



## I Aufgabe

Zeichnen Sie den Locher nach den 2D-Zeichnungen.  
Alle Zeichnungen und Übungen finden Sie bei  
<http://www.ulrich-rapp.de/stoff/pc/cad/index.htm>.  
Hinweise zur Vorgehensweise finden Sie unter  
<https://ulrich-rapp.de/stoff/pc/cad/handbuch/inventor.htm>

### 1 Projekt anlegen

- 1.1 ERSTE SCHRITTE - PROJEKTE – NEU, H:\INVENTOR\LOCHER  
Projekt Locher mit Häkchen markieren.

### Pos. 01 Grundplatte

### 2 Erstes Volumenmodell

- 2.1 ERSTE SCHRITTE – NEU – NORM.IPT  
– Speichern: Grundplatte.ipt
- 2.2 Erste Skizze in die xy-Ebene  
– ERSTE SCHRITTE – 2D-SKIZZE STARTEN – XY-PLANE
- 2.3 Profil zeichnen und bemaßen  
– Rechteck, Bemaßung 120x90 nach Zeichnung
- 2.4 Profil an das Koordinatensystem binden  
– SKIZZE - ABHÄNGIG MACHEN – KONZIDENT:  
- Mitte der langen Kante (grüner Punkt)  
- Mittelpunkt des Koordinatensystems
- 2.5 Profil wachsen lassen  
– SKIZZE FERTIG STELLEN (RMK)  
– 3D-Modellierung – Extrusion  
– Abstand nach Zeichnung
- 2.6 Extrusion1 umbenennen in Grundkörper

### 3 Innenkontur entfernen

- 3.1 2D-Skizze auf die Unterseite des Grundkörpers
- 3.2 Kontur grob zeichnen (ohne Rundungen)  
– LINIE, dabei Abhängigkeiten beachten  
(Rechtwinklig, waagrecht, ..)
- 3.3 Fehlende Abhängigkeiten und Maße ergänzen  
– Symmetrie, Kollinearität  
– Geometrie projizieren: Bohrung (Bezugspunkt)  
– Maße aus der Zeichnung: Nicht rechnen!!
- 3.4 Extrusion mit Differenz
- 3.5 Rundungen anbringen (je nach Fräser, z.B. R5))  
– 3D-Modellierung – Rundung

### 4 Stempelbohrungen anbringen

- 4.1 2D-Skizze auf große Fläche des Grundkörpers  
– Ansicht drehen mit Viewcube oder Orbit oder F4  
– 2D-Skizze
- 4.2 Mittellinie ergänzen  
– Entweder: GEOMETRIE PROJIZIEREN  
– Ursprung – y-Achse  
– Oder: LINIE – KONSTRUKTION  
zw. den Mitten der langen Kanten

- 4.3 Bohrungsmittelpunkt einsetzen  
– Punkt
- 4.4 Bohrungsmittelpunkt symmetrisch verdoppeln  
– Muster – Spiegeln – Auswählen: Punkt –  
Spiegelachse: Mittellinie
- 4.5 Mittelpunkte bemaßen
- 4.6 Bohren  
– Skizze fertigstellen  
– 3D-Modellierung – Bohrung – Ø6 –  
Ausführungstyp: Durch alle
- 4.7 Bohrung1 umbenennen in Bohrung d6

### 5 Grundplatte fertigstellen

Hinweis: Für jeden Arbeitsschritt benötigt man genau eine neue Skizze, auf keinen Fall mehr!

- Bohrungen Ø4 für Zylinderstifte
- Durchgangsbohrungen Ø4,5 mit Flachsenkungen
- Zapfen 12x12 mit Bohrung Ø8 (2 Schritte!)
- Durchbruch 10x5
- Umlaufende Aussparung 6x2
- Fasen 1x45°: 3D-Modellierung – Ändern – Fasen

### 6 Abschlussarbeiten an am Bauteil.ipt

- 6.1 Bezeichnung und Bauteilnummer  
– DATEI – IPROPERTIES – PROJEKT  
– BAUTEILNUMMER: Pos. 01  
– BEZEICHNUNG: *Grundplatte*  
– Konstrukteur: *Ihr Name*  
Bauteilnummer und Bezeichnung werden in die Stückliste übernommen, aber leider nicht in die 2D-Ableitung.
- 6.2 Werkstoff St in der Materialliste generieren und dem Bauteil zuweisen  
– EXTRAS – MATERIAL –  
– ähnliches Material wählen (*Stahl, unlegiert*)  
– RMK – DER AUSWAHL ZUORDNEN  
– RMK – BEARBEITEN  
– NAME: *St* (überschreiben)  
– ANWENDEN  
– DATEI – IPROPERTIES – PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN –  
MATERIAL: *S235* (aus der Liste wählen)
- 6.3 Darstellung  
– EXTRAS – *Darstellung*  
– EXTRAS – *Dokumenteinstellung*

### Pos. 02 Oberplatte

- 6.4 Flachsenkung Ø12 an der Schräge  
– Entweder Schräge nachträglich entfernen  
Extrusion mit Differenz von der Seite  
– Oder Arbeitsebene verwenden, z.B.  
3D-Modellierung – Ebene  
Unterseite anklicken, dann hochziehen, Maß 14  
– Skizze auf die AE legen



**Pos. 05 Hebel**

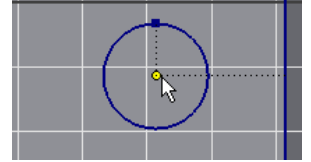
**Pos. 07 Lochpfeife**

Modellieren Sie den *Zylinderkopf*. Die Arbeitsschritte ähneln denen für die *Grundplatte.ipt* (→Fehler: Referenz nicht gefunden). Form und Maße finden Sie in der 2D-Zeichnung (URL→I) und im Tabellenbuch (für die Senkungen).

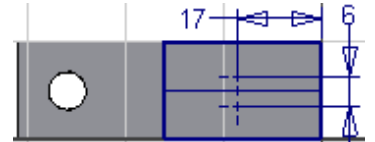
6.5 Für die beiden 2 Luftleitungen  $\varnothing 2,5$  können Sie die Skizze für die Gewinde M4 wieder verwenden. Gehen Sie in 2 Schritten vor, da unterschiedliche Längen gefordert sind.

6.6 Luftleitung  $\varnothing 4 \times 38$  von oben fluchtend zum darunter liegenden Gewinde M4.

- SKIZZE: obere Fläche
- GEOMETRIE PROJIZIEREN: Gewinde M4
- Bohrungsmittelpunkt mit Hilfe der grünen Punkte platzieren (Bild)

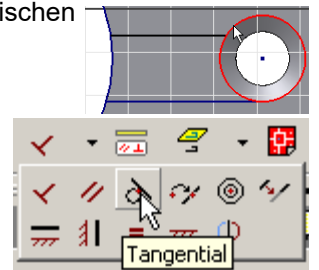


6.7 Bohren Sie die Steuerschlitze  $\varnothing 3,2$ . Setzen Sie die BMP mit Hilfe einer Mittellinie (Konstruktionslinie → Fehler: Referenz nicht gefunden).



6.8 Fräsen Sie den Kanal zwischen Luftleitung  $\varnothing 4$  und dem Zylinder.

- SKIZZE: obere Fläche
- Begrenzungslinien des Kanals TANGENTIAL ZUR Luftleitung  $\varnothing 4 \rightarrow 38$
- Ausfräsen durch EXTRUSION mit Differenz  
→ Fehler: Referenz nicht gefunden



6.9 Abschlussarbeiten → Fehler: Referenz nicht gefunden

- Werkstoff: S235
- Bezeichnung; Bauteilnummer: DLM-003

6.10 Sonstiges

- Arbeiten an unzugänglichen Stellen → 11

## 2D-Zeichnung vorbereiten

Mit 2D-Zeichnungen sind technische Zeichnungen gemeint. Sie werden aus den 3D-Modellen abgeleitet. Maße werden von den 3D-Modellen übernommen, müssen aber platziert werden. Toleranzen, Oberflächenangaben usw. werden nachgetragen.

## 7 2D-Zeichnung öffnen

2D-Zeichnungen haben beim Inventor einen eigenen Dateityp mit der Endung .idw.

### 7.1 Öffnen Sie eine 2D-Ableitungszeichnung.

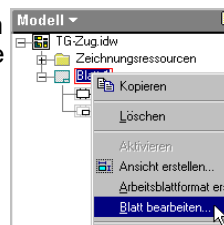
- DATEI – NEU – NORM.IDW
- DATEI – SPEICHERN – *Grundplatte.idw*



Wie immer sollte die Datei sofort gespeichert werden, damit sie einen Namen erhält. Man kann den selben Namen wie für das 3D-Modell verwenden, weil der Inventor unterschiedliche Endungen vergibt.

### 7.2 Standardmäßig gibt Inventor ein DIN A2-Blatt vor. Ändern Sie die Größe in A4.

- MODELL – RMK AUF BLATT:1 – BLATT BEARBEITEN –
- GRÖSSE: A4
- AUSRICHTUNG: HOCHFORMAT



## 8 Einmalige Voreinstellung für 2D-Zeichnungen

>>>> Dieses Kapitel ist nicht ausgereift <<<<  
Einige Voreinstellungen des Inventor sind unglücklich, z.B. Farbeinstellungen und Strichstärken für Tintenstrahldrucker, nachfolgende Nullen usw. Ändern Sie diese Einstellungen vorab, da manche Änderungen nachträglich nicht übernommen werden.

### 8.1 Ändern Sie den Blatthintergrund in weiß.

- FORMAT – AKTIVE NORM – BLATT –
- FARBEN BLATT: weiß
- FARBEN BLATTKONTUR: schwarz

### 8.2 Schmale (breite) Linien kommen bei vielen Druckern auch mit 0,18 (0,35) mm Breite gut heraus. Ändern Sie die Linienbreiten, leider für jeden Linientyp einzeln.

- FORMAT – STILEDITOR – LAYER – eine beliebige Linienart anklicken – LINIENBREITE ÄNDERN

### 8.3 Der Standard-Textstil kann nicht geändert werden. Richten Sie einen eigenen Textstil ein, ändern Sie diesen, und wenden Sie ihn an.

- FORMAT – STILEDITOR – TEXT – NEU – STILNAME: *mein Standard*
- GRÖSSE: 2,5mm

Dieses Zeichenblatt kann für neue Zeichnungen kopiert werden, damit die Einstellungen nicht jedesmal vorgenommen werden müssen →17.

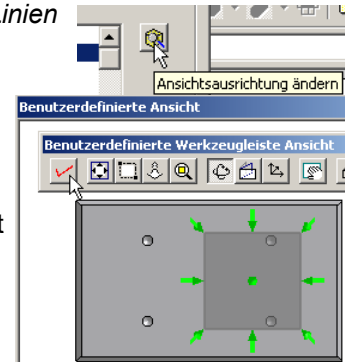
## 2D-Ableitung der Grundplatte (Pos. 1)

Sie benötigen das Modell *Grundplatte.ipt*. Verwenden Sie als Muster die 2D-Zeichnung *Grundplatte.idw* oder *Grundplatte.pdf*. (Download →I)

## 9 Ansicht einfügen und ausrichten

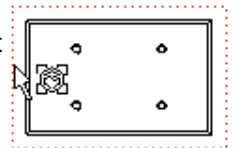
### 9.1 Fügen Sie die Vorderansicht der Grundplatte ein.

- ZEICHNUNGSANSICHTEN – ERSTANSICHT – KOMPONENTE
- DATEI: *Grundplatte.ipt*
- MASSSTAB: 1 (= 1:1)
- STIL: *ohne verdeckte Linien*
- ANSICHT: *Hinten* oder
- AUSRICHTUNG ÄNDERN
- DREHEN
- Leertaste drücken (⇒Würfel)
- Ausrichten der Ansicht mit Hilfe des Würfels
- GRÜNES HÄKCHEN (Beenden)



### 9.2 Fügen Sie eine parallele oder isometrische Ansicht der Vorderansicht ein. (Dies ist bei der Grundplatte nicht nötig).

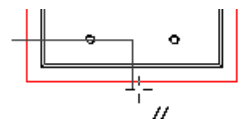
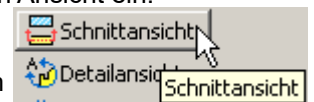
- ZEICHNUNGSANSICHTEN – PARALLELE ANSICHT
- Über die Vorderansicht fahren und den rot gepunkteten Rahmen anklicken
- LMK Position der neuen Ansicht
- RMK – ERSTELLEN



## 10 Schnittdarstellung

### 10.1 Fügen Sie eine Schnittansicht der Grundplatte oberhalb der bestehenden Ansicht ein.

- ZEICHNUNGSANSICHTEN – SCHNITTANSICHT
- Rot gepunkteten Rahmen anklicken →9.2
- 1. (2. ...) Punkt des Schnittverlaufes anklicken (Fangfunktionen nutzen →Fehler: Referenz nicht gefunden)
- RMK – WEITER
- MENU SCHNITTANSICHT siehe Bild
- (nicht OK drücken !)
- Schnittansicht mit Maus positionieren



### 10.2 Nachbearbeitung der Schnittansicht.

- RMK Schnittansicht – ANSICHT BEARBEITEN
- KOMPONENTE – BEZEICHNUNG löschen (Schnittverlaufsbuchstaben in der Erstansicht)
- KOMPONENTE – BEZEICHNUNG SICHTBAR: *Aus* (Schnittverlaufsbuchstaben über dem Schnitt)
- KOMPONENTE – MASSSTAB SICHTBAR: *Aus* (1:1)
- KOMPONENTE – STIL: *mit / ohne verdeckte Linien*
- OPTIONEN – TANGENTIALE KANTEN: *Aus* (→11.2)
- OPTIONEN – DEFINITION IN ERSTANSICHT: *Ein/Aus* (Schnittverlauf)
- RMK Schnittverlauf – GANZE LINIE ANZEIGEN: *Aus* (Der Schnittverlauf wird vereinfacht dargestellt)

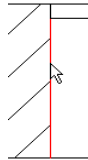
### 10.3 Sonstiges

- Einzelteile vom Schnitt ausnehmen →46
- Teilschnitt (Ausbruch) →21
- Halbschnitt →42
- Ansichten können nachträglich durch Packen des roten Rahmens (→9.2) mit der Maus verschoben werden, dabei gehen alle Maße und Symbole mit.

## 11 Korrekturen in der 2D-Zeichnung

Einige Zeichnungsdetails leitet Inventor nicht normgerecht ab, sie müssen nachbearbeitet werden.

- 11.1 Inventor zeichnet an der Stelle des Schnittverlaufes in der Schnittansicht eine nicht normgerechte Linie. Machen Sie sie unsichtbar.
- RMK auf Linie – SICHTBARKEIT: Aus



- 11.2 Inventor zeichnet Lichtkanten nicht normgerecht (kommt an der Grundplatte nicht vor). Machen Sie Lichtkanten unsichtbar.
- RMK Schnittansicht – ANSICHT BEARBEITEN – OPTIONEN – TANGENTIALE KANTEN: Aus

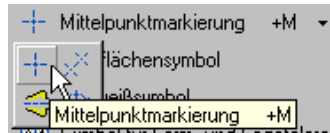
### 11.3 Sonstiges

- Abwicklungen nachbearbeiten →23.3
- Linienart ändern →23.3

## 12 Mittellinien

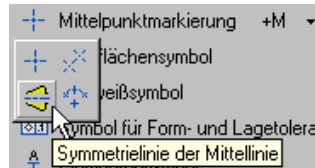
Mittellinien findet man bei ZEICHNUNGSKOMMENTAR. Wechseln Sie dorthin durch Klick auf ZEICHNUNGSANSICHTEN

- 12.1 Mittelpunktmarkierung für Bohrungen und Kreise
- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – MITTELPUNKTMARKIERUNG
  - Bohrungsrand anklicken



### 12.2 Mittellinien für Konturen

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – SYMMETRIELINIE DER MITTELLINIEN
- LMK auf die symmetrischen Linien, zwischen denen eine Mittellinie verlaufen soll.



12.3 Mittellinien für verdeckte Bohrungen (längs)  
Stellen Sie kurz die Anzeige verdeckter Kanten ein, um die Mittellinie zu ergänzen.

- RMK Ansicht – ANSICHT BEARBEITEN – KOMPONENTE – STIL: mit verdeckten Linien
- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – SYMMETRIELINIE DER MITTELLINIE
- LMK Bohrungsänder
- RMK Ansicht – ANSICHT BEARBEITEN – KOMPONENTE – STIL: Ohne verdeckte Linien

### 12.4 Mittellinie verlängern

- LMK auf Mittellinie
- Ziehen der grünen Punkte

### 12.5 Mittelpunktmarkierung verändern

- RMK Mittelpunktmarkierung – BEARBEITEN – HILFSLINIEN: Aus (verkleinert Mittelpunktmarkierungen)
- FORMAT – STILEDITOR – MITTELPUNKTMARKIERUNG (Einstellungen für Mittelpunktmarkierungen, werden nachträglich nicht immer wirksam)

### 12.6 Sonstiges

- Lochkreis →34

## 13 Bemaßung

„Bemaßen“ in der 2D-Ableitung legt nur die Position der Maßzahl fest. Das Maß selbst wird von den vorhandenen Parametern übernommen.

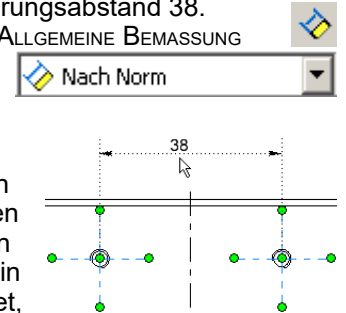
Das Aussehen der Bemaßung wird in Bemaßungsstilen verwaltet (vergleiche: Formatvorlagen in Textverarbeitungen). Standardmäßig wird der Bemaßungsstil Standard-DIN vorgegeben.

13.1 Bevor Sie einen Bemaßungsstil verändern, sollten Sie eine Sicherheitskopie von ihm anlegen. Mögliche Änderungen in Standard-DIN werden von Fall zu Fall beschrieben.

- FORMAT – STILEDITOR – BEMASSUNG – Standard-DIN – NEU – STILNAME: Kopie von Standard-DIN

### 13.2 Bemaßen Sie den Bohrungsabstand 38.

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – ALLGEMEINE BEMASSUNG
- BEMASSUNGSSTIL: Kopie von Standard-DIN
- LMK 1. Bohrung
- LMK 2. Bohrung
- Bemaßung nach außen ziehen und positionieren (In manchen Positionen rastet die Bemaßung ein und erscheint gepunktet, aber diese „Positionierungshilfe“ ergibt keine gleichmäßigen Bemaßungsabstände)
- Unnötige Kommastellen abschneiden: RMK Bemaßung – BEMASSUNGSSTIL BEARBEITEN – EINHEITEN – NACHFOLGENDE NULL: Aus
- Lücke am Ansatz der Maßhilfslinie schließen: RMK Bemaßung – BEMASSUNGSSTIL BEARBEITEN – ANZEIGE – URSPRUNGSVERSATZ: 0
- Unschön lange Maßhilfslinie beschneiden: RMK Bemaßung – BEMASSUNGSSTIL BEARBEITEN – ANZEIGE – ERWEITERUNG: 2 mm



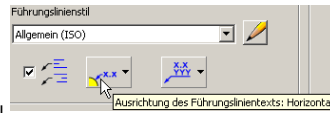
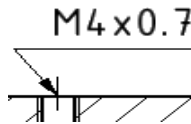
### 13.3 Bemaßen Sie die Fase 1,5x45° durch Ergänzung der Maßzahl.

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – ALLGEMEINE BEMASSUNG
- BEMASSUNGSSTIL: Kopie von Standard-DIN
- Fase bemaßen (1,5)
- Esc (Bemaßungsmodus verlassen)
- RMK auf Bemaßung – TEXT.. - <<>>x45° ergänzen (<<>> steht für die Maßzahl 1,5)



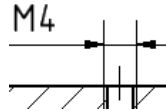
### 13.4 Bemaßen Sie ein Gewinde in der Draufsicht vereinfacht.

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – BOHRUNGS-/GEWINDEINFOS
- BEMASSUNGSTIL: KOPIE VON STANDARD-DIN
- LMK Gewinde
- Führungslinie abknicken lassen:
- FORMAT – STILEDITOR – BEMASSUNG – KOPIE VON STANDARD-DIN
- ANMERK/FÜHRUNGSLINIEN
- AUSRICHTUNG DES FÜHRUNGSLINIENTEXTES: HORIZONTAL
- Beschriftung reduzieren:
- DMK Maßzahl
- Text löschen außer <THDCD>



### 13.5 Nach deutschen Normen genügt für ein metrisches Gewinde die Angabe M4 ohne die Steigung 0,7. Bemaßen Sie ein Gewinde mit M4.

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – ALLGEMEINE BEMASSUNG
- BEMASSUNGSTIL: KOPIE VON STANDARD-DIN
- ESC (Bemaßungsmodus verlassen)
- RMK auf Bemaßung – TEXT.. - M<<>> ergänzen (<<>> steht für die Maßzahl 4)
- Gewinde in der Draufsicht bemaßen →35



### 13.6 Bemaßen Sie die Ansichten der Grundplatte nach Muster.

#### 13.7 Sonstiges

- Einstellungen für die Bemaßung →13.1
- Maße können nachträglich verschoben werden
- aufsteigende Bemaßung →19
- Allgmeintoleranzen →14.2
- ISO-Toleranzen →20
- Form- und Lagetoleranzen →15.5
- Oberflächenangaben →15.3
- Umschalten zwischen Radius- und Durchmesserbemaßung →40
- Durchmesser außen mit Hilfslinien bemaßen →35

## 14 Schriftfeld

### 14.1 Beschriften Sie die vorbereiteten Schriftfelder.

- MODELL – RMK *Grundplatte.ipt* – IPROPERTIES
- oder: DATEI – IPROPERTIES
- ÜBERSICHT – TITEL > *Grundplatte*
- ÜBERSICHT – AUTOR > Ihr Name
- PROJEKT – BAUTEILNUMMER > *DLM-001*
- PROJEKT – ERSTELLUNGSDATUM > Datum
- STATUS – KONTROLLIERT von / Kontrolldatum > Kontrolliert Datum / Name

### 14.2 Weitere Einträge im Schriftfeld können Sie mit der Textfunktion einbringen →15.1.

- Werkstoff: S235
- Maßstab: M 1:1
- Projekt Druckluftmotor
- Allgmeintoleranzen

## 15 Beschriftungen und Symbole

### 15.1 Einfache Texte ohne zusätzliche Elemente

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – TEXT



### 15.2 Hinweistexte mit Pfeil

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – FÜHRUNGSLINIENTEXT
- LMK Bohrung – LMK Führungslinienverlauf ...
- RMK – Weiter – Text eingeben



### 15.3 Oberflächensymbole auf den Oberflächen

- Datei speichern<sup>1</sup>
- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – OBERFLÄCHENSYMBOL
- Position für das Symbol anklicken
- RMK – WEITER
- Typ und Beschriftung wählen
- OK – nächstes Symbol einfügen
- ESC oder RMK – FERTIG
- Schriftgröße → 8.3



### 15.4 Oberflächenangabe für nicht beschrifteten Flächen

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – OBERFLÄCHENSYMBOL
- Position wählen – RMK – WEITER
- FLÄCHENTYP: *Materialabtrennung nicht zulässig*
- DIVERSES: *Allgemeine Oberflächengüte*
- C: *Rz25*



### 15.5 Form- und Lagetoleranzen

(z.B. Ebenheitstoleranz beim Zylinderkopf →16.1)

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – SYMBOL FÜR FORM- UND LAGETOLERANZEN
- Bezugslinie anklicken
- Führungslinienverlauf anklicken
- RMK – WEITER ....
- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – BEZUGSSYMBOL
- wie oben



### 15.6 Nachbearbeitung von Beschriftungen

- DMK Textfeld (Text nachbearbeiten)
- RMK Textfeld (zusätzliche Elemente bearbeiten)
- Schriftgröße siehe Textstile(→ 8.3)

## 16 Zeichnung ausdrucken

### 16.1 Drucken Sie die Zeichnung auf A4 aus.

- DATEI – DRUCKEN
- MODELL 1:1: druckt 1:1 aus
- BESTE EINPASSUNG: Ist sinnvoll, um A3-Zeichnungen auf einem A4-Drucker auszugeben.
- Um 90° drehen: Notwendig, wenn sich die Ausrichtung der Zeichnung und die Einstellung im Druckertreiber unterscheiden.

<sup>1</sup> Beim Einfügen von Oberflächensymbolen stürzte IV5 bei mir häufig ab.





## 2D-Ableitung des Zylinderskopfes (Pos. 5)

Sie benötigen das Modell *Zylinderkopf.ipt*. Verwenden Sie als Muster die 2D-Zeichnungen (Download →).

### 17 Einmalige Voreinstellungen übernehmen

Damit nicht alle Zeichnungseinstellungen und das Schriftfeld völlig neu eingegeben werden müssen, ist es sinnvoll, die bestehende Zeichnung *Grundplatte.idw* zu kopieren. In der Kopie wird dann die Grundplatte gelöscht und stattdessen die neue Zeichnung eingefügt.

17.1 Kopieren Sie die *Grundplatte.idw*, schließen Sie das Original, und öffnen Sie die Kopie.

- *Grundplatte.idw* öffnen
  - DATEI – KOPIE SPEICHERN UNTER – *Zylinderkopf.idw*
  - DATEI – BEENDEN (*Grundplatte.idw* schließen)
- *Zylinderkopf.idw* öffnen
  - Ansichten der *Grundplatte* löschen

Aufpassen !! In fast jedem anderen Programm befinden Sie sich nach „SPEICHERN UNTER“ in der Kopie. Beim Inventor bleiben Sie nach „KOPIE SPEICHERN UNTER“ im Original und müssen danach in die Kopie wechseln, wenn Sie das Original nicht zerstören möchten.

### 18 Zylinderkopf ableiten

18.1 Die erforderlichen Schritte ähneln denen für die 2D-Ableitung der Grundplatte → 11.

- Maßstab: 2:1 (Skalierung: 2)
- Zeichnungsnummer: DLM-005
- Ebenheitstoleranz → 15.5

## 2D-Ableitung des Motorblockes (Pos. 3)

Nicht mehr erläutert werden:

- Ansichten einfügen und ausrichten → 9
- verdeckte Linien kurzzeitig anzeigen → 12.3

### 19 Steigende Bemaßung

19.1 Steigende Bemaßung der Draufsicht

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – KOORDINATENBEMASSUNGSSATZ
  - LMK Referenzelement für den Nullpunkt
  - (Version 11: RMK - Weiter)
  - Nullpunkt positionieren
  - LMK Elemente, die bemaßt werden sollen
  - RMK – ERSTELLEN

19.2 CNC-Bemaßung bearbeiten:

- RMK auf Bemaßung: KONTINUIERLICH FORTLAUFEND: *Ein*
- RMK auf eine Maßhilfslinie der Koordinatenbemaßung – VARIANTE LÖSCHEN
- RMK auf KOORDINATENBEMASSUNG – VARIANTE HINZUFÜGEN – KANTE ANKLICKEN

### 20 ISO-Toleranzen


20.1 Toleranzangabe Ø8H7

- Bohrung bemaßen
- RMK Maß – TOLERANZ
  - METHODE: GRENZWERTE/PASSUNGEN – STAPEL
  - BOHRUNG: H7
  - WELLE: N/V (Nicht vorhanden ?)

## 21 Teilausschnitt (Ausbruch)

Ausschnitte benötigen eine Skizze mit dem Schnittverlauf.

21.1 Beachten Sie die ungewöhnliche Reihenfolge:

- 1. Ansicht markieren, aus der ein Teil geschnitten werden soll (im Browser unter Modell oder am roten Rand der Ansicht)
- 2. SKIZZE 
  - ZEICHNUNGSSKIZZE – LINIE – Schnittverlauf als „Freihandlinie“ zickzackig zeichnen
  - ZURÜCK (Die neue Skizze muss in der Browserleiste UNTER der Ansicht erscheinen)



21.2 Erstellen Sie die Ausschnittansicht

- ZEICHNUNGSANSICHT – AUSSCHNITTANSICHT – LMK Ansicht mit der Skizzenebene
  - PROFIL: wird automatisch gefunden
  - TIEFE: ZU BOHRUNG – Bohrung anklicken – OK

21.3 Lassen Sie Linienstärken anzeigen.

- EXTRAS – ANWENDUNGSOPTIONEN – ZEICHNUNG – LINIENSTÄRKEN NACH BEREICH ANZEIGEN – zB. 0 <= 0,2000 <= 0,3000 <= 0,4000

21.4 Die Linien des Ausschnittverlaufes sind zu breit.

- Mehrere Linien mit UMSCHALT-LMK markieren
- RMK Linie – EIGENSCHAFTEN – LINIENSTÄRKE: 0,18 mm

21.5 Fehlermöglichkeit

Der oben gezeigte Ausbruch für ein Gewinde (→ 21.1) verändert die Konturlinien des Motorblockes. Wenn man vorher zB. den Schnittverlauf einer Schnittansicht an die Mitte einer jetzt verkürzten Konturlinie gebunden hat, springt der Schnittverlauf wegen des Ausbruches an die neue Mitte der Konturlinie, und die Schnittansicht ist verdorben.

Der einfachste Weg ist es, vorher den mittigen Schnittverlauf an einer Linie anzubinden, die später nicht mehr verändert wird.

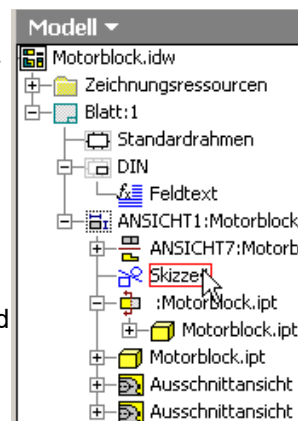
Man kann den Schnittverlauf auch nachträglich verschieben. Er befindet sich in der Skizze, die unmittelbar über dem Schnitt im Browser steht (Bild rechts). In Version 11 genügt

- RMK Schnittverlauf – Bearbeiten

Meist muss man Abhängigkeiten zwischen Schnittverlauf und anderen Linien löschen.

21.6 Sonstiges

- Halbschnitt → 42





## Befestigungsbügel (Pos. 2)

Modellieren Sie den *Befestigungsbügel* (Pos. 2) mit den Blech-Funktionen des Inventor.

### 22 Blechteile

22.1 Starten Sie eine Blech-Einzelteilzeichnung.

- DATEI – NEU – STANDARD – BLECH.IPT



22.2 Legen Sie das verwendete Blech fest.

Blech.ipt

- BLECHELEMENTE – BLECHSTILE – BLECH
- MATERIAL: S235 → 6.2
- STÄRKE: 2 mm
- BLECHELEMENTE – BLECHSTILE – BIEGUNG
- RADIUS: 1 mm
- SPEICHERN – FERTIG



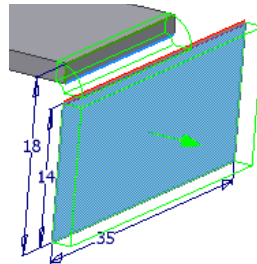
22.3 Modellieren Sie die Fläche 24x21 mm<sup>2</sup> als Blech.

- DMK SKIZZE 1
- Rechteck 24x21 mm<sup>2</sup> skizzieren
- BLECHELEMENTE – FLÄCHE
- PROFIL: Rechteck 24x21
- OK (Blechdefinition wird übernommen)



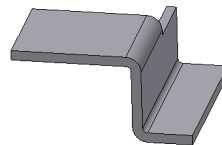
22.4 Fläche 14x35 mm

- SKIZZE auf der Seitenfläche 21x0,5 mm<sup>2</sup>
- Rechteck
- BLECHELEMENTE – FLÄCHE
- VERSATZ: nach außen
- Biegekante anklicken



22.5 Fläche 35x12 mm mit dem Werkzeug LASCHE.

- BLECHELEMENTE – LASCHE
- FORM: Kante auswählen
- ABSTAND: 10 mm
- OK



22.6 Ergänzen Sie die beiden Laschen auch auf der anderen Seite des Befestigungsbügels.

22.7 Abschlussarbeiten → Fehler: Referenz nicht gefunden

- Bohrungen nach 2D-Zeichnung → Fehler: Referenz nicht gefunden
- Bezeichnung; Bauteilnummer: DLM-002

### 23 Abwicklung

23.1 Erstellen Sie die Abwicklung des Bügels.

- BLECHELEMENTE – ABWICKLUNG



Zwischen dem Befestigungsbügel und seiner Abwicklung kann man in der Menuleiste FENSTER umschalten.

## 2D-Ableitung des Befestigungsbügels (Pos. 2)

23.2 Abwicklung einfügen

- ZEICHNUNGSANSICHTEN – ERSTANSICHT
- DATEI: Befestigungsbügel
- BLECHANSICHT: Gefaltetes Modell / Abwicklung

23.3 Abwicklung nachbearbeiten

Die Mitten der Biegerundungen zeichnet Inventor als Strichpunktlinien. Genormt sind schmale Volllinien.

- RMK Linie – EIGENSCHAFTEN – LINIENTYP: Aus

## Baugruppenzeichnung des Motors

Sie benötigen im Projektverzeichnis (→ Fehler: Referenz nicht gefunden Fehler: Referenz nicht gefunden) folgende Dateien (URL → I):

Grundplatte.ipt  
Motorblock.ipt

Befestigungsbuegel.ipt  
Zylinderkopf.ipt

### 24 Baugruppe beginnen

In einer neuen Baugruppenzeichnung wird der Befestigungsbügel mit 4 Schrauben auf die Grundplatte montiert usw. Dazu werden die Einzelteile (KOMONENTEN PLATZIEREN) und Normteile (INHALTE PLATZIEREN) eingefügt

24.1 Öffnen Sie dazu eine Baugruppenzeichnung (NORM.IAM), und speichern Sie unter *Druckluftmotor.iam*.

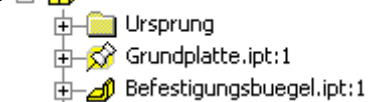


Norm.iam

24.2 Fügen Sie zuerst die Grundplatte ein.

- BAUGRUPPE - KOMONENTEN PLATZIEREN – GRUNDPLATTE.IPT
- RMK – Fertig

24.3 Das erste Bauteil ist **Druckluftmotor1.iam**



fixiert, d.h. mit dem Koordinatensystem der Baugruppenzeichnung verbunden. Die Fixierung erkennt man an der Stecknadel im Browser und kann sie im Kontextmenu aufheben, sollte aber nicht.

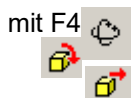
24.4 Ergänzen Sie den Befestigungsbügel.

- BAUGRUPPE - KOMONENTEN PLATZIEREN – BEFESTIGUNGSBÜGEL.IPT
- RMK – FERTIG

24.5 Mit KOMONENTE DREHEN und VERSCHIEBEN werden einzelne Bauteile bewegt, aber die Veränderungen sind nicht dauerhaft.

Legen Sie sich den Befestigungsbügel in der Nähe der Grundplatte zurecht (Bild s.u.).

- Ganze Baugruppe DREHEN
- KOMONENTE DREHEN
- KOMONENTE VERSCHIEBEN



### 25 Normteile einfügen (Schrauben)

Norm- und Kaufteile können aus CD-Bibliotheken oder dem Internet (z.B. [www.web2cad.de](http://www.web2cad.de), [www.cadenas.de](http://www.cadenas.de)) geladen werden. Diese Übung enthält nur Normteile aus dem Inhaltscenter des Inventor.

25.1 Fügen Sie 4 Zylinderschrauben mit Schlitz ISO 4762 - M4 x 6 ein.

- BAUGRUPPE – INHALTSCENTER – SUCHE (Lupe) - SUCHTEXT: 4762 (ENTHÄLT)
- DMK auf DIN EN ISO 4762
- Zeile auswählen mit<sup>2</sup>
  - GEWINDEBESCHREIBUNG: M4
  - NENNLÄNGE: 6
- EINFÜGEN – LMK (8x)
- RMK - FERTIG

<sup>2</sup> In neueren Versionen genügt es, die Schraube über die Bohrung zu halten, dann wird der Schraubendurchmesser richtig gewählt.

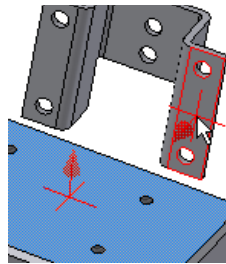


## 26 3D-Abhängigkeit *Passend*

Alle eingefügten Bauteile sind zunächst frei beweglich. Durch 3D-Abhängigkeiten wird die Beweglichkeit zwischen je zwei Teilen eingeschränkt.

### 26.1 Platzieren Sie Grundplatte und Befestigungsbügel Fläche an Fläche.

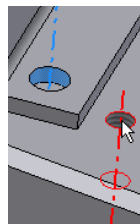
- BAUGRUPPE - ABHÄNGIGKEIT PLATZIEREN (Bild)
- TYP: *Passend*
- MODUS: *Passend*
- ERSTE AUSWAHL: Fläche 1 mit Pfeil auf Fläche markieren.
- ZWEITE AUSWAHL: Fläche 2 dito
- ANWENDEN
- OK



Anschließend ist der Befestigungsbügel auf der Höhe der Grundplatte fixiert, aber immer noch seitlich beweglich.

### 26.2 Platzieren Sie ein Bohrungspaar Mittelachse an Mittelachse.

- BAUGRUPPE - ABHÄNGIGKEIT PLATZIEREN
- TYP: *Passend*
- MODUS: *Passend*
- Kurz über Bohrung verweilen bis das Symbol *Andere auswählen* erscheint
- Durchschalten zur *Mittellinie* in der *Bohrung*
- Bestätigen im grünen Feld
- ANWENDEN



### 26.3 Jetzt ist der Befestigungsbügel noch drehbar. Platzieren Sie ein anderes Bohrungspaar *passend*.<sup>3</sup>

### 26.4 Sonstiges

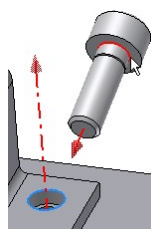
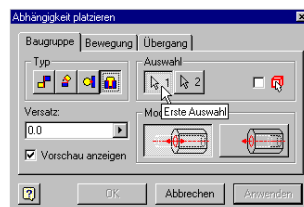
- 3D-Abhängigkeiten nachbearbeiten → 29

## 27 3D - Abhängigkeit *Einfügen*

### 27.1 Mit dem Abhängigkeitstyp *Einfügen* werden die Abhängigkeiten *Fläche an Fläche* und *Achse an Achse* gleichzeitig vergeben. Platzieren Sie die Schrauben mit diesem Verfahren.

- ABHÄNGIGKEIT PLATZIEREN
- TYP: *Einfügen*
- MODUS: *Entgegengesetzt*
- Bohrungskreise mit Pfeil im Kreis markieren.

Die beiden markierten Kreise setzt der Inventor auf eine Höhe, die markierten Achsen fluchten. Damit bleiben die Schrauben drehbar, aber das stört nicht.



## 28 Arbeiten an unzugänglichen Stellen

Montieren Sie auch den Motorblock (Pos. 3) von unten mit 2 Zylinderschrauben mit Schlitz ISO 4762 - M4 x 6. Um an die versteckten Bohrungen heranzukommen, gibt es mehrere Möglichkeiten.

### 28.1 Grundplatte unsichtbar machen.

- MODELL – RMK GRUNDPLATTE.IPT – SICHTBARKEIT: *Aus*

### 28.2 Grundplatte durchsichtig machen.

- *Grundplatte* markieren
- FARBE: *Glas, Gelb (hell), Lexan ...*

### 28.3 Grundplatte als Drahtgitter.

- DRAHTKÖRPERANZEIGE

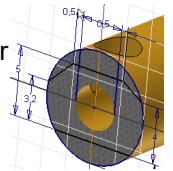


### 28.4 Grundplatte nicht dauerhaft verschieben (nicht komfortabel).

- 2D-SKIZZE – KOMPONENTE VERSCHIEBEN

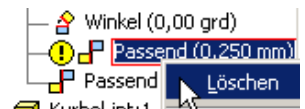
### 28.5 Wenn die Skizzenebene durch ein Bauteil (z.B. → 36.3) verläuft, kann der vordere Teil des Bauteiles ausgeblendet werden.

- ANSICHT – SCHNITTDARSTELLUNG



## 29 3D-Abhängigkeiten nachbearbeiten

Abhängigkeiten dürfen nicht mehrfach vergeben werden, auch nicht indirekt. Diesbezüglichen Fehlermeldungen sollten Sie nie ignorieren oder *akzeptieren*, da sie immer wieder angezeigt werden. Meist ist es einfacher, fehlerhafte Abhängigkeiten zu löschen und neu zu vergeben, als Fehler zu suchen. Problematische Abhängigkeiten sind mit einem Ausrufezeichen markiert.



### 29.1 Freiheitsgrade anzeigen

- ANSICHT – FREIHEITSGRADE

### 29.2 Freiheitsgrade nachbearbeiten

- MODELL – BAUTEIL.IPT –
- LMK *Passend* oä.: es öffnet sich ein kleines Fenster, in dem der Versatz geändert werden kann.
- RMK *Passend* oä. - BEARBEITEN: es erscheint die Bearbeitungsmaske der Abhängigkeit.
- RMK *Passend* oä. - LÖSCHEN



<sup>3</sup> Das gelingt nur, wenn die Bohrungsabstände der beiden Bauteile genau übereinstimmen oder nicht festgelegt sind.

## Zylinderkopfdichtung (Pos. 4) adaptiv erstellen

### 30 Adaptiv 1

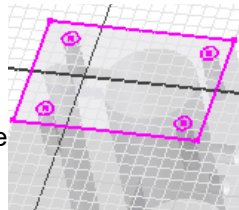
Adaptiv bedeutet, dass ein Teil keine festen Maße bekommt (z.B. „Länge = 20 mm“), sondern dass seine Maße von einem anderen Teil abhängig gemacht werden (z.B. „genauso lang wie der Motorblock“). Dadurch wird die Arbeit eines Konstrukteurs mit einem 3D-CAD-System nochmals erleichtert. Inventor bietet mehrere Möglichkeiten, adaptiv konstruieren, im Folgenden lernen Sie eine davon kennen.  
Die Zylinderkopfdichtung soll an den Motorblock angepasst werden.

30.1 Erstellen Sie ein neues Bauteil aus der Baugruppe heraus.

- BAUGRUPPE – KOMPONENTE ERSTELLEN
- NEUER DATEINAME: *Zylinderkopfdichtung*
- OK
- Skizzenebene anklicken: oberste Fläche des Motorblockes

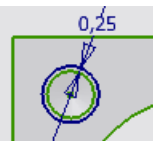
30.2 Modellieren Sie die Zylinderkopfdichtung.

- 2D-SKIZZE – GEOMETRIE
- PROJIZIEREN: Umrisse des Motorblockes und der Gewinde



30.3 Erweitern Sie die Gewindebohrungen zu Durchgangsbohrungen

- 2D-SKIZZE – VERSATZ
- 2D-SKIZZE – ALLGEMEINE BEMASSUNG



30.4 Abschlussarbeiten → Fehler: Referenz nicht gefunden

- EXTRUSION: 0,1 mm
- Werkstoff: Papier
- Bezeichnung; Bauteilnummer: DLM-004

30.5 Verlassen Sie die Bauteilzeichnung.

- ZURÜCK

Die Zylinderkopfdichtung ist adaptiv zum Motorblock, d.h., sie



wird ihre Maße anpassen, wenn dessen Maße geändert werden. Man erkennt die Adaptivität an den beiden kreisförmigen Pfeilen vor MODELL – ZYLINDERKOPFDICHTUNG.IPT.

30.6 Der Zylinderkopfdichtung fehlen noch Abhängigkeiten zum Motorblock. Vergeben Sie diese →26.

30.7 Montieren Sie den Zylinderkopf mit 4 Senkschrauben DIN EN ISO 2009 M3x6.

## Kurbelzapfen (Pos. 9)

### 31 Drehteile

31.1 Skizzieren Sie grob die Kontur des Kurbelzapfens.

31.2 Mittellinien ermöglichen Durchmesserbemaßung einer halben Kontur und werden automatisch als Drehachse erkannt. Machen Sie aus der unteren Linie eine Mittellinie.



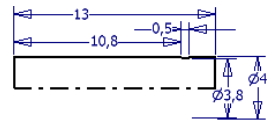
- LMK Linie
- STIL: MITTELLINIE

31.3 Die oberen waagerechten Linien müssen fluchten.

- 2D-SKIZZE – KOLLINEAR (→38)
- 1. Linie anklicken
- 2. Linie anklicken



31.4 Bemaßen Sie die Skizze.



31.5 Verlassen Sie die Skizze, und rotieren Sie den Querschnitt um 360°.

- BAUTEILELEMENTE - DREHUNG



31.6 Abschlussarbeiten: Fasen → Fehler: Referenz nicht gefunden

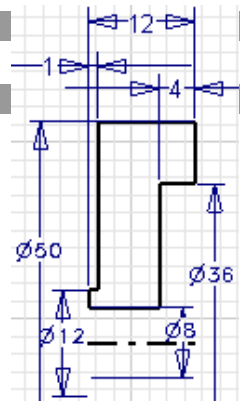
- Werkstoff: CuZn40
- Bezeichnung; Bauteilnummer: DLM-009

## 2D-Ableitung des Kurbelzapfens

### Schwungscheibe (Pos. 6)

31.7 Skizzieren, bemaßen und rotieren Sie den halben Querschnitt der Schwungscheibe.

- Mittellinie für Drehteile →31.2
- Drehung →31



## 32 Runde Anordnung in Skizze

32.1 Setzen Sie einen Bohrungsmittelpunkt auf die Seite der Schwungscheibe, vervielfältigen Sie ihn in runder Anordnung, und bohren Sie.

- Skizzenebene auf die Seitenfläche
- 2D-SKIZZE – PUNKT, MITTELPUNKT DER BOHRUNG
- 2D-SKIZZE – RUNDE ANORDNUNG
- GEOMETRIE: Bohrungsmittelpunkt
- ACHSE: Mittelachse der Schwungscheibe
- ANZAHL: 4
- WINKEL: 360°
- OK
- BOHRKREISØ: 24 mm (Abstand zweier gegenüber liegenden Bohrungen)
- 2D-SKIZZE – BOHRUNG – BOHRUNGSØ: 10 mm



32.2 Abschlussarbeiten → Fehler: Referenz nicht gefunden

- Werkstoff: CuZn40



- *Bezeichnung; Bauteilnummer: DLM-006*

### 33 Arbeitsachse (allgemein)

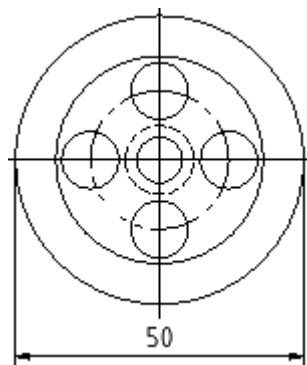
Für den späteren Zusammenbau der Einzelteile ist es zweckmäßig, eine Arbeitsachse zu definieren, an der sich der Drehwinkel festlegen lässt (Kurbelwinkel).

- 33.1 Arbeitsachsen können an Linien in einer Skizze aufgehängt und damit beliebig platziert werden.
- Skizze2 für die  $\varnothing 10$  wieder verwenden → Fehler: Referenz nicht gefunden
  - Konstruktionslinie → Fehler: Referenz nicht gefunden vom Mittelpunkt der Schwungscheibe nach oben skizzieren
  - Skizze verlassen
  - BAUTEILELEMENTE – ARBEITSACHSE
  - LMK *Konstruktionslinie*
  - *Arbeitsachse1* umbenennen in *Kurbelwinkel*

#### 33.2 Sonstiges

- Arbeitsachse axial in einer Bohrung → 37

### 2D-Ableitung der Schwungscheibe



### 34 Lochkreis

#### 34.1 Lochkreis (Bohrkreis $\varnothing$ )

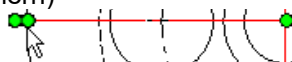
- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – ZENTRIERTE ANORDNUNG
- LMK Mittelpunkt des Bohrkreises  $\varnothing$
- LMK Bohrung 1 (zuerst über den Bohrungsrand fahren)
- LMK Bohrung 2 ...
- RMK – Erstellen
- Mittellinie → 12



### 35 Durchmesserbemaßung außerhalb

#### 35.1 $\varnothing 50$ außen mit Hilfslinien bemaßen

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – MITTELPUNKTMARKIERUNG
- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – ALLGEMEINE BEMASSUNG
- LMK Schnittpunkt Umfang / Mittelpunktmarkierung (langsam von unten annähern)
- andere Seite genauso
- Maß nach außen ziehen



### Kurbelwelle (Pos. 7)

Werkstoff: CuZn40; Bauteilnummer: DLM-007

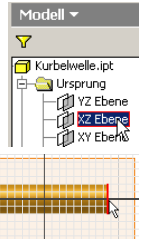
### 36 Arbeitsebenen (AE)

Arbeitsebenen können in einem Modell beliebig platziert werden und als Basis für Skizzen dienen.

#### 36.1 Modellieren Sie die Durchmesser $\varnothing 4$ , $\varnothing 8$ und die axiale Bohrung $\varnothing 3,2$ der Kurbelwelle.

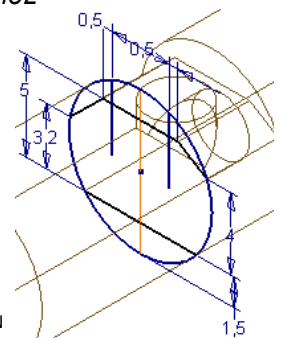
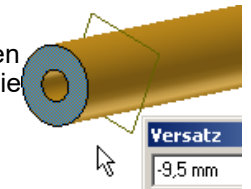
#### 36.2 Zeichnen Sie die radiale Bohrung $\varnothing 3,2$ ausgehend von einer tangentialen Arbeitsebene.

- BAUTEILELEMENTE – ARBEITSEBENE
- MODELL – KURBELWELLE.IPT – URSPRUNG: XZ-EBENE (gibt die Richtung der AE vor)
- Zylinderoberfläche  $\varnothing 8$  anklicken (gibt die Position der AE an) ⇒ *Arbeitsebene2*
- SKIZZIEREBENE auf *Arbeitsebene2*
- 2D-SKIZZE - GEOMETRIE PROJIZIEREN: rechte Kante
- PUNKT, MITTELPUNKT.. setzen und bemaßen
- Skizze verlassen und bohren



#### 36.3 Arbeitsebenen können auch parallel zu bestehenden Flächen gelegt werden. Entfernen Sie die Steuerschlitze

- ELEMENTE - ARBEITSEBENE
- Grundfläche der Kurbelwelle packen und nach hinten ziehen
- VERSATZ: -9,5 mm ⇒ *Arbeitsebene2*
- SKIZZIEREBENE auf *Arbeitsebene2*
- ANSICHT – SCHNITTDARSTELLUNG
- Umriss der Steuerschlitze skizzieren und bemaßen
- Entlüftungssteuerschlitze (abgeknickt, hier oben) EXTRUDIEREN
- DIFFERENZ
- ABSTAND: 4 mm
- SKIZZE WIEDERVERWENDEN
- Belüftungssteuerschlitze (plan, hier unten) EXTRUDIEREN
- ABSTAND: 12 mm



#### 36.4 Sonstiges

- Arbeitsebene mittig zwischen zwei Flächen → 41
- Arbeitsebene drehen an einer Kante → 39

### 37 Arbeitsachse in einer Bohrung

#### 37.1 Fügen Sie eine Arbeitsachse ein, mit der sich der Drehwinkel festlegen lässt (Kurbelwinkel).

- LMK Wand der radialen Bohrung  $\varnothing 3,2$
- BAUTEILELEMENTE – ARBEITSACHSE
- *Arbeitsachse1* umbenennen in *Kurbelwinkel*

### 2D-Ableitung der Kurbelwelle

Zeichnen Sie die 2D-Ableitung der Kurbelwelle.

## Kurbel (Pos. 8)

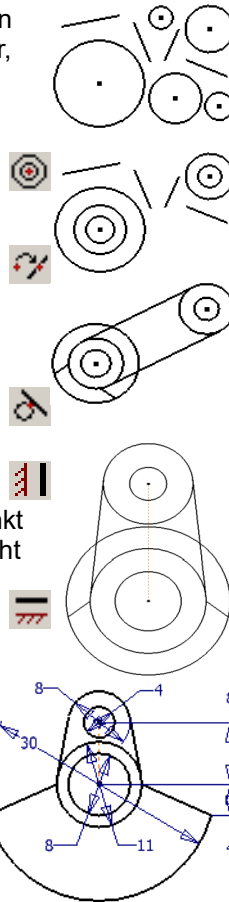
### 38 2D-Abhängigkeiten

legen die Positionen von Linien relativ zueinander fest. Teilweise geschieht dies automatisch, zB. wenn man ein RECHTECK skizziert, oder halbautomatisch, wenn man bei Linien auf die Abhängigkeitssymbole achtet, oder versehentlich, wenn man sie nicht beachtet. Gelegentlich ist es auch notwendig, die Abhängigkeiten selbst zuzuteilen bzw. zu kontrollieren:



38.1 Skizzieren Sie die Linien für den Kurbelzapfens unordentlich<sup>4</sup> vor, und ordnen Sie sie durch Verschieben und mit 2D-Abhängigkeiten.

- Konzentrische Kreise
- 2D-SKIZZE – KONZENTRISCH
- LMK Kreis 1 – LMK Kreis 2
- Geraden an die Kreise und aneinander kleben
- 2D-SKIZZE – KOINZIDENT
- Obere Gerade tangential am oberen Kreis anbinden
- 2D-SKIZZE – TANGENTIAL
- Kreismittelpunkte senkrecht übereinander
- 2D-SKIZZE – VERTIKAL
- Kreismittelpunkt und Berührungspunkt zur unteren Geraden waagrecht nebeneinander
- 2D-SKIZZE – HORIZONTAL
- Spiegelachse einzeichnen und Geraden spiegeln
- LINIE – STIL: *Konstruktionslinie*
- 2D-SKIZZE – SYMMETRISCH
- Bemaßen
- Stützen überflüssiger Linienteile
- 2D-SKIZZE – STUTZEN



38.2 Extrudieren

- EXTRUDIEREN – Ring: 6,5 mm
- SKIZZE WIEDERVERWENDEN
- EXTRUDIEREN – Außenkontur: 6 mm

38.3 Legen Sie eine Arbeitsachse in die Spiegelachse. Mit ihr soll der Kurbelwinkel festgelegt werden.

- BAUTEILELEMENTE – ARBEITSACHSE ⇒ *Arbeitsachse2*
- LMK *Spiegelachse*
- *Arbeitsachse1* in *Kurbelwinkel* umbenennen

38.4 2D-Abhängigkeiten bearbeiten

- RMK *Skizzenebene* – ALLE ABHÄNGIGKEITEN EINBLENDEN (zeigt Abhängigkeiten an)
- Über ein *Abhängigkeitssymbol* fahren, dann färben sich die abhängigen Linien rot
- RMK *Abhängigkeitssymbol* – LÖSCHEN



<sup>4</sup> Unordentlich, weil schon waagerechte Linien eine Abhängigkeit besitzen können, und weil so besser zu sehen ist, wo noch Abhängigkeiten fehlen.

### 39 Arbeitsebene drehen

Arbeitsebenen können an Kanten, Arbeitsachsen oä. gelegt und um sie gedreht werden.

39.1 Legen Sie eine Arbeitsachse in die Bohrung Ø8.

- BAUTEILELEMENTE – ARBEITSACHSE
- LMK *Wand der Bohrung*

39.2 Legen Sie eine Arbeitsebene auf die Arbeitsachse.

- BAUTEILELEMENTE – ARBEITSEBENE
- LMK *Arbeitsachse*
- MODELL: URSPRUNG – XZ-EBENE (Bezugsebene)
- WINKEL: 0°

39.3 Bohren Sie das Gewinde M4

- SKIZZE auf die *Arbeitsebene*
- ANSICHT – SCHNITTDARSTELLUNG
- PUNKT, MITTELPUNKT DER BOHRUNG
- BOHRUNG

39.4 Abschlussarbeiten → Fehler: Referenz nicht gefunden

- Werkstoff: CuZn40
- BEZEICHNUNG; BAUTEILNUMMER: DLM-008

## 2D-Ableitung der Kurbel

### 40 Bemaßung Radius / Durchmesser

40.1 Die Stile für die Bemaßung verändern Sie bei

- FORMAT – STILEDITOR – BEMASSUNG – Kopie von Standard-DIN OPTIONEN

## Pleuel (Pos. 10)

Werkstoff: CuZn40; Bauteilnummer: DLM-010

### 41 Bemaßung mit Parametern

Inventor speichert Maße in (Parameter-)Tabellen. Parameter(-namen) kann man direkt oder in Formeln für andere Maße einsetzen und so Maße voneinander abhängig machen. Man kann Parameter auch mit Excel verwalten und muss Reihen ähnlicher Teile mit unterschiedlichen Maßen nur einmal zeichnen.

Im Folgenden verwenden Sie Parameter, um eine Arbeitsebene so in die Mitte des Pleuels zu legen, dass sie dort auch dann bleibt, wenn die Dicke des Pleuels nachträglich geändert wird.

Beim späteren Zusammenbau hilft die Arbeitsebene in der Mitte des Pleuels, seine Position zum Kolben festzulegen (→43.7).

41.1 Stellen Sie in der Parameterliste fest, welche Parameterbezeichnung die Dicke 3 mm hat.

- EXTRAS – PARAMETER
- z.B. Dicke = *d10*

41.2 Legen Sie eine Arbeitsebene in die Mitte des Pleuels.

- BAUTEILELEMENTE – ARBEITSEBENE
- Seitenfläche des Pleuels anklicken und Ebene verschieben
- VERSATZ: - *d10/2*







## Kolben (Pos. 11)Ableitung

Werkstoff: CuZn40; Bauteilnummer: DLM-011

### 41.3 Vorgehensweise

- Kolben nach 2D-Zeichnung zeichnen
- Arbeitsebene senkrecht zum Bolzenauge  $\varnothing 3$  mit Parameter ( $\rightarrow 41$ ) oder Mittelachse ( $\rightarrow 39$ )

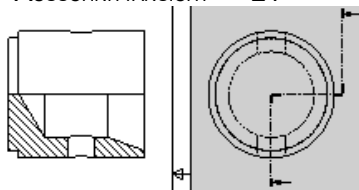
## 2D-Ableitung des Kolbens

### 42 Halbschnitt

42.1 Den Halbschnitt des Kolbens können Sie mit der Funktion AUSSCHNITTANSICHT erzeugen.

- ZEICHNUNGSANSICHTEN – ERSTANSICHTEN
- DATEI: *Kolben.ipt*
- MASSSTAB: 5:1
- ZEICHNUNGSANSICHTEN – AUSSCHNITTANSICHT  $\rightarrow 21$

In älteren Inventor-Versionen gab es die Funktion AUSSCHNITTANSICHT noch nicht. Hier konnte man sich mit einer Erstansicht außerhalb des Zeichenblattes behelfen.



42.2 Bemaßung des Innen $\varnothing$  mit einem Maßpfeil

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – ALLGEMEINE BEMASSUNG
- LMK auf Innen $\varnothing$  und Mittellinie
- Maß nach außen ziehen, aber kein LMK
- RMK – BEMASSUNGSTYP: *Linear Durchmesser*

42.3 Bemaßung des Spitzen mit einem Maßpfeil

- unsichtbare Linien einschalten  $\rightarrow 12.3$
- Winkel bemaßen
- RMK Winkelmaß – ERSTE / ZWEITE PFEILSPITZE BEARBEITEN – PFEILSPITZE: kein

42.4 Weitere Vorgehensweise

- durchgezogene Mittellinie entfernen  $\rightarrow 11$
- Mittellinien ergänzen  $\rightarrow 12$

## Kurbeltrieb montieren

Sie benötigen im Projektverzeichnis ( $\rightarrow$ Fehler: Referenz nicht gefunden) die folgenden Dateien (URL $\rightarrow$ !):

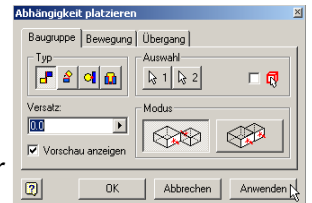
*Druckluftmotor.iam* mit allen zugehörigen \*.ipt ( $\rightarrow 23.3$ )  
*Kurbelwelle.ipt*                      *Schwungscheibe.ipt*  
*Kurbelzapfen.ipt*                   *Kolbenbolzen.ipt*  
*Pleuel.ipt*                           *Kurbel.ipt*        *Kolben.ipt*

### 43 Baugruppen beweglich montieren

Montieren Sie die Bauteile mit 3D-Abhängigkeiten ( $\rightarrow 26$ ), aber lassen Sie ihnen die nötigen Freiheiten.

#### 43.1 Kurbelwelle – Motorblock

- BAUGRUPPE: ABHÄNGIGKEIT PLATZIEREN
- TYP: *Passend*
- MODUS: *Passend*
- AUSWAHL 1: *Mittelachse der Kurbelwelle*
- AUSWAHL 2: *Mittelachse des Kurbelwellenlagers*
- VERSATZ: 0 – ANWENDEN



Damit ist die Kurbelwelle drehbar und axial beweglich.

#### 43.2 Schwungscheibe – Kurbelwelle

- PASSEND – PASSEND
- *Achse – Achse*
- PASSEND – FLUCHTEND
- Stufe der Kurbelwelle – Fläche Schwungscheibe
- WINKEL – 0°
- Arbeitsachsen Kurbelwinkel<sup>5</sup> von *Kurbelwelle* und *Schwungscheibe* (überträgt die Drehbewegung)

#### 43.3 Schwungscheibe – Motorblock (Festlager)

- PASSEND – PASSEND : *Fläche – Fläche*
- VERSATZ: 0,25

#### 43.4 Kurbelwelle - Kurbel

- PASSEND – PASSEND : *Achse – Achse*
- PASSEND – FLUCHTEND : *Fläche – Fläche*
- WINKEL – 120° : *Kurbelwinkel – Kurbelwinkel*

#### 43.5 Kurbel – Kurbelzapfen

- EINFÜGEN – AUSGERICHTET : *Auge – Zapfen*

#### 43.6 Kurbelzapfen – Pleuel (Loslager !)

- PASSEND – PASSEND: *Achse - großes Pleuelauge*

#### 43.7 Pleuel - Kolben

- PASSEND – PASSEND : *Pleuelauge - Bolzenauge*
- PASSEND – PASSEND : *Mittelebene – Mittelebene*

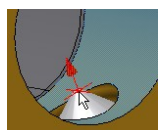
Mittelebenen sind eine elegante Möglichkeit, runde Teile seitlich zu fixieren. Sie werden im Einzelteil definiert.

#### 43.8 Kolben - Zylinder

- PASSEND – PASSEND : *Achse – Achse*

#### 43.9 Setzen Sie auch die Normteile ein.

- Gewindestift ISO 7434 – M4 x 10
- TANGENTIAL – AUSSERHALB: *Kurbelwellenbohrung – Spitze*
- Scheiben DIN 125 – A 4,3
- Scheiben DIN 125 – A 3,2
- Sicherungsring DIN 471 – 4 x 0,4
- Kolbenbolzen (Zylinderstift DIN EN ISO 2338 – 3m6 x 12)



<sup>5</sup> Wenn die Arbeitsachsen nicht angelegt wurden, kann man sich auch mit Koordinatenachsen behelfen (RMK Ursprung)





- VERSATZ: -4,5 mm

#### 44 Kollisionskontrolle

- 44.1 Kontrollieren Sie, ob die Scheiben wirklich genügend Platz im Kolben haben.
- RMK Motorblock – SICHTBARKEIT: *Aus*
  - EXTRAS – KOLLISION ANALYSIEREN
  - SATZ 1: LMK Kolben, - bolzen, Scheiben, Pleuel
  - OK

#### Motor laufen lassen

#### 45 Baugruppen nach Abhängigkeiten bewegen

Um den Motor „laufen“ zu lassen, ist eine Winkelabhängigkeit eines drehenden gegenüber einem stehenden Teil erforderlich. Sie kann gleich wieder unterdrückt werden, weil sie sonst die manuelle Bewegung des Motors blockiert.

##### 45.1 Winkelabhängigkeit Kurbelwelle – Motorblock

- BAUGRUPPE – ABHÄNGIGKEIT PLATZIEREN
- WINKEL – 0° : Kurbelwinkel Kurbelwelle – Seitenfläche Motorblock

##### 45.2 Benennen Sie die neue Winkelabhängigkeit um, damit man sie schneller wieder findet.

- MODELL – KURBELWELLE – LMK letzter Winkel (0,00) – LMK – LMK: Umbenennen in *Drehwinkel*

##### 45.3 Abhängigkeit unterdrücken

- MODELL – KURBELWELLE – RMK *Drehwinkel* – UNTERDRÜCKUNG: *Ein*

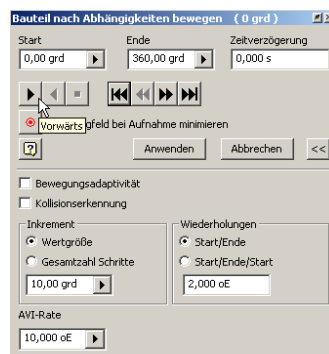
##### 45.4 Wenn Einzelteile einer Baugruppe verschoben werden, verändert dies auch abhängige Zeichnungen und kann zB. eine sorgfältig komponierte Gesamtzeichnung verderben. Verwenden Sie deshalb für die Animation eine Kopie der Baugruppe.

- DATEI – KOPIE SPEICHERN UNTER – DATEINAME: *Druckluftmotor für Animationen.iam*
- DATEI – ÖFFNEN – *Druckluftmotor für Animationen.iam*

Beachten Sie, dass Inventor vom üblichen System abweicht. Nach SPEICHERN UNTER ist nicht die kopierte Datei mit neuem Namen geöffnet, sondern die ursprüngliche Datei. Die neue Datei muss erst geöffnet werden.

##### 45.5 Starten Sie die Bewegung.

- MODELL: KURBELWELLE – RMK *Drehwinkel* – BAUTEIL NACH ABHÄNGIGKEITEN BEWEGEN
- >> (Fenster aufklappen)
- ENDE: 360°
- INKREMENT: 10°
- WIEDERHOLUNGEN: XX
- VORWÄRTS



Man kann die ablaufenden Bewegungen im AVI-Format aufzeichnen und dann mit einem besseren Grafikprogramm in eine animierte GIF-Datei umwandeln.

#### Gesamtzeichnung

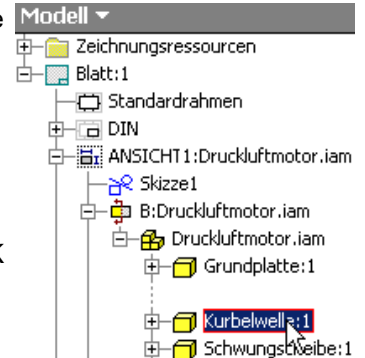
Fügen Sie erst die Vorderansicht und Seitenansicht im Schnitt ein.

- Vorderansicht →9
- Vollschnitt →10
- Teilschnitt →21 Fehler: Referenz nicht gefunden

#### 46 Einzelteile von der Schnittdarstellung ausnehmen

- 46.1 Nehmen Sie einzelne Teile von der Schnittdarstellung aus, wie es bei Normteilen usw. üblich ist.

- ANSICHT – SCHNITTANSICHT – BAUGRUPPE – RMK *Kurbelwelle* – RMK *Schnitt:Aus*

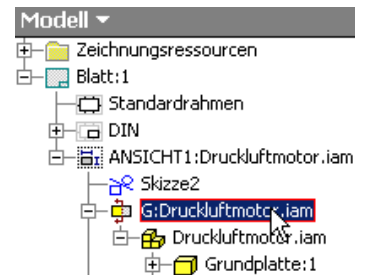


#### 47 Gewindedarstellung

Auch Inventor 10 hält bei Gewinden in der 2D-Ableitung immer noch ein paar Überraschungen parat.

- 47.1 Die Darstellung der Gewinde muss für jede Ansicht extra eingeschaltet werden

- ANSICHT – RMK *Schnittansicht* – GEWINDEELEMENTE ANZEIGEN



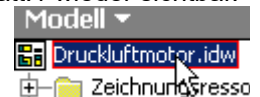
- 47.2 Wenn immer noch Linien fehlen<sup>6</sup>, kann man sie auch in der 2D-Ableitungen in Skizzen ergänzen →21.

#### 48 Stückliste und Positionsnummern

- 48.1 Für die Stückliste wird ein zweites Blatt benötigt. Fügen Sie es ein, und machen Sie anschließend die Browserdarstellung von Blatt:1 wieder sichtbar.

- MODELL – RMK *Druckluftmotor* – NEUES BLATT

Das neue Blatt:2 hat dieselben Eigenschaften wie Blatt:1 und ist aktiviert.



##### 48.2 Fügen Sie eine Stückliste auf Blatt:2 ein.

- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – STÜCKLISTE
- DOKUMENT: *Druckluftmotor.iam*
- TEILEANSICHT: *nur Bauteile*
- Stückliste auf Blatt:2 positionieren

##### 48.3 Alle Änderungen in der Stückliste erfordern den Befehl STÜCKLISTE BEARBEITEN, der auf mehreren Wegen aufgerufen werden kann:

- DMK *Stückliste* oder
- RMK *Stückliste* – STÜCKLISTE BEARBEITEN

##### 48.4 Ergänzen Sie in der Stückliste eine Spalte für den Werkstoff.

<sup>6</sup> Dies ist zB. nötig, wenn man Normteile aus älteren Inventorversionen verwendet, die noch ohne Gewinde modelliert waren.

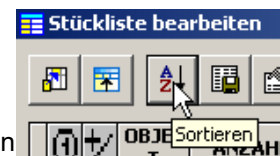
- STÜCKLISTE BEARBEITEN → 48.3
- SPALTENAUSWAHL
- VERFÜGBARE EIGENSCHAFTEN:  
**Material** – HINZUFÜGEN



- 48.5 Korrigieren Sie Bauteilnummern, Bezeichnungen und Material nicht in der Stückliste, sondern in der Bauteil.ipt → Fehler: Referenz nicht gefunden. Diese Änderungen sind dauerhaft werden automatisch in die Stückliste übernommen. Nur wenn es schnell gehen muss, kann man die Angaben auch in der Stückliste überschreiben.

- 48.6 Passen Sie die Spaltenbreiten an.
- STÜCKLISTE BEARBEITEN – RMK Spaltenkopf - SPALTENBREITE

- 48.7 Ändern Sie die Positionsnummern in der Stückliste.
- STÜCKLISTE BEARBEITEN
  - Positionsnummern in der Spalte OBJEKT überschreiben
  - SORTIEREN – SORTIEREN NACH: **Objekt**
  - ANWENDEN

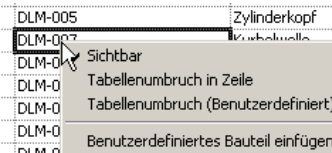


- 48.8 Fügen Sie in der Gesamtzeichnung Positionsnummern ein.
- ZEICHNUNGSKOMMENTAR – POSITIONSNUMMER
  - 1. Teil an einer Kante anklicken – Ort für den Pfeil der Positionsnummer anklicken – RMK: WEITER
  - 2. Teil anklicken ...
  - RMK: FERTIG
  - Wenn man an der Positionsnummer statt des Pfeiles an der Kante des Teiles lieber einen Punkt in einer Fläche des Teiles haben möchte, kann man den Pfeil nachträglich in die Fläche verschieben.

- 48.9 Positionsnummern ausrichten
- Mehrere Positionsnummern mit gedrückter STRG-Taste anklicken
  - RMK – AUSRICHTEN
  - HORIZONTAL / VERTIKAL : richtet die Elemente nach dem zuerst Gewählten aus
  - HORIZONTAL / VERTIKAL mit Versatz : vereinheitlicht zusätzlich die Abstände der Elemente

- 48.10 In der Stückliste können Eintragungen unsichtbar gemacht oder ergänzt werden.

- STÜCKLISTE BEARBEITEN – RMK in die Stückliste

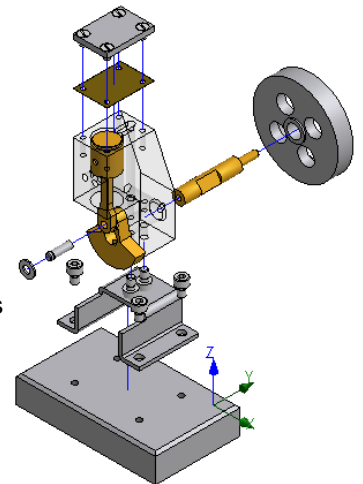


- 48.11 Sonstiges

- Einstellungen für die Stückliste ändern:
- FORMAT – STILEDITOR – STÜCKLISTE (z.B. Zeilenabstand)
- Schriftgröße → 8.3

## Explosionsdarstellung mit Animation

Explosionszeichnungen zeigen, wie die Teile einer Baugruppe zusammengehören. Die Baugruppe wird zerlegt dargestellt, den Zusammenhang der Einzelteile können Pfade anzeigen.



Explosionsdarstellung des Druckluftmotors

## 49 Explosionsdarstellung und Bewegungsabläufe

- 49.1 Öffnen Sie eine neue Präsentationszeichnung

- DATEI – NEU – **Norm.ipn**
- DATEI – SPEICHERN UNTER – **Druckluftmotor.ipn**

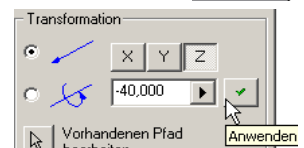
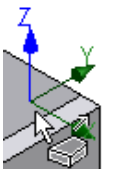
- 49.2 Laden Sie die Datei **Druckluftmotor.iam**

- PRÄSENTATION - ANSICHT ERSTELLEN
- DATEI: DRUCKLUFTMOTOR.IAM
- EXPLOSIONSMETHODE: **Manuell**
- Ansicht ausrichten



- 49.3 Verschieben Sie die Grundplatte um 40 mm nach unten.

- PRÄSENTATION - KOMPONENTENPOSITION VERÄNDERN
- RICHTUNG
  - Bezugsfläche anklicken, wenn ein Koordinatensystem erscheint
  - Gewünschte Koordinatenachse wählen (wenn sie nicht schon blau markiert ist)
- KOMPONENTEN: Grundplatte
- TRANSFORMATION:
  - **längs Z-Achse -40 mm** (Eintippen oder Achslager ziehen) – ANWENDEN (oder GRÜNES HÄKCHEN)
- **nicht** SCHLIESSEN



- 49.4 Verschieben Sie die Grundplatte und den Befestigungsbügel um weitere 40 mm nach unten

- KOMPONENTEN: Befestigungsbügel zusätzlich zur Grundplatte markieren
- Markierung aufheben: Strg\_LMK
- TRANSFORMATION: längs Z-Achse -40 mm
- SCHLIESSEN

- 49.5 Schieben Sie weitere Teile stufenweise nach außen.

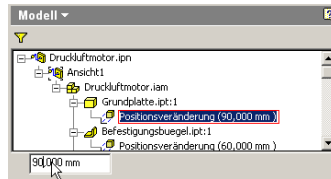
- 2 Schrauben M3 20 nach unten
- Schwungscheibe 40 nach hinten
- wie oben plus Kurbelwelle 80 nach hinten
- Kurbelzapfen plus Scheibe 30 nach vorne
- Scheibe ohne Zapfen 15 nach links
- Schrauben + Zylinderkopf + Dichtung 25 nach oben
- Schrauben + Zylinderkopf 25 nach oben
- Schrauben 25 nach oben



49.6 Sie können die Länge der Verschiebepfade nachträglich anpassen durch

- Ziehen der Pfade oder
- KM auf einem Pfad
- MODELL - .. -

VERSCHIEBUNG –  
Änderung im Feld  
unter dem Browser  
(Modell)



## 50 Animation

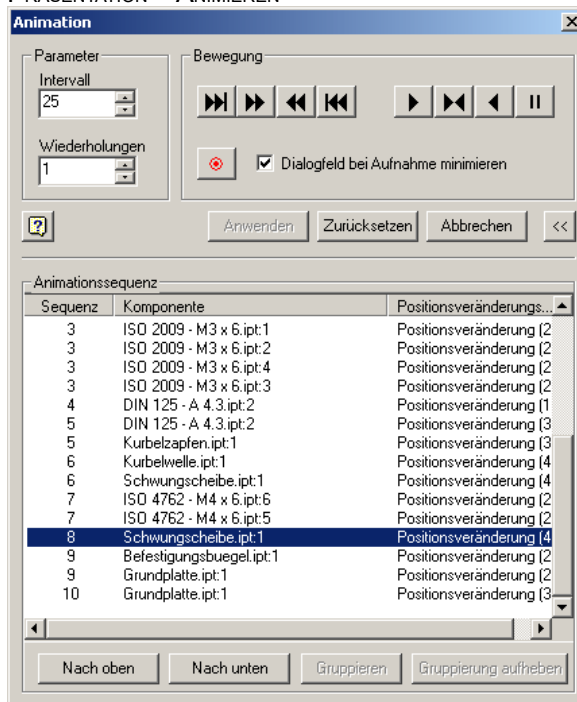
50.1 Lassen Sie die „Explosion“ in Bewegung ablaufen, und speichern Sie die Bewegung im AVI-Format.



- PRÄSENTATION – ANIMIEREN

50.2 Animation nachträglich bearbeiten

- PRÄSENTATION – ANIMIEREN – >>



- NACH OBEN / NACH UNTEN : Veränderung der Reihenfolge
- GRUPPIEREN / GRUPPIERUNG AUFHEBEN: Gleichzeitige Bewegungen

## II Unterrichtsplanung

- 2h Grundplatte.ipt, Zylinderkopf.ipt
- 2h Motorblock.ipt (kann entfallen)
- 2h Grundplatte.idw, Zylinderkopf.idw
- 2h Motorblock.idw
- 2h Befestigungsbügel.ipt (kann entfallen)
- 2h Montage Druckluftmotor.iam (feste Teile)
- 2h Drehteile
- 2h Montage Druckluftmotor.iam (bewegliche Teile)
- 2h 2D-Zeichnungsableitung
- 2h Gesamtzeichnung, Stückliste, Positionsnummern, Animation

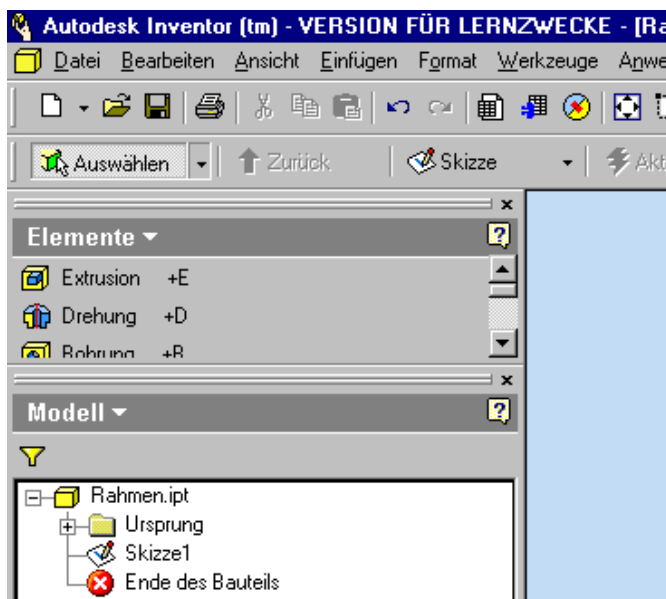


### III Anhang

#### verwendete Abkürzungen

DMK: Machen Sie einen doppelten Mausklick auf ..  
KM (Kontextmenu): machen Sie einen Klick mit der rechten Maustaste auf ...  
LMK: machen Sie einen linken Mausklick auf ..  
RMK: wie KM

#### Benutzeroberfläche und Bezeichnungen



Grafikfenster des Inventor

#### Bedienelemente ein- und ausschalten

MENULEISTE (ganz oben) enthält alle Befehle.

WERKZEUGLEISTEN heißen in anderen Programmen Symbolleisten.

Ein/Aus: ANSICHT – WERKZEUGLEISTE - ....

SCHALTFLÄCHENLEISTE (hier: Elemente-Modus) enthält die Bearbeitungsmöglichkeiten für das Modell. Mit Klick auf Elemente wird der Modus gewechselt.

Ein/Aus: ANSICHT – WERKZEUGLEISTE -

SCHALTFLÄCHENLEISTE

MODELL:-LEISTE (hier Modell): hier können alle Schritte des erstellten Volumenmodells zurückverfolgt und bearbeitet werden.

Ein/Aus: ANSICHT – WERKZEUGLEISTE – BROWSERLEISTE

STATUSLEISTE (GANZ UNTEN)

Ein/Aus: ANSICHT – STATUSLEISTE

ZEICHENFLÄCHE:

Zeichenraster ändern: EXTRAS – DOKUMENT-EINSTELLUNGEN – SKIZZE

Farbe der Zeichenfläche ändern: EXTRAS – ANWENDUNGSOPTIONEN – FARBEN

#### Grundsätzliche Vorgehensweise

PROJEKT anlegen.

- Einzelteilzeichnung NORM.IPT öffnen und unter der Zeichnungsnummer speichern.
  - Zeichnungselement
    1. Skizzierebene wählen
    2. Skizze anfertigen
    3. Abhängigkeiten (parallel ..) und Maße zuweisen
    4. Volumenmodell aus der Skizze erstellen (Extrudieren, Drehen ..)
    5. Zeichenelemente am Volumenmodell ergänzen (Bohrungen, Fasen ..)
- Baugruppenzeichnungen NORM.IAM aus den Einzelteilen montieren oder Einzelteile in die Baugruppen konstruieren
- 2D-Zeichnung NORM.IDW

#### Ansichtswerkzeuge

- DREHEN ruft man bevorzugt mit F4 auf. Wechseln Sie zwischen Orbit und Würfel mit der Leertaste.
- AUSRICHTEN NACH: Klicken Sie auf eine Fläche des Teiles oder auf eine Ebene (z.B. im Browser unter MODELL).
- ANZEIGE: Wählen Sie schattierte Ansicht mit und ohne verdeckte Kante oder Drahtkörper.
- KAMERA: Orthogonale (rechtwinklige) Projektion oder (Fluchtpunkt-) Perspektiventore.
- DECKENDEN KOMPONENTE benötigt mehrere Bauteile.

#### 2D-Abhängigkeiten

- LOTRECHT: 2 Linien stehen rechtwinklig zueinander
- PARALLEL: 2 Linien
- TANGENTIAL: 1 Linie und 1 Bogen
- KOINZIDENT: 2 Elemente kleben aneinander
- KONZENTRISCH: 2 Bogen haben einen gemeinsamen Mittelpunkt
- KOLLINEAR: 2 Geraden fluchten (liegen auf einer Linie)
- HORIZONTAL: 1 Linie verläuft waagrecht (parallel zur XY-Ebene / Skizzierebene ?)
- VERTIKAL: 1 Linie verläuft senkrecht (parallel zur Y-Achse)
- GLEICH: 2 Linien sind gleich lang
- FESTGELEGT: 1 Element wird in seiner Position (nicht Größe) festgelegt
- SYMMETRISCH: 2 Elemente sind spiegelbildlich bezüglich 1 Spiegelachse