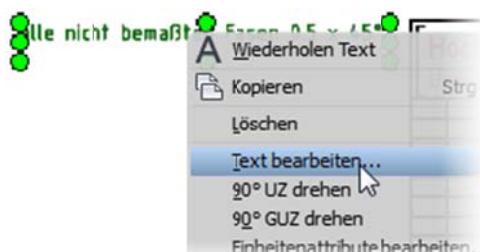


Abb. 6.36 Text bearbeiten

Führungslienentext

Der Führungslienentext wird verwendet wenn Kommentare direkt an eine bestimmte Kontur oder Kante angefügt werden sollen.

Nach dem der Befehl **Führungslienentext** gestartet wurde, muss zunächst eine Kontur gezeigt werden an welcher der Text angreifen soll. Dann einen Punkt klicken für den Linienanfang. Über die rechte Maustaste und *Weiter* öffnet ein Textfenster in dem der gewünschte Text eingegeben werden kann.



Mit *OK* bestätigen und der Führungslienentext wird erstellt.

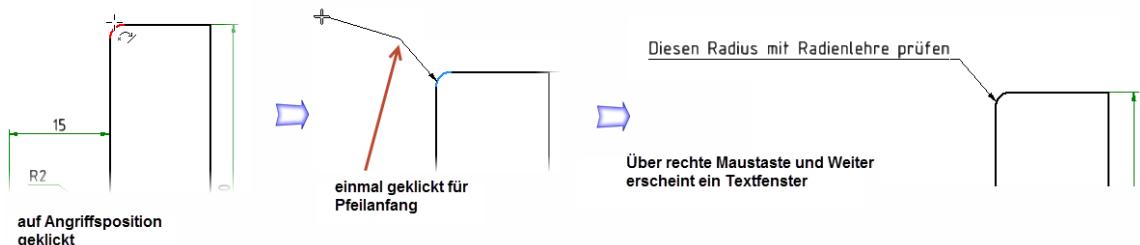


Abb. 6.37 Führungslienentext erstellen

6.6 Oberflächensymbole

Oberflächensymbole werden vergeben, wenn bestimmte Oberflächen besonders bearbeitet werden sollen, z. Bsp. geschliffen.

Dazu wird der Befehl **Fläche** verwendet. Wird der Befehl gestartet muss zunächst eine Körperkante geklickt werden, die das Oberflächensymbol erhalten soll.



Fläche

Danach hängt das Oberflächensymbol am Cursor. Soll das Symbol direkt auf der Kante abgelegt werden, muss direkt nach Wahl der Kante mit rechter Maustaste und *Weiter* gearbeitet werden.

Soll das Symbol mit einem Pfeil auf die Fläche zeigen muss ein weiteres Mal für den Pfeil geklickt werden. Danach über rechte Maustaste und *Weiter* das Oberflächensymbol erstellen.

In dem sich öffnenden Dialogfenster werden die Angaben zur Oberfläche eingetragen, siehe Abb. 6.38.

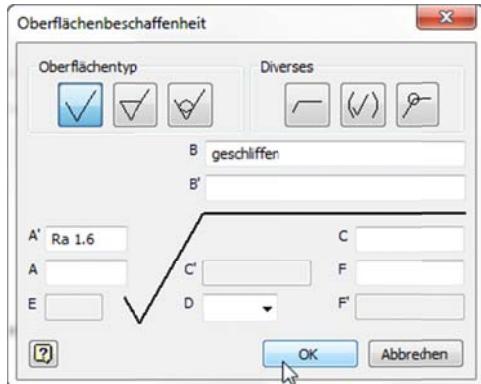


Abb. 6.38 Dialogfenster Oberflächensymbol

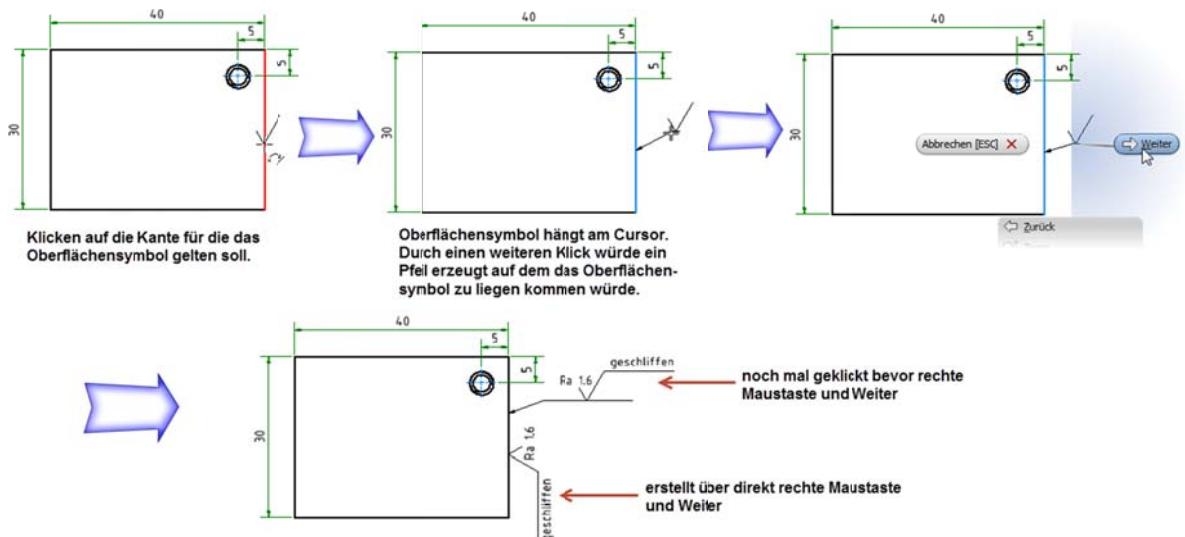


Abb. 6.39 Erzeugung eines Oberflächensymbols.



Erstellen Sie nun die Zeichnungsableitungen von Ihren konstruierten Teilen.

6.7 Positionsnummern

Positionsnummern dienen der Kennzeichnung einzelner Bauteile in einem Zusammenbau. Sie sind notwendig, damit man die Einzelteile in Form einer Stückliste erfassen kann und diese für den Zusammenbau wieder zuordnen kann.

Um Positionsnummern zu erzeugen benötigen Sie die Zeichnungsableitung eines Zusammenbaus, in der die Positionsnummern vergeben werden können.

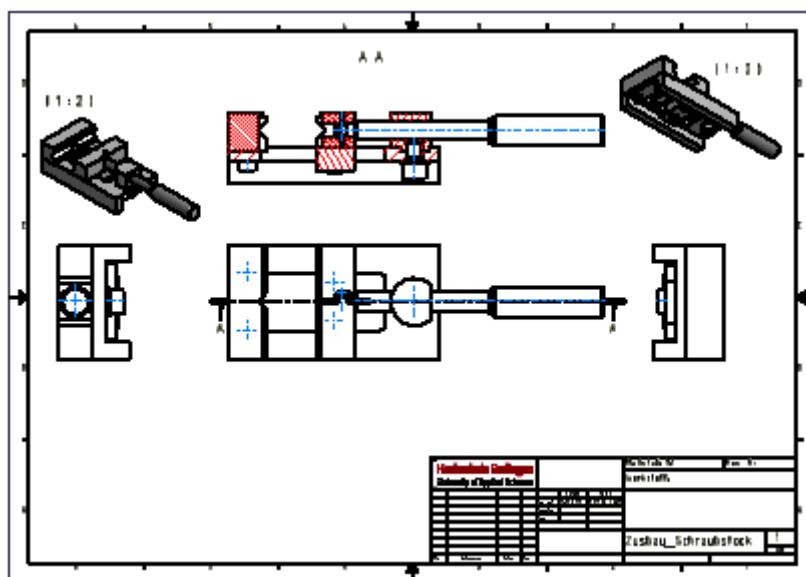


Abb. 6.40 Zeichnung Zusammenbau

Liegt die Zusammenbauzeichnung vor, schaut man in welcher Ansicht man die meisten Komponenten gut erkennen kann. Diese Ansicht wird ausgewählt um die Positionsnummern zu vergeben. In der Regel ist dies eine Schnittansicht, damit auch innen liegende Bauteile erkannt werden.

Der Befehl **Positionsnummer** befindet sich auf der rechten Seite der Schaltflächenleiste.



Ist der Befehl **Positionsnummer** gestartet muss zunächst die Komponente gewählt werden, die eine Positionsnummer erhalten soll.

Bei der ersten Positionsnummer kommt eine Abfrage nach der Art der Stückliste. Diese Abfrage bestätigen Sie mit *OK*.

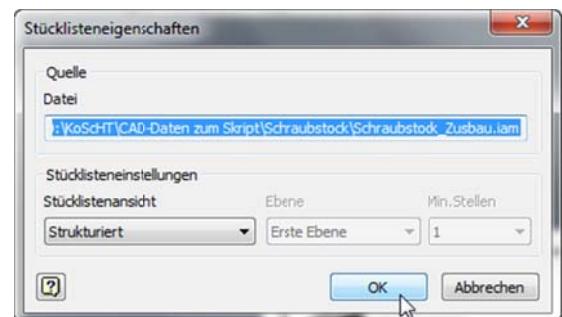


Abb. 6.41 Stücklistenart Abfrage

Dann hängt die Positionsnummer am Cursor und benötigt einen weiteren Punkt an der Stelle, wo die Positionsnummer erstellt werden soll.



Abb. 6.42 Vergabe einzelner Positionsnummer

Dann wird die Positionsnummer erzeugt und abgelegt. Für die weiteren Komponenten kann auf dieselbe Art verfahren werden.

Die Positionsnummern, welche den Komponenten zugewiesen wird, hängen mit der Reihenfolge des Zusammenbaus im Browser zusammen. Die einzelnen Bauteile werden von 1 bis unendlich hoch gezählt und diese Nummer entspricht dann der Positionsnummer.

Da es bei größeren Zusammenbauten recht aufwendig wäre jeder Komponente von Hand eine Positionsnummer zuzuweisen gibt es auch die Möglichkeit der automatischen Positionsnummern Vergabe.

Der Befehl dazu lautet **Automatische Positionsnummer** und wird erreicht indem man das Dreieckchen an dem Befehl Positionsnummer erweitert.



Nachdem der Befehl gestartet wurde erscheint ein Dialogfenster:

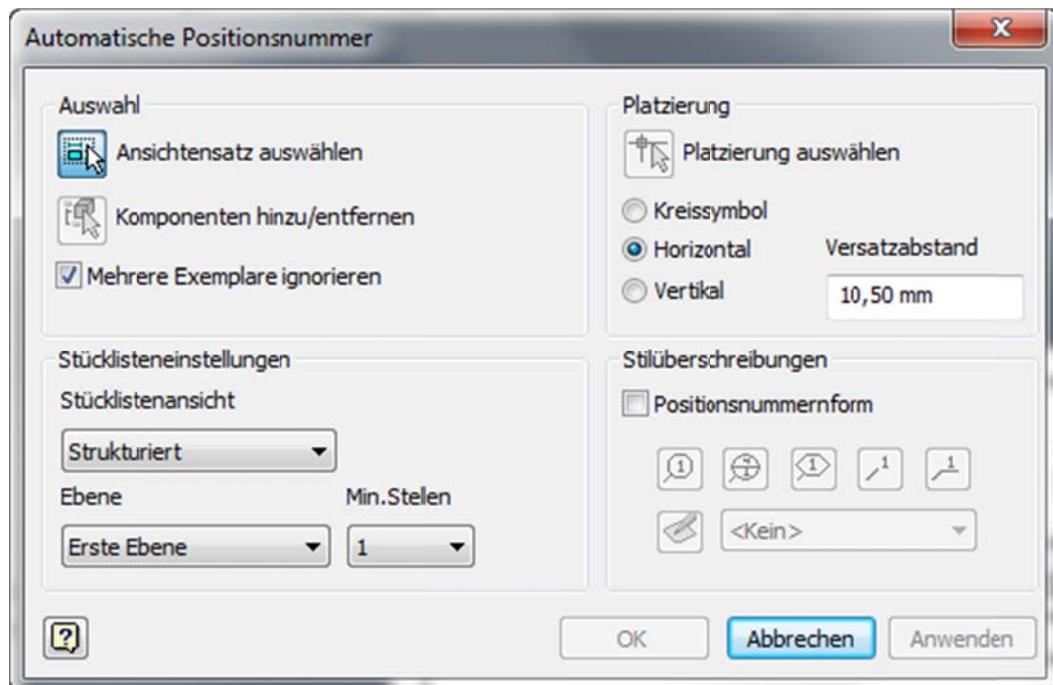


Abb. 6.43 Dialog Automatische Positionsnummer

Im ersten Schritt muss die Zeichnungsansicht ausgewählt werden.

Dann müssen alle Bauteile der Zeichnungsansicht mit einem Fenster markiert werden.

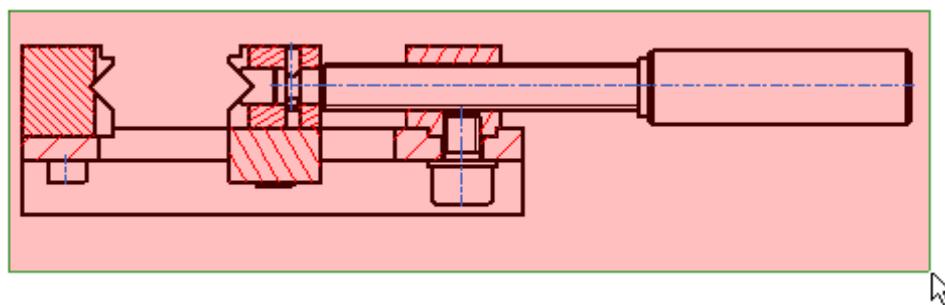


Abb. 6.44 Bauteile markieren über Fensterauswahl

Sind alle Bauteile markiert mit rechter Maustaste und *Weiter*

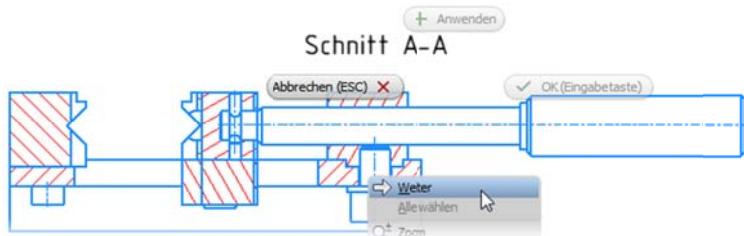


Abb. 6.45 Bauteilauswahl beenden

Die Positionsnummern werden zunächst in einer horizontalen Linie angezeigt.

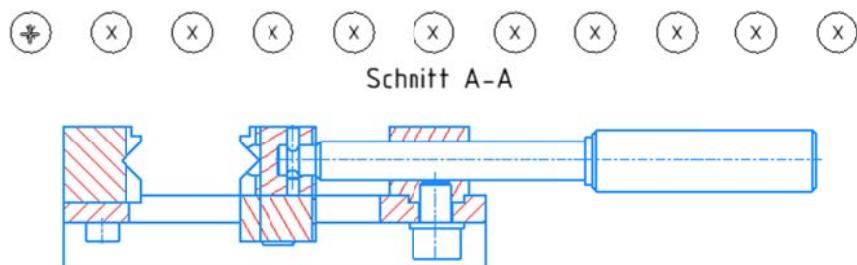


Abb. 6.46 Erste Voransicht der Positionsnummern (horizontal)

Im Dialogfenster kann im Bereich Platzierung auf Kreissymbol umgeschaltet werden.

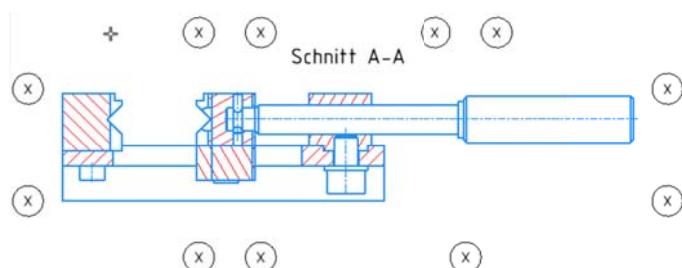


Abb. 6.47 Voransicht mit Einstellung Kreissymbol

Durch einmal Klicken in der Zeichnungsansicht werden die Positionsnummern abgelegt und mit dem Button **Anwenden** im Dialogfenster werden die Positionsnummern erzeugt.

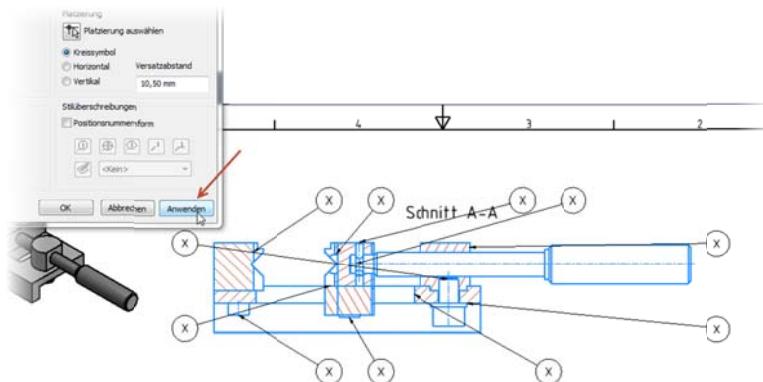


Abb. 6.48 Dialogfenster mit Anwenden beenden.

Die Positionsnummern wurden Erzeugt und liegen etwas wirr ineinander.

Beenden Sie das Dialogfenster mit dem Button **Abbrechen**.

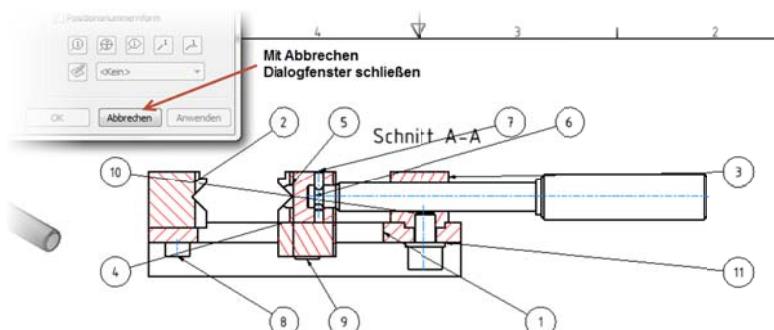


Abb. 6.49 Beenden des Dialogfensters mit Abbrechen

Klickt man nun auf eine Positionsnummer, erhält man Griffe (grüne Punkte) über die man die Lage der Positionsnummer verschieben kann.

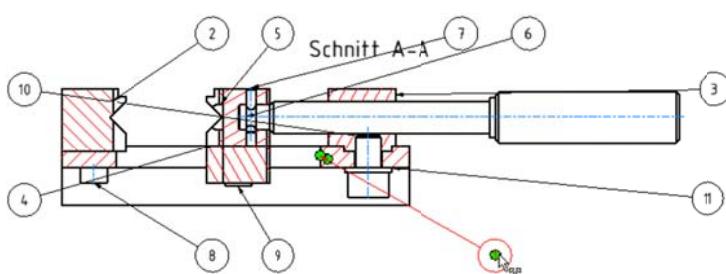
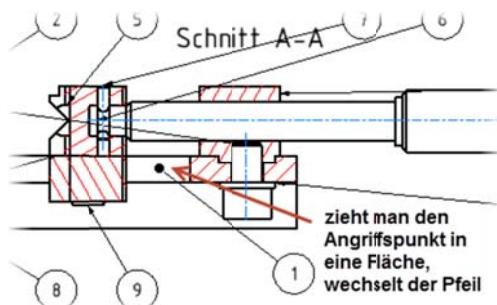


Abb. 6.50 Positionsnummern verschieben

Wenn die Pfeile der Positionsnummern auf eine Fläche treffen und nicht mehr auf einer Kante liegen, wechselt die Darstellung von Pfeil auf Punkt.



Hierbei ist zu beachten, dass man die richtige Nummer dem richtigen Bauteil zuordnet.

Abb. 6.51 Neuordnen der Positionsnummern

Hat man sich nacheinander die Positionsnummern in eine übersichtliche Lage gezogen. Kann man dazu übergehen die passende Stückliste zu generieren.

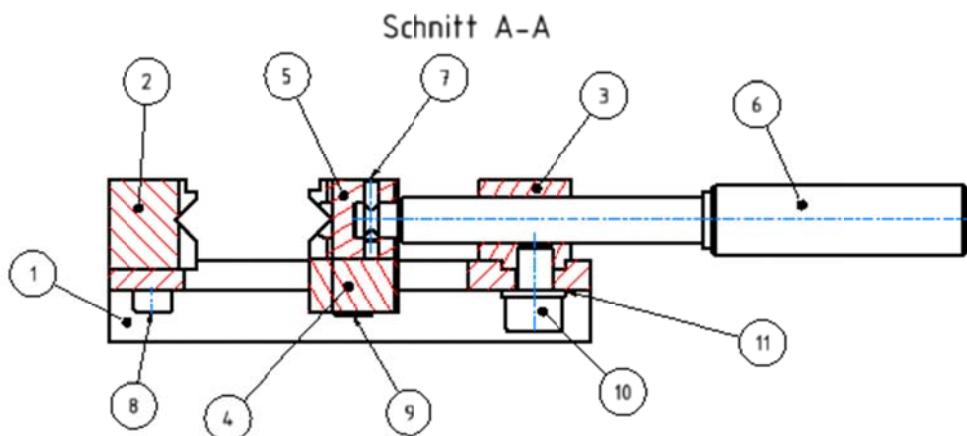


Abb. 6.52 Neu angeordnete Positionsnummern

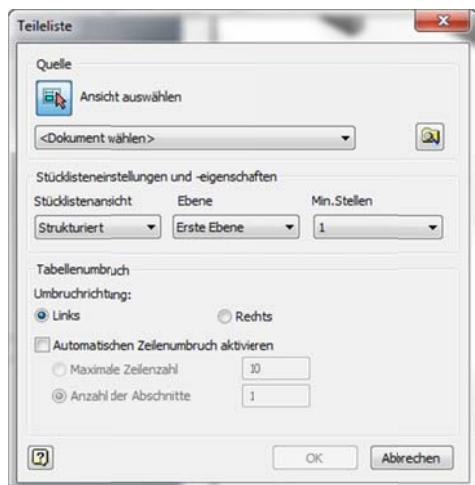
6.8 Stückliste

In einer Stückliste werden alle Positionen der Baugruppe in tabellarischer Form aufgelistet. In ihr stehen die Rohmaße der Bauteile, welches Material und wie viel Teile davon hergestellt werden müssen.

Um eine Stückliste zu erstellen muss der Befehl **Teileliste** gestartet werden. Er befindet sich neben dem Befehl Skizze erstellen.



Teile-
liste



Nach dem Start des Befehls **Teileliste** öffnet sich das Dialogfenster *Teileliste*.

Als erstes muss die Ansicht mit den Positionsnummern gezeigt werden. Klicken Sie dazu auf diese Ansicht.

Inventor berechnet die Stückliste.

Abb. 6.53 Dialogbox Teileliste

Das Dialogfenster muss mit dem Button *OK* bestätigt werden. Danach hängt die Stückliste in Form eines leeren Rahmens am Cursor.

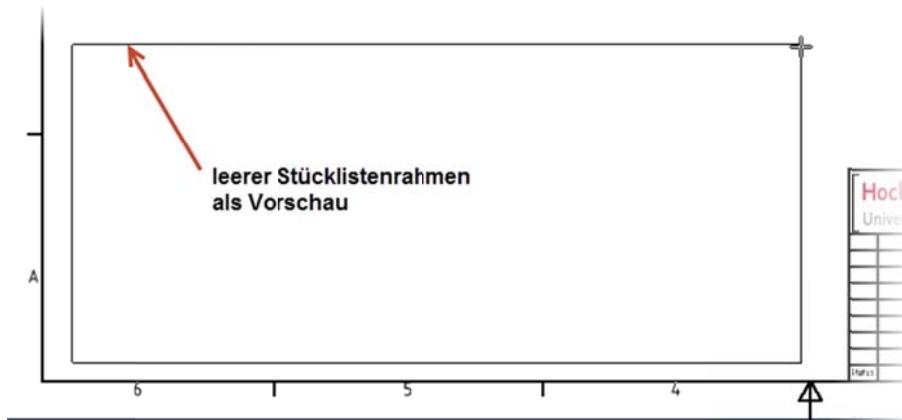


Abb. 6.54 leerer Stücklistenrahmen

Durch einen Klick in einem freien Bereich wird die Stückliste abgelegt.

Stückliste				
Position	Menge	Benennung	Bemerkung	Werkstoff
1	1	Grundkörper		Allgemein
2	1	Festbacke		Allgemein
3	1	Spindellager		Allgemein
4	1	Gleitstein		Allgemein
5	1	Spannbacke		Allgemein
6	1	Spindel		Allgemein
7	1	ISO 8734 - 3 x 14 - A	Zylinderstift	Stahl
8	2	ISO 4762 - M5 x 10	nnensechskantschraube	EdelStahl - 440C
9	2	ISO 4762 - M5 x 12	nnensechskantschraube	EdelStahl - 440C
10	1	ISO 4762 - M8 x 12	nnensechskantschraube	EdelStahl - 440C
11	1	DIN 128 - A8	Federring	Stahl, weich, unlegiert

Abb. 6.55 abgelegte Stückliste unbearbeitet

Zur Bearbeitung der Stückliste muss ein Doppelklick auf die Stückliste gemacht werden, damit sich das Dialogfenster Stückliste öffnet.

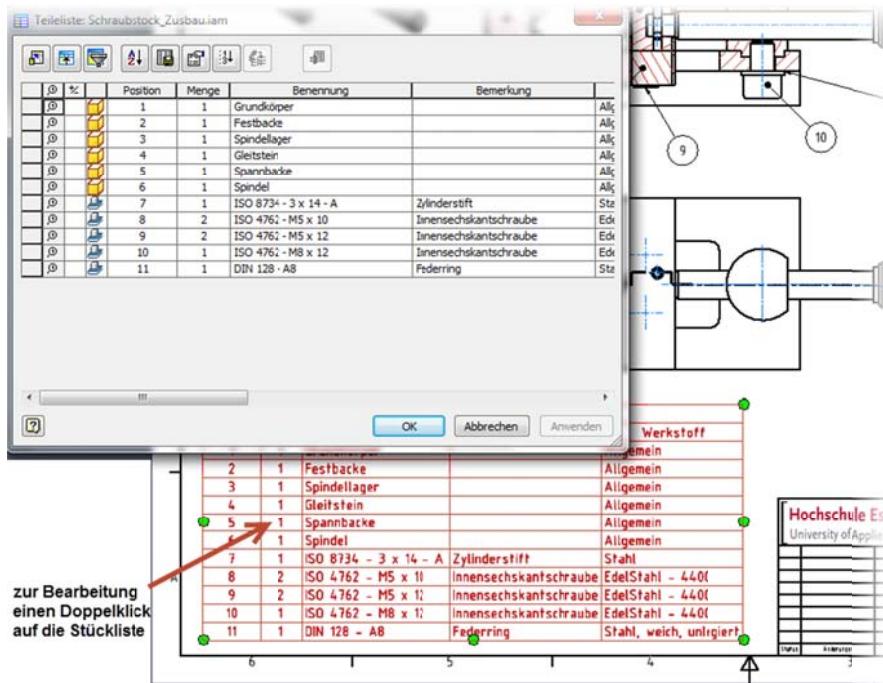


Abb. 6.56 Stücklistenbearbeitung

Zur Bearbeitung in die entsprechenden Felder der Stückliste klicken und eintragen was noch fehlt oder was abgeändert werden muss.

Hinweis:

Wenn Sie für die Eingabe der Rohmaße bei den Bauteilen ein Durchmesserzeichen benötigen, erhalten Sie dieses indem Sie die Tastenkombination **Alt + 157** eingeben.

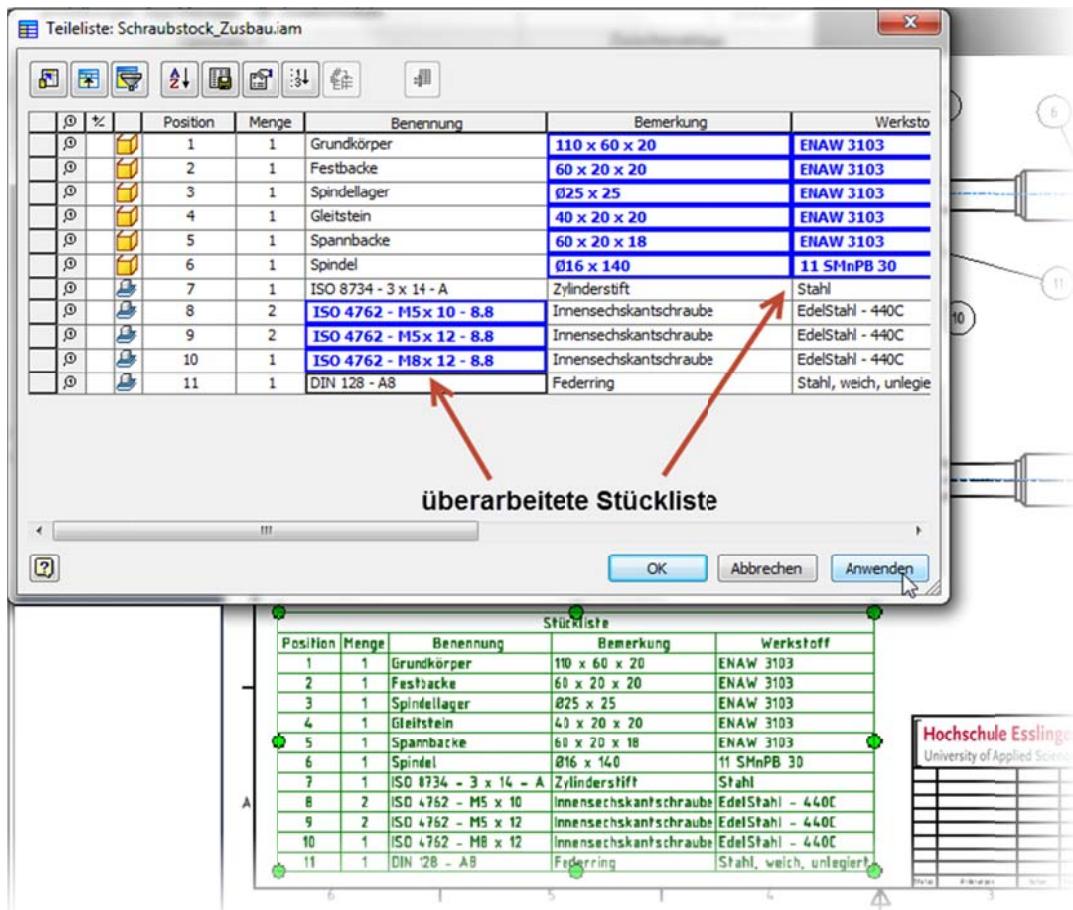


Abb. 6.57 überarbeitete Stückliste

Die überarbeitete Stückliste hat alle geänderten Einträge mit blau hinterlegt. Die Änderungen werden in der Vorschau angezeigt.

Mit dem Button *Anwenden* werden die Änderungen endgültig übernommen und über den Button *OK* wird das Dialogfenster geschlossen.

Schiebecursor			
Position	Menge	Benennung	Bemerkung
1	1	Grundkörper	110 x 60
2	1	Festbacke	60 x 20
3	1	Spindellager	Ø25 x 25
4	1	Gleitstein	40 x 20

Wenn der Cursor mit den vier Pfeilen erscheint kann die Stückliste in ihrer Position verschoben werden.

Abb. 6.58 Positionsverschiebung

6 Zeichnungsableitung

Die Stückliste wurde unten an den Zeichnungsrahmen angefügt und abgelegt.

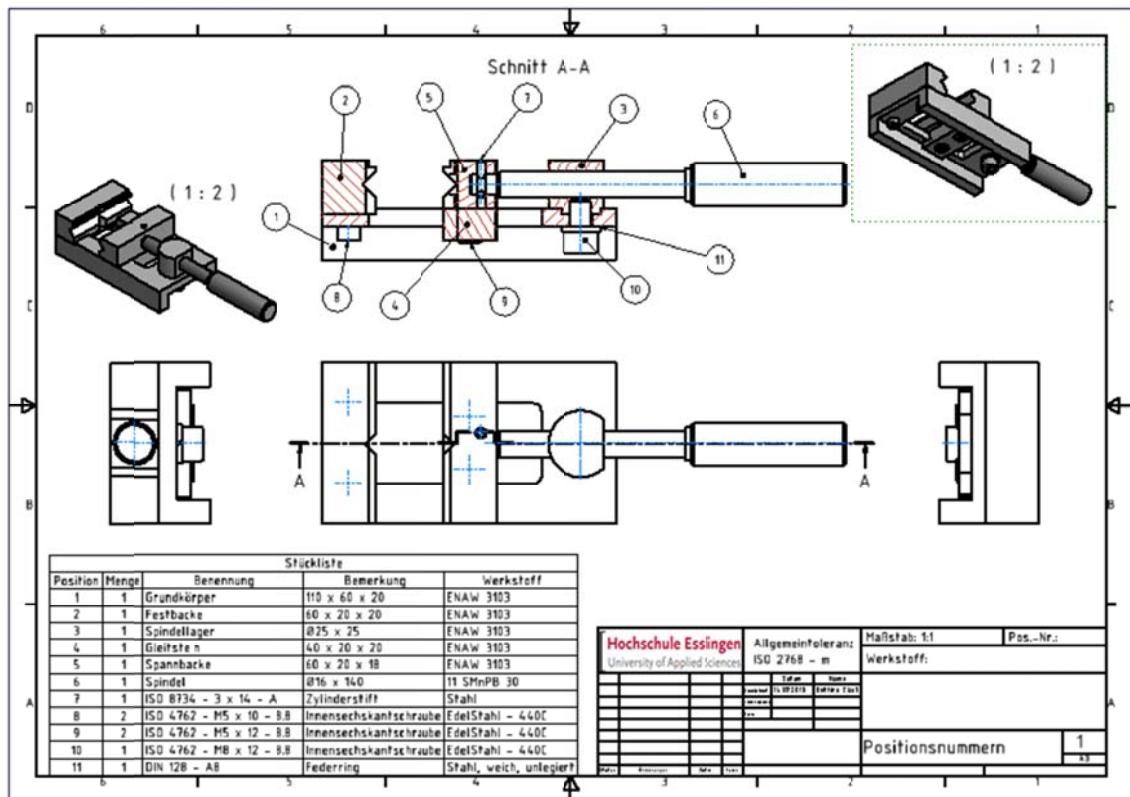


Abb. 6.59 fertige Zusammenbau Zeichnung mit ergänzter Stückliste

6.9 Verständnisfragen

- V6:1: Wie hängen Zeichnung und Modell zusammen?
- V6:2: Wo wird die Blattgröße eingestellt?
- V6:3: Wie kann eine passende Erstansicht erzeugt werden, wenn keine der Voreingestellten Ansichten passt?
- V6:4: Welche Schnittansichten kennen Sie?
- V6:5: Was gibt es bei einer Ausschnittsansicht zu beachten?
- V6:6: Wie kann man Schnittansichten bearbeiten?
- V6:7: Wie viel Arten von Mittellinien gibt es und welche sind es?
- V6:8: Wie lässt sich die Stückliste bearbeiten?

6.10 Übungen

Erstellen Sie nun zu Ihren konstruierten 3D-Modellen die entsprechenden Zeichnungsableitungen.

7 Lösungen zu den Verständnisfragen

7.1 Lösungen zu Kapitel 2 Grundlagen

- V2.1: ipt Inventor Part (Bauteildatei)
 iam Inventor Assambly (Zusammenbaudatei)
 idw Inventor Drawing (Zeichnungsableitung)
 ipn Inventor Präsentation (Präsentationszeichnung)
- V2.2: In einem Projekt wird der Speicherort für die Dateien eines Projektes festgelegt. Dies dient dazu, dass Inventor die Verknüpfungen der Dateien findet und diese bei einer Überarbeitung automatisch aktualisieren kann.
- V2.3: Es kann immer nur **ein** Projekt aktiv sein.
 Es dürfen im Hintergrund keine Dateien geöffnet sein.
- V2.4: An dem Häkchen das vor dem Projekt steht.

7.2 Lösungen zu Kapitel 3 Skizzen

- V3.1: der Linienbefehl
- V3.2: Zoom- und Pan-Befehl
- V3.3: Fenster kreuzen, Fenster einschließen und Auswahl durch anklicken
- V3.4: Absolute und Relative Abhängigkeiten
- V3.5: Sie bringt Linien auf gleiche Höhe
- V3.6: Sie erzeugt gleiche Radien oder gleiche Linienlängen
- V3.7: Punkt auf Punkt, Punkt auf Mittelpunkt und Punkt auf Linie

- V3.8:** Weil sie Skizzenprofile schließt
- V3.9:** Eine getriebene Bemaßung ist nur zum Anschauen da. Sie kann nicht bearbeitet werden und hat keinen Einfluss auf die Geometrie. Man erkennt sie daran, dass sie in Klammern steht.
- V3.10:** Wenn sie in Bezug zum Koordinatensystem gesetzt wurde.
- V3.11:** 1. Geschlossene Kontur zeichnen, 2. X- oder Y-Achse projizieren, 3. projizierte Achse zur Mittellinie machen, 4. Skizzenprofil bestimmen

7.3 Lösungen zu Kapitel 4 Bauteilmodellierung

- V4.1:** Unter Extrusion versteht man das Erzeugen eines Volumenkörpers durch ziehen eines 2D-Skizzenprofils entlang einer Achse.
- V4.2:** Unter einer Drehung versteht man das Erzeugen eines Volumenkörpers, indem ein 2D-Skizzenprofil um eine Achse gedreht wird.
- V4.3:** Es gibt die Möglichkeit der Vereinigung, der Differenz und der Schnittmenge. Nein Sie stehen erst zur Verfügung, wenn bereits ein Basiskörper erzeugt wurde.
- V4.4:** Vereinigung = Material zufügen, Differenz = Material wegnehmen, Schnittmenge = die überdeckenden Bereiche bleiben erhalten
- V4.5:** skizzierte Elemente enthalten als Grundlage ein 2D-Skizzenprofil. Extrusion, Drehung, Bohrungen nach Skizze

- V4.6:** platzierte Elemente sind Elemente die direkt am Bauteil angewendet werden. Fasen, Rundungen, Wandstärke usw.
- V4.7:** Weil Bohrungen sowohl in Abhängigkeit einer 2D-Skizze erzeugt werden können als auch direkt in Abhängigkeit vom Bauteil.
- V4.8:** Runde und Rechteckige Anordnung
- V4.9:** Die Richtungen müssen am Bauteil und nicht am Modell gezeigt werden.
- V4.10:** Den 3D-Orbit und den View-Cube
- V4.11:** Im Browser spiegelt sich die komplette Entstehungsgeschichte des Bauteils wieder. Er dient zur Bearbeitung des gesamten Bauteils.
- V4.12:** Arbeitspunkte, Arbeitsachsen und Arbeitsebenen
- V4.13:** Die Normale einer Arbeitsebene ist die lotrecht stehende Achse zu dieser Ebene.
- V4.14:** Die Normale geht einmal in die positive und einmal in die Negative Richtung. Aus diesem Grund sind die Seiten einer Arbeitsebene anders farbig gekennzeichnet. Die hellere Seite zeigt die positive Normalenrichtung und die dunkle Seite zeigt die negative Normalenrichtung an.
- V4.15:** Arbeitsebenen benötigt man, wenn keine ebene Bauteilfläche zur Verfügung steht oder wenn man keine geeignete Fläche zur Verfügung hat, z. Bsp. für eine Bohrung auf einer Welle.
- V4.16:** Über den Befehl Grafiken kappen. Taste F7 oder über das Kontextmenü (rechte Maustaste) innerhalb der aktiven Skizze.

7.4 Lösungen zu Kapitel 5 Zusammenbau

- V5.1:** Es kann als einziges Bauteil am Ursprung fixiert eingefügt werden und erhält dann automatisch einen Pin und ist mit der Eigenschaft Fixiert versehen.
- V5.2:** Sie werden mit einem Indize versehen und hoch gezählt, z. Bsp. mit :1, :2, :3 usw.
- V5.3:** Jedes Element besitzt 6 Freiheitsgrade. 3 translatorische und 3 rotatorische Freiheitsgrade.
- V5.4:** Es gibt 4 Typen: Passend, Winkel, Tangential und Einfügen
- V5.5:** Der Modus ungeleiteter Winkel, da er keine Richtungsvorgabe enthält.
- V5.6:** Sie vergibt zwei Abhängigkeiten auf einmal. Passend Fläche auf Fläche und Passend Achse auf Achse.
- V5.7:** Im Browser unter den betreffenden Bauteilen. Sie lassen sich löschen oder unterdrücken, was sie ebenfalls unwirksam macht, aber jederzeit wieder aktivieren lässt.
- V5.8:** Das Inhaltscenter ist die Normteildatenbank von Inventor.
- V5.9:** Sie werden nicht automatisch dem Projekt zugeschrieben, sondern liegen in einem Ordner der beliebig definiert werden kann. Man muss den Pfad bei jedem Projekt umstellen oder die entsprechenden Dateien dann in den Projektordner kopieren bzw. verschieben.

7.5 Lösungen zu Kapitel 6 Zeichnungsableitung

- V6.1:** Es besteht eine bidirektionale Beziehung zwischen Modell und Zeichnung, d.h. Änderungen werden sofort übernommen. Bei Änderungen in der Zeichnungsableitung nur dann, wenn die wirkliche Modellbemaßung bearbeitet wurde.
- V6.2:** Im Browser auf dem Eintrag Blatt über rechte Maustaste und Blatt bearbeiten
- V6.3:** Über die Einstellung Aktuell. Dort kann im Modellbereich die gewünschte Ansicht eingestellt werden und über den Befehl Aktuell wird die Ansicht in die Zeichnung übernommen.
- V6.4:** Gerader Schnitt, Stufenschnitt, Schnitt unter einem bestimmten Winkel
- V6.5:** Die Skizze für den Ausbruch muss an der Zeichnung angeheftet sein und nicht am Blatt.
- V6.6:** Indem man im Browser auf die zugehörige Skizze geht und diese entsprechend bearbeitet.
- V6.7:** Es gibt 4 Arten von Mittellinien. Die Mittellinie, die Symmetrielinie der Mittellinie, die Mittelpunktmarkierung und die Zentrierte Anordnung
- V6.8:** Durch einen Doppelklick auf die Stückliste und dann durch ändern der entsprechenden Felder in der Stückliste.

Literaturempfehlung / Hilfestellung

Als weiterführende Literatur und zur Vertiefung der Kenntnisse sind folgende Bücher empfehlenswert:

- Armin Gräf
Inventor 2014 – Basiskurs und Inventor 2014 - Aufbaukurs
nähtere Information unter <http://www.powercad.de>
- Mayersche Onlineshop
Autodesk Inventor 2014 mit DVD-ROM
nähtere Informationen unter <http://www.mayersche.de/Inventor-2014-paperback-Guenter-Scheuermann.html>
Das Buch vermittelt Grundlagen und Methodik in zahlreichen Konstruktionsbeispielen und ist im Hanser Fachbuchverlag erschienen.

Zusätzlich wird empfohlen sich in den einschlägigen CAD-Foren umzuschauen:

- <http://inventor.cad.de/forum/forum.html>
- <http://inventorfaq.blogspot.com/>

8 Anhang

8.1 Weitere Hinweise

8.1.1 Wechsel zwischen cm und mm

Wenn Sie auf die falsche Weise eine neue Bauteildatei oder Zusammenbaudatei öffnen, kann es vorkommen, dass die Einheiten nicht stimmen. Sie zeichnen dann in cm statt in mm.

Dies geschieht, wenn Sie über das Pulldownmenü Neu gehen.

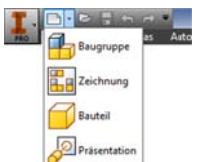


Abb. 8.1 Pulldownmenü Neu

Um dieses zu korrigieren müssen Sie auf die *Registerkarte Extras → Dokumenteneinstellung* gehen. In diesem Fenster wählen Sie die *Registerkarte Einheiten*.



Abb. 8.2 Dokumenteneinstellung Registerkarte Einheiten

Dort stellen Sie um auf **Millimeter** und dann unten im Dialogfenster auf **Übernehmen** und **Schließen** klicken.

Alle Maße, die bis zu diesem Zeitpunkt erzeugt wurden, stehen weiterhin in cm drin (aus 10cm wird die Maßzahl 100), aber bei der Bearbeitung steht weiterhin die Angabe cm drin.

Alle neu erzeugten Maße nach der Umstellung werden in mm dargestellt und behandelt.

8.1.2 Federkonstruktion

Für die Konstruktion einer Feder benötigen Sie eine besondere 2D-Skizze und den Befehl Spirale.

Die 2D-Skizze benötigt eine projizierte Y-Achse um welche die Spirale gedreht wird und weitere Angaben, siehe Abb. 8.3.

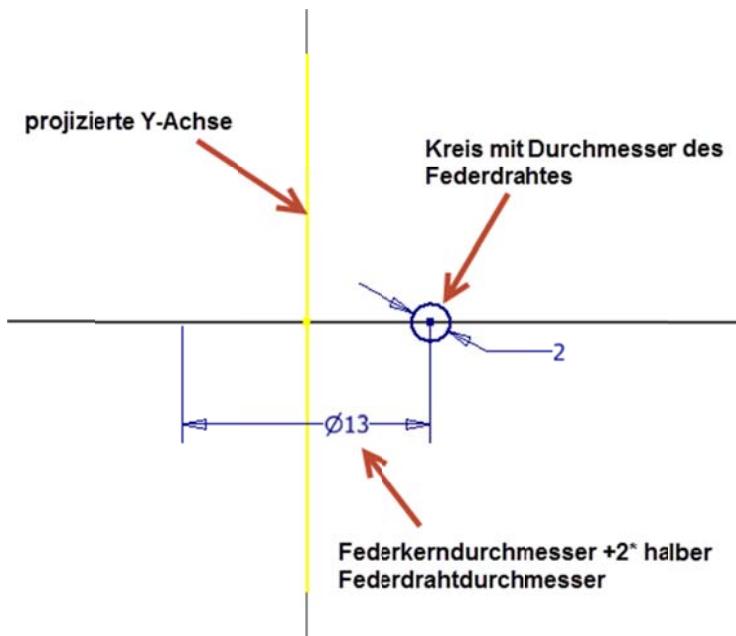


Abb. 8.3 2D-Skizze einer Feder

Wurde diese Skizze erstellt und beendet starten Sie den Befehl **Spirale**. Sie finden ihn in der Schaltflächenleiste im Bereich Erstellen.



Wenn Sie den Befehl **Spirale** aktiviert haben erscheint das Dialogfenster Spirale.

Dort wählen Sie in der Registerkarte Spiralform das Kreisprofil als Spiralform und die Achse, sofern Sie nicht automatisch ausgewählt wurde.

Dann klicken Sie auf die Registerkarte Spiralgröße. Unter Typ wählen Sie die Einstellung aus, deren Angaben Sie in der Zeichnung finden. Meist ist dies die Höhe und die Anzahl der Windungen. Es werden immer die vollen Windungen gezählt.

In Abb. 8.4 sehen Sie ein Beispiel für eine Zeichnung einer Feder die 9 mm hoch ist und 3 volle Windungen aufweist.

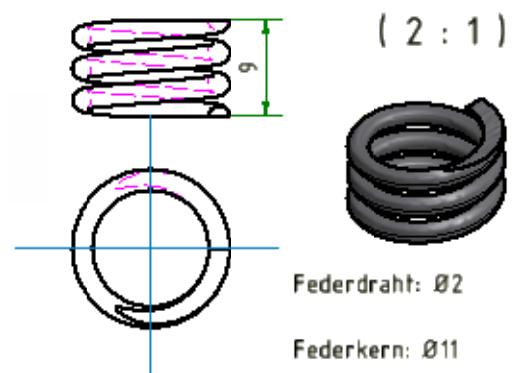


Abb. 8.4 Beispiel einer Federzeichnung

Der entsprechende Befehlsdialog wird in Abb. 8.5 dargestellt.

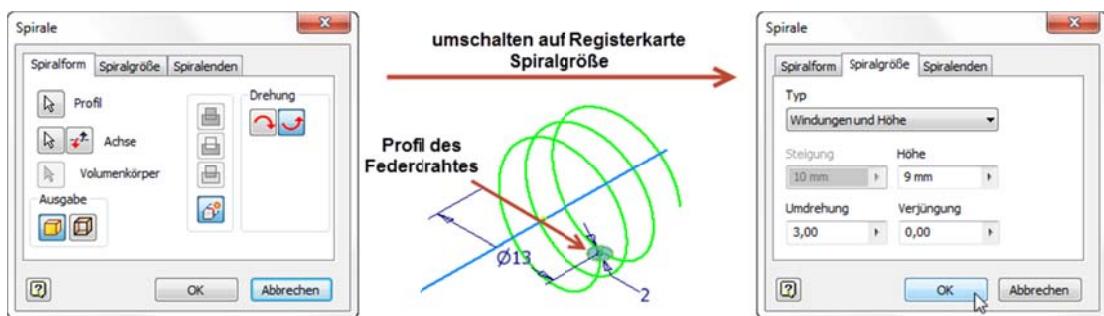


Abb. 8.5 Dialogbox Spirale

Zum Schluss wird die Feder noch an den Enden abgeflacht indem mit dem Befehl Trennen einmal an der XZ-Ebene abgeschnitten wird und die zweite Ebene parallel mit einem Versatz von 9 mm zur XZ-Ebene erzeugt wird um dort das andere Ende der Feder zu beschneiden.

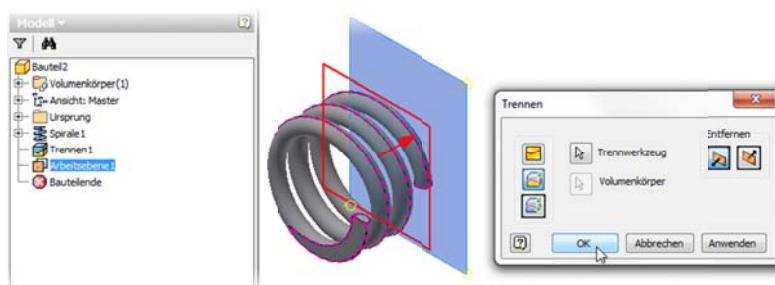


Abb. 8.6 Feder wird mit Trennen fertig gestellt

8.1.3 Ausrichten des Basisbauteils im Zusammenbau

Wenn Ihr Basisteil eine ungünstige Ausgangslage hat (siehe Abb. 8.7), dann ist es sinnvoll diese Ansicht im Zusammenbau zu korrigieren.

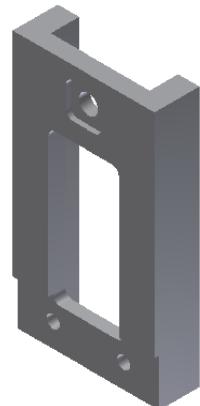


Abb. 8.7 Ausgangslage

Gehen Sie dazu im Browser auf das Basisteil und wählen im Kontextmenü (rechte Maustaste) den Eintrag Fixiert. Entfernen Sie durch anklicken den Haken und geben so das Bauteil frei.

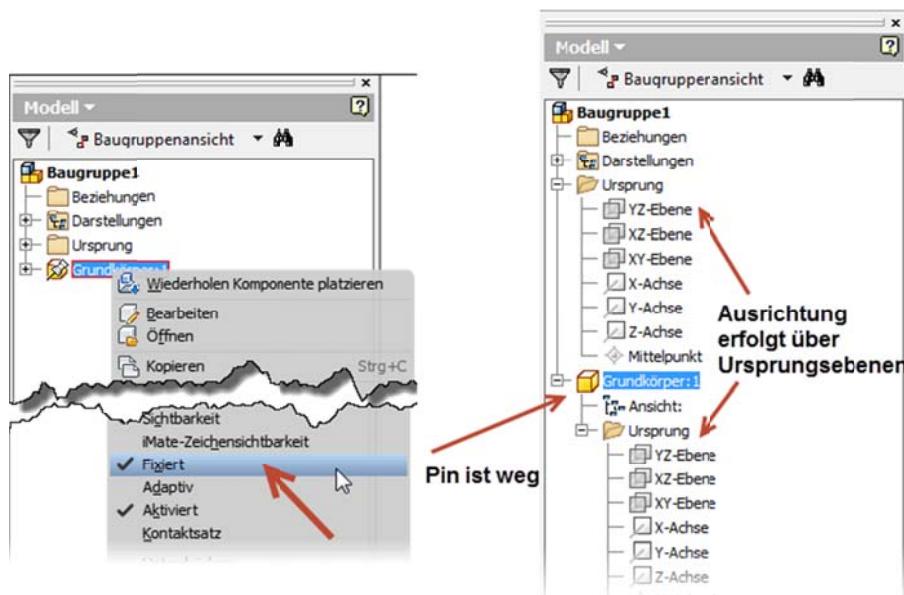


Abb. 8.8 Fixierung löschen

Das Bauteil wird nun mit seinen Flächen an den Ursprungsebenen der Baugruppendatei ausgerichtet. Sie können aber auch die Ursprungsebenen des Bauteils nehmen um das Basisteil entsprechend auszurichten.

In dieser Anleitung werden die Flächen des Bauteils genommen um das Basisteil auszurichten.

Drehen Sie zunächst das Basisteil indem Sie es anklicken über Komponente drehen (Taste G) in die ungefährre Lage, wie Sie es haben möchten.

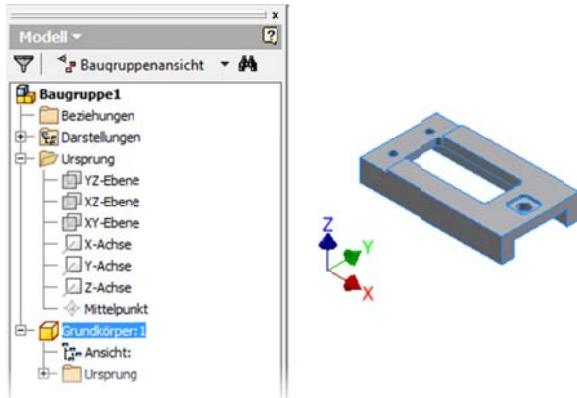


Abb. 8.9 Vorausrichten des Bauteils

Dann richten Sie es mit den 3D-Abhängigkeiten entsprechend aus.

Wählen Sie *Passend* im Modus *Passend* und klicken die Bodenfläche des Stegs und die XY-Ebene des Ursprungs von der Baugruppe an.

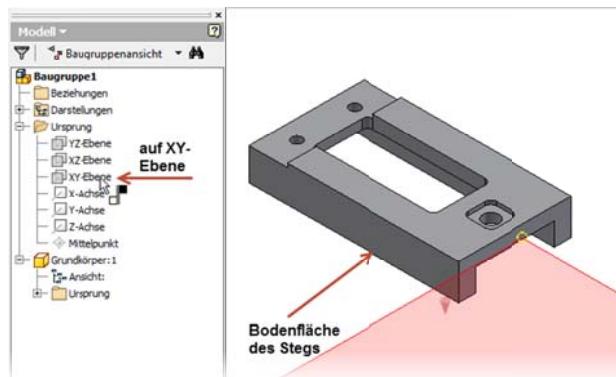


Abb. 8.10 Schritt 1

Wählen Sie *Passend* im Modus *Passend* und klicken Sie auf die Seitenfläche des Stegs und auf die XZ-Ebene des Ursprungs von der Baugruppe.

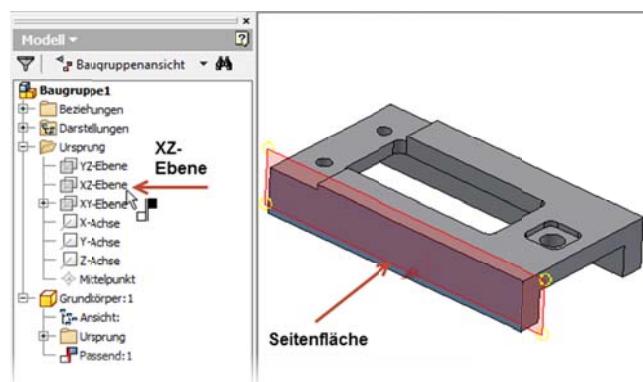


Abb. 8.11 Schritt 2

Wählen Sie *Passend* im Modi *Passend* und klicken Sie auf die hinten liegende Fläche des Grundkörpers und auf die YZ-Ebene im Browser des Ursprungs von der Baugruppe.

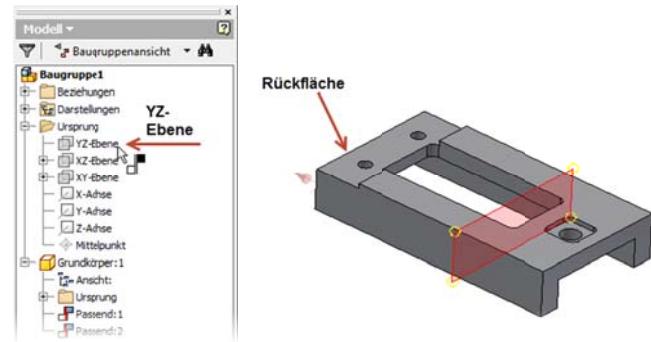


Abb. 8.12 Schritt 3

Es kann auch möglich sein, dass Sie in Schritt 3 statt Passend im Modi Passend die Abhängigkeit Passend im Modi Fluchtend wählen müssen, je nach dem ob sich die Fläche und die Ebene anschauen oder gleich gerichtet sein müssen!

Als letzten Schritt müssen Sie das Basisteil wieder fixieren und die Abhängigkeiten löschen. Markieren Sie dazu mit gedrückter **Strg-Taste** die 3 Abhängigkeiten im Browser und über rechte Maustaste löschen.

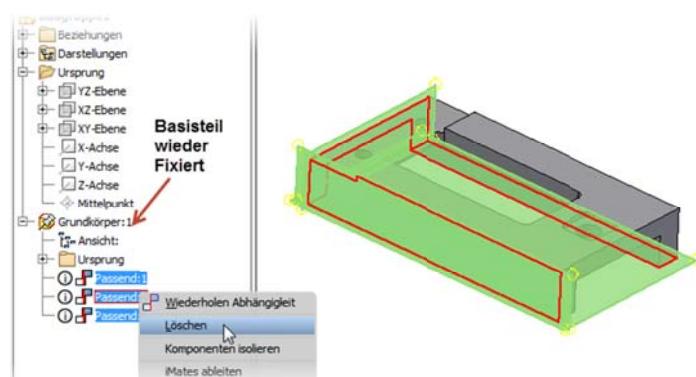
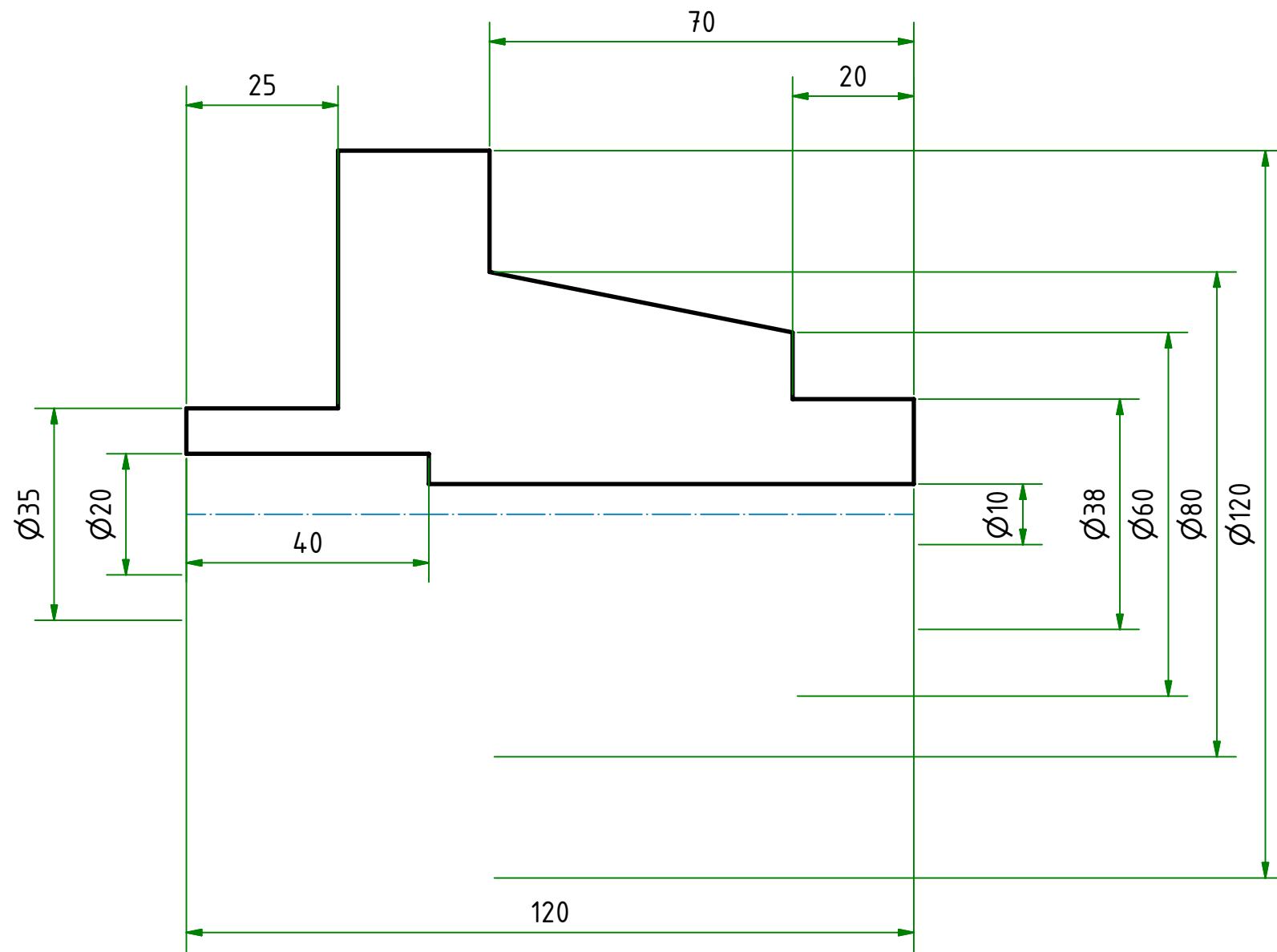


Abb. 8.13 Schritt 4

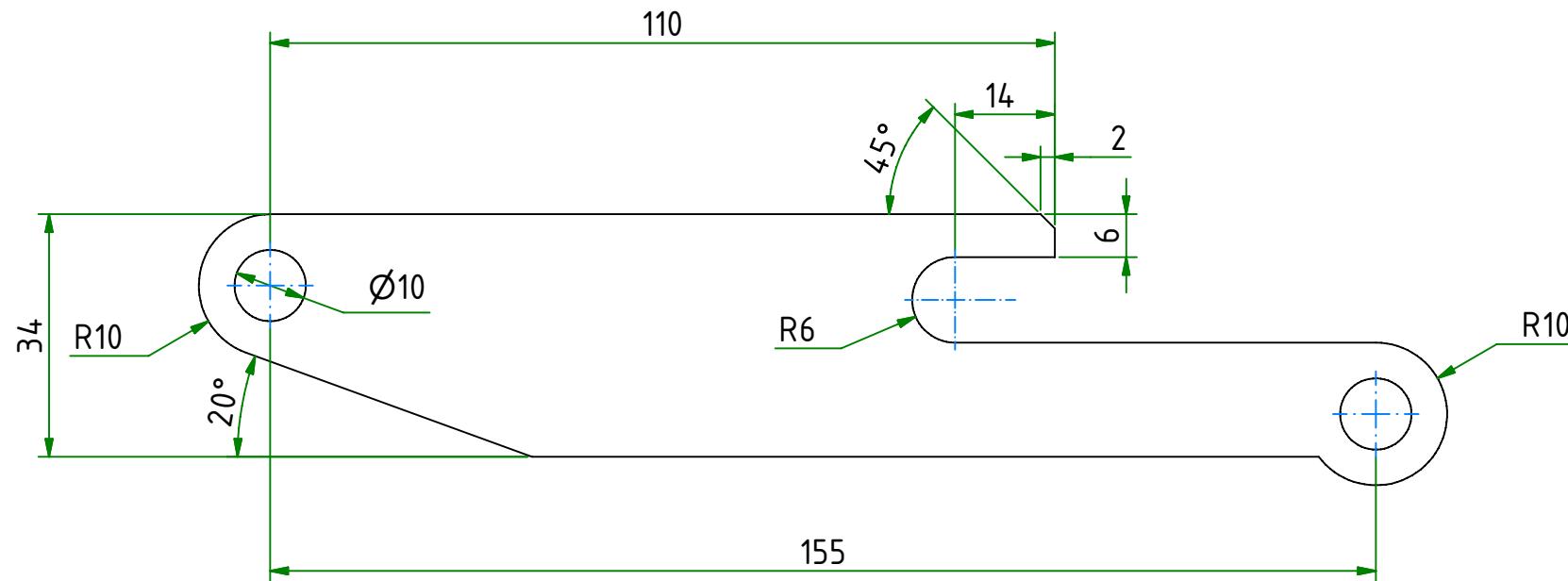
Klicken Sie jetzt auf die Isometrieansicht (Ausgangsansicht) wird das Bauteil in der gewünschten Lage angezeigt.

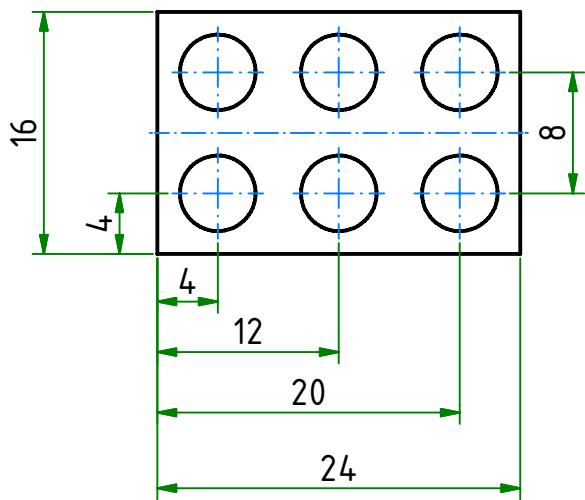
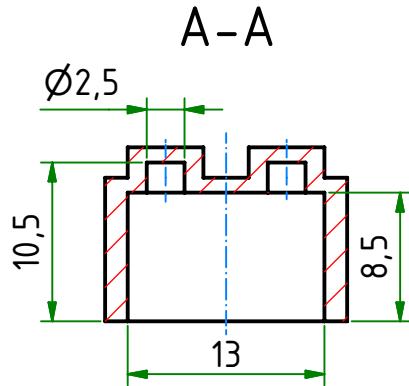
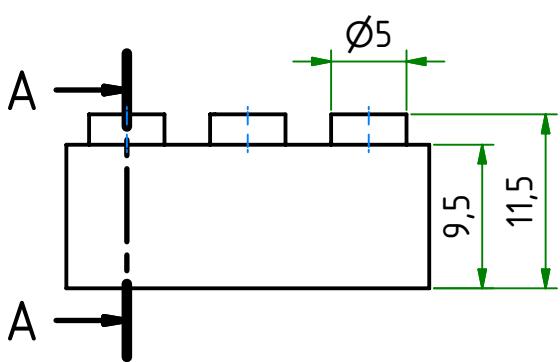
8.2 Zeichnungen

8.2.1 Zeichnungen Übungen zum Skript

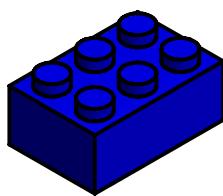


Hinweis:
beide Bohrungen haben denselben Durchmesser



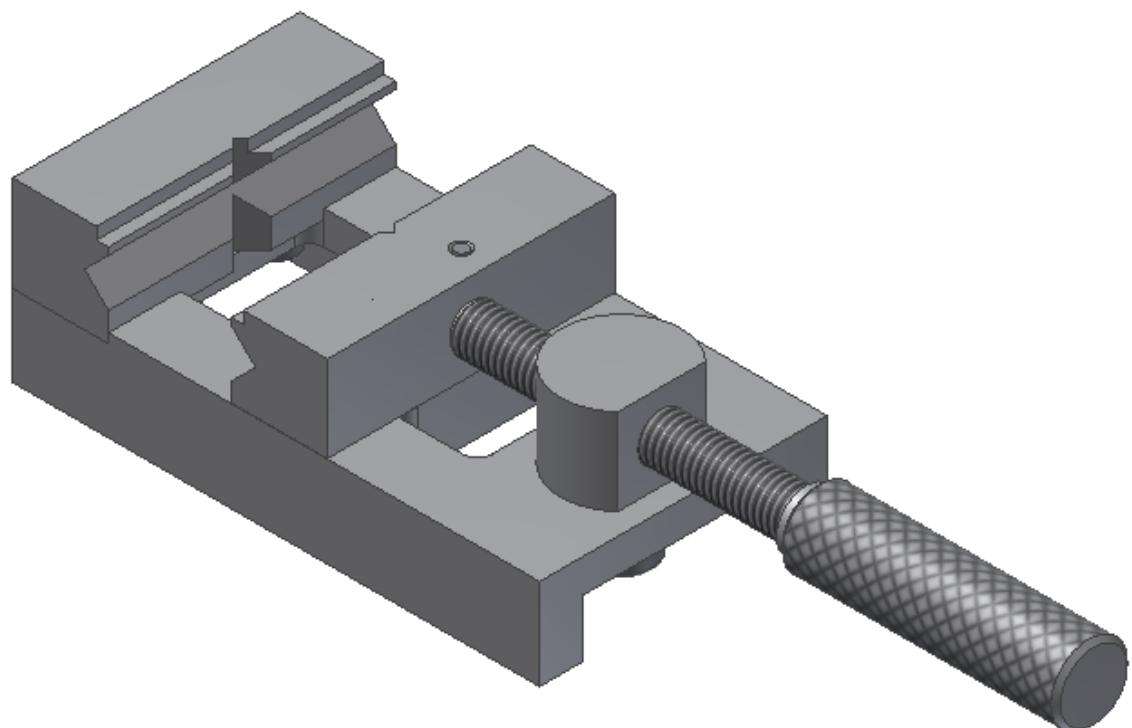


1 : 1



Hochschule Esslingen University of Applied Sciences						Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.:
Werkstoff: ABS							
				Datum	Name		
				Gezeichnet	26.08.2010	Bettina Clauß	
				Kontrolliert			
				Norm			
Legostein 6er						1	
						A4	
Status	Änderungen	Datum	Name				

8.2.2 Zeichnungen Schraubstock



6

5

4

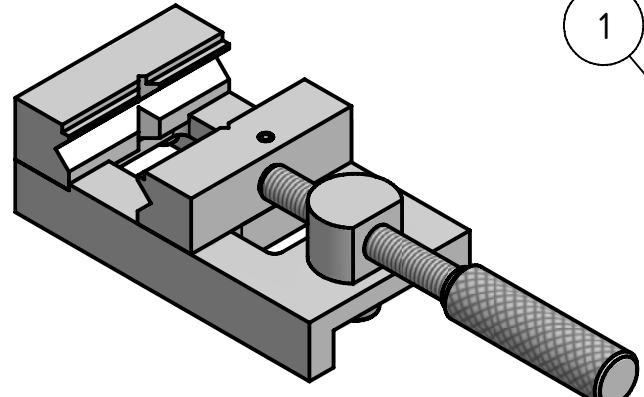
3

2

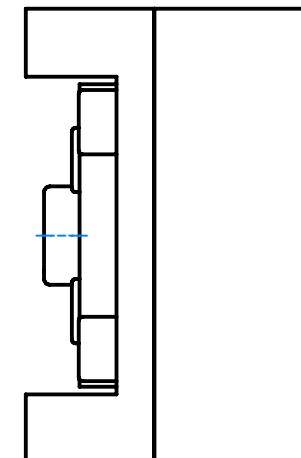
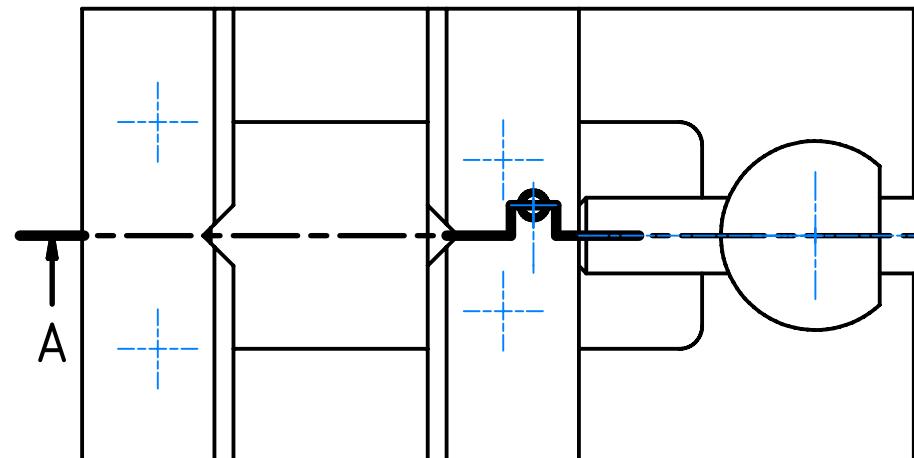
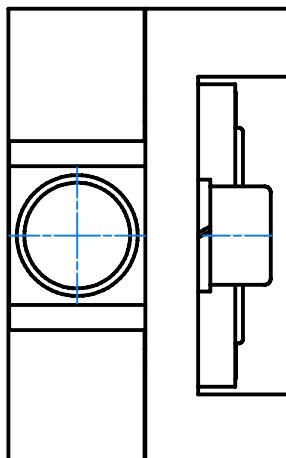
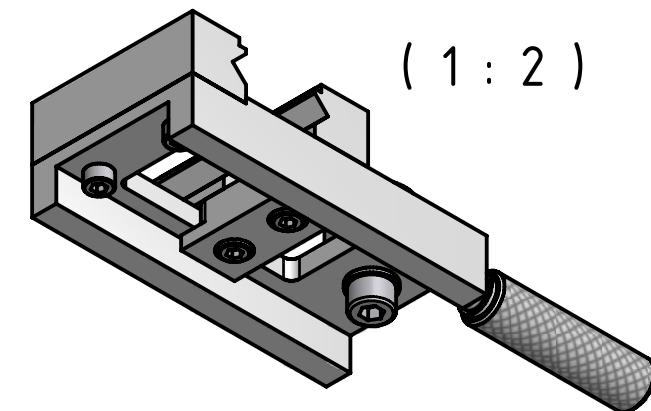
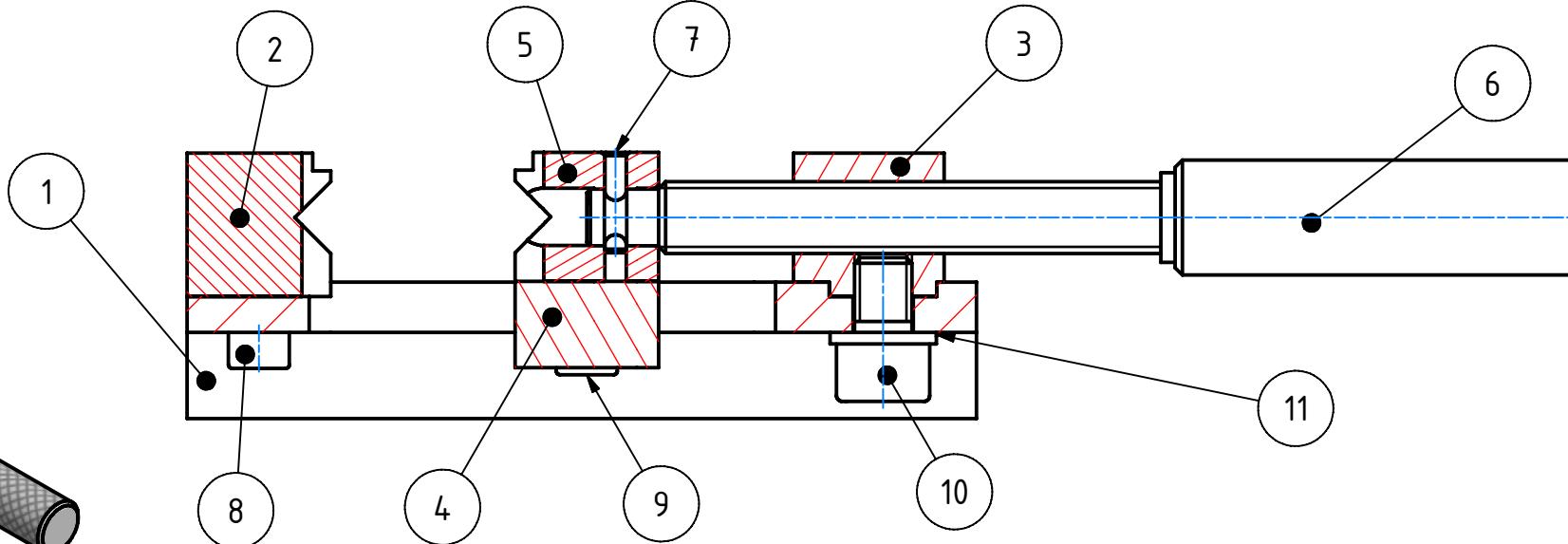
1

D

(1 : 2)



A-A



Stückliste

Position	Menge	Benennung	Bemerkung	Werkstoff
1	1	Grundkörper	110 x 60 x 20	ENAW 3103
2	1	Festbacke	60 x 20 x 20	ENAW 3103
3	1	Spindellager	$\varnothing 25 \times 25$	ENAW 3103
4	1	Gleitstein	40 x 20 x 20	ENAW 3103
5	1	Spannbacke	60 x 20 x 18	ENAW 3103
6	1	Spindel	$\varnothing 16 \times 140$	11 SMnPb 30
7	1	ISO 8734 - 3 x 14 - A	Zylinderstift	
8	2	ISO 4762 - M5 x 10 - 8.8	Innensechskantschraube	
9	2	ISO 4762 - M5 x 12 - 8.8	Innensechskantschraube	
10	1	ISO 4762 - M8 x 12 - 8.8	Innensechskantschraube	
11	1	DIN 128 - A8	Federring	

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Maßstab: 1:1

Pos.-Nr.

Werkstoff:

		Datum	Name
		Gezeichnet	01.06.2010 Bettina Clauß
		Kontrolliert	
		Norm	
Status	Änderungen	Datum	Name

Schraubstock_Zusbau

1

A3

6

5

4

3

2

1

A

A

A

6

5

4

3

2

1

6 5 4 3 2 1

D

D

C

C

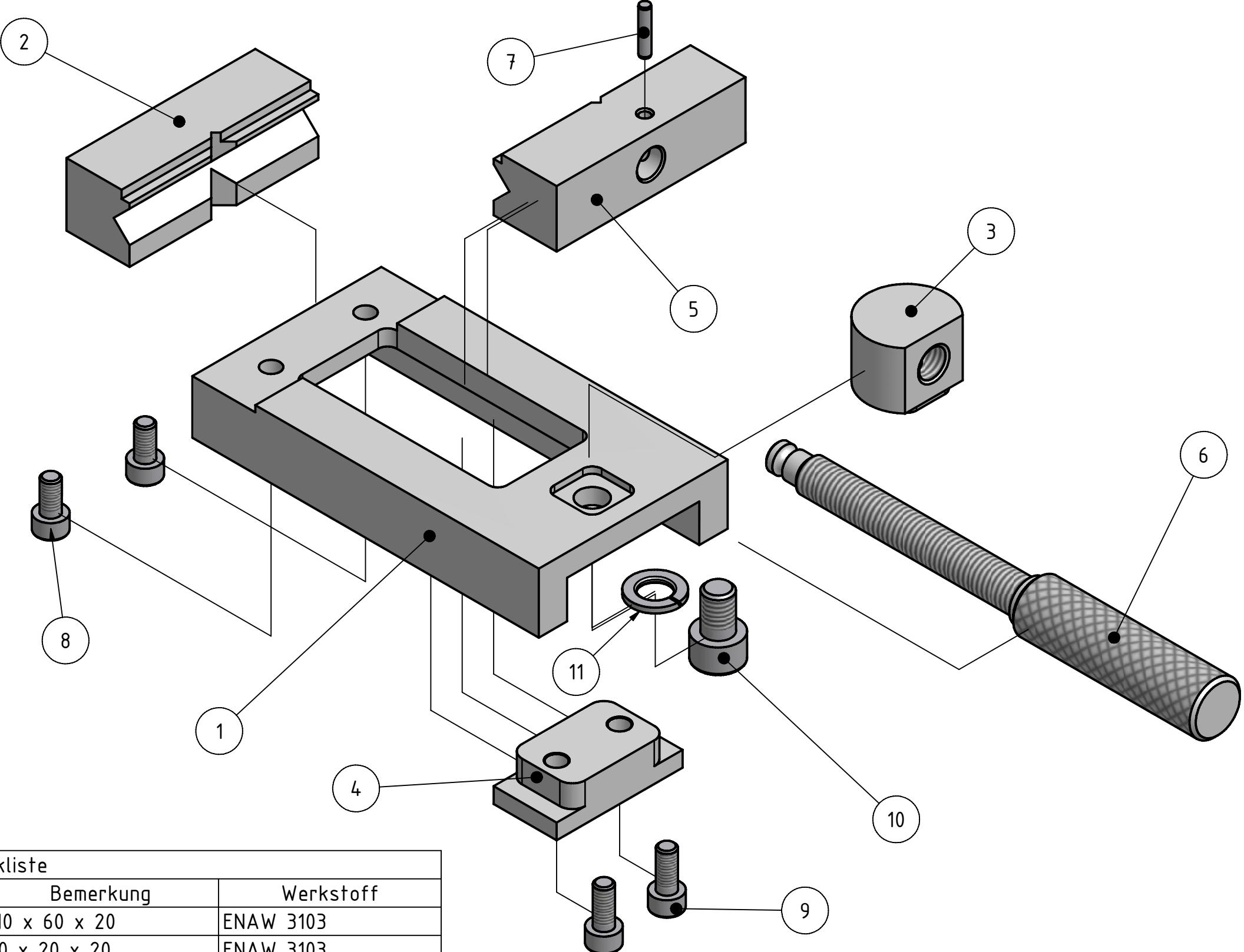
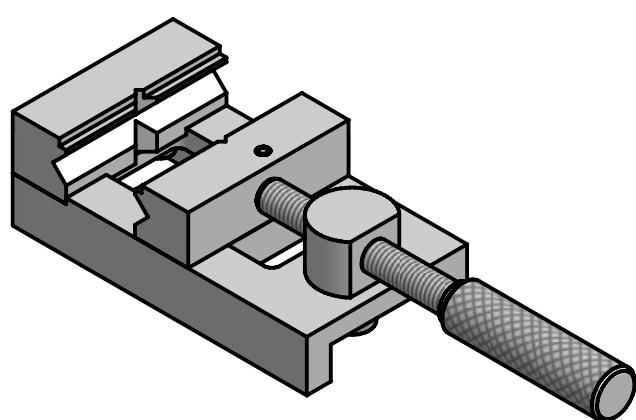
B

B

A

A

(1 : 2)



Stückliste

Position	Menge	Benennung	Bemerkung	Werkstoff
1	1	Grundkörper	110 x 60 x 20	ENAW 3103
2	1	Festbacke	60 x 20 x 20	ENAW 3103
3	1	Spindellager	Ø25 x 25	ENAW 3103
4	1	Gleitstein	40 x 20 x 20	ENAW 3103
5	1	Spannbacke	60 x 20 x 18	ENAW 3103
6	1	Spindel	Ø16 x 140	11 SMnPb 30
7	1	ISO 8734 - 3 x 14 - A	Zylinderstift	
8	2	ISO 4762 - M5 x 10 - 8.8	Innensechskantschraube	
9	2	ISO 4762 - M5 x 12 - 8.8	Innensechskantschraube	
10	1	ISO 4762 - M8 x 12 - 8.8	Innensechskantschraube	
11	1	DIN 128 - A8	Federring	

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Maßstab: 1:1

Pos.-Nr.

Werkstoff:

		Datum	Name
	Gezeichnet	06.04.2010	Bettina Clauß
	Kontrolliert		
	Norm		
Status	Änderungen	Datum	Name

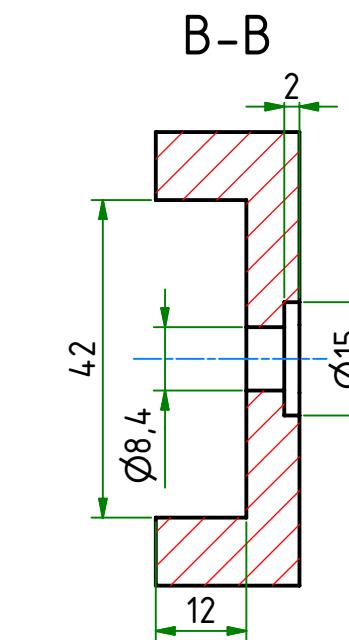
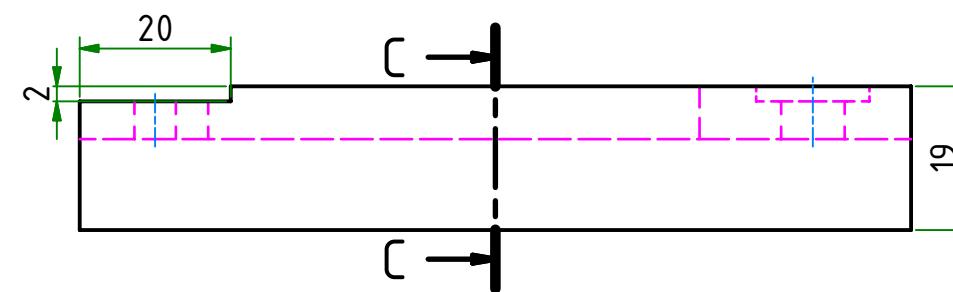
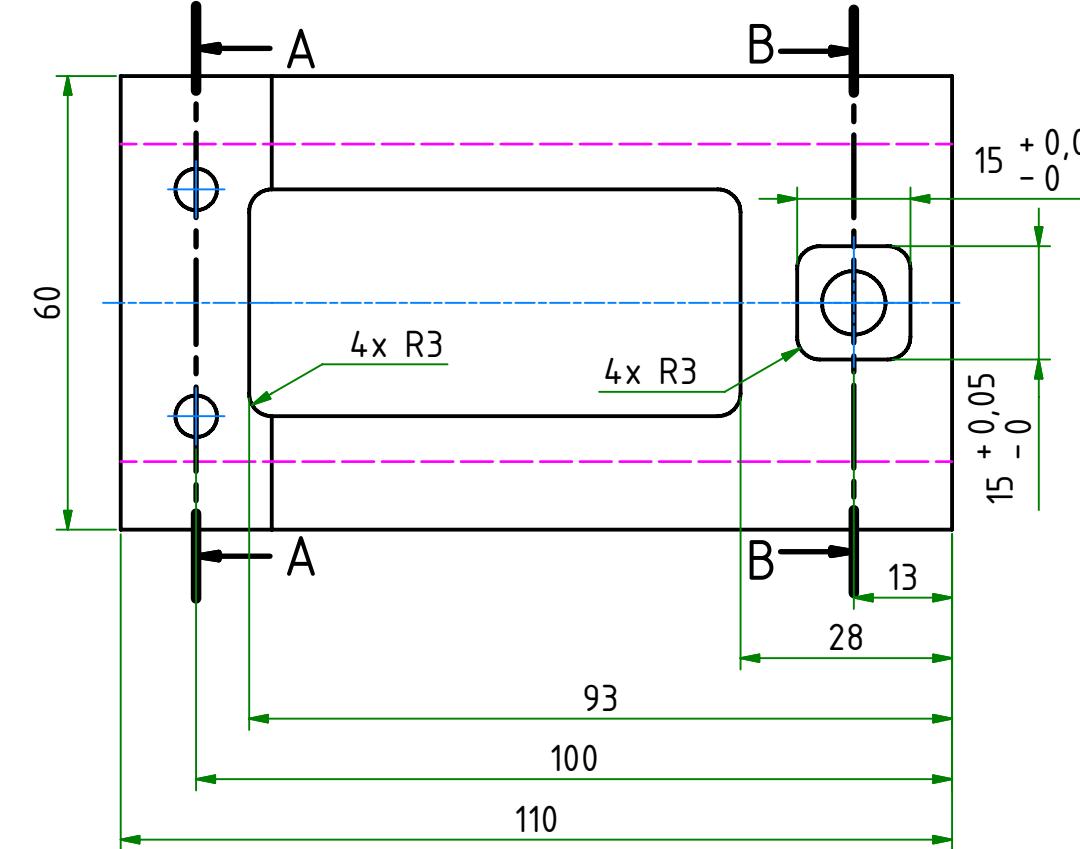
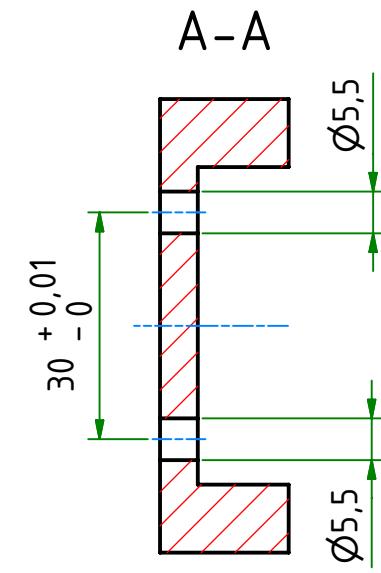
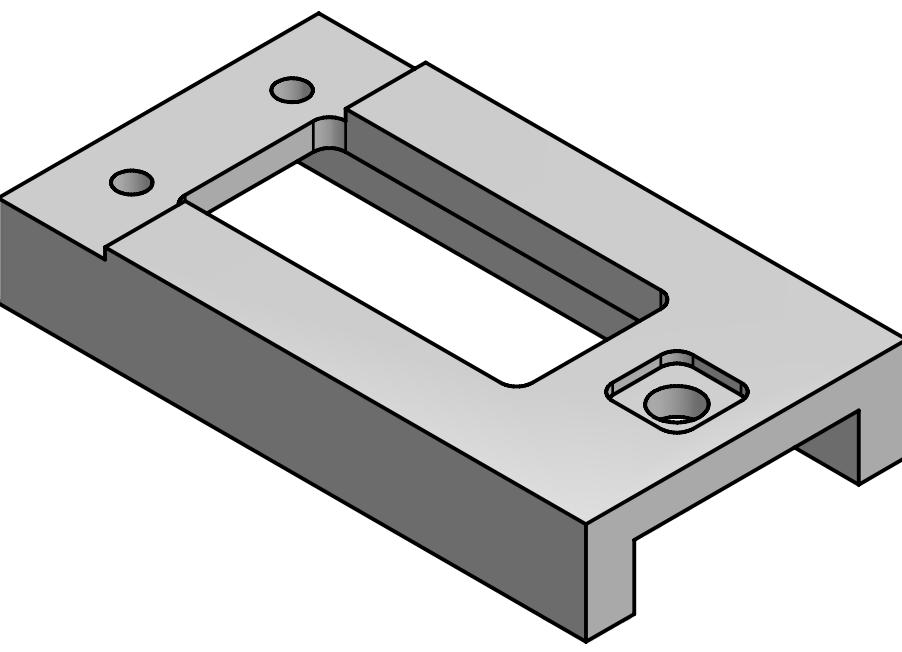
Schraubstock_Expllosion

1

A3

6 5 4 3 2 1

6 5 4 3 2 1



Alle Kanten gebrochen

Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

Allgemeintoleranz
ISO 2768 - m

Maßstab: 1:1

Pos.-Nr. 1

Werkstoff: ENAW 3103

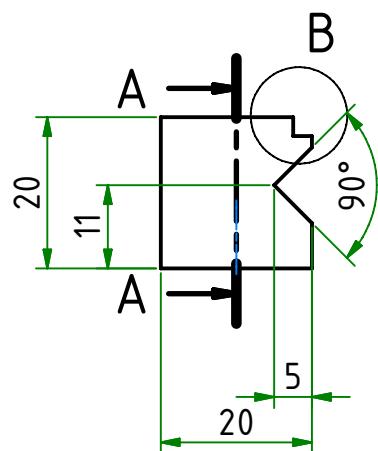
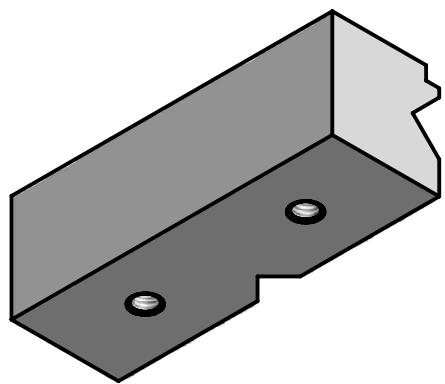
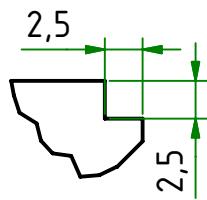
Status	Änderungen	Datum	Name
		Gezeichnet	16.06.2009 Bettina Clauß
		Kontrolliert	
		Norm	

Grundkörper

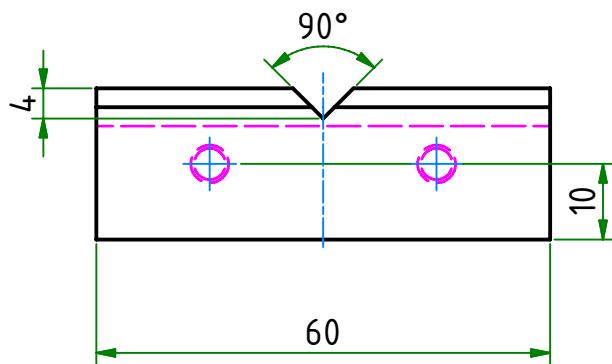
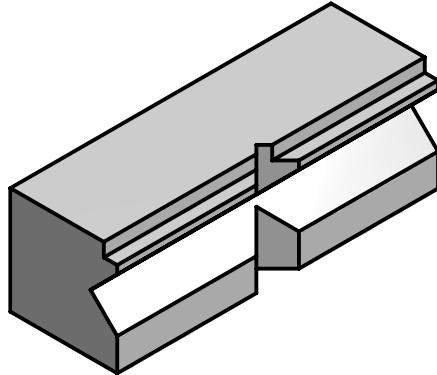
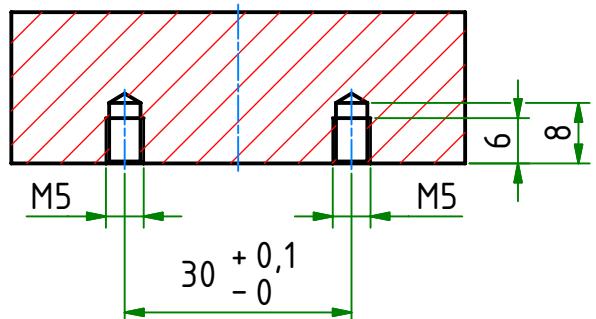
1

A3

B (2 : 1)



A-A



Gewindelochsenkung 120° bis auf Kerndurchmesser
alle Kanten gebrochen

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Allgemeintoleranz

ISO 2768 - m

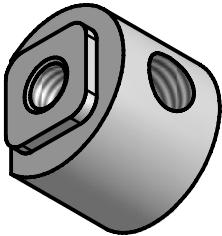
Maßstab: 1:1

Pos.-Nr. 2

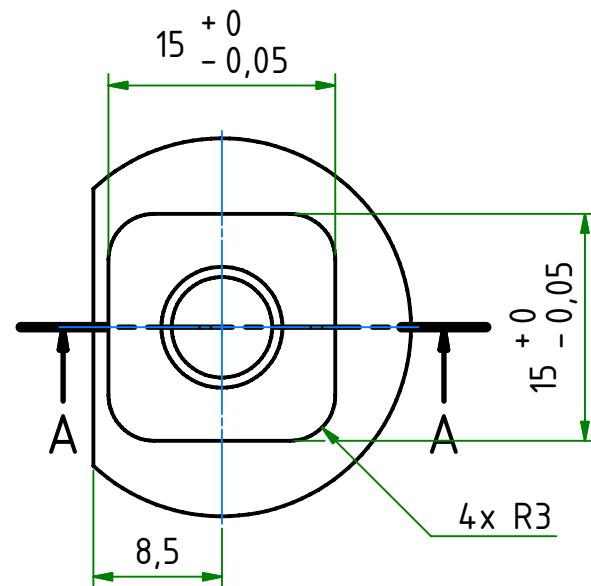
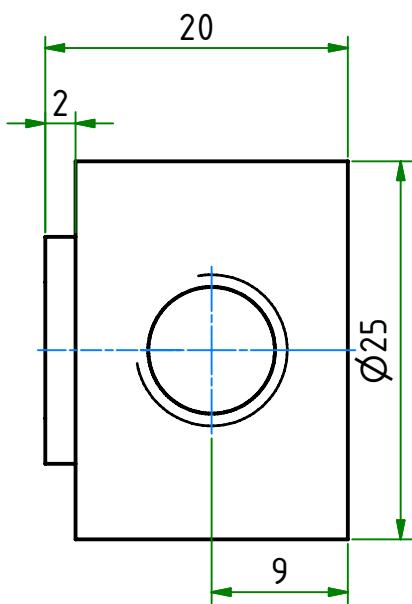
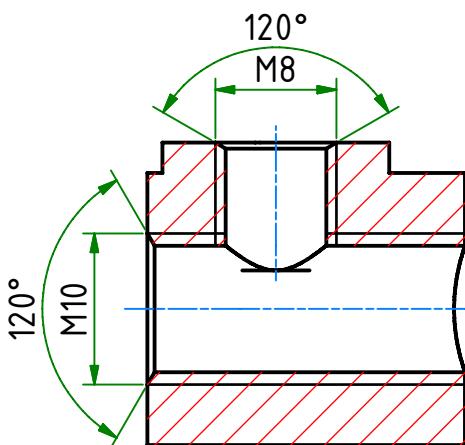
Werkstoff: ENAW 3103

				Datum	Name	Festbacke
				Gezeichnet	19.07.2009	
				Kontrolliert		
				Norm		
						1
						A4
Status	Änderungen	Datum	Name			

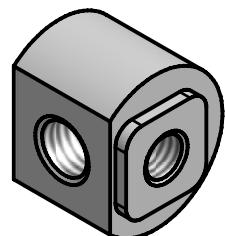
(1 : 1)



A-A



(1 : 1)



Gewindelochsenkung 120° bis auf Kerndurchmesser
alle Kanten gebrochen

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Allgemeintoleranz

ISO 2768 - m

Maßstab: 2:1

Pos.-Nr. 3

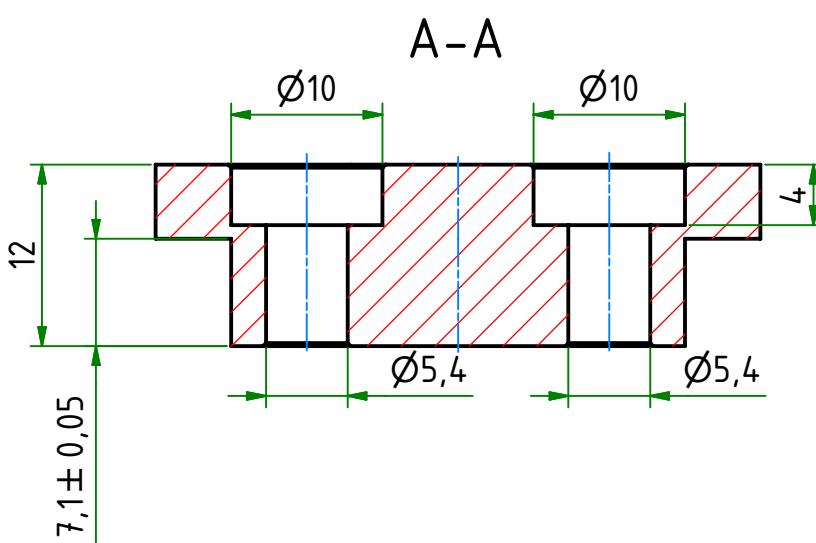
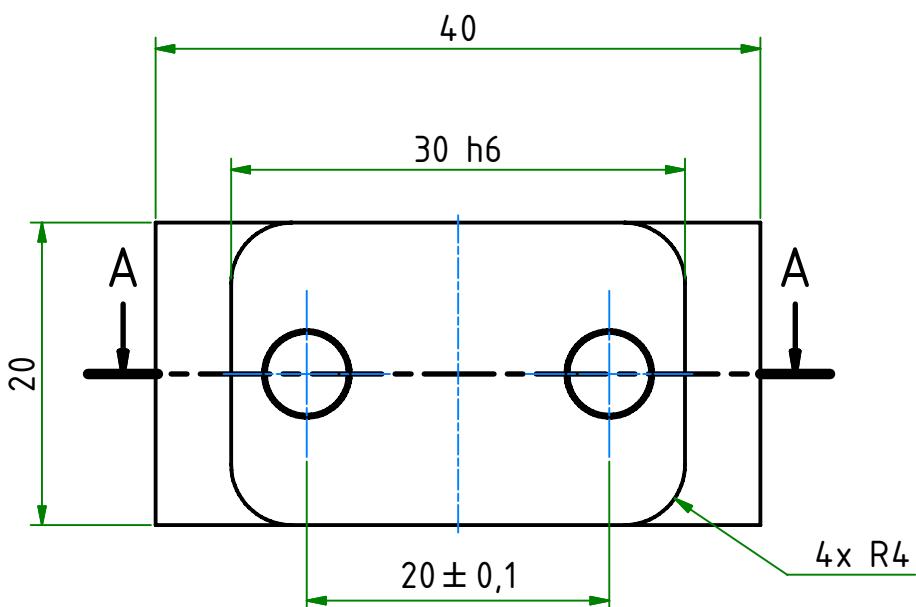
Werkstoff: ENAW 3103

	Gezeichnet	19.07.2009	Bettina Clauß
	Kontrolliert		
	Norm		
Status	Änderungen	Datum	Name

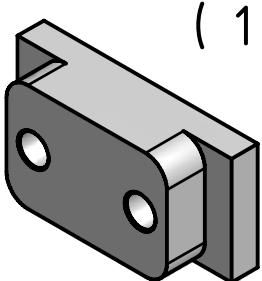
Spindellager

1

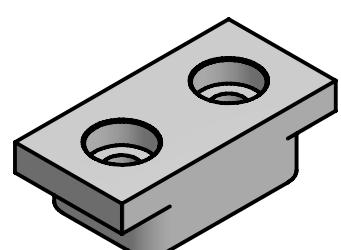
A4



(1 : 1)

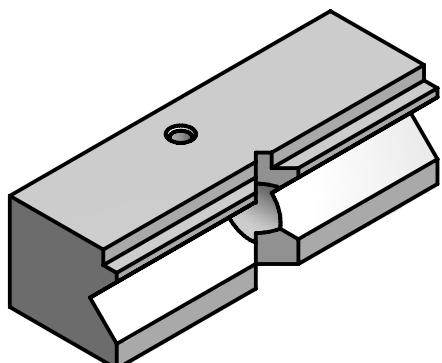
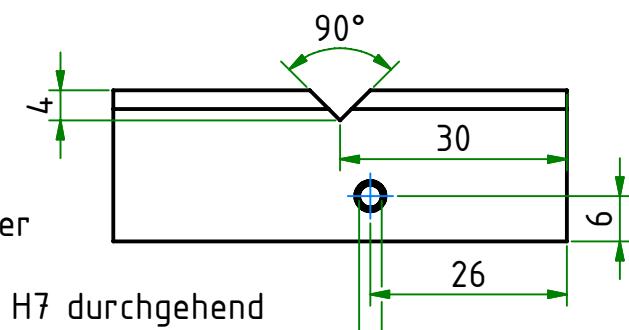
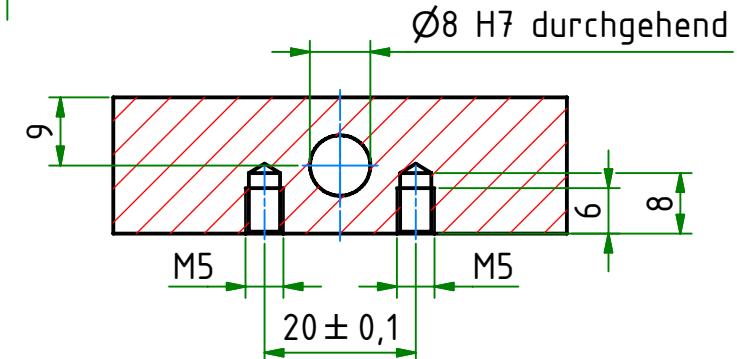
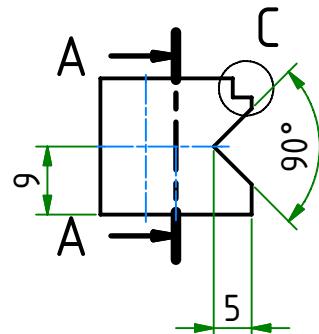
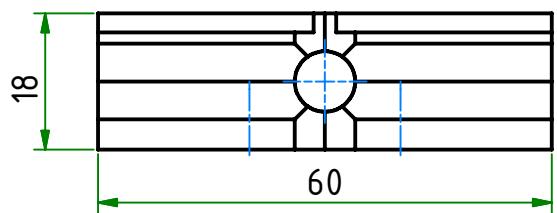
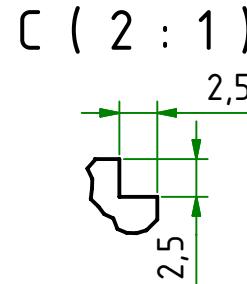
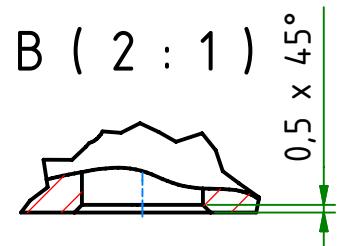
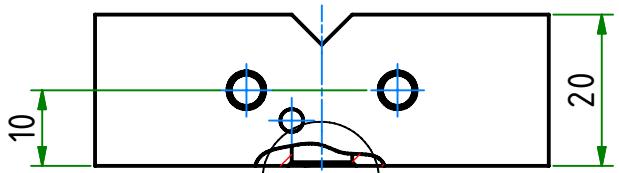


(1 : 1)



alle nicht bemaßten Fasen $0.2 \times 45^\circ$
alle Kanten gebrochen

Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m	Maßstab: 2:1	Pos.-Nr. 4
				Werkstoff: ENAW 3103		
				Gezeichnet 19.07.2009 Bettina Clauß		
				Kontrolliert		
				Norm		
				Gleitstein		
Status	Änderungen	Datum	Name			1 A4



Gewindelochsenkung 120° bis auf Kerndurchmesser
alle Kanten gebrochen

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Allgemeintoleranz
ISO 2768 - m

Maßstab: 1:1

Pos.-Nr. 5

Werkstoff: ENAW 3103

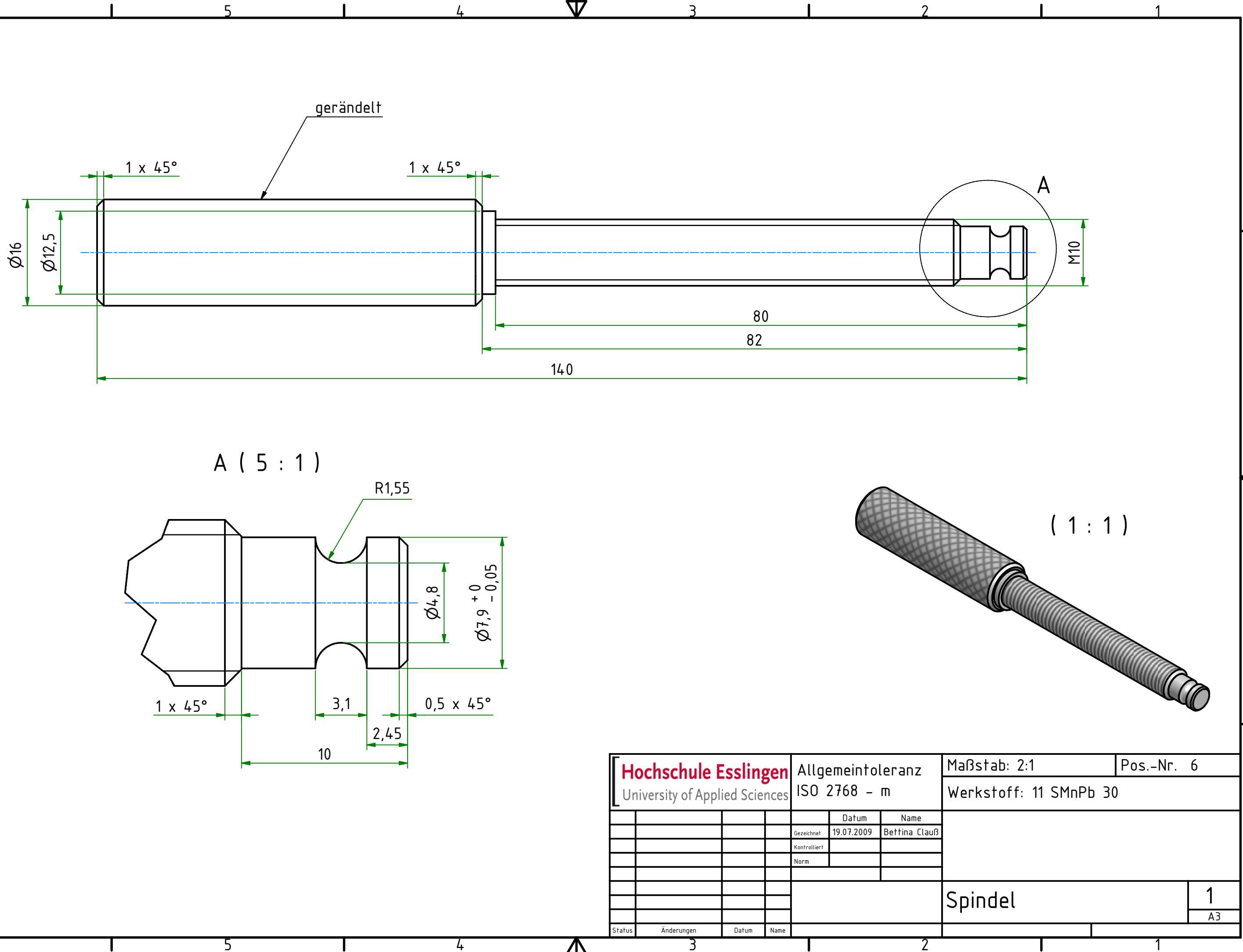
			Datum	Name
		Gezeichnet	19.07.2009	Bettina Clauß
		Kontrolliert		
		Norm		

Status Änderungen Datum Name

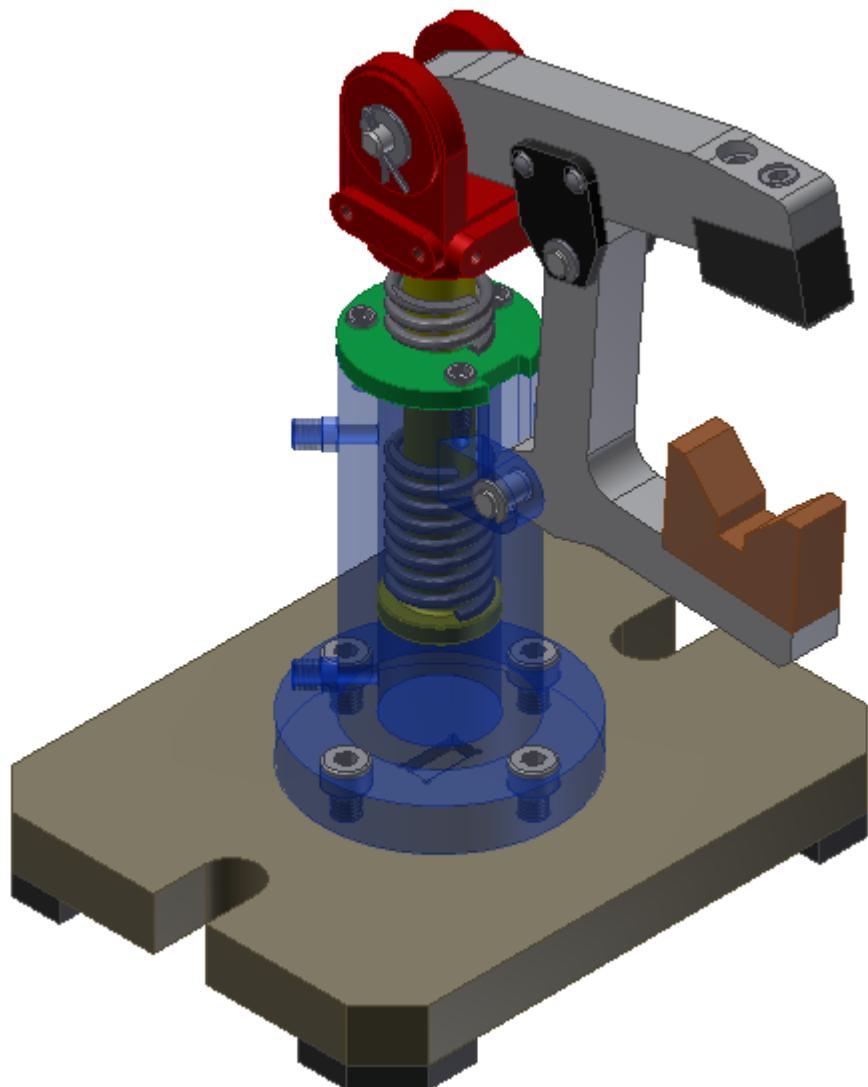
Spannbacke

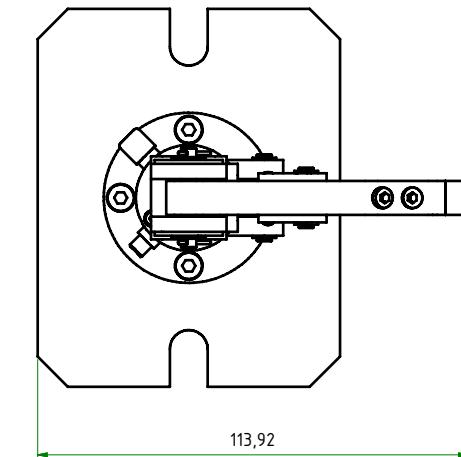
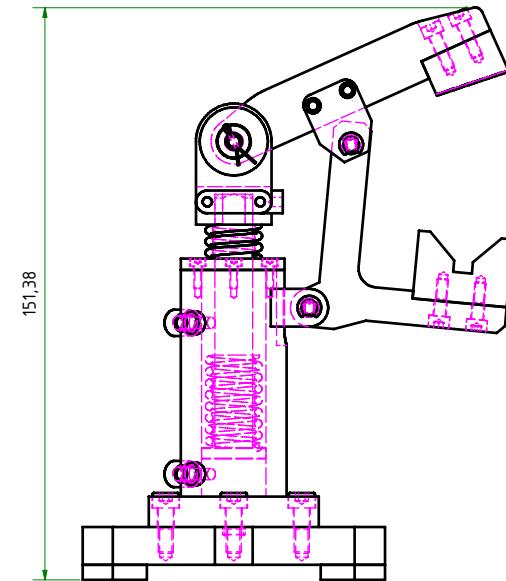
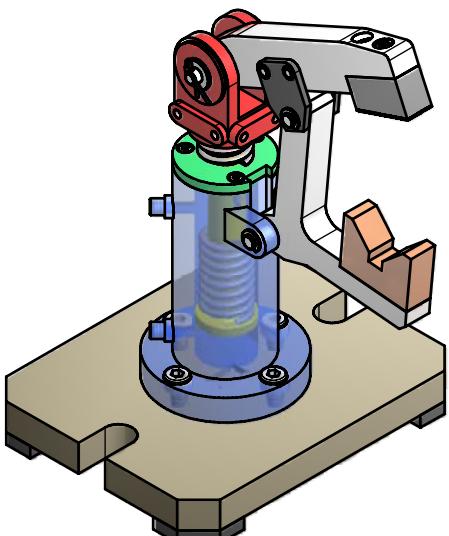
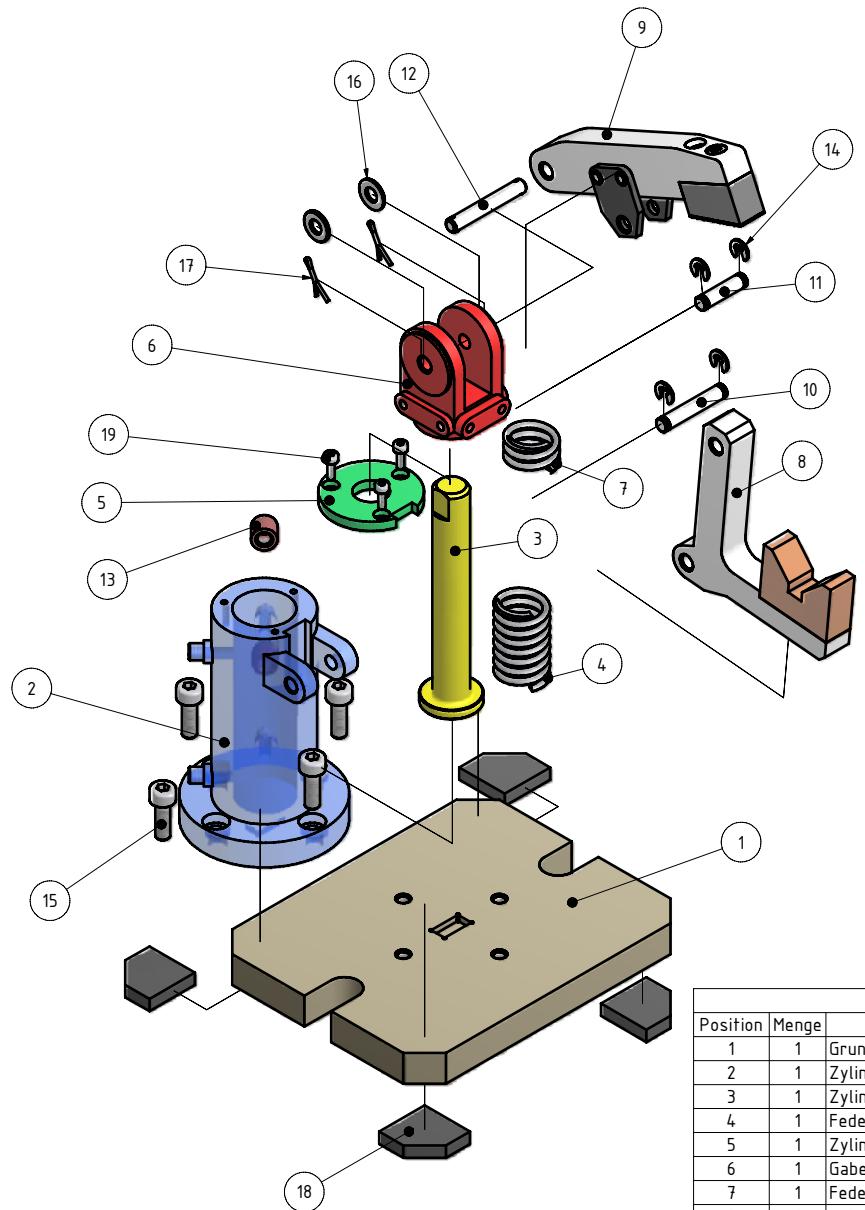
1

A4



8.2.3 Zeichnungen Spannvorrichtung





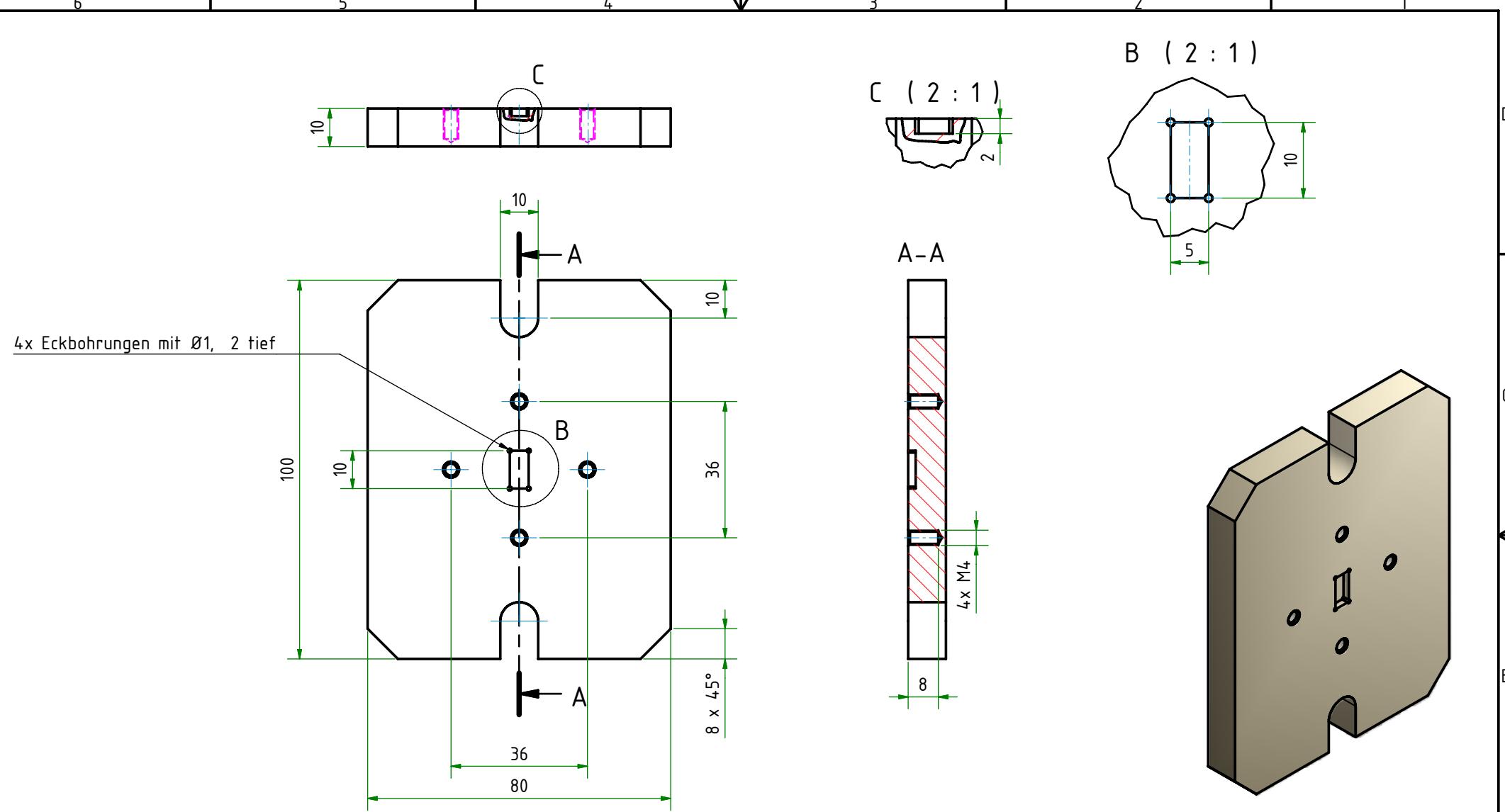
Teileliste				
Position	Menge	Benennung	Bemerkung	Werkstoff
1	1	Grundplatte		S235JR
2	1	Zylinder		S235JR
3	1	Zylinderstange		S235JR
4	1	Feder innen		Federstahl
5	1	Zylinderdeckel		S235JR
6	1	Gabelstück		S235JR
7	1	Feder aussen		Federstahl
8	1	unferer Spannhebel	Baugruppe	
9	1	oberer Spannhebel	Baugruppe	
10	1	Bolzen D4x23		C45E
11	1	Bolzen D4x16		C45E
12	1	Bolzen D4x27		C45E
13	2	Blindstopfen		Hartgummi
14	4	DIN 6799 - 2,3	Sicherungsscheibe	Stahl, weich, unlegiert
15	4	DIN 912 - M4 x 12	Zylinderkopfschraube	Stahl, weich, unlegiert
16	2	DIN 125-1 - B 4,3	Scheibe	Stahl, weich, unlegiert
17	2	DIN 94 - 1 x 8	Splint	Stahl, weich, unlegiert
18	4	Gummipuffer		Gummi
19	3	DIN 912 - M2 x 6	Zylinderkopfschraube	Stahl, weich, unlegiert

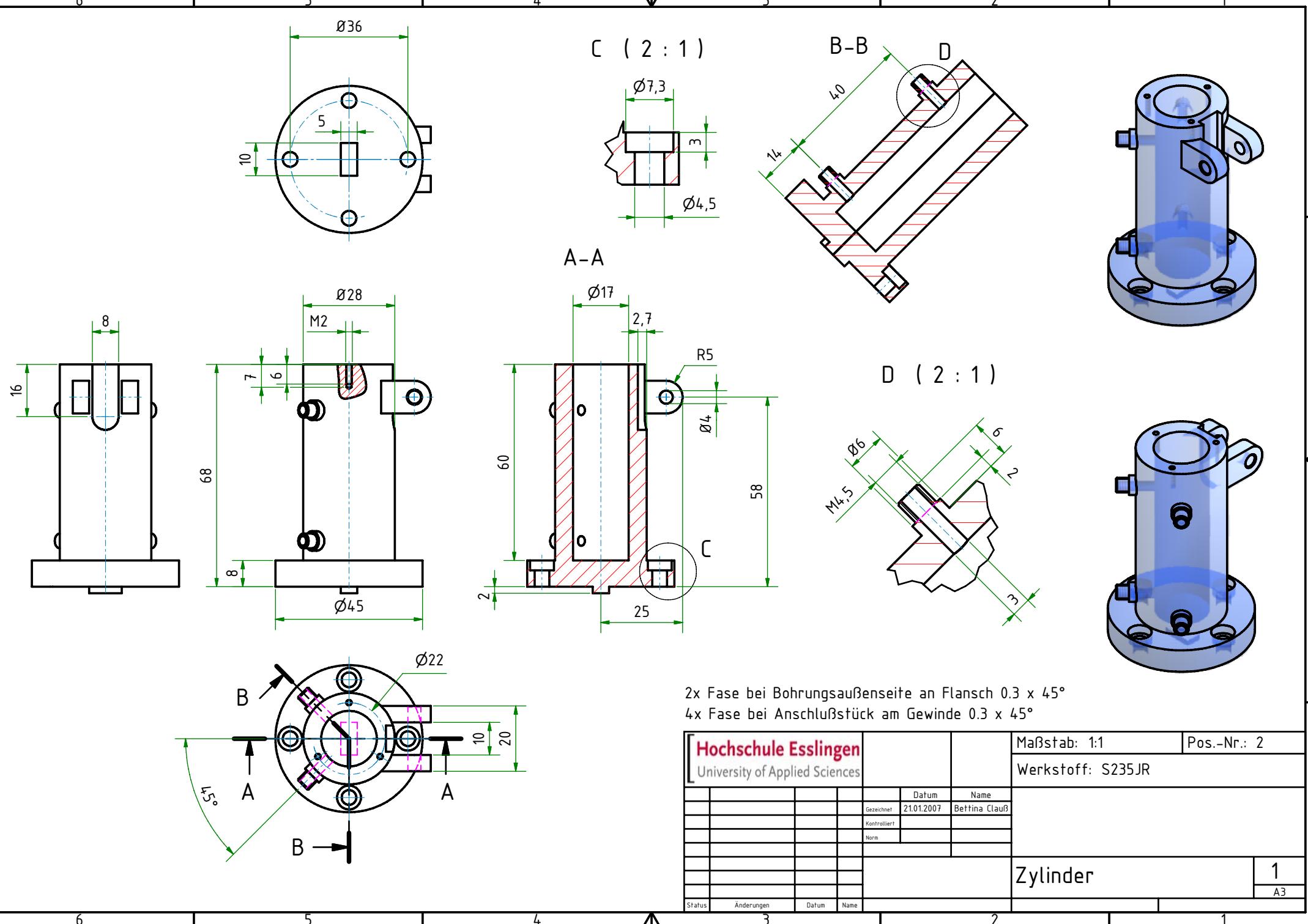
Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

	Maßstab: 1:1	Pos.-Nr.:
	Werkstoff:	

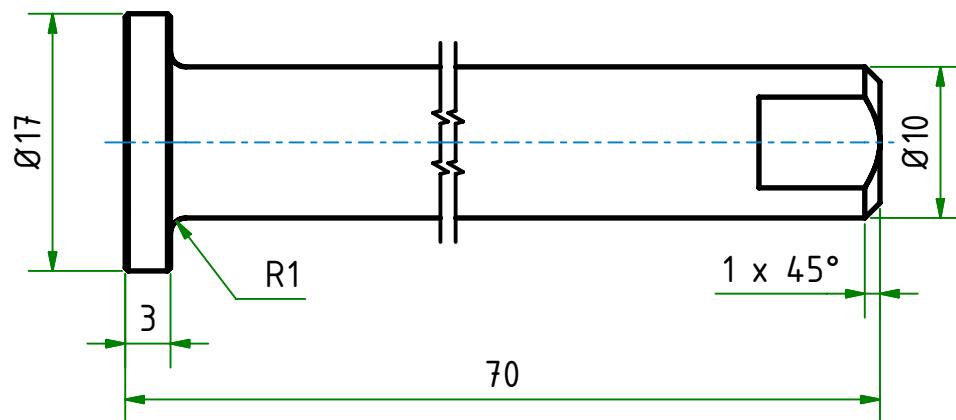
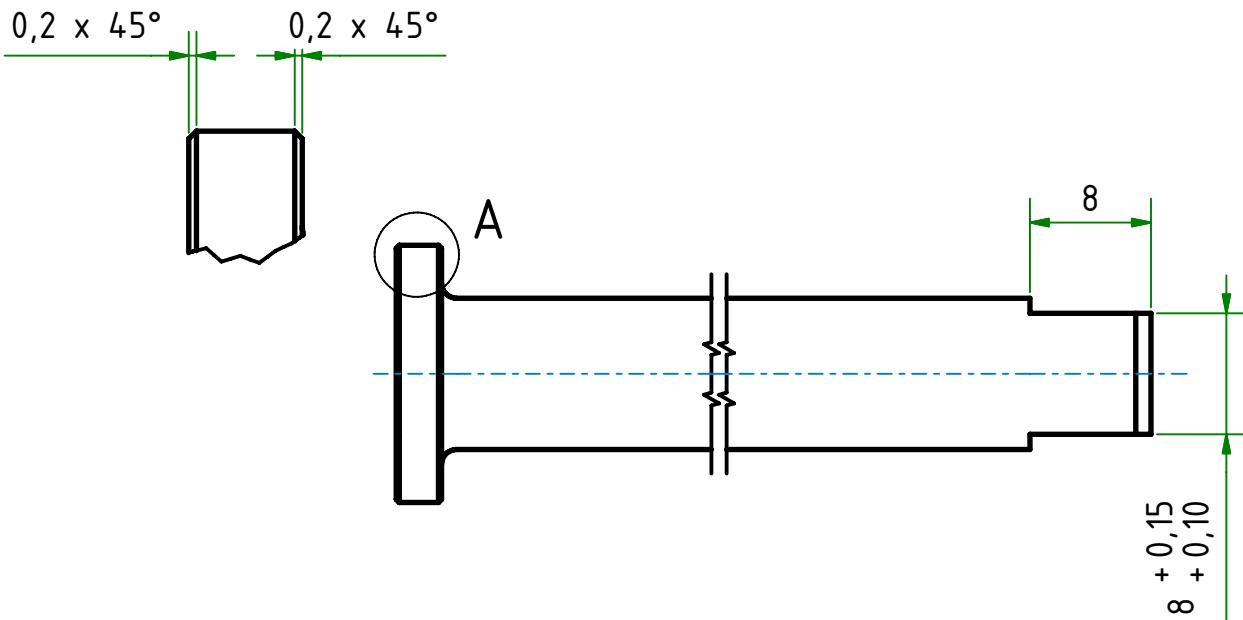
atum	Name
1.2007	Bettina Claufß

Spannvorrichtung

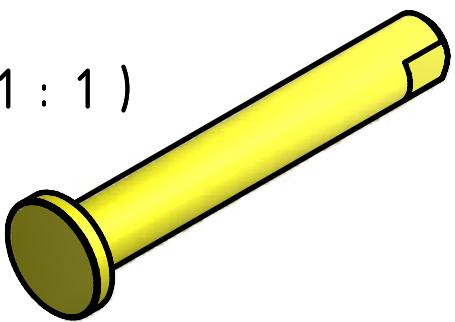




A (5 : 1)



(1 : 1)



Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Maßstab: 2:1

Pos.-Nr.: 3

Werkstoff: S235JR

Gezeichnet: 23.01.2007 Bettina Clauß

Kontrolliert:

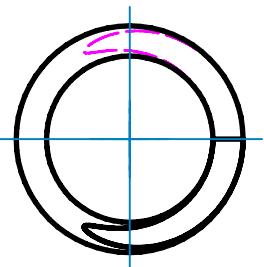
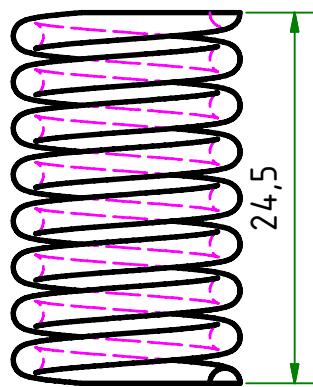
Norm:

Zylinderstange

1

A4

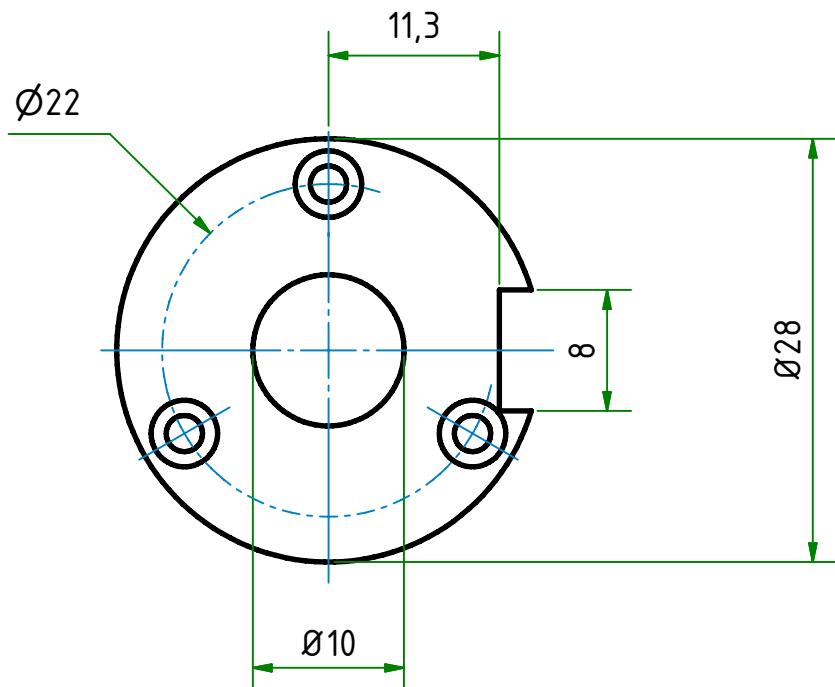
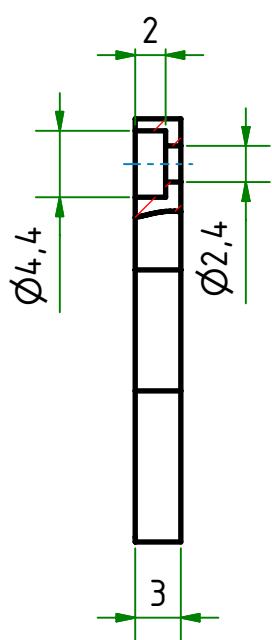
Status Änderungen Datum Name



Federdraht: Ø2

Federkern: Ø11

Hochschule Esslingen University of Applied Sciences						Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 4
Werkstoff: Federstahl							
				Datum	Name		
				Gezeichnet	22.01.2007	Bettina Clauß	
				Kontrolliert			
				Norm			
				Feder innen			
Status	Änderungen	Datum	Name				1
							A4



(1 : 1)



(1 : 1)



Hochschule Esslingen

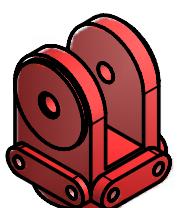
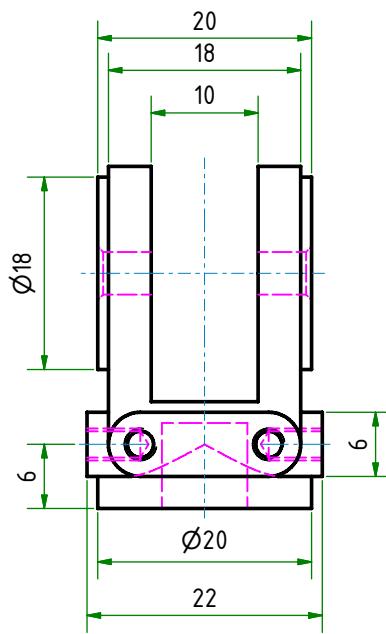
University of Applied Sciences

Maßstab: 2:1

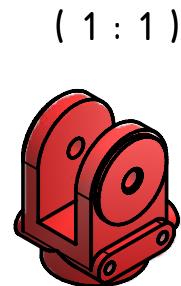
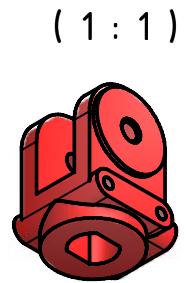
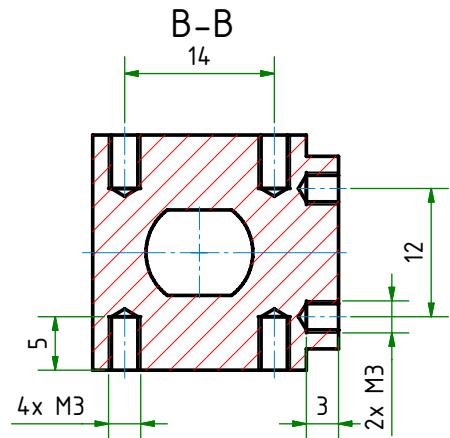
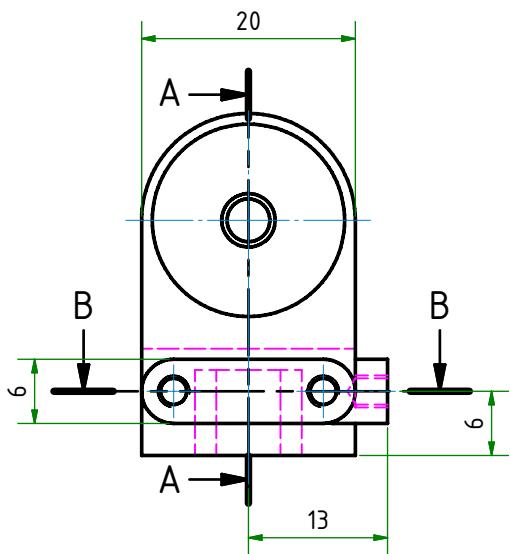
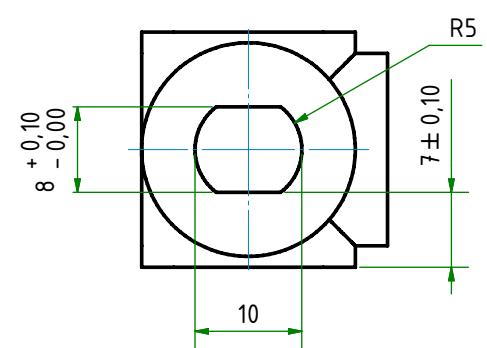
Pos.-Nr.: 5

Werkstoff: S235JR

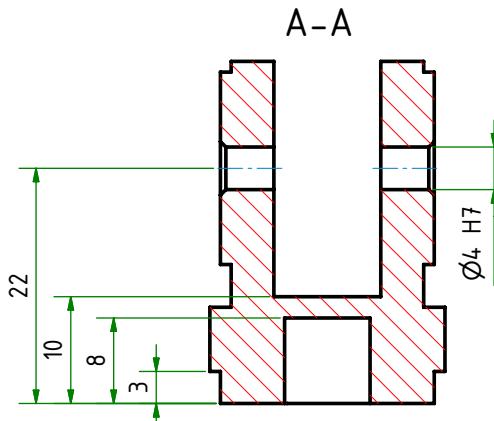
				Datum	Name		
				Gezeichnet	22.01.2007	Bettina Clauß	
				Kontrolliert			
				Norm			
						Zylinderdeckel	1
Status	Änderungen	Datum	Name				A4



(1 : 1)



(1 : 1)



Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

Maßstab: 2:1 Pos.-Nr.: 6

Werkstoff: S235JR

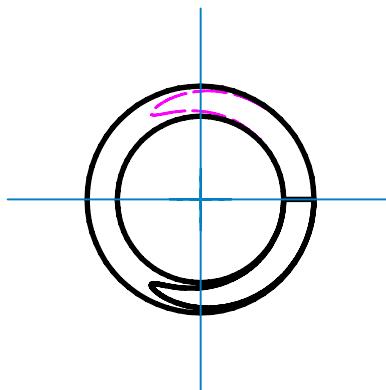
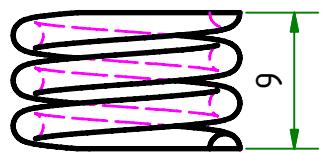
	Datum	Name
Gezeichnet	22.01.2007	Bettina Clauß
Kontrolliert		
Norm		
Status		
Änderungen		
Datum		
Name		

Maßstab: 2:1 Pos.-Nr.: 6

Werkstoff: S235JR

Gabelstück

1
A3



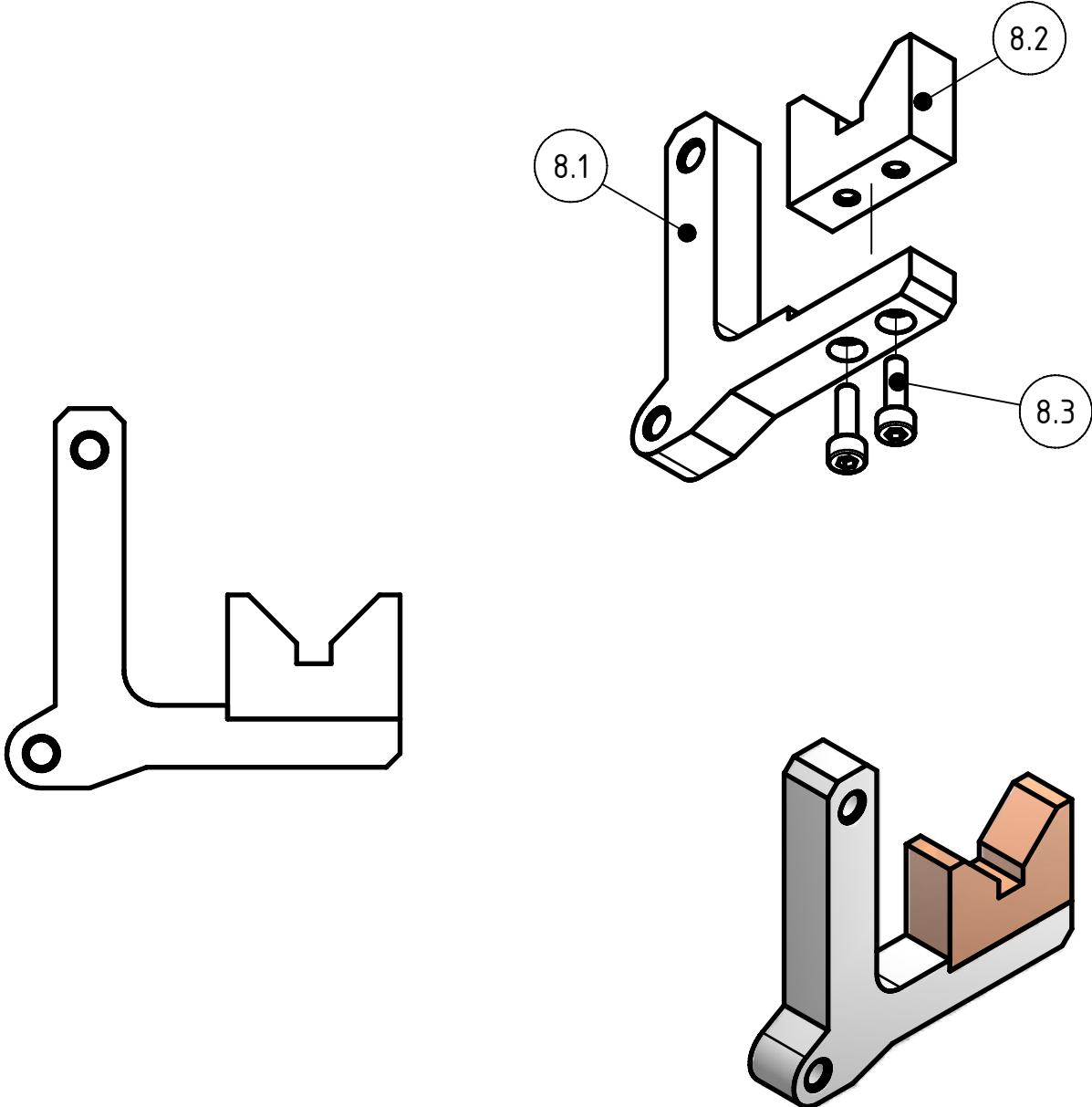
(2 : 1)



Federdraht: Ø2

Federkern: Ø11

Hochschule Esslingen University of Applied Sciences						Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 7
Werkstoff: Federstahl							
				Datum	Name		
				Gezeichnet	22.01.2007	Bettina Clauß	
				Kontrolliert			
				Norm			
				Feder aussen			
Status	Änderungen	Datum	Name				1
							A4



Teileliste

Position	Menge	Benennung	Bemerkung	Werkstoff
8.1	1	Winkelstück		S235JR
8.2	1	Spannbacke unten		S235JR
8.3	2	DIN 912 - M3 x 10	Zylinderkopfschraube	Stahl, weich, unlegiert

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Maßstab: 1:1

Pos.-Nr.: 8

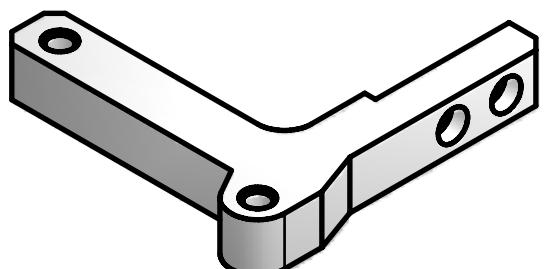
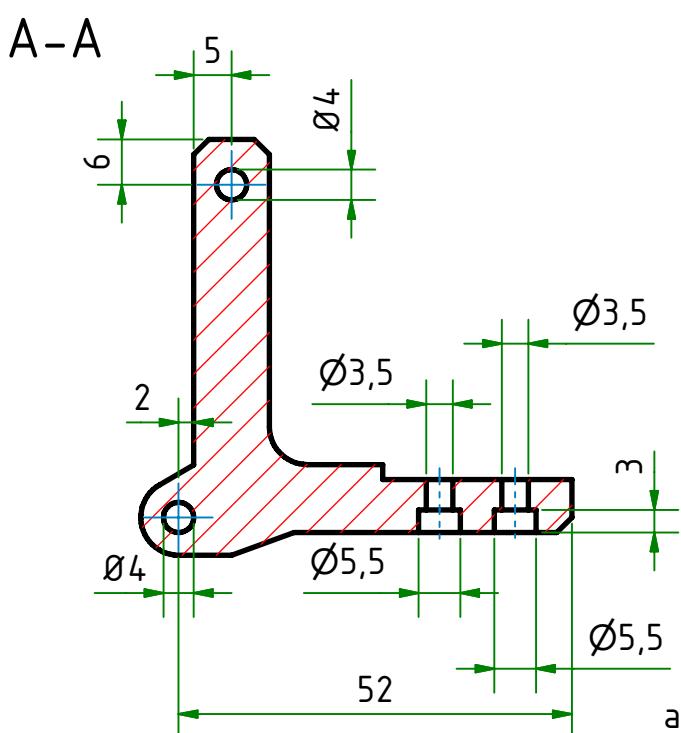
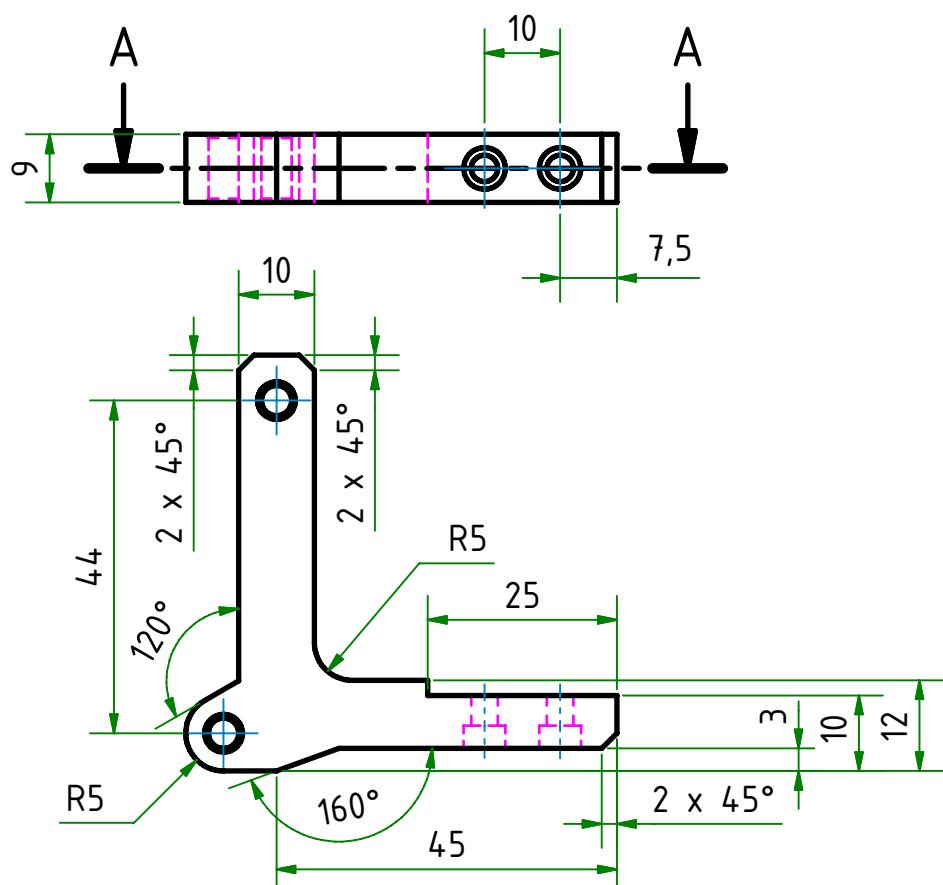
Werkstoff:

				Datum	Name	
				Gezeichnet	24.01.2007	Bettina Clauß
				Kontrolliert		
				Norm		

unterer Spannhebel

1

A4



alle nicht bemaßten Fasen 0.5 x 45°

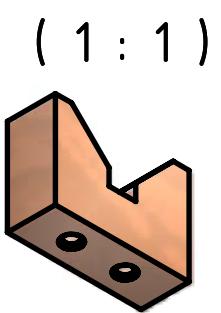
Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

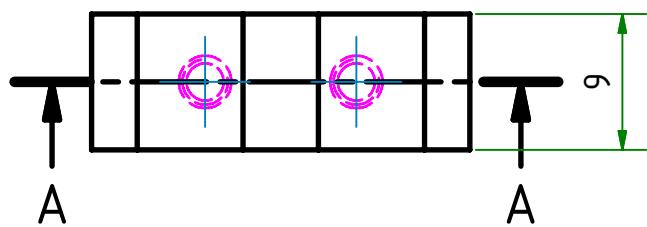
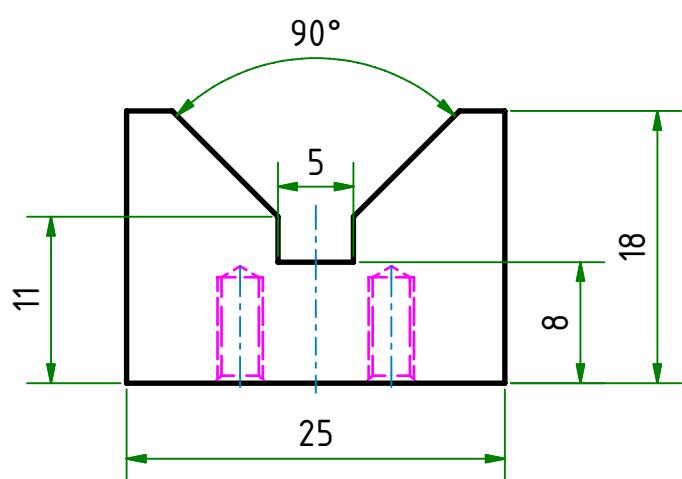
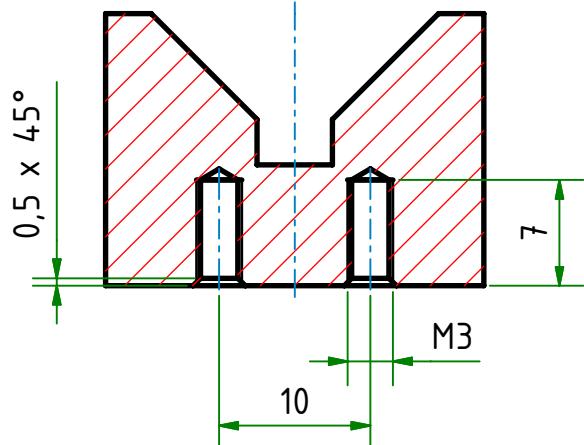
Maßstab: 1:1

Pos.-Nr.: 8.1

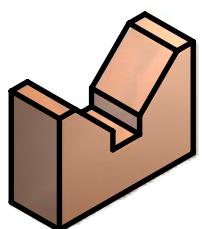
Werkstoff: S235JR



A - A



(1 : 1)



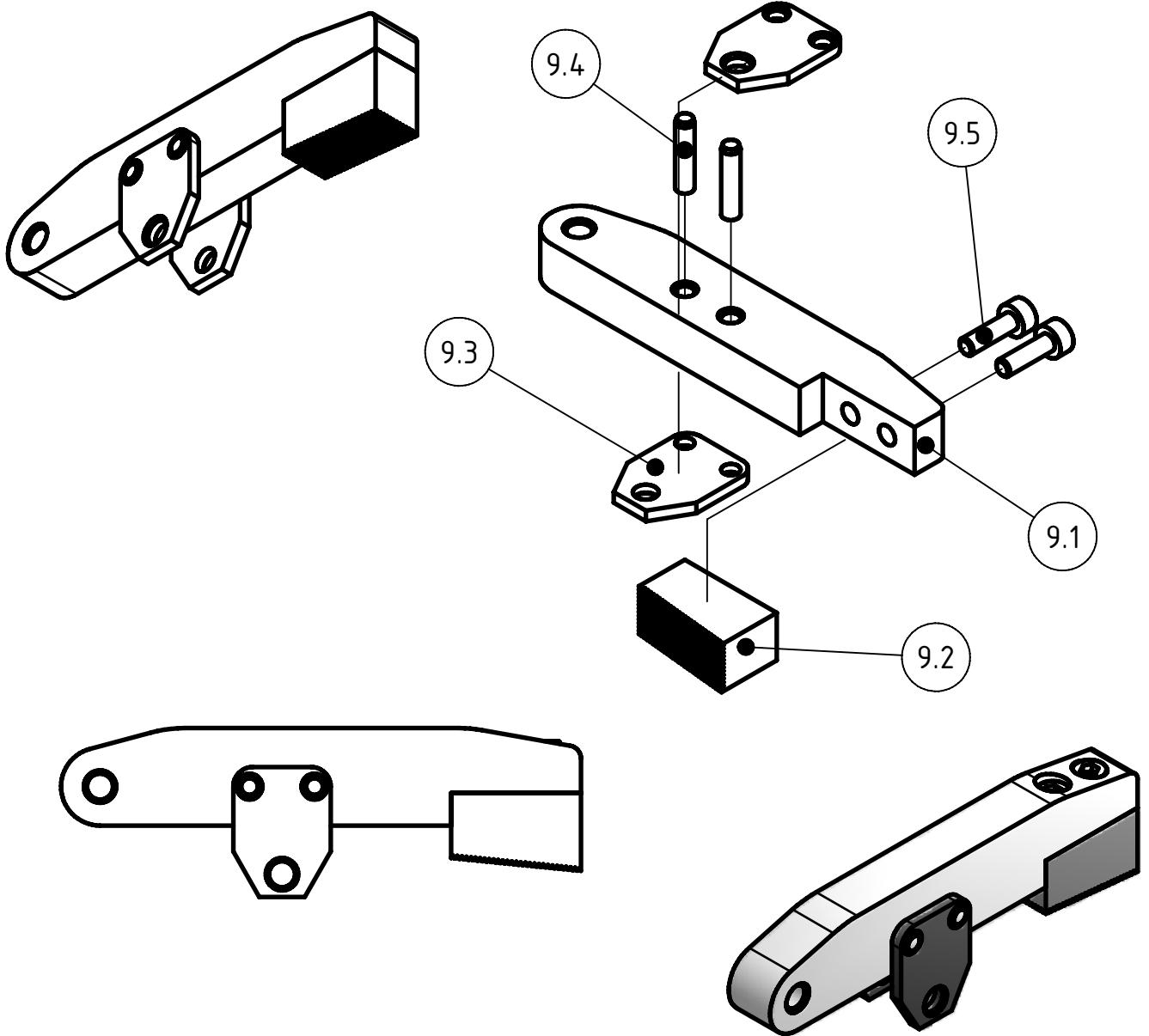
Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Maßstab: 2:1

Pos.-Nr.: 8.2

Werkstoff: S235JR



Teileliste

Position	Menge	Benennung	Bemerkung	Werkstoff
9.1	1	Klemmhebel oben		S235JR
9.2	1	Spannbacke oben	Kaufteil	Gummi
9.3	2	Verbindungsstück		S235JR
9.4	2	ISO 8734 - 3 x 14 - A	Zylinderstift	Stahl, weich, unlegiert
9.5	2	DIN 912 - M3 x 10	Zylinderkopfschraube	Stahl, weich, unlegiert

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Maßstab: 1:1

Pos.-Nr.: 9

Werkstoff:

Gezeichnet: 24.01.2007 Bettina Clauß

Kontrolliert:

Norm:

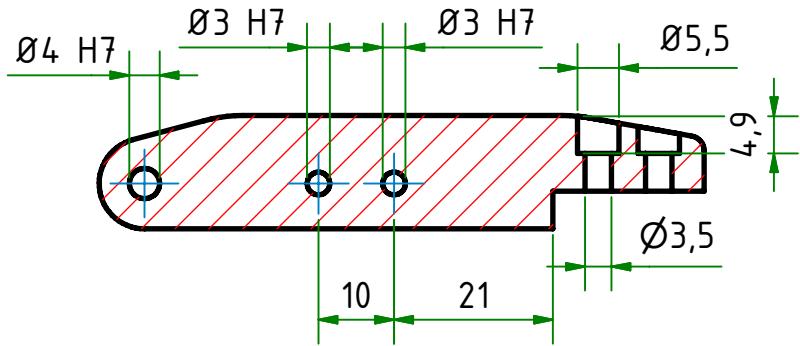
oberer Spannhebel

1

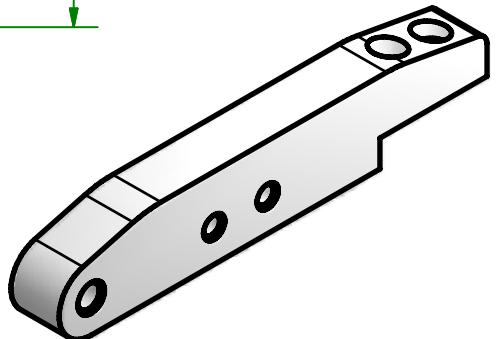
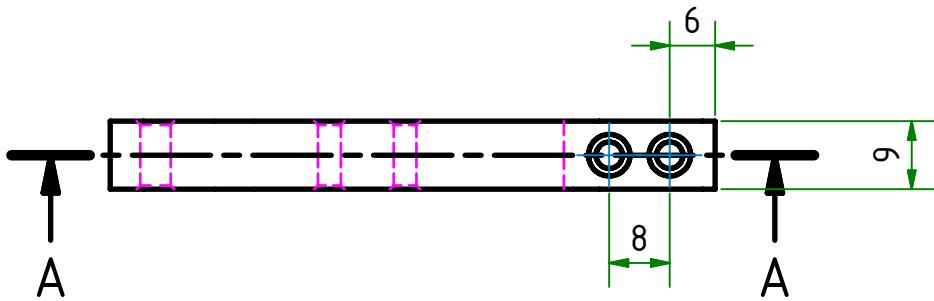
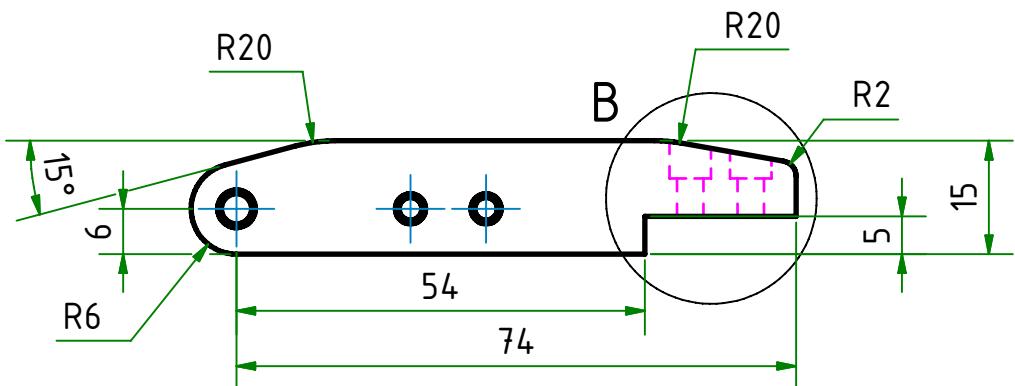
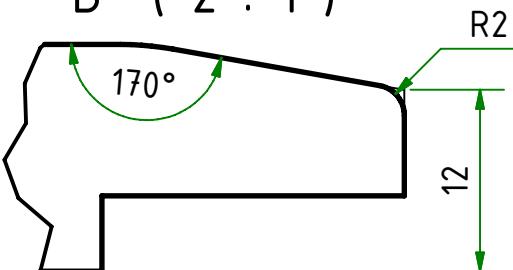
A4

Status Änderungen Datum Name

A-A



B (2 : 1)



Stiftbohrungen $\varnothing 3$ mit Teil 9.3 gebohrt
alle nicht bemaßten Fasen mit $0,5 \times 45^\circ$

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Maßstab: 1:1

Pos.-Nr.: 9.1

Werkstoff: S235JR

Gezeichnet: 22.01.2007 Bettina Clauß

Kontrolliert:

Norm:

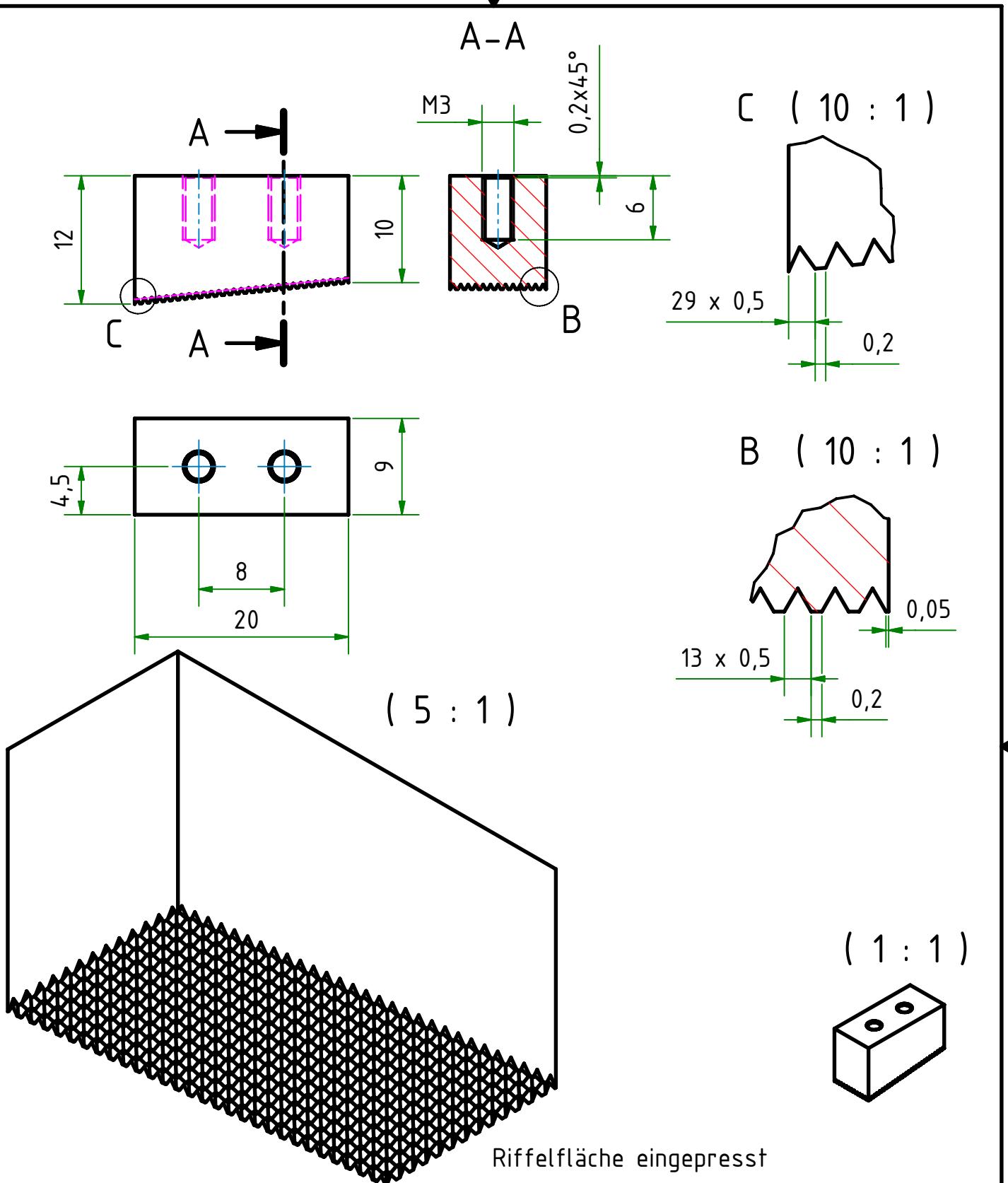
Klemmhebel oben

1

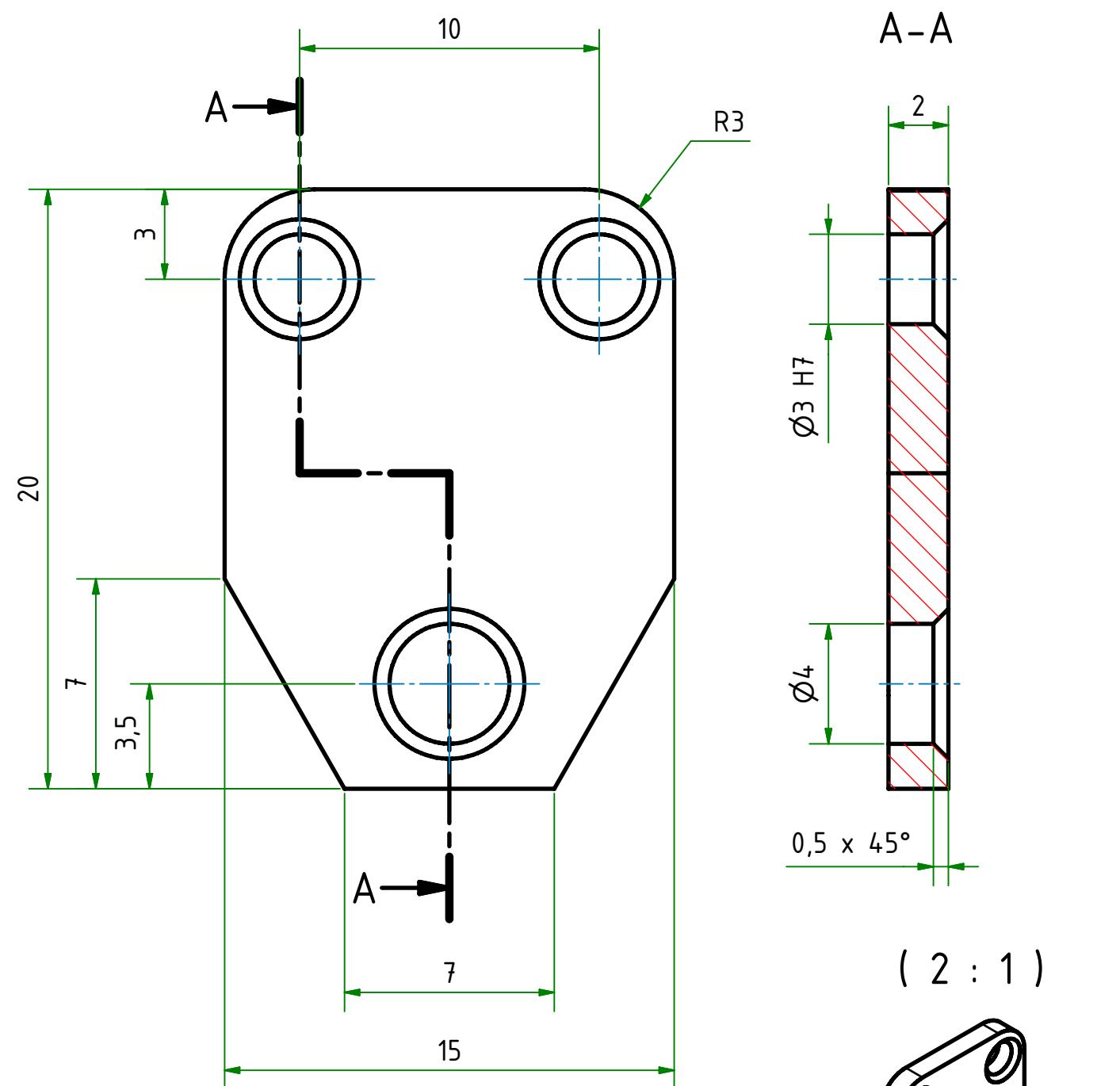
A4

Status Änderungen

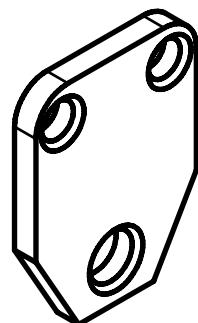
Datum Name



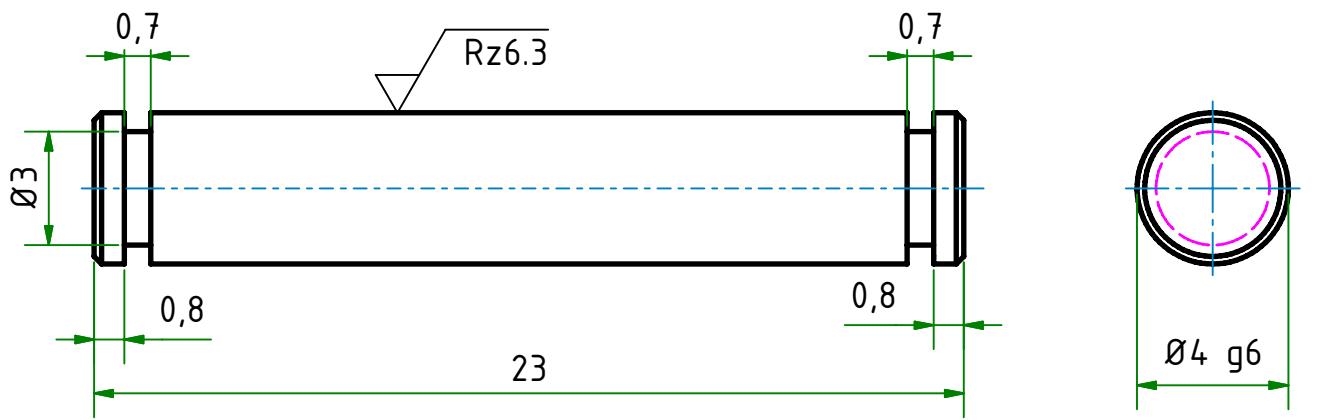
Hochschule Esslingen				Maßstab: 2:1		Pos.-Nr.: 9.2
University of Applied Sciences						Werkstoff: Gummi (Kaufteil)
			Datum	Name		
			Gezeichnet	22.01.2007	Bettina Clauß	
			Kontrolliert			
			Norm			
					Spannbacke oben	
Status	Änderungen	Datum	Name			1
						A4



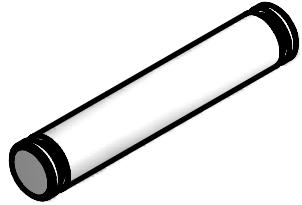
Stiftbohrungen $\varnothing 3 \text{H7}$ mit Teil 9.1 gebohrt
Teil nach Bearbeitung schwarz gebrannt



Hochschule Esslingen University of Applied Sciences						Maßstab: 5:1	Pos.-Nr.: 9.3
Werkstoff: S235JR							
		Datum	Name				
		Gezeichnet	22.01.2007	Bettina Clauß			
		Kontrolliert					
		Norm					
				Verbindungsstück			1
Status	Änderungen	Datum	Name				A4



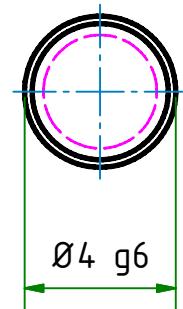
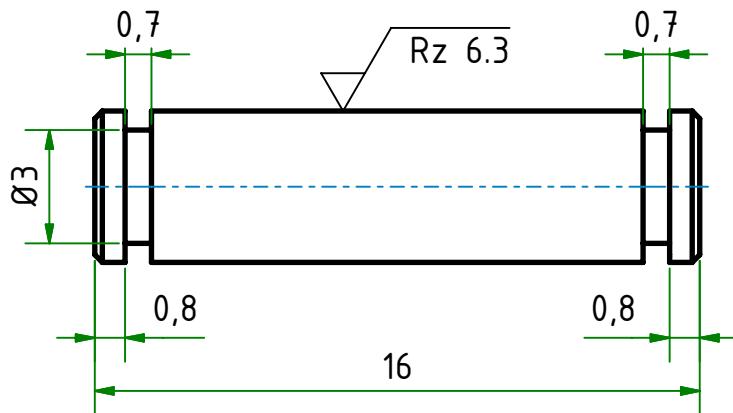
(2 : 1)



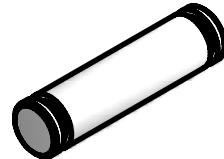
alle nicht bemassten Fasen $0.2 \times 45^\circ$
vor dem Schleifen härten

Rz25 (Rz6,3)

Hochschule Esslingen						Maßstab: 5:1	Pos.-Nr.: 10
University of Applied Sciences						Werkstoff: C45E	
				Datum	Name		
				Gezeichnet	22.01.2007	Bettina Clauß	
				Kontrolliert			
				Norm			
						Bolzen D4x23	
Status	Änderungen	Datum	Name				



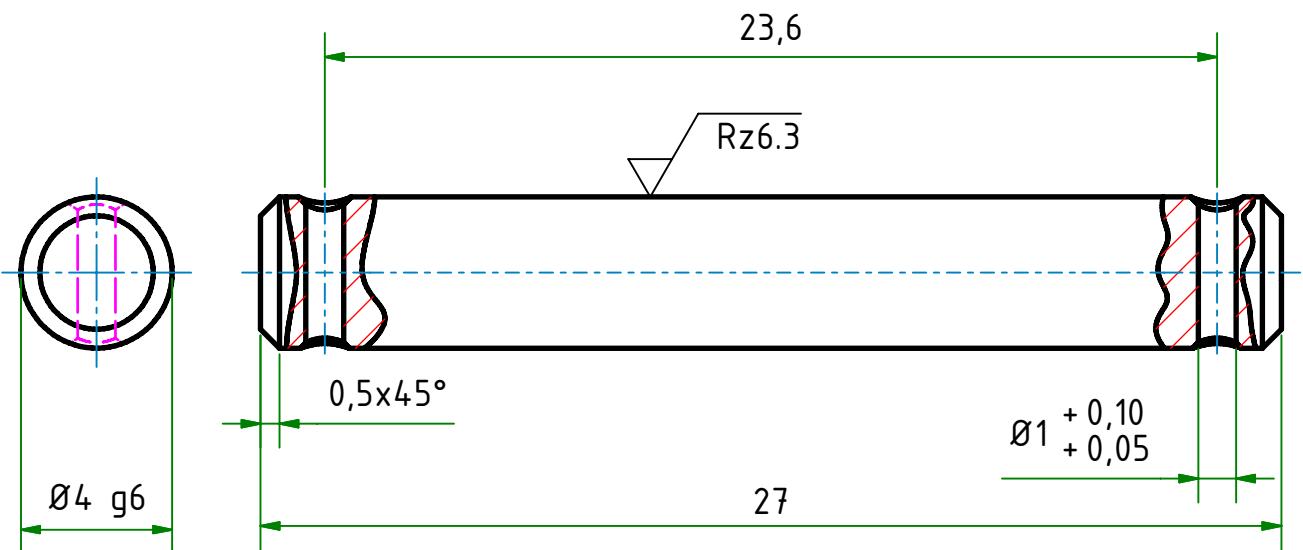
(2 : 1)



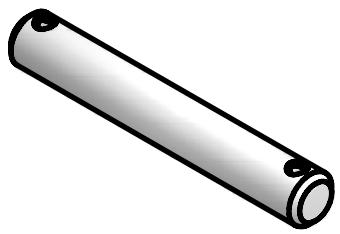
alle nicht bemalten Fasen $0.2 \times 45^\circ$
vor dem Schleifen härtan

$\sqrt{Rz25}$ $(\sqrt{Rz6.3})$

Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Maßstab: 5:1		Pos.-Nr.: 11
				Werkstoff: C45E		
				Datum	Name	
				Gezeichnet	22.01.2007	Bettina Clauß
				Kontrolliert		
				Norm		
				Bolzen D4x16		
Status	Änderungen	Datum	Name			1
						A4

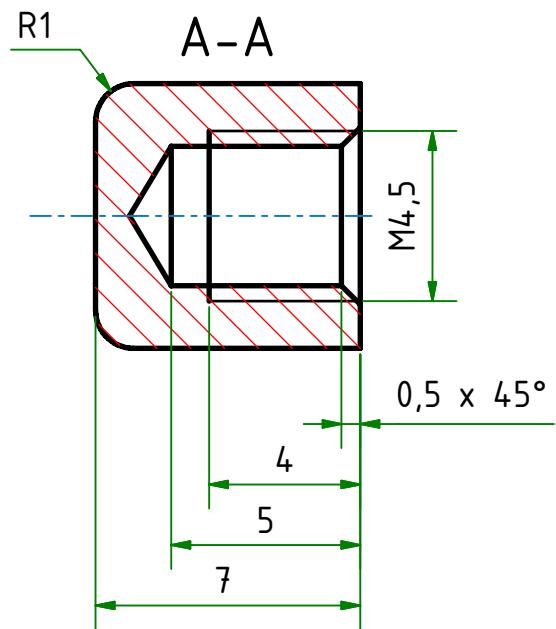
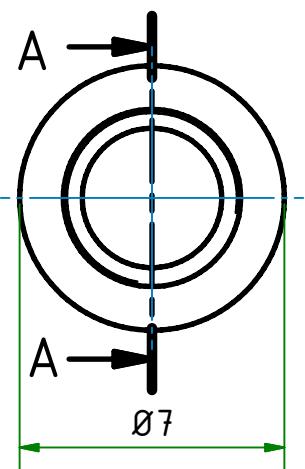


(2 : 1)

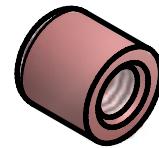


Fasen an Bohrung 0.2 x 45° vor dem Schleifen härten

Rz25 (Rz6.3)

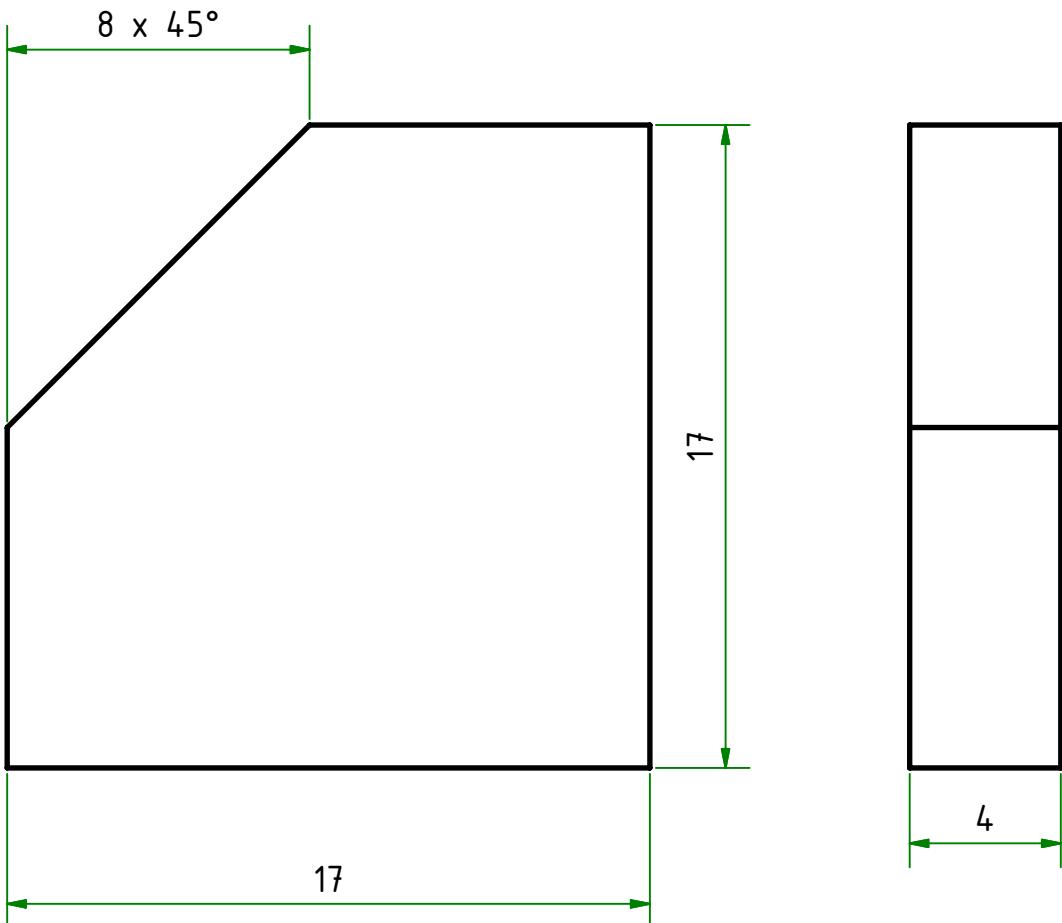


(2 : 1)

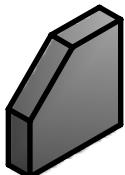


Bohrungsboden vor Montage mit Dichtungsmasse befüllt

Hochschule Esslingen University of Applied Sciences						Maßstab: 5:1	Pos.-Nr.: 13
Werkstoff: Hartgummi							
		Datum	Name				
		Gezeichnet	22.01.2007	Bettina Clauß			
		Kontrolliert					
		Norm					
Blindstopfen							1
Status	Änderungen	Datum	Name				A4

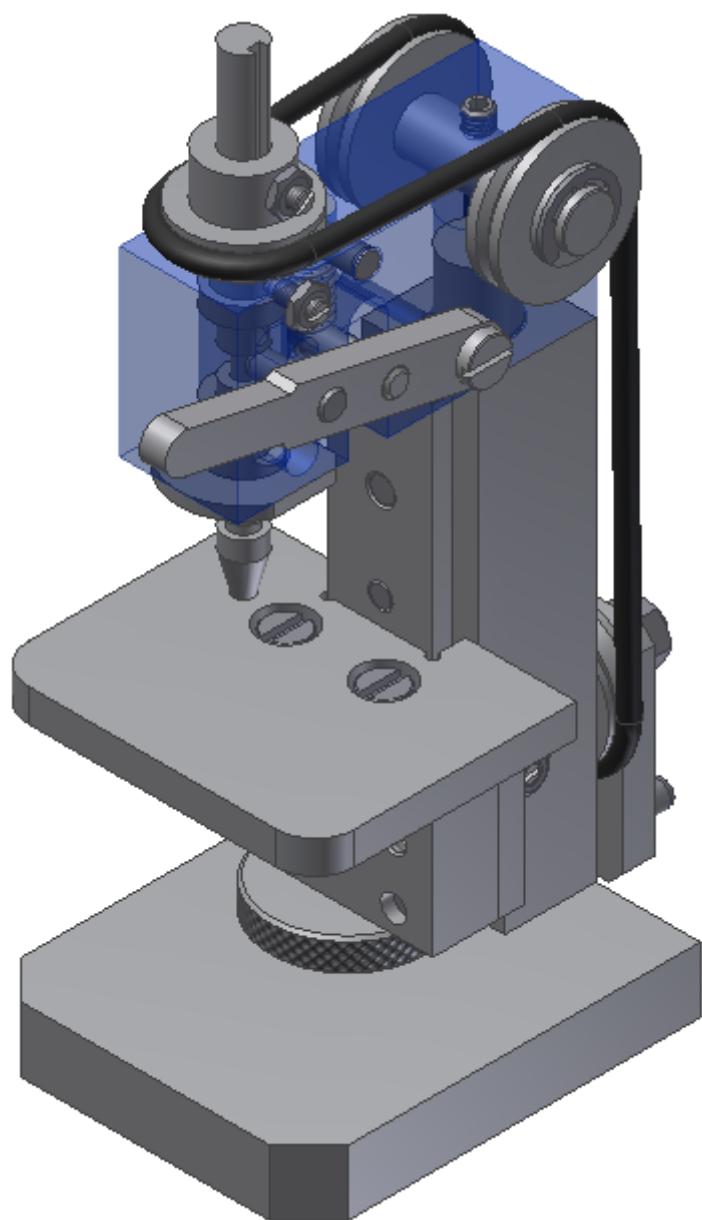


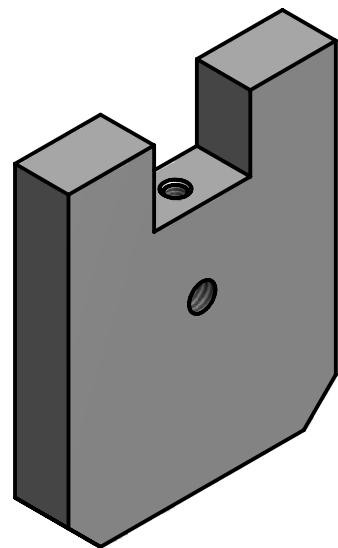
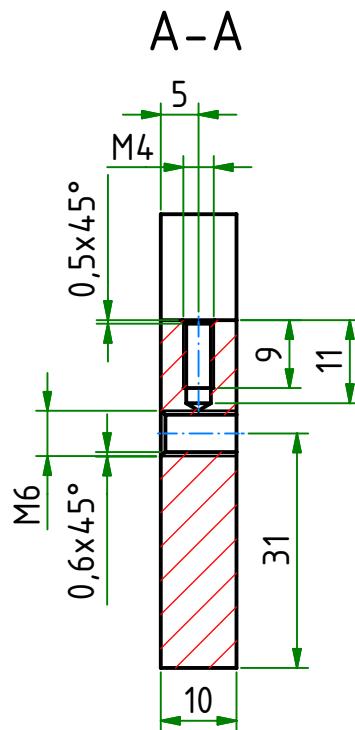
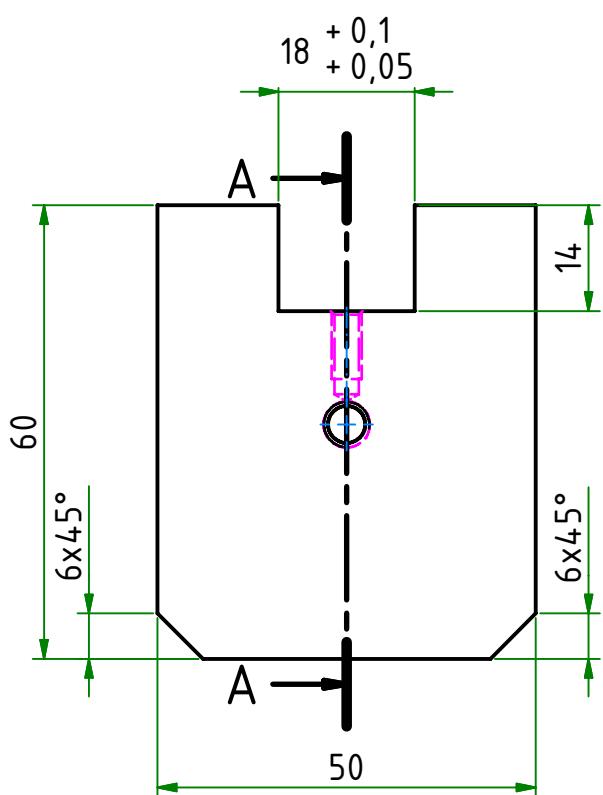
(1 : 1)



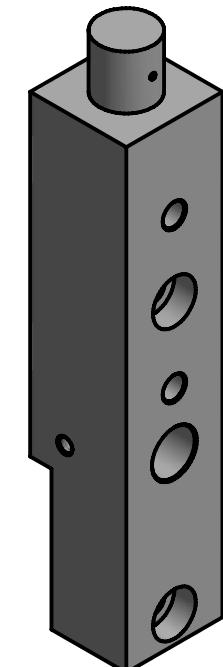
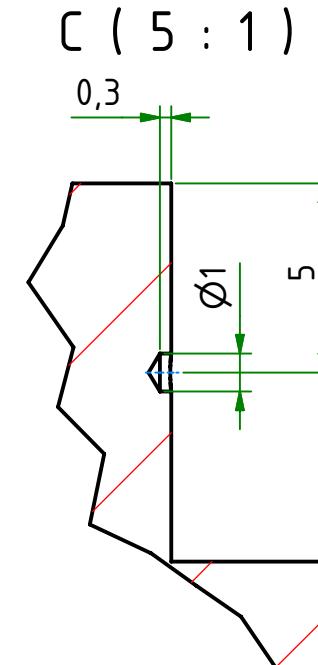
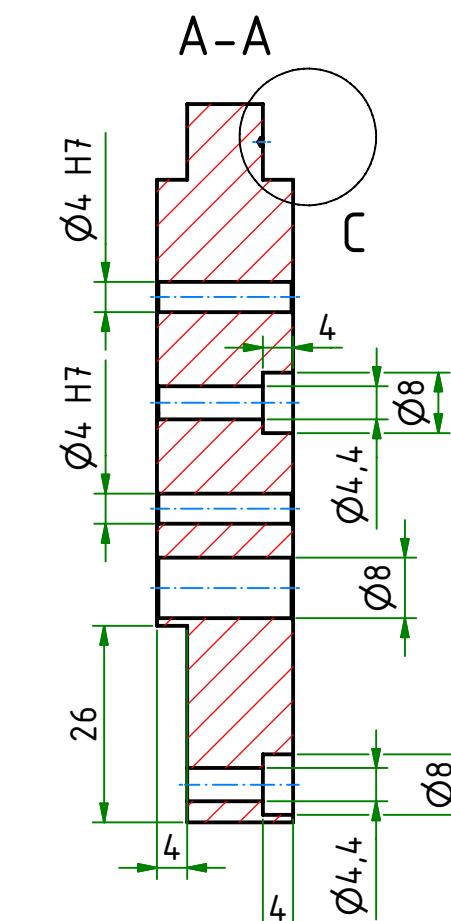
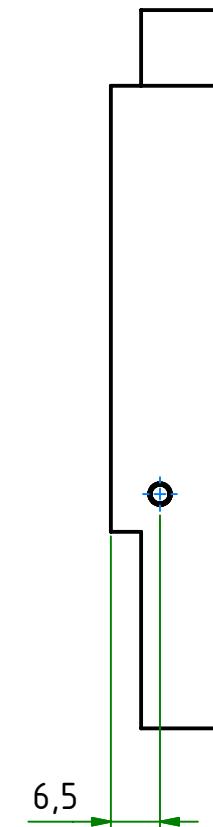
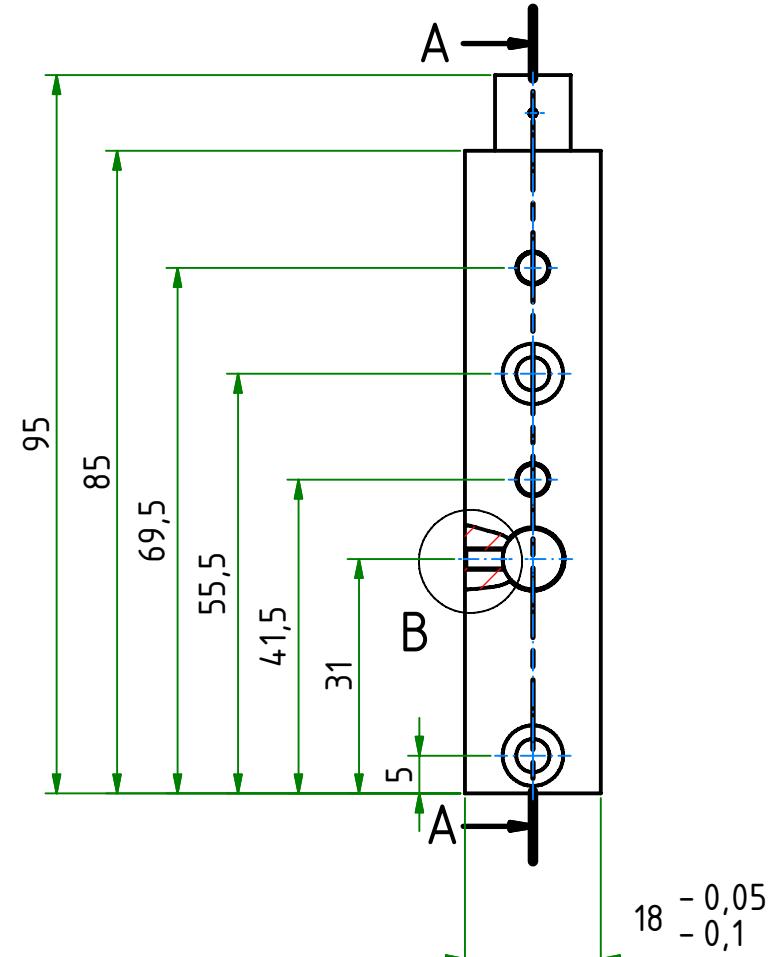
Hochschule Esslingen University of Applied Sciences						Maßstab: 5:1	Pos.-Nr.: 18	
						Werkstoff: Gummi		
				Datum	Name	Gummipuffer		
				Gezeichnet	22.01.2007			Bettina Clauß
				Kontrolliert				
				Norm				
Status	Änderungen	Datum	Name					

8.2.4 Zeichnungen Bohrmaschine



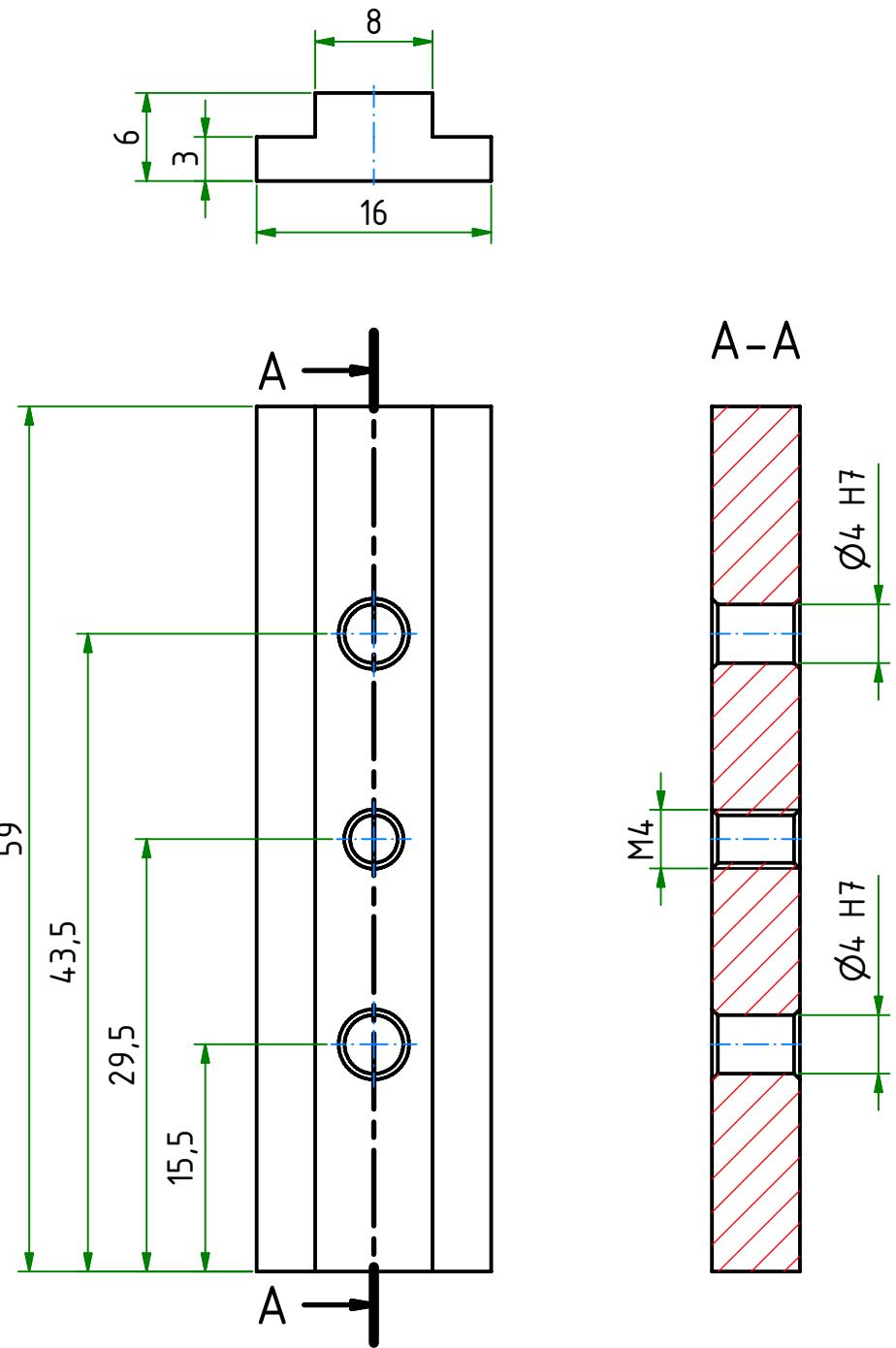


Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 1:1	Pos.-Nr.: 1
				Gezeichnet: 01.08.2010 Bettina Clauß Kontrolliert: Norm:				Werkstoff: S235JR
Standplatte							1	
Status	Änderungen	Datum	Name				A4	

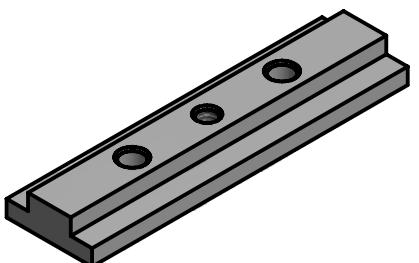


alle nicht bemaßten Fasen mit $0.2 \times 45^\circ$

Bohrungen Ø4 H7 sind mit Teil 3 zusammen gebohrt



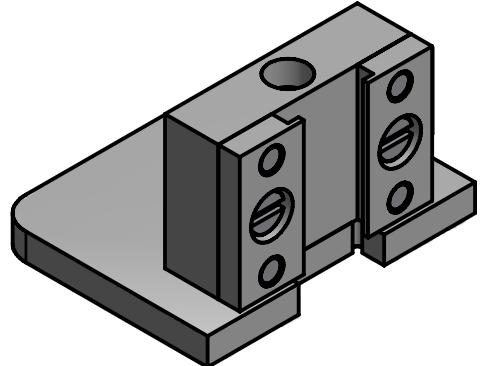
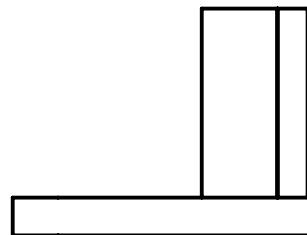
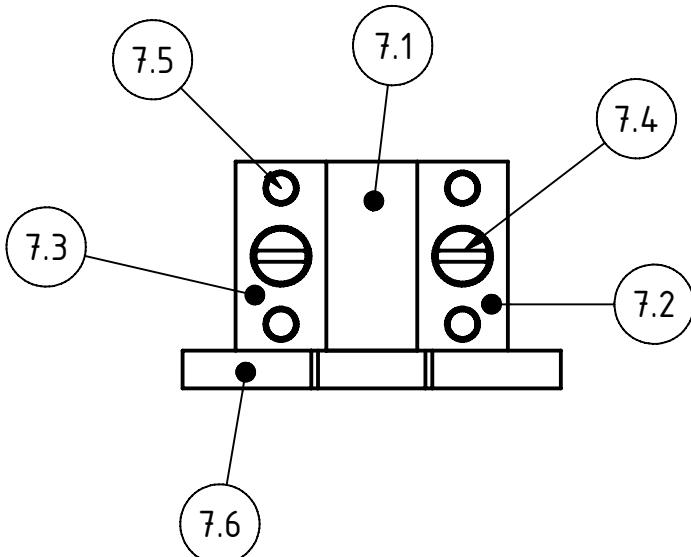
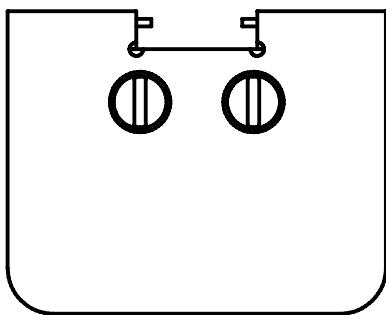
1 : 1



Alle nicht bemaßten Fasen 0.4 x 45°

Bohrungen $\varnothing 4$ H7 mit Teil 2 zusammen gebohrt

Hochschule Esslingen University of Applied Sciences		Allgemeintoleranz ISO 2768 - m		Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 4
		Gezeichnet	Datum 20.10.2010	Name Bettina Clauß	
		Kontrolliert			
		Norm			
				Säulenführung	
Status	Änderungen	Datum	Name		1 A4



Stückliste

SPEZIFIKATION				
Position	Menge	Benennung	Bemerkung	Werkstoff
7.1	1	Tischaufnahme	30 x 10 x 38	S235JR
7.2	1	Führungsbacke links	30 x 4 x 15	S235JR
7.3	1	Führungsbacke rechts	30 x 4 x 15	S235JR
7.4	4	ISO 1207 - M4 x 6	Zylinderschraube mit Schlitz	EdelStahl - 440C
7.5	4	ISO 8734 - 4 x 12 - A	Zylinderstift	S235JR
7.6	1	Tischplatte	40 x 5 x 52	S235JR

Hochschule Esslingen

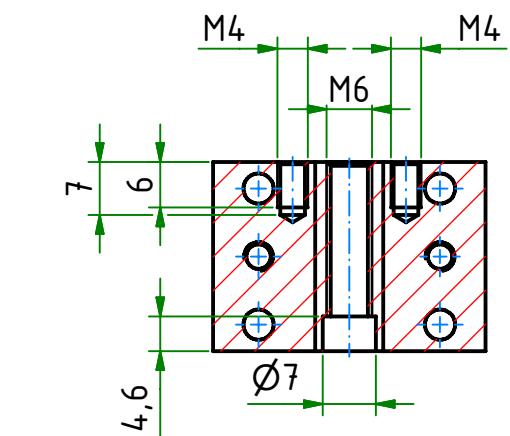
University of Applied Sciences

Maßstab: 1:1

Pos.-Nr.: 7

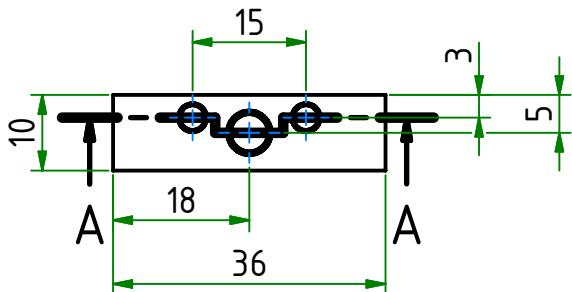
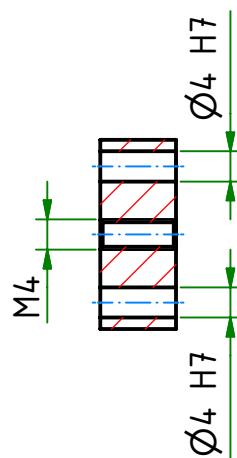
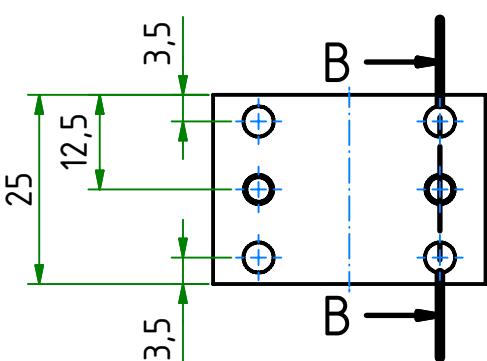
Werkstoff:

A-A

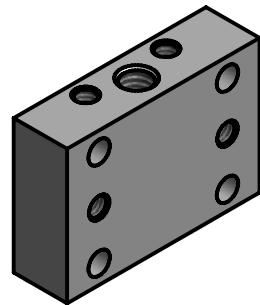


Gewinde M4 mit $0.4 \times 45^\circ$ angefast
Gewinde M6 mit $0.6 \times 45^\circ$ angefast

B-B



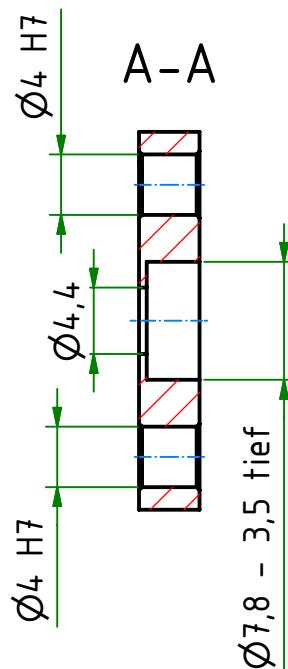
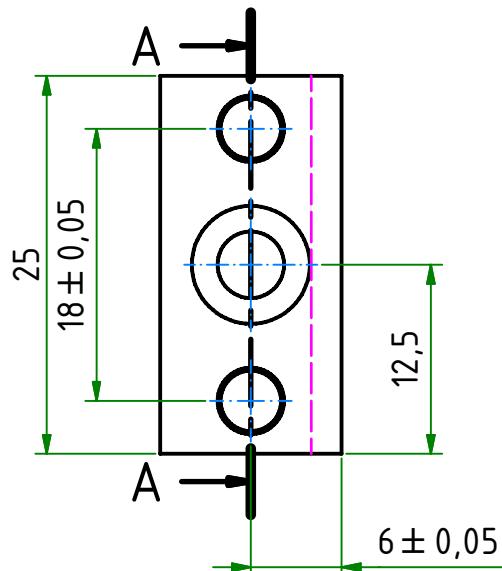
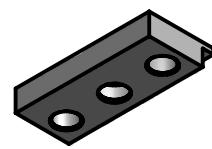
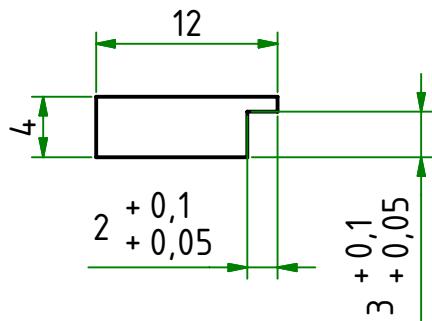
Stiftbohrungen $\varnothing 4$ H7 jeweils mit
Teil 7.2 und Teil 7.3 zusammen gebohrt



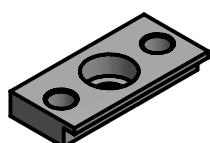
Stiftbohrungen $\varnothing 4$ H7 beidseits angefast mit $0.2 \times 45^\circ$

Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 1:1	Pos.-Nr.: 7.1
				Gezeichnet	Datum	Name		
				10.11.2010		Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
Tischaufnahme							1	
Status	Änderungen	Datum	Name					A4

1 : 1



1 : 1



Teil spiegelbildlich zu Pos.-Nr.: 7.3

Stiftbohrungen Ø4 H7 beidseits angefast mit 0,2x45°

Stiftbohrungen Ø4 H7 gebohrt mit Pos.-Nr.: 7.1

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Allgemeintoleranz

ISO 2768 - m

Maßstab: 2:1

Pos.-Nr.: 7.2

Werkstoff: S235JR

Gezeichnet: 03.08.2010 Bettina Clauß

Kontrolliert:

Norm:

Führungsbacke links

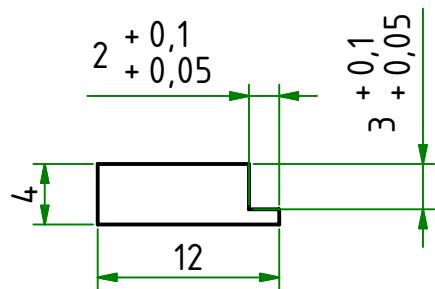
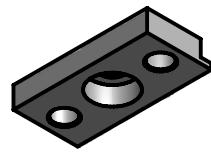
1

A4

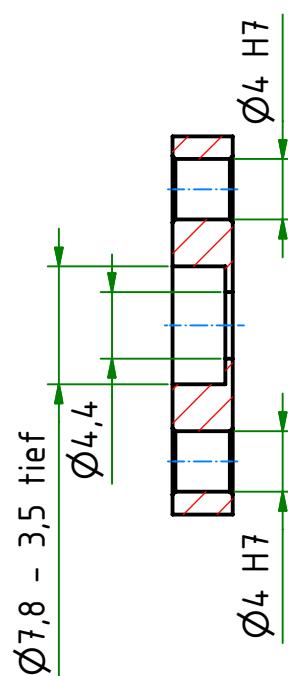
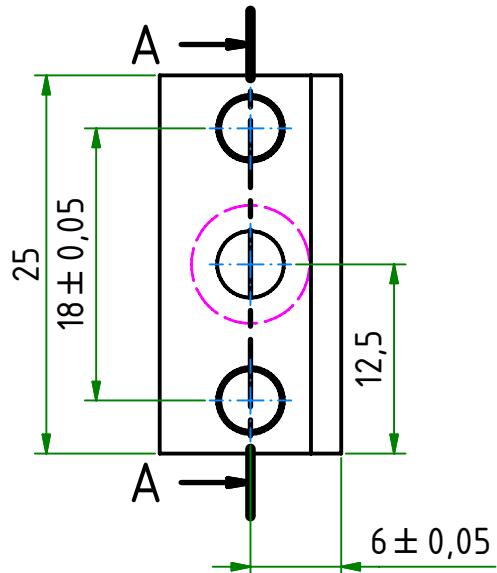
Status Änderungen

Datum Name

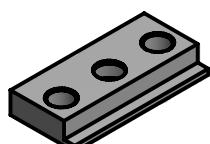
1 : 1



A-A



1 : 1



Teil spiegelbildlich zu Pos.-Nr.: 7.2

Stiftbohrungen $\varnothing 4$ H7 beidseits angefast mit $0.2 \times 45^\circ$

Stiftbohrungen $\varnothing 4$ H7 gebohrt mit Pos.-Nr.: 7.1

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

Allgemeintoleranz

ISO 2768 - m

Maßstab: 2:1

Pos.-Nr.: 7.3

Werkstoff: S235JR

Gezeichnet: 03.08.2010 Bettina Clauß

Kontrolliert:

Norm:

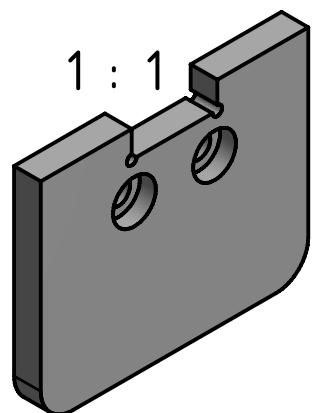
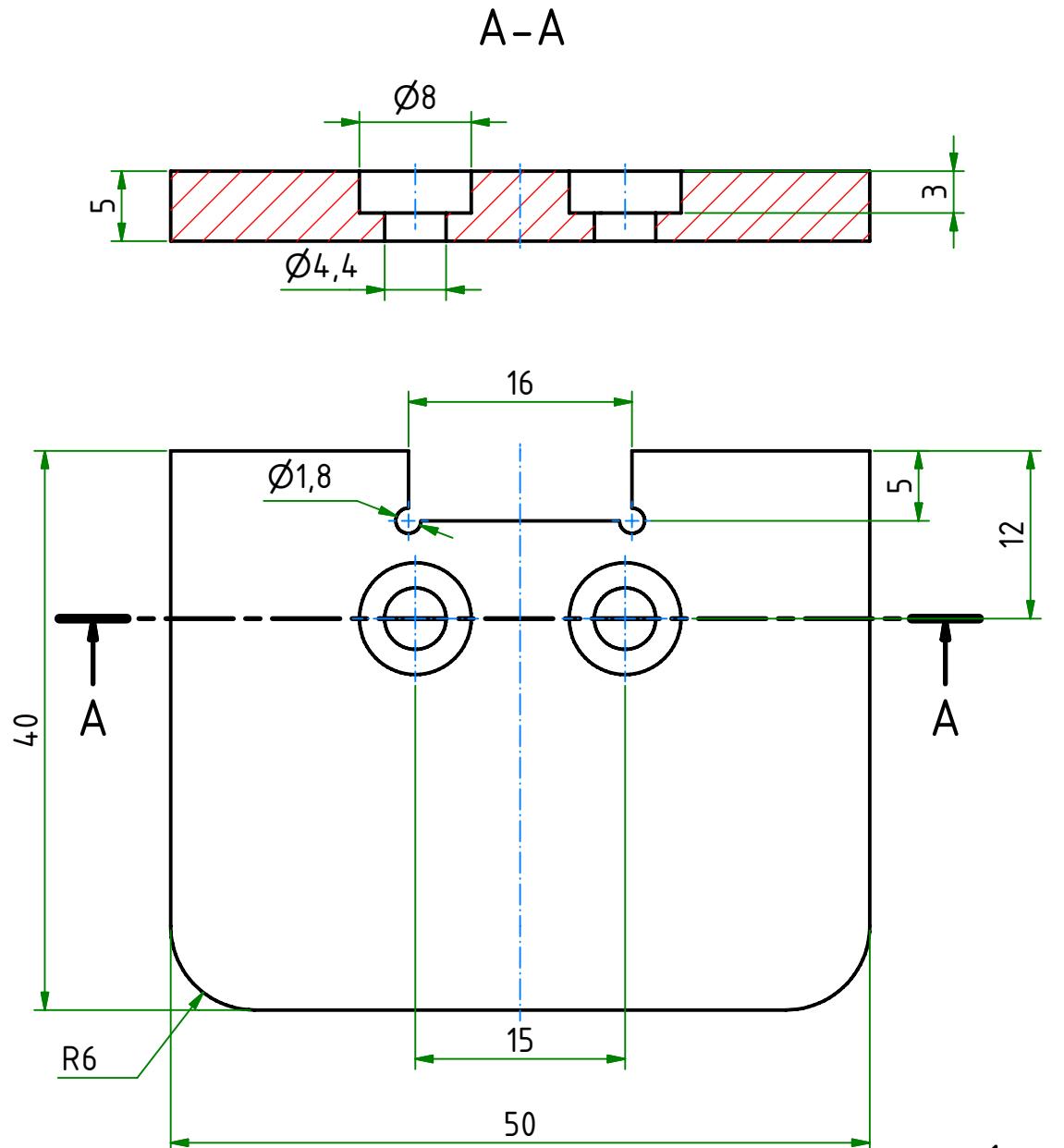
Führungsbacke rechts

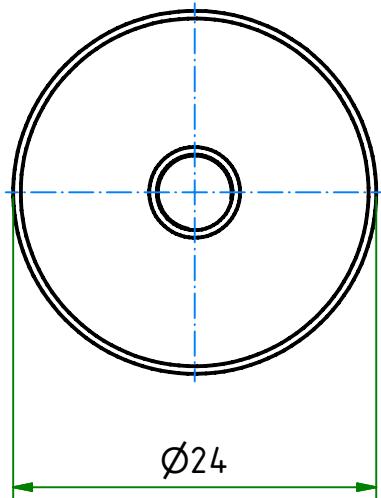
1

A4

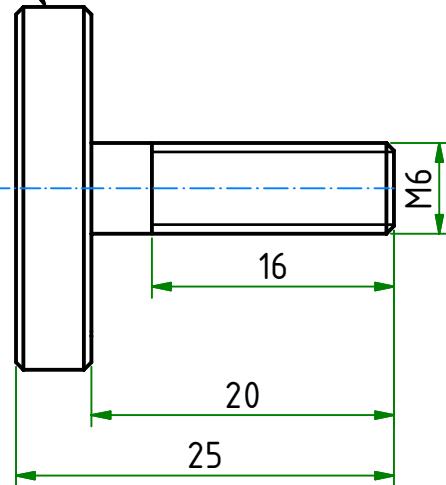
Status Änderungen

Datum Name

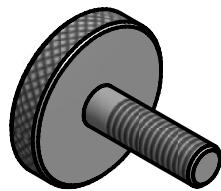




gerändert

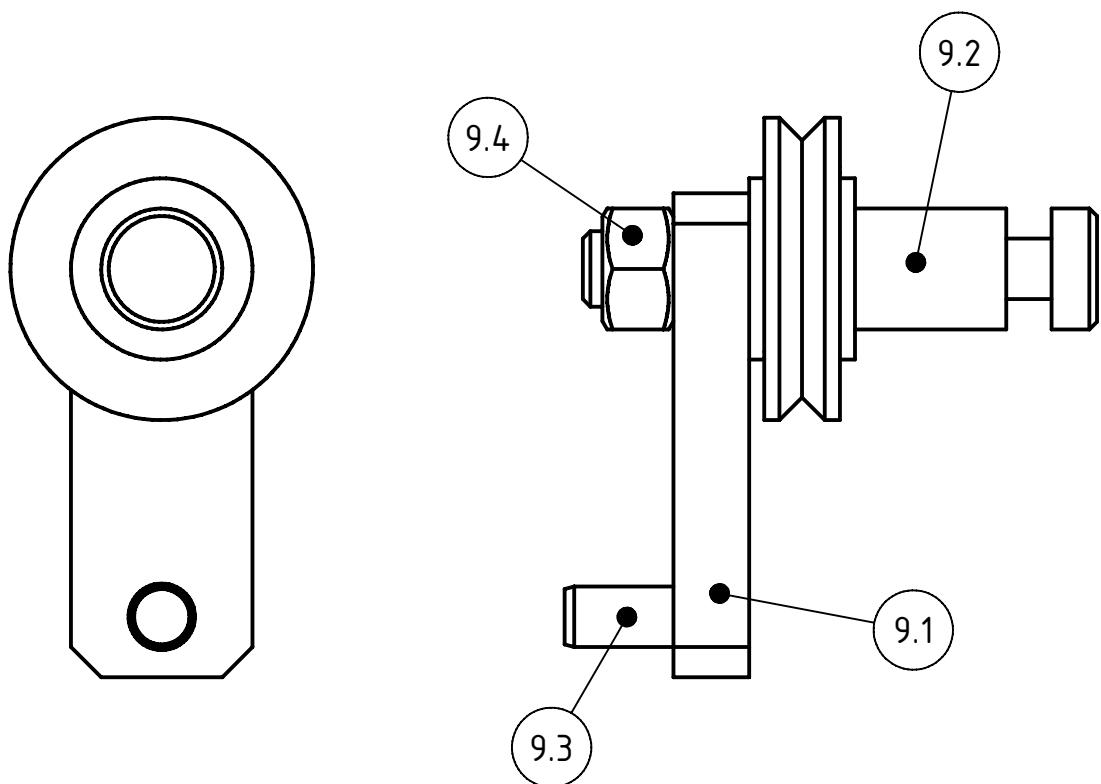


1 : 1

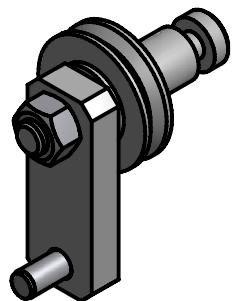


alle nicht bemaßten Fasen 0.5x45°

Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 8
				Gezeichnet	Datum	Name		
				10.11.2010		Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
Tischhöhenverstellung							1	
Status	Änderungen	Datum	Name					A4



1 : 1



Stückliste

Position	Menge	Benennung	Bemerkung	Werkstoff
9.1	1	Antriebsplatte	20 x 5 x 35	S235JR
9.2	1	Antriebswelle	$\varnothing 20 \times 36$	2C45-TQ
9.3	1	ISO 8734 - 4 x 12 - A	Zylinderstift	Stahl
9.4	1	ISO 4032 - M5	Sechskantmutter	EdelStahl - 440C

Hochschule Esslingen

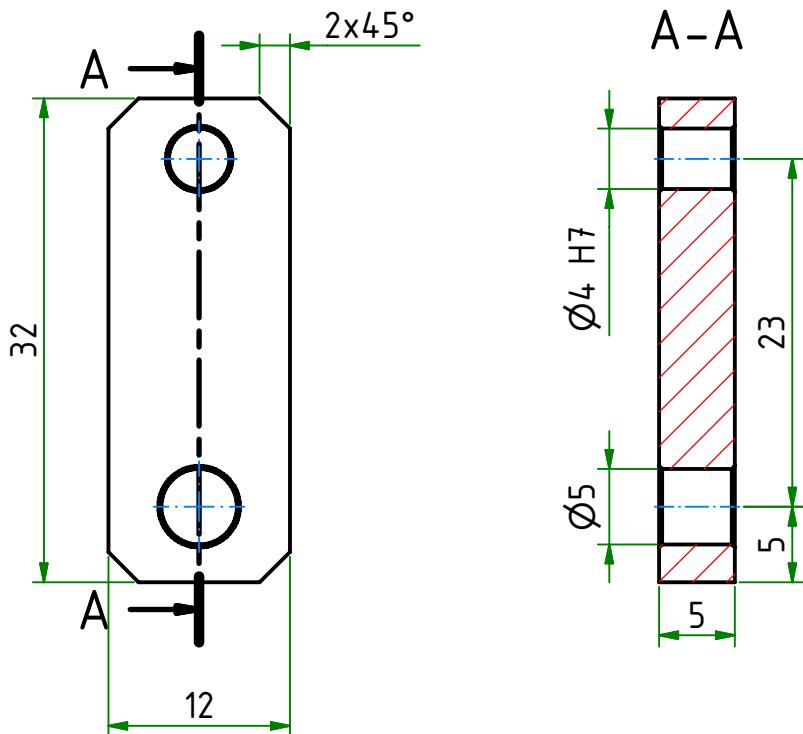
University of Applied Sciences

Maßstab: 2:1

Pos.-Nr.: 9

Werkstoff:

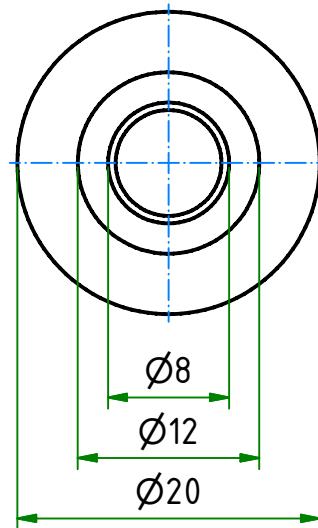
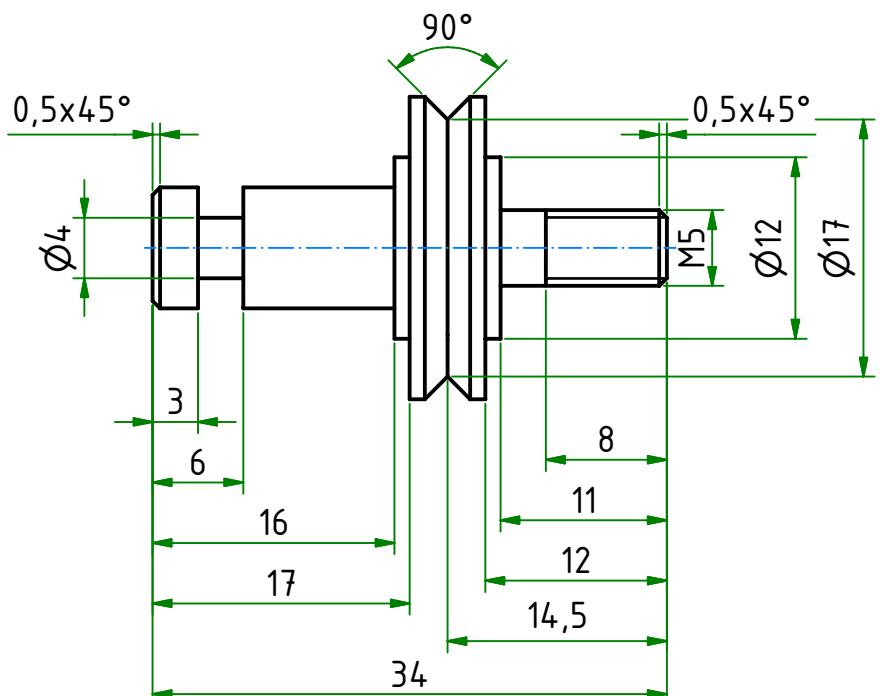
				Datum	Name	Antriebskurbel
				Gezeichnet	05.11.2010	
				Kontrolliert		
				Norm		
Status	Änderungen	Datum	Name			1 A4



1 : 1



Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 9.1
				Werkstoff: S235JR				
				Gezeichnet	Datum	Name		
				02.08.2010		Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
				Antriebsplatte				1
								A4
Status	Änderungen	Datum	Name					



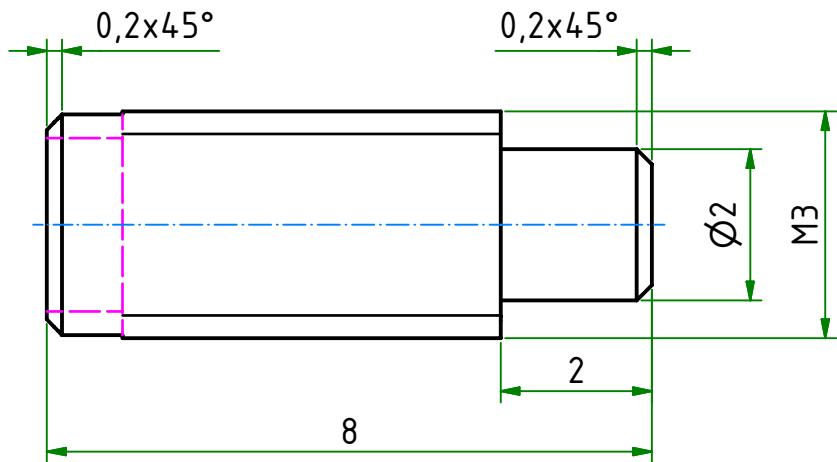
1 : 1



1 : 1

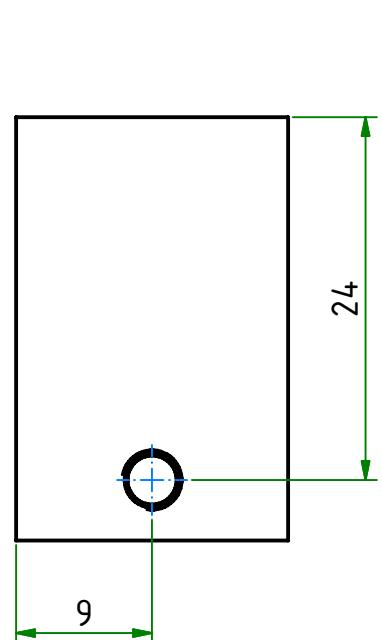
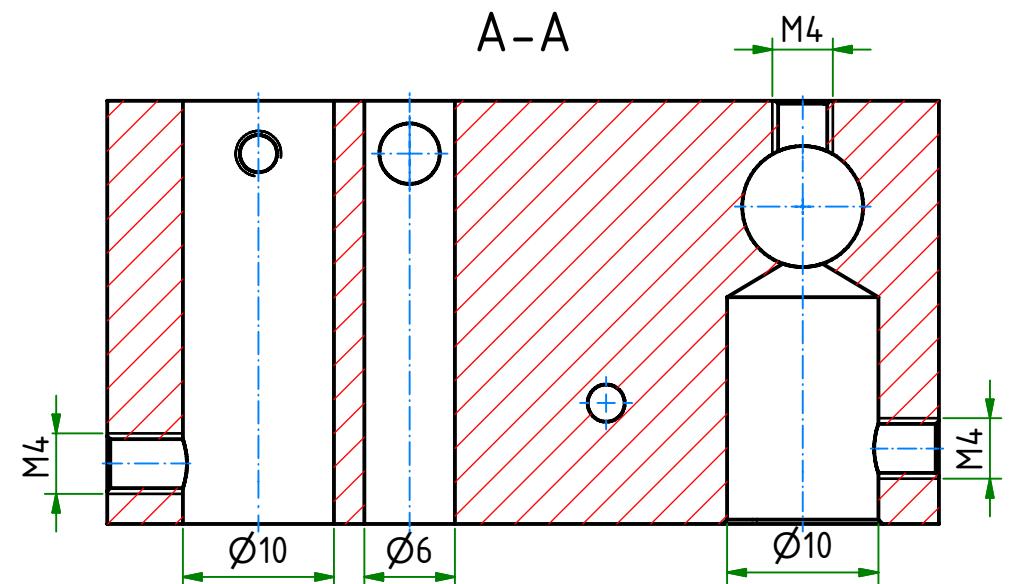
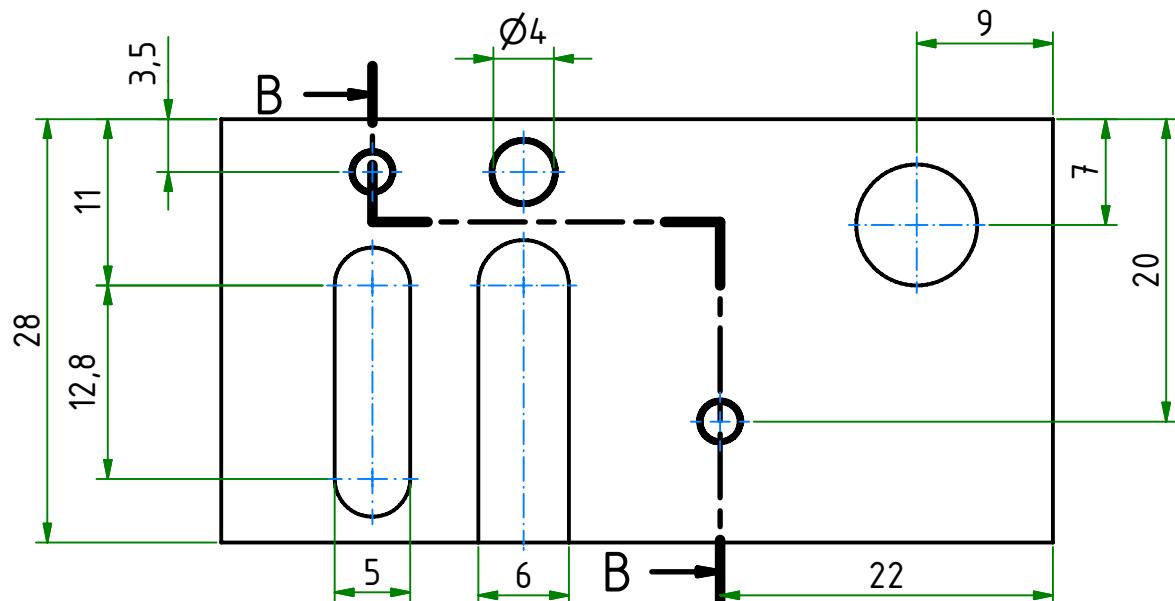
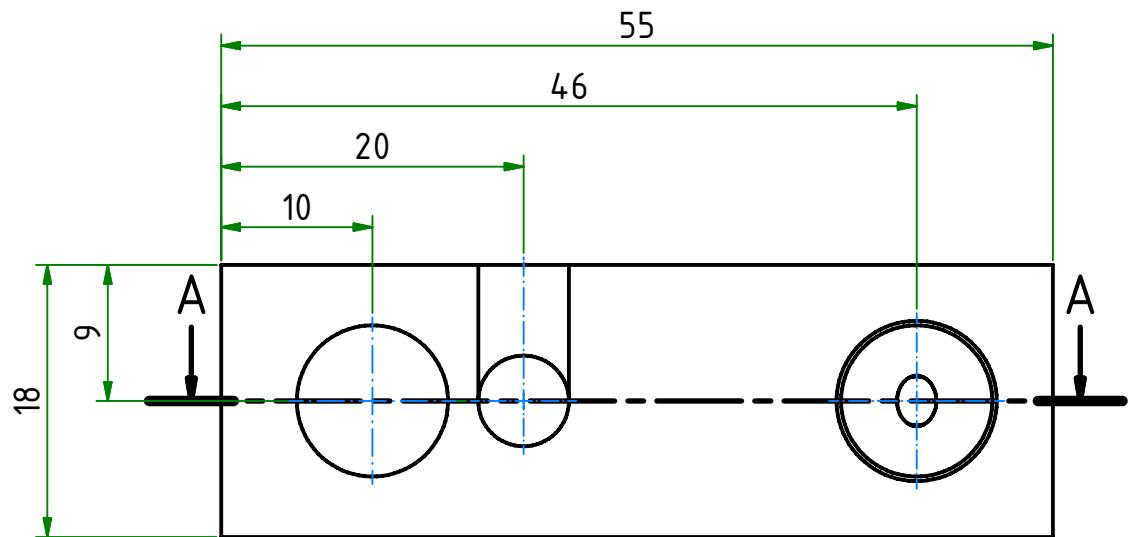


Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 9.2
							Werkstoff: 2C45-TQ	
				Datum	Name			
				Gezeichnet	03.08.2010	Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
							Antriebswelle	
							1 A4	
Status	Änderungen	Datum	Name					



2 : 1



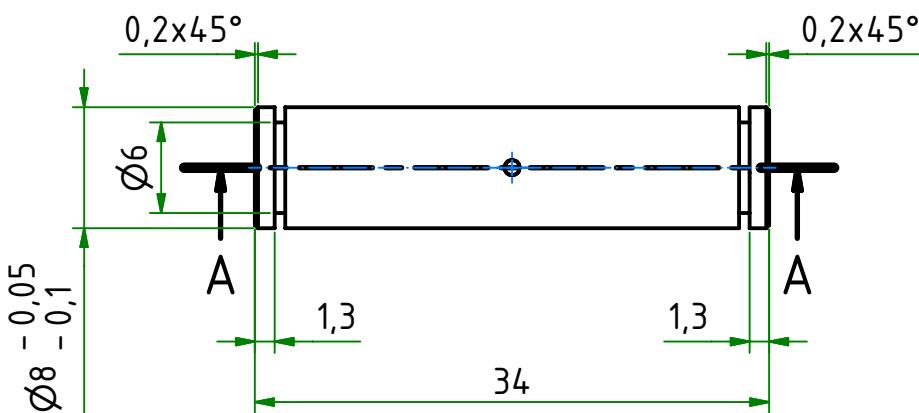
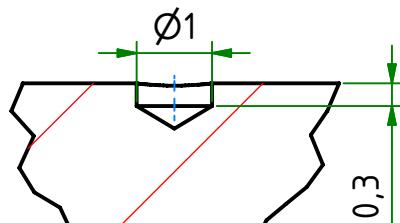
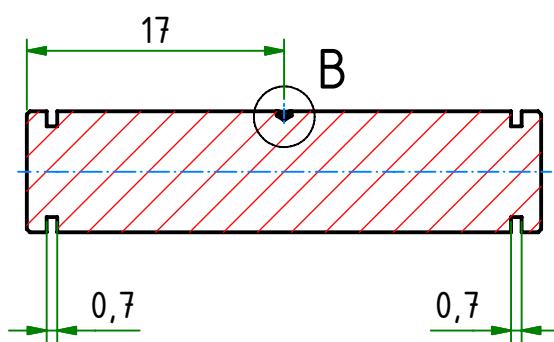


alle nicht bemaßten Fasen 0.5 x 45°

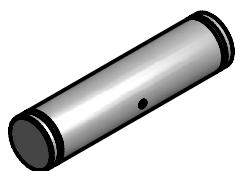
Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m		Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 12
				Datum	Name	Gezeichnet: 12.11.2010 Bettina Clauß Kontrolliert: Norm:	
Status	Änderungen	Datum	Name	Ständerkopf			
				1 A3			

B (10 : 1)

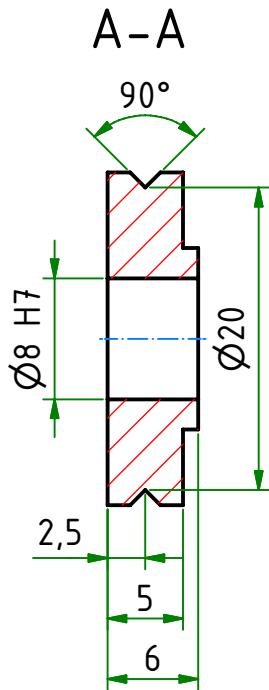
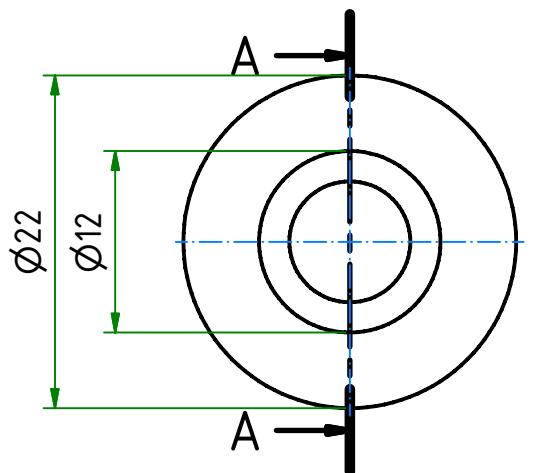
A-A



1 : 1



Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 13
				Gezeichnet	Datum	Name		
				12.11.2010		Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
				Umlenkwelle				
Status	Änderungen	Datum	Name				1	
								A4



1 : 1



1 : 1



Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

Allgemeintoleranz
ISO 2768 - m

Maßstab: 2:1

Pos.-Nr.: 15

Werkstoff: S235JR

Gezeichnet: 12.11.2010 Bettina Clauß

Kontrolliert:

Norm:

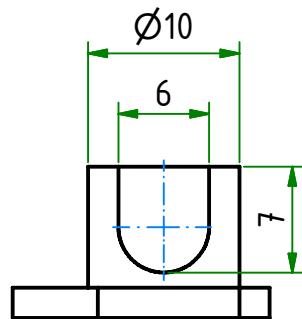
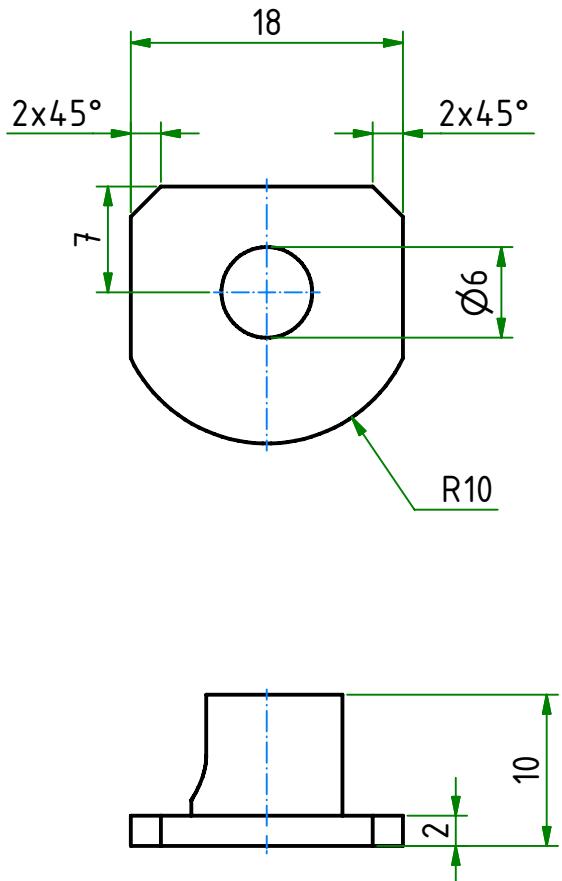
Umlenkrolle

1

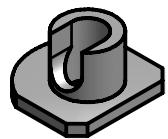
A4

Status Änderungen

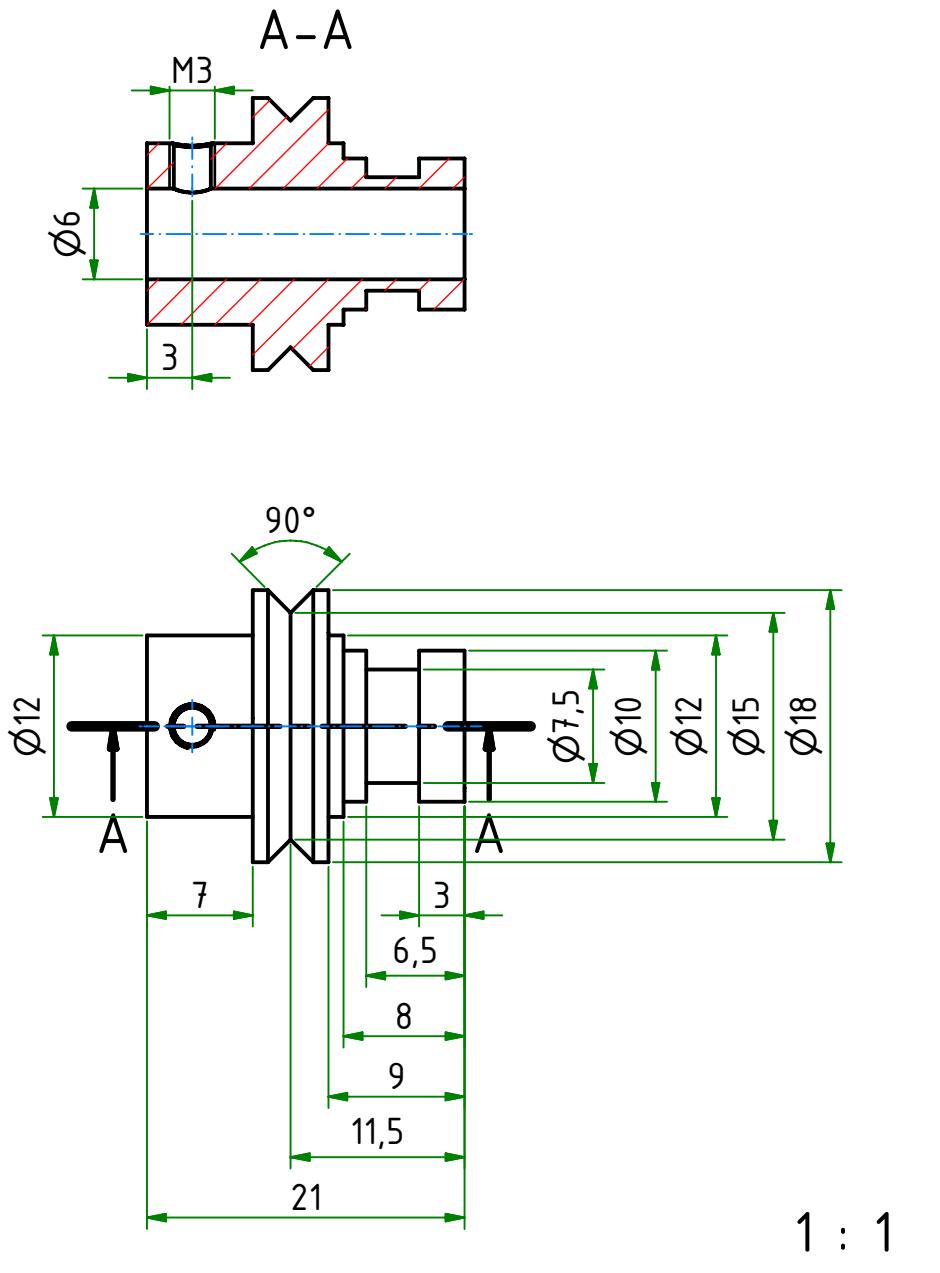
Datum Name



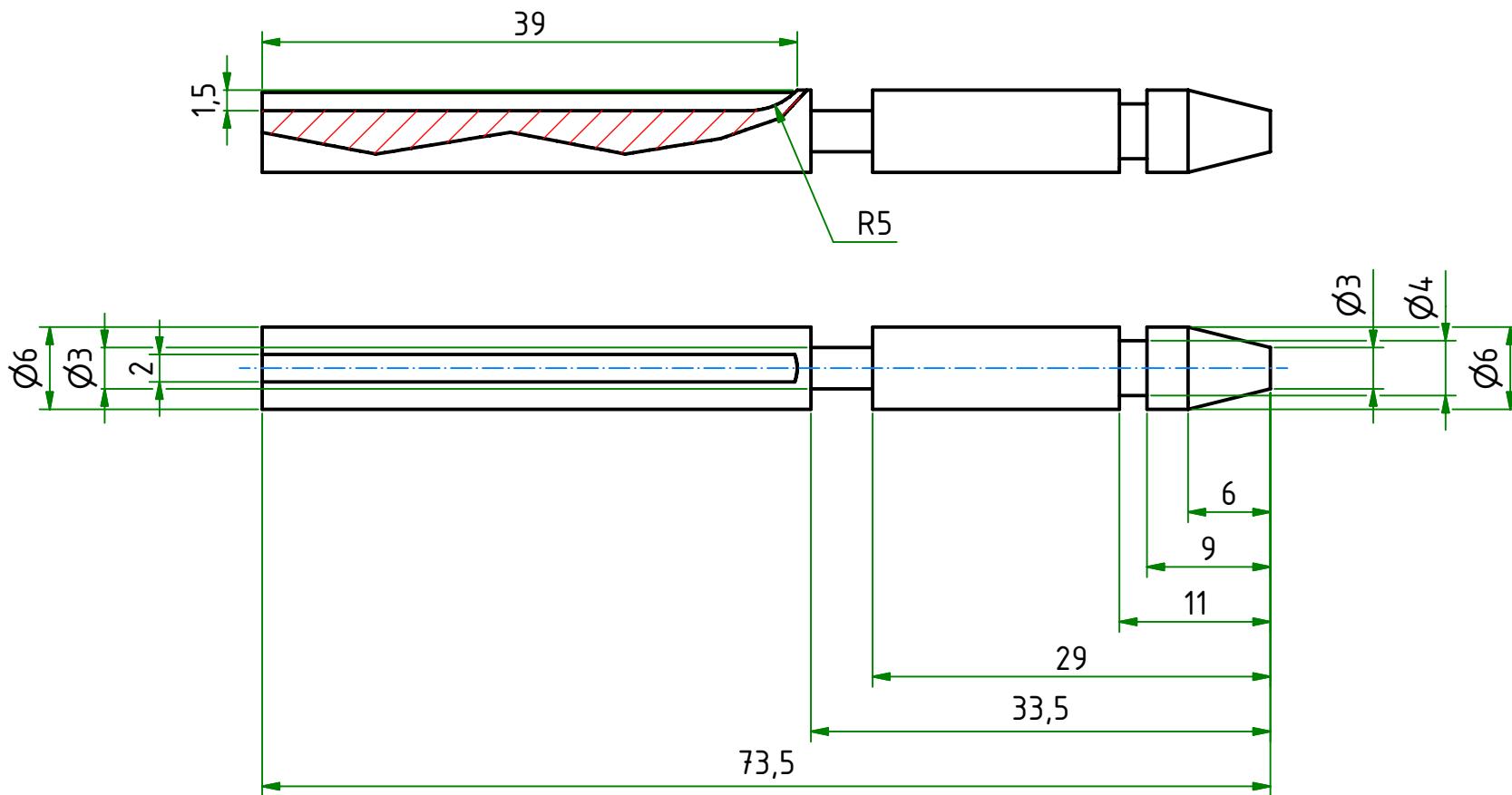
1 : 1



Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 17
				Werkstoff: S235JR				
				Gezeichnet	Datum	Name		
				10.11.2010		Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
				Spindelführung				1
								A4
Status	Änderungen	Datum	Name					

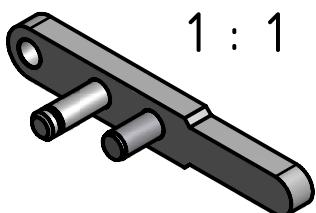
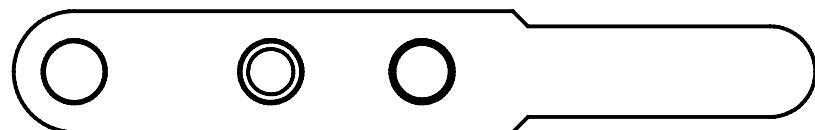
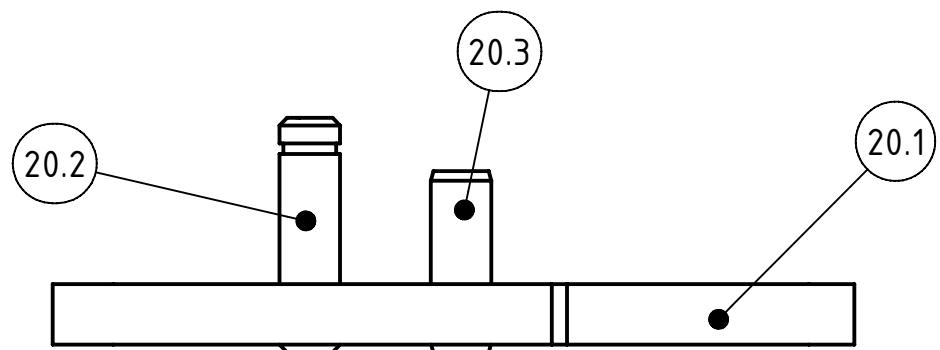


Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 18
Werkstoff: S235JR								
				Datum	Name			
				Gezeichnet	03.11.2010	Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
Spindelaufnahme							1	
								A4
Status	Änderungen	Datum	Name					



1 : 1

Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m	Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 19
				Werkstoff: 2C45-TQ		
				Datum	Name	
				Gezeichnet	03.08.2010	Bettina Clauß
				Kontrolliert		
				Norm		
				Bohrspindel		
Status	Änderungen	Datum	Name			1
						A4



Stückliste

Position	Menge	Benennung	Bemerkung	Werkstoff
20.1	1	Zustellhebel	10 x 4 x 55	S235JR
20.2	1	Federhaltebolzen	Ø5 x 16	2C45-TQ
20.3	1	ISO 8734 - 4 x 12 - A	Zylinderstift	Stahl

Hochschule Esslingen

University of Applied Sciences

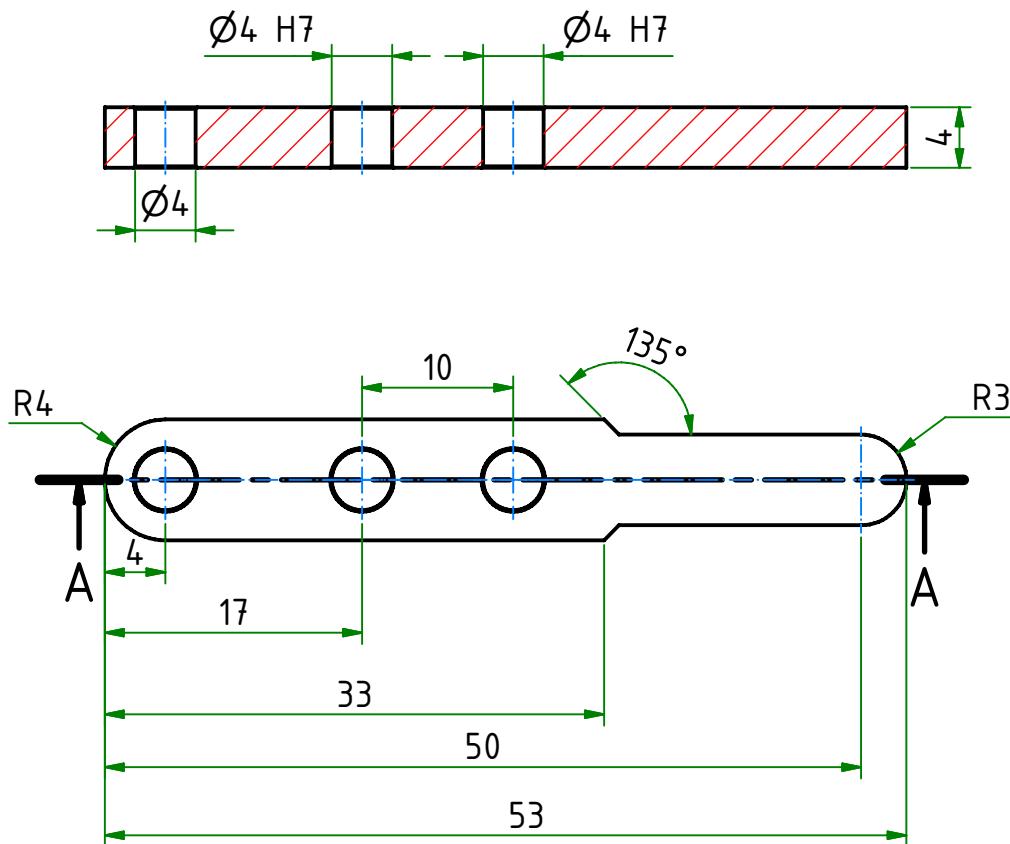
Maßstab: 2:1

Pos.-Nr.: 20

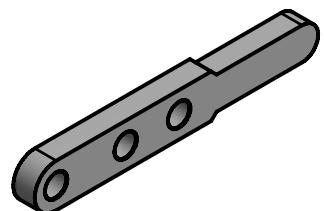
Werkstoff:

				Datum	Name	Zustelleinheit	1 A4
				Gezeichnet	31.01.2011		
				Kontrolliert			
				Norm			
Status	Änderungen	Datum	Name				

A-A

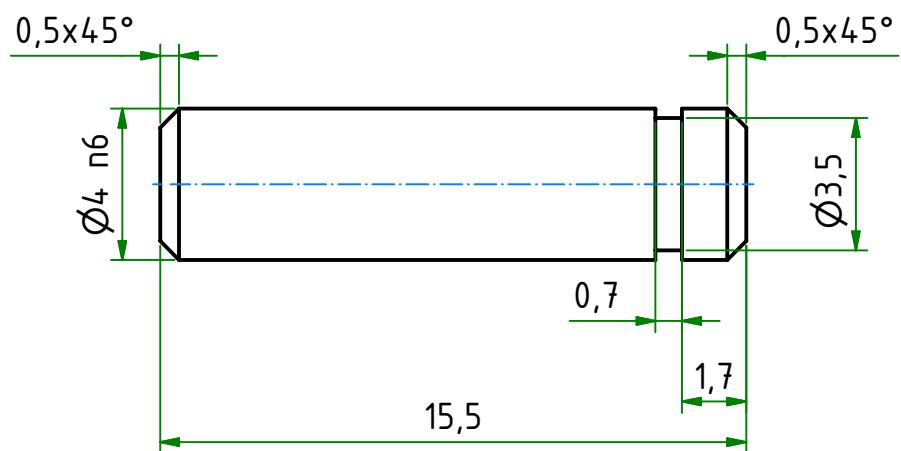


1 : 1



alle Bohrungen beidseits gefast mit $0.1 \times 45^\circ$

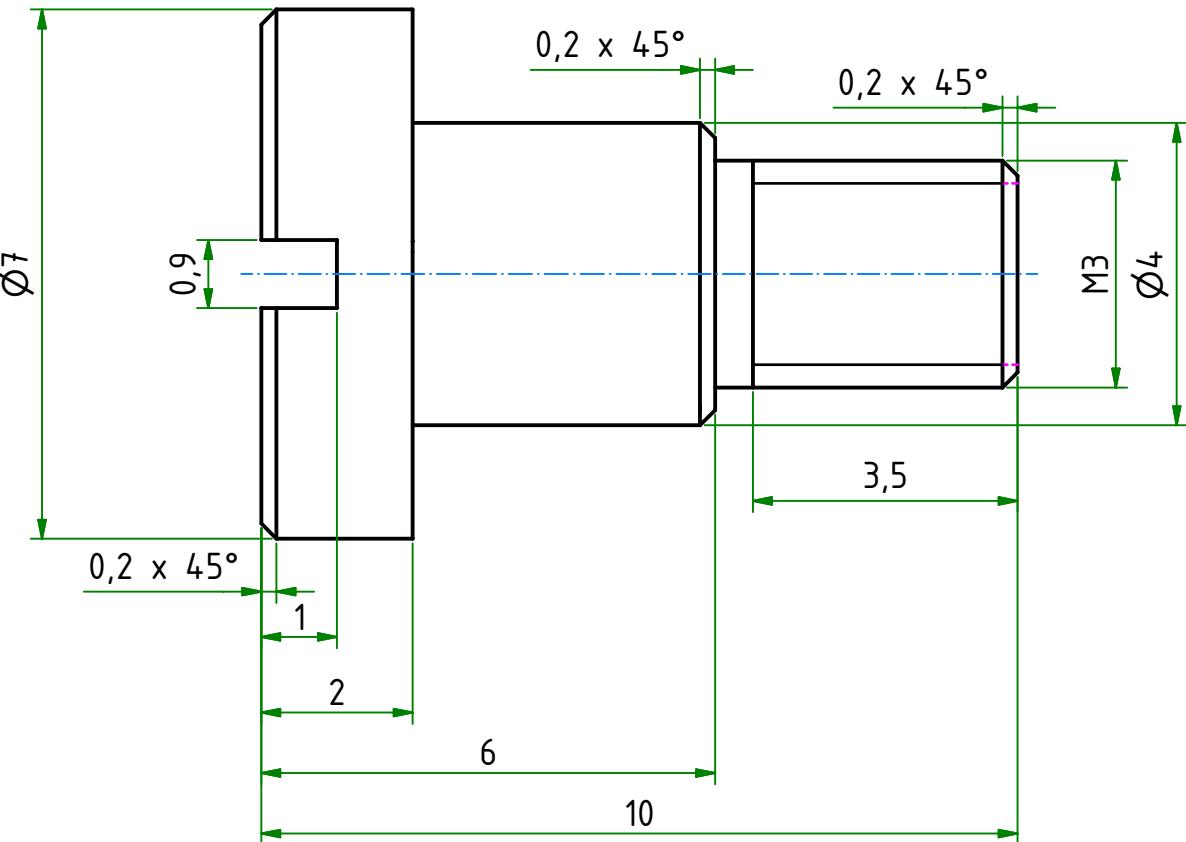
Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m	Maßstab: 2:1	Pos.-Nr.: 20.1
				Werkstoff: S235JR		
				Datum Gezeichnet Kontrolliert Norm	Name Bettina Clauß	
				Zustellhebel		
Status	Änderungen	Datum	Name			1 A4



1 : 1



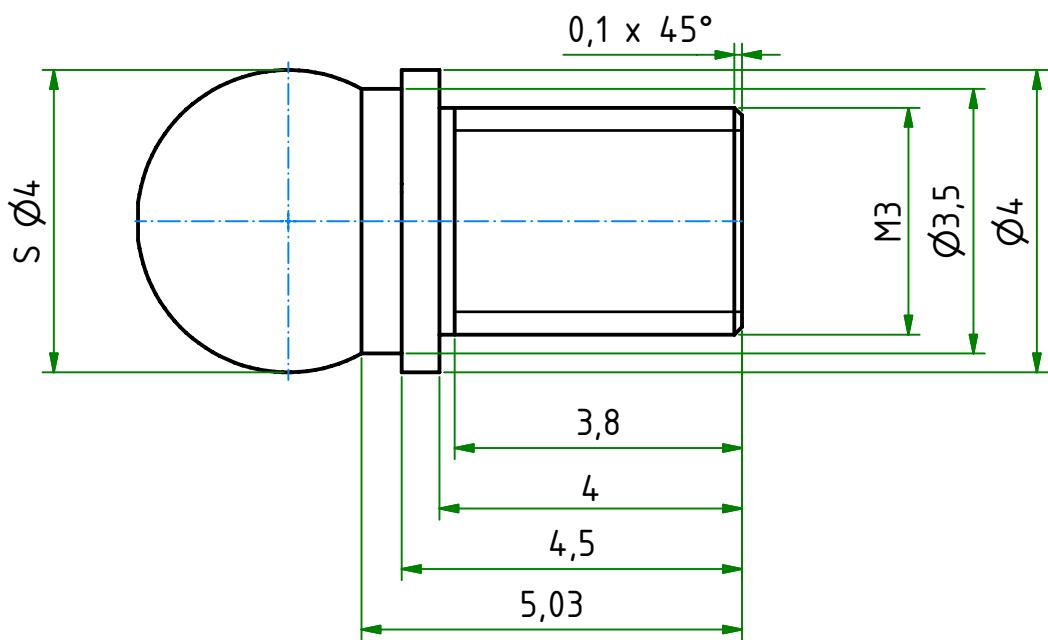
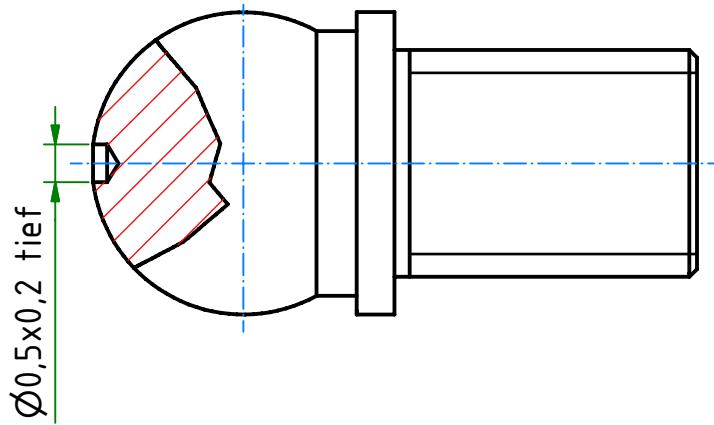
Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 5:1	Pos.-Nr.: 20.2
				Werkstoff: 2C45-TQ				
				Gezeichnet	Datum	Name		
				03.08.2010		Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
				Federhaltebolzen				1
								A4
Status	Änderungen	Datum	Name					



2 : 1



Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 10:1	Pos.-Nr.: 21
				Werkstoff: S235JR				
				Gezeichnet	Datum	Name		
				20.10.2010		Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
				Hebel Halteschraube				1
								A4
Status	Änderungen	Datum	Name					



Hochschule Esslingen University of Applied Sciences				Allgemeintoleranz ISO 2768 - m			Maßstab: 10:1	Pos.-Nr.: 23
								Werkstoff: S235JR
				Datum	Name			
				Gezeichnet	20.10.2010	Bettina Clauß		
				Kontrolliert				
				Norm				
				Schmiernippel				1
Status	Änderungen	Datum	Name					A4