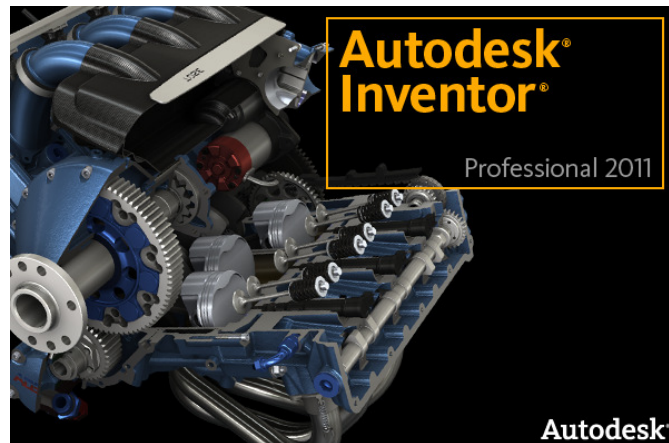


3-D CAD MIT AUTODESK INVENTOR 2011

1-ZYLINDER DRUCKLUFTMOTOR



I Aufgabe

Zeichnen Sie den Druckluftmotor nach 2D-Zeichnung.

1. Stichwortverzeichnis

2D-Zeichnung 16, 17, 18, 20, 26
 2D-Abhängigkeiten 35, 47
 Abwicklung eines Blechteiles 32
 Arbeiten an unzugänglichen Stellen 37
 Arbeitsachse 42
 Arbeitsebenen 45, 48, 50, 52.7
 Ausbruch 30
 Bauteile modellieren 5
 Bemaßung 22, 28, 44, 49
 Beschriftungen in der 2D-Zeichnung 24
 Blechteile modellieren 31
 Bohrungen 10, 45.2
 Drehteile 40
 Extrusion 7,
 Fang 12.1,
 Fasen 14.1, 22.3
 Gewinde 10
 Halbschnitt 51
 Kollisionskontrolle 53
 Koordinatenbemaßung 28
 Konstruktionslinie 12.1
 Linienstärken anzeigen 30.3
 Lochkreis 43
 Mittellinie 21, 40.2, 43
 Oberflächenangabe 24.3
 Positionsnummer
 Projektverzeichnis 3
 Roter Rahmen 18.2
 Schnittdarstellung 19, 30, 51, 55
 Skizze 6, 6.5, 9, 11
 Spiegeln 12
 Stückliste 57
 Symmetrie 12
 Teilausschnitt 30
 Text 24.1, 17.3
 Toleranzangaben 23.2, 24.5, 29
 Werkstoff zuweisen 14.4
 Zeichnungsnummer 14.3

2. Datenquelle

Dieses Tutorial wurde für Inventor 10 erstellt von Ulrich Rapp

<http://www.ulrich-rapp.de>

Überarbeitet für Inventor 2011 von Marc Burgert.

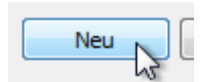
3. Projekt anlegen

Autodesk Inventor verwaltet Zeichnungen als Projekte. Jedem Projekt wird ein Ordner als Speicherplatz zugewiesen (Projektverzeichnis). In diesem Ordner werden alle (Volumen-) Modelle und abgeleitete Zeichnungen (Einzelteil-, Baugruppe-, Explosion- usw.) abgelegt.

3.1. Starten Sie den Inventor (Inventor).

3.2. Legen Sie das Projekt *Druckluftmotor* an.

- START – VERWALTEN - PROJEKTE –
 NEU – NEUES
 EINZELBENUTZERPROJEKT
- NAME: *Druckluftmotor*
 Speicherort: z.B. *H:\Inventor\Druckluftmotor*
- FERTIG STELLEN



3.3. Gelegentliche Fehlermeldung

Wenn Sie ein Projekt für bereits vorhandene Daten erstellen, z. B. weil Sie die Daten auf einen anderen PC übertragen haben, kann es zur Meldung „Eine gleichnamige Projektdatei ist bereits vorhanden“ kommen. Löschen Sie in diesem Fall die vorhandene Projektdatei, die Sie an der Endung .ipj erkennen.

3.4. Aktivieren Sie das Projekt *Druckluftmotor*

- *Druckluftmotor* anklicken und ANWENDEN, FERTIG (*Druckluftmotor* muss mit Häkchen markiert sein)

4. Vorgehensweise für Volumenmodelle

Mit Inventor werden 3-dimensionale Volumenmodelle gezeichnet. 2D-, Baugruppen-, isometrische Zeichnungen und Explosionszeichnungen, Animationen usw. werden aus den Volumenmodellen abgeleitet. Volumenmodelle werden in 4 Schritten erzeugt:

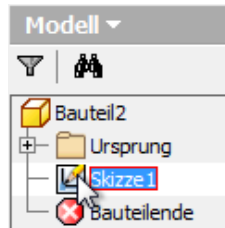
- Skizzierebene wählen und Skizze (→6) anfertigen
- Abhängigkeiten (parallel, rechtwinklig, .. →47) und Maße zuweisen
- Volumenmodell aus der Skizze erstellen (Extrudieren →7, Drehen →40, ..)
- Volumenelemente am Volumenmodell ergänzen (Bohrungen →10, Fasen →14.1, ..)

Grundplatte (Pos. 1)**5. Einzelteilzeichnung öffnen**

- 5.1. Eröffnen Sie das Einzelteil *Grundplatte*.
- NEU – STANDARD (oder direkt NEU aus dem Schnellzugriff-Werkzeugkasten)
 - NORM.IPT auswählen und sofort
 - SPEICHERN als Grundplatte.ipt¹

**6. 1. Skizze**

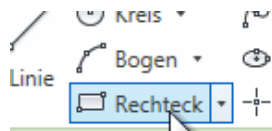
- 6.1. Öffnen Sie SKIZZE1, um die Form der Grundplatte zu skizzieren.
- MODELL – DMK² SKIZZE1
- Anschließend sehen Sie ein Gitterraster, zum Zeichnen das die SKIZZE1 bearbeitet wird. Wie Sie das Erscheinungsbild der Zeichenfläche ändern können, steht im Anhang →III.



- 6.2. Geometrie projizieren.
- SKIZZE – GEOMETRIE PROJIZIEREN - (+) URSPRUNG
 - LMK: X-ACHSE, Y-ACHSE, Z-ACHSE

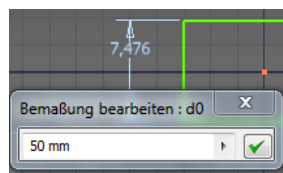


- 6.3. Skizzieren Sie als Grundform ein Rechteck.
- SKIZZE – RECHTECK DURCH ZWEI PUNKTE
 - 2 beliebige Eckpunkte in die Zeichenfläche klicken

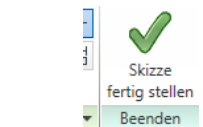


- 6.4. ABHÄNGIGKEITEN (→47), zB. Parallelitäten, müssen Sie nicht zuweisen, weil dies mit der Rechteck- Funktion automatisch geschah.

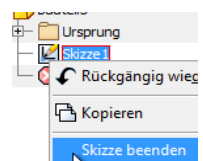
- 6.5. Geben Sie dem Rechteck Parameter (=Maße³).
- 2D-SKIZZE – ALLGEMEINE BEMASSUNG [d]
 - Eine Seite des Rechteckes packen und nach außen ziehen ⇒ Maß zuweisen
 - Maßzahl anklicken ⇒ Dialogfeld BEMASSUNG BEARBEITEN
 - Höhe 50 mm eingeben ⇒ Das Rechteck passt sich an
 - Breite 82 mm bemaßen



- 6.6. Verlassen Sie die Skizze.
- SKIZZE FERTIG STELLEN
 - oder
 - RMK⁴ - SKIZZE BEENDEN
 - oder
 - MODELL – RMK *Skizze1* – SKIZZE BEENDEN



- 6.7. Sonstiges



¹ ipt heißt Inventor Parts und ist die Endung für Einzelteile. Der Inventor übernimmt den Dateinamen automatisch als Teilenummer in die Stückliste. Bei größeren Projekten ist es also sinnvoll, die Teile unter ihrer Teilenummer zu speichern, für unser kleines Projekt genügt die Bauteilbezeichnung

² DMK: doppelter Mausklick mit der linken Maustaste

³ Hier werden dem Teil Maße (Parameter) zugewiesen. Wie die Parameter in der Skizze angeordnet werden, spielt für die Maße (=Bemaßung) in der späteren technischen Zeichnung keine Rolle. Leider verwendet Inventor den Begriff „Bemaßung“ mehrdeutig

⁴ RMK: rechter Mausklick / Kontextmenü

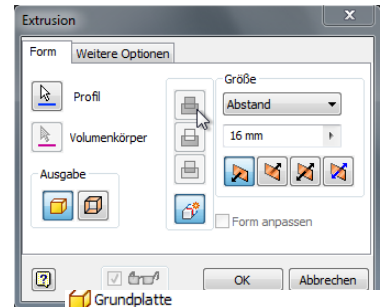
- Nachbearbeitung von Skizzen →11
- Skizze wiederverwenden →9

7. Extrusion

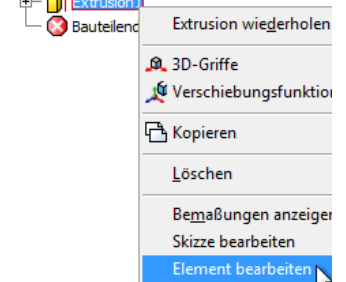
Für eine Extrusion benötigen Sie eine sichtbare →11.2, freie →9 Skizze und dürfen nicht im Modus SKIZZE BEARBEITEN sein →6.5.

- 7.1. Erzeugen Sie das Volumen durch Extrudieren⁵.
- •MODELL – EXTRUSION

- PROFIL: wird hier automatisch gefunden. Wenn nicht: PROFIL: in die Rechteckfläche klicken
- GRÖSSE: Abstand 16 mm ⇒ Dicke
- OK



- 7.2. Extrusionen und andere Elemente können nachträglich geändert werden. Öffnen Sie das Kontextmenü der *Extrusion1*.
- MODELL – RMK *Extrusion1* – ELEMENTE BEARBEITEN
 - oder DMK auf *EXTRUSION1* Skizze nachbearbeiten und Beispiel →11.

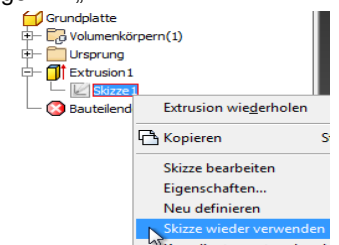


- 7.3. Sonstiges
- Extrusion umbenennen →14.2
 - Problem: keine Skizze gefunden →11.2
 - Problem mit gespiegelten Skizzen →12

8. Ansichtswerkzeuge siehe Anhang →III**9. Skizze wiederverwenden für die Bohrung**

Nachdem SKIZZE1 extrudiert wurde, wurde sie zu einem Unterordner der Extrusion. Dort ist sie für andere Extrusionen, Bohrungen usw. nicht auffindbar. Wenn Sie *Skizze1* für andere Extrusionen oä. nutzen wollen, müssen Sie eine Kopie außerhalb der Extrusion anlegen ⇒ „WIEDER VERWENDEN“.

- Kopieren Sie die SKIZZE1, um mit ihr weiter arbeiten zu können.
- MODELL – EXTRUSION1 - RMK *Skizze1* – SKIZZE WIEDER VERWENDEN:



- 9.2. Öffnen Sie *Skizze1*.
- GRUNDPLATTE.IPT – DMK SKIZZE1
 - ANSICHTSFLÄCHE– LMK auf eine Linie der Skizze ⇒ erzeugt eine Ansicht senkrecht zur Skizze

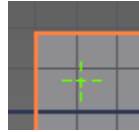


⁵ Extrudieren Sie täglich: Zahnpasta aus der Tube

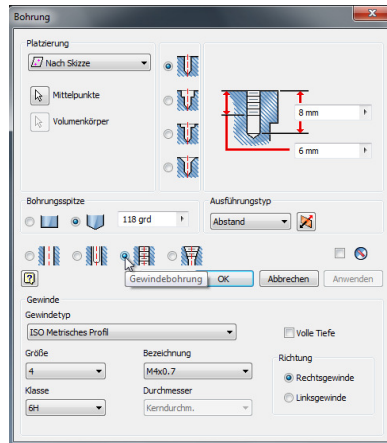
10. Bohrungen und Gewinde

Für Bohrungen setzt man zunächst Bohrungsmittelpunkte (BMP) in die Skizze, ähnlich dem Ankören.

- 10.1. Setzen Sie in der Skizze einen BMP, hier in das linke obere Viertel des Rechteckes
- Skizze öffnen (siehe oben)
 - 2D-SKIZZE – PUNKT, MITTELPUNKT DER BOHRUNG
 - Skizze verlassen → 6.6



- 10.2. Bohren Sie ein Gewinde
- MODEL – BOHRUNG
 - Das ganze Fenster öffnet sich, sobald das Symbol für Gewinde markiert ist
 - GEWINDETYP-ISO
 - METRISCHES PROFIL
 - GRÖSSE⁶ M4
 - VOLLE TIEFE: Aus



- Bohrungstiefe 8 mm, Gewindetiefe 6 mm (Werte in der Beispielskizze ändern)
- Funktionstaste F4 für die kleine Drehung zwischendurch drücken
- Richtung der Bohrungen ggf. umlenken

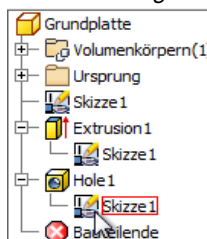


- 10.3. häufige Fehlermeldung
- **Meldung:** Das angegebene Element hat die Anzahl der Flächen nicht verändert.
 - **Ursache:** Die Bohrung geht nicht ins Material, sondern in den leeren Raum
 - **Maßnahme:** BEARBEITEN – RICHTUNG UMLENKEN → 10.2 oder: DMK HOLE 1 – RICHTUNG UMLENKEN → 10.2

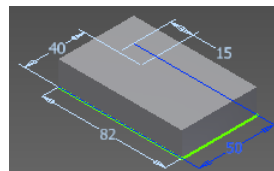
11. Nachbearbeitung von Skizzen

Nachträglich sollen auch die anderen Gewinde in *Bohrung1* aufgenommen werden.

- 11.1. Skizzen können geöffnet und nachbearbeitet werden. Tun Sie es.
- MODEL – (ggf. LMK + vor BOHRUNG1) – RMK *Skizze1* – SKIZZE BEARBEITEN
 - Fortfahren mit Spiegeln → 12



- 11.2. Sichtbare Skizzen können in der Modellansicht stören.
- MODEL – RMK *Skizze* – SICHTBARKEIT: Aus



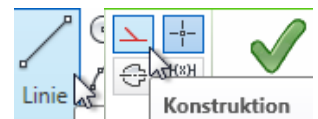
Achtung: Nicht sichtbare Skizzen kann man nicht extrudieren, deshalb sollten Sie eine Skizze erst dann ausschalten, wenn sie nicht mehr für Bohrungen benötigt wird.

- 11.3. Sonstiges (nicht nötig für die Grundplatte)
- DMK Maß (zum Ändern der Maße)

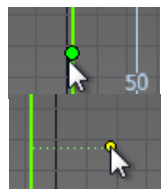
- 2D-Abhängigkeiten bearbeiten → 47
- Skizze verlassen → 6.6

12. Symmetrie durch Spiegeln

- 12.1. Symmetrische Elemente einer Skizze kann man auf drei Wegen erreichen:
- Die Elemente 2x skizzieren und so bemaßen, dass sie symmetrisch liegen: Sehr unelegant.
 - Die Elemente 2x skizzieren und dann die 2D-Abhängigkeit (→ 47) Symmetrie vergeben: Erfordert eine Spiegelachse und macht die wenigsten Probleme bzgl. Abhängigkeiten.
 - Das Element 1x skizzieren, dazu eine Spiegelachse, und dann spiegeln (siehe unten). Hinweis: Spiegeln kann Probleme machen, wenn anschließend extrudiert werden soll.⁷

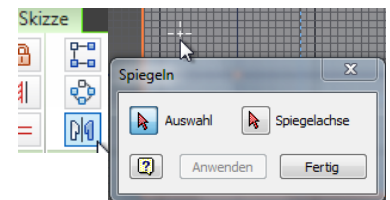


- Konstruktionslinien werden bei Extrusion o.ä. ignoriert und sind deshalb als Hilfslinien geeignet. Zeichnen Sie je eine waagerechte und eine senkrechte Spiegelachse als Konstruktionslinie in das Rechteck.
- 2D-Skizze - Linie
- STIL : *Konstruktion*
- In der Mitte der Rechteckseite beginnen, wo der Zeigerpunkt grün wird (=Fang)
- Beachten Sie die gestrichelte Linie, und ziehen Sie die Linie beliebig weiter

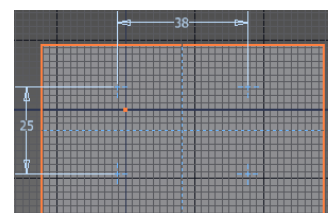


- 12.2. Spiegeln Sie die BMP bezüglich der Mittellinien
- 2D-SKIZZE – SPIEGELN

- AUSWAHL: BMP
- SPIEGELACHSE: Mittellinie
- ANWENDEN
- AUSWAHL: .. – SPIEGELACHSE: .. – ANWENDEN – FERTIG



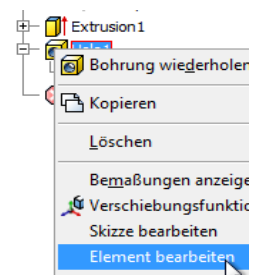
- 12.3. Bemaßen Sie die Bohrungsabstände 25 mm und 38 mm je einmal. Gespiegelte BMP übernehmen die Bemaßung, da sie abhängig sind.



- 12.4. Sonstiges
- 2D-Abhängigkeiten bearbeiten → 47.4

13. Nachbearbeitung Bohrungen und Gewinden

- 13.1. Die Bohrung kann wie andere Elemente nachträglich bearbeitet werden. Öffnen Sie das Kontextmenu der Bohrung1 und übernehmen Sie die neuen Bohrungsmittelpunkte (BMP) in die Bohrungsliste.
- MODEL – RMK *Bohrung1* – ELEMENTE BEARBEITEN



⁶ M steht für metrisches Gewinde, 4 für den Nenn- bzw. Außendurchmesser in mm

⁷ Beim Spiegeln werden Linien nicht automatisch an andere gebunden (koinzident). Von solchen Linien umschlossenen Flächen werden bei der Extrusion nicht akzeptiert.

- MITTELPUNKTE – neue BMP anklicken
- Versehentlich gewählte BMP mit gedrückter Strg-Taste abwählen
- OK

14. Abschlussarbeiten an Bauteil.ipt

14.1. Fasen⁸ Sie die oberen Kanten an.

- MODELL – FASEN
- ABSTAND - ABSTAND: 1,5
- KANTE – Kanten wählen
- Versehentlich gewählte Kanten mit gedrückter Strg-Taste abwählen

14.2. Um bei komplizierten Teilen nicht den Überblick zu verlieren, kann man die Begriffe unter Modell umbenennen.

- MODELL – GRUNDPLATTE.IPT – LMK Extrusion1 – LMK Extrusion1 mit Grundkörper überschreiben



14.3. Weisen Sie der Grundplatte Bezeichnung und Bauteilnummer zu.

- I PRO – I PROPERTIES - PROJEKT
- BAUTEILNUMMER: DLM-001
- BEZEICHNUNG: Grundplatte

Bauteilnummer und Bezeichnung werden in die Stückliste (→57) übernommen, aber leider nicht in die 2D-Ableitung (→17).

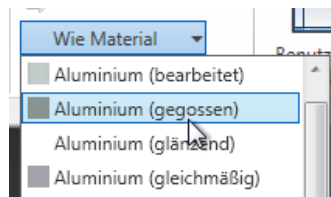
14.4. Nehmen Sie den Werkstoff S235 in die Materialliste auf, und weisen Sie ihn der Grundplatte zu.

- VERWALTEN – STILEDITOR – MATERIAL
- ähnliches Material wählen (*Stahl*)
- NEU
- NAME: S235 (überschreiben)
- FERTIG
- I PRO – I PROPERTIES – PHYSIKALISCH – MATERIAL: S235 (aus der Liste wählen)

Das Material wird in die Stückliste (→57) übernommen. Leider muss die ganze Aktion bei jedem Bauteil wiederholt werden, weil ich nicht weiß, wie man den neuen Werkstoff dauerhaft speichert.

14.5. Sie können dem Bauteil eine Farbe unabhängig vom Material geben. So findet man es in Baugruppen leichter oder macht es durchsichtig.

- FARBE: nach Geschmack durchsichtig sind z.B. Glas, Lexan, Gelb (hell)
- FARBE: Wie Material (rückgängig machen)



Zylinderkopf (Pos. 5)

Modellieren Sie den *Zylinderkopf*. Die Arbeitsschritte ähneln denen für die *Grundplatte.ipt* (→4). Form und Maße finden Sie in der 2D-Zeichnung (URL→2) und im Tabellenbuch (für die Senkungen).

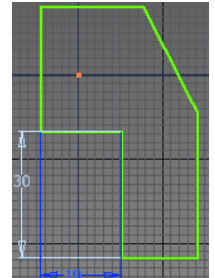
Motorblock (Pos. 3)

Modellieren Sie den *Motorblock*. Verwenden Sie als Vorlage die 2D-Zeichnungen (Download →2). Sie üben hier, ein Bauteil aus verschiedenen Richtungen zu bearbeiten.

15. Skizzenebenen auf Flächen von Bauteilen

15.1. Skizzieren Sie die Kontur des Motorblockes und bemaßen Sie sie.

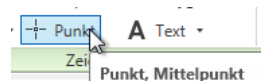
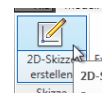
- Entnehmen Sie die fehlenden Maße der Zeichnung
- Extrudieren Sie den Motorblock.



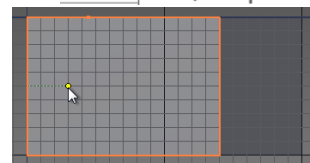
15.2. Skizzenebenen können auf die Flächen von Bauteilen gelegt werden.

- Bohren Sie die Zylinderbohrung Ø14H7.
- SKIZZE – LMK obere Fläche 28x20 mm

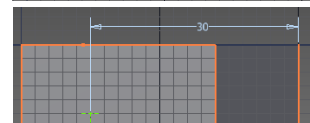
- 2D-SKIZZE – PUNKT, MITTELPUNKT DER BOHRUNG
- Mitte der linken Kante



- suchen (grüner Punkt), aber nicht anklicken
- Mauszeiger nach rechts auf der gestrichelten Linie fahren und anklicken ⇒ BMP liegt auf halber Höhe



- Abstand bemaßen
- Skizze verlassen →6.6
- Modell – BOHRUNG : Zylinderbohrung Ø14H7
- AUSFÜHRUNGSTYP: *Durch alle*

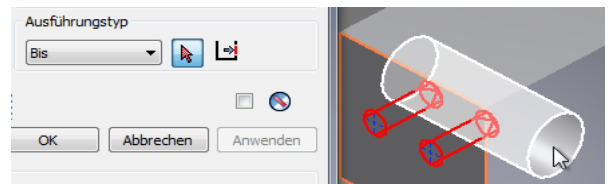


15.3. Legen Sie Skizzierebenen auf geeignete Flächen, und bohren Sie:

- Kurbellager Ø8H7
- Luftanschluss M5
- 4 Gewindebohrungen M3 von oben

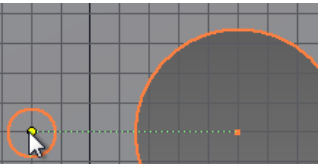
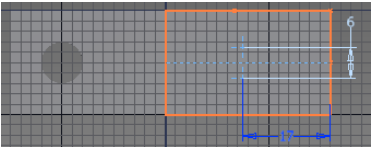
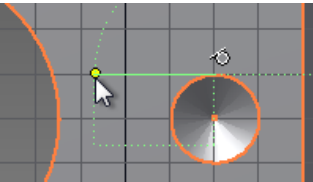
15.4. Die Gewinde von unten enden im Kurbellager.

- 2 Gewinde M4 von unten
- AUSFÜHRUNGSTYP: *Bis*



- Anschließend in das Kurbellager Ø8H7 klicken

⁸ Fasen sind Abschrägungen an den Kanten

- 15.5. Für die beiden 2 Luftleitungen Ø2,5 können Sie die Skizze für die Gewinde M4 wieder verwenden. Gehen Sie in 2 Schritten vor, da unterschiedliche Längen gefordert sind.
- 15.6. Luftleitung Ø4x30 von oben fluchtend zum darunter liegenden Gewinde M4.
- SKIZZE: obere Fläche
 - GEOMETRIE PROJIZIEREN:
Gewinde M4
 - Bohrungsmittelpunkt mit Hilfe der grünen Punkte platzieren (Bild)
- 
- 15.7. Bohren Sie die Steuerschlitze Ø3,2. Setzen Sie die BMP mit Hilfe einer Mittellinie (Konstruktionslinie →0.0.–).
- 
- 15.8. Fräsen Sie den Kanal zwischen Luftleitung Ø4 und dem Zylinder.
- SKIZZE: obere Fläche
 - Begrenzungslinien des Kanals
 - TANGENTIAL zur Luftleitung Ø4 →47
 - Ausfräsen durch EXTRUSION mit Differenz →
- 
- 15.9. Abschlussarbeiten →14
- Werkstoff: S235
 - Bezeichnung; Bauteilnummer: DLM-003
- 15.10. Sonstiges
- Arbeiten an unzugänglichen Stellen →20

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.

16. 2D-Zeichnung öffnen

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

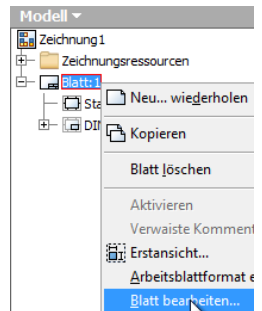
- 16.1. Öffnen Sie eine 2D-Ableitungszeichnung.

- DATEI – NEU – NORM.IDW
- oder: DATEI – NEU – Reiter IKA - *.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.

- Standardmäßig gibt Inventor ein DIN A2-Blatt vor. Ändern Sie die Größe in A4.
- MODELL – RMK Auf Blatt:1 – BLATT
- BEARBEITEN –
- GRÖSSE: A4
- AUSRICHTUNG: HOCHVERWALTEN



17. 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.

- 17.1. Ändern Sie den Blatthintergrund in weiß.
- VERWALTEN – AKTIVE NORM – BLATT –
 - FARBEN BLATT: weiß
 - FARBEN BLATTKONTUR: schwarz
- 17.2. 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.
- VERWALTEN – STILEDITOR – LAYER – eine beliebige Linienart anklicken – LINIENBREITE ÄNDERN
- 17.3. Der Standard-Textstil kann nicht geändert werden. Richten Sie einen eigenen Textstil ein, ändern Sie diesen, und wenden Sie ihn an.
- VERWALTEN – 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 →26.

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 →2)

18. Ansicht einfügen und ausrichten

18.1. Fügen Sie die Vorderansicht der Grundplatte ein.

- ANSICHTEN PLATZIEREN – BASIS
- DATEI: *Grundplatte.ipt*

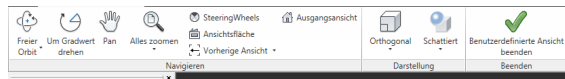
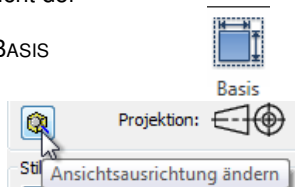
- MASSSTAB: 1 (= 1:1)
- STIL: *ohne verdeckte Linien*

- AUSRICHTUNG: *Hinten* oder

- AUSRICHTUNG ÄNDERN

- DREHEN

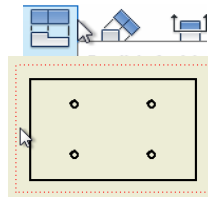
- Ausrichten der Ansicht mit Hilfe der Werkzeuge
- GRÜNES HÄKCHEN (Beenden)



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

- ANSICHTEN PLATZIEREN – PARALLEL
- Über die Vorderansicht fahren und den rot gepunkteten Rahmen anklicken

- LMK Position der neuen Ansicht
- RMK – ERSTELLEN

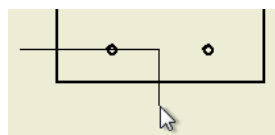
**19. Schnittdarstellung**

19.1. Fügen Sie eine Schnittansicht der Grundplatte oberhalb der bestehenden Ansicht ein.

- ANSICHTEN PLATZIEREN – SCHNITT
- Rot gepunkteten Rahmen anklicken →18.2

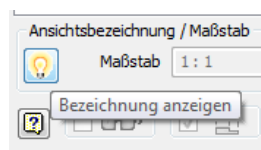
- 1. (2. ...) Punkt des Schnittverlaufes anklicken (Fangfunktionen nutzen →12.1)

- RMK – WEITER
- MENU SCHNITTANSICHT
- (nicht OK drücken !)
- Schnittansicht mit Maus positionieren (LMK)



19.2. Nachbearbeitung der Schnittansicht.

- RMK Ansicht – ANSICHT BEARBEITEN (oder: DMK auf Ansicht) - ANZEIGEOPTIONEN – DEFINITION IN ERSTANSICHT (Schnittverlaufsbuchstaben/ Schnittverlauf in der Erstansicht)
- RMK auf A-A (1:1)- ANSICHTSBEZEICHNUNG BEARBEITEN- Text löschen -> OK (Schnittverlaufsbuchstaben über dem Schnitt)
- RMK ANSICHT- ANSICHT BEARBEITEN – LMK GLÜHBIRNE (AUS) Maßstab anzeigen/ nicht anzeigen)
- ANSICHT BEARBEITEN – STIL: *mit / ohne verdeckte Linien*
- OPTIONEN – TANGENTIALE KANTEN: *Aus* (→20.2)



19.3. RMK Schnittverlauf – GANZE LINIE ANZEIGEN: AUS (Der Schnittverlauf wird vereinfacht dargestellt)

19.4. Sonstiges

- Einzelteile vom Schnitt ausnehmen →55
- Teilschnitt (Ausbruch) →30
- Halbschnitt →51
- Ansichten können nachträglich durch Packen des roten Rahmens (→18.2) mit der Maus verschoben werden, dabei gehen alle Maße und Symbole mit.

20. Korrekturen in der 2D-Zeichnung

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

20.1. Inventor zeichnet an der Stelle des Schnittverlaufes in der Schnittansicht keine normgerechte Linie. Machen Sie sie unsichtbar.

- RMK auf Linie – SICHTBARKEIT: Aus

20.2. Inventor zeichnet Lichtkanten nicht normgerecht (kommt an der Grundplatte nicht vor). Machen Sie Lichtkanten unsichtbar.

- RMK Schnittansicht – ANSICHT BEARBEITEN – OPTIONEN – TANGENTIALE KANTEN: *Aus*

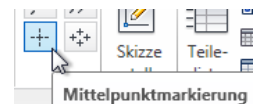
20.3. Sonstiges

- Abwicklungen nachbearbeiten →32.3
- Linienart ändern →32.3

21. Mittellinien

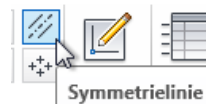
Mittellinien findet man bei SYMBOLE. Wechseln Sie dorthin durch Klick auf MIT ANMERKUNG VERSEHEN

- Mittelpunktmarkierung für Bohrungen und Kreise
- MIT ANMERKUNG VERSEHEN – MITTELPUNKTMARKIERUNG
- Bohrungsrand anklicken



21.2. Mittellinien für Konturen

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



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

- RMK *Ansicht* – ANSICHT BEARBEITEN – STIL: *mit verdeckten Linien*
- MIT ANMERKUNG VERSEHEN – SYMMETRIELINIE DER MITTELLINIE
- LMK *Bohrungsänder*
- RMK Ansicht – ANSICHT BEARBEITEN – STIL: *Ohne verdeckte Linien*

21.4. Mittellinie verlängern

- LMK auf Mittellinie
- Ziehen der grünen Punkte

21.5. Mittelpunktmarkierung verändern

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

- 21.6. Sonstiges
– Lochkreis →43

22. 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: Verwaltenvorlagen in Textverarbeitungen). Standardmäßig wird der Bemaßungsstil Standard- DIN vorgegeben.

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

- VERWALTEN – STILEDITOR – BEMASSUNG – *Standard-DIN* – NEU – STILNAME: *Kopie von Standard-DIN*

- 22.2. Bemaßen Sie den Bohrungsabstand 38.

- MIT ANMERKUNG VERSEHEN – 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

- 22.3. Bemaßen Sie die Fase 1,5x45° durch Ergänzung der Maßzahl.

- MIT ANMERKUNG VERSEHEN – 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)

- 22.4. Bemaßen Sie ein Gewinde in der Draufsicht vereinfacht.

- MIT ANMERKUNG VERSEHEN –

- BOHRUNG UNDGEWINDE

- BEMASSUNGSSTIL: KOPIE VON STANDARD-DIN

- LMK Gewinde

- Führungslinie abknicken lassen:

- VERWALTEN – STILEDITOR – BEMASSUNG – KOPIE VON STANDARD-DIN - ANMERK/FÜHRUNGSLINIEN -

- AUSRICHTUNG DES FÜHRUNGSLINIEN-TEXTES: HORIZONTAL

- Beschriftung

- reduzieren:

- DMK Maßzahl



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

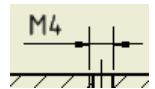
- MIT ANMERKUNG VERSEHEN – BEMASSUNG

- BEMASSUNGSSTIL: KOPIE VON STANDARD-DIN

- ESC (Bemaßungsmodus verlassen)

- RMK auf Bemaßung – TEXT.. - M<<>> ergänzen (<<>> steht für die Maßzahl 4)

- Gewinde in der Draufsicht bemaßen →44



- 22.5. Bemaßen Sie die Ansichten der Grundplatte nach Muster.

- 22.6. Sonstiges

- Einstellungen für die Bemaßung →22.1

- Maße können nachträglich verschoben werden aufsteigende Bemaßung →28

- Allgemeintoleranzen →23.2

- ISO-Toleranzen →29

- Form- und Lagetoleranzen →24.5

- Oberflächenangaben →24.3

- Umschalten zwischen Radius- und

- Durchmesserbemaßung →49

- Durchmesser außen mit Hilfslinien bemaßen →44

23. Schriftfeld

- 23.1. 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

- 23.2. Weitere Einträge im Schriftfeld können Sie mit der Textfunktion einbringen →24.1.

- Werkstoff: S235

- Maßstab: M 1:1

- Projekt Druckluftmotor

- Allgemeintoleranzen

24. Beschriftungen und Symbole

- 24.1. Einfache Texte ohne zusätzliche Elemente
– MIT ANMERKUNG VERSEHEN – Text



- 24.2. Hinweistexte mit Pfeil
– MIT ANMERKUNG VERSEHEN –
FÜHRUNGSLINIENTEXT
– LMK Bohrung – LMK
Führungslinienverlauf ...
– RMK – Weiter – Text eingeben



- 24.3. Oberflächensymbole auf den Oberflächen
– Datei speichern!
– MIT ANMERKUNG VERSEHEN –
OBERFLÄCHENSYMBOL
– Position für das Symbol anklicken
– RMK – WEITER
– Typ und Beschriftung wählen
– OK – nächstes Symbol einfügen
– ESC oder RMK – FERTIG
– Schriftgröße → 17.3



- 24.4. Oberflächenangabe für nicht beschrifteten Flächen
– MIT ANMERKUNG VERSEHEN –
OBERFLÄCHENSYMBOL
– Position wählen – RMK – WEITER
– FLÄCHENTYP: *Materialabtrennung nicht zulässig*
– DIVERSES: *Allgemeine Oberflächengüte*
– C: *Rz25*



- 24.5. Form- und Lagetoleranzen
(z.B. Ebenheitstoleranz beim Zylinderkopf
→25.1)
– MIT ANMERKUNG VERSEHEN – SYMBOLE -
SYMBOL FÜR FORM- UND LAGETOLERANZEN
– Bezugslinie anklicken
– Führungslinienverlauf anklicken
– RMK – WEITER
– MIT ANMERKUNG VERSEHEN – BEZUGSSYMBOL
wie oben



- 24.6. Nachbearbeitung von Beschriftungen
– DMK Textfeld (Text nachbearbeiten)
– RMK Textfeld (zusätzliche Elemente bearbeiten)
– Schriftgröße siehe Textstile(→ 17.3)

25. Zeichnung ausdrucken

- 25.1. 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.

2D-Ableitung des Zylinderkopfes (Pos. 5)

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

26. 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.

- 26.1. 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.

27. Zylinderkopf ableiten

- 27.1. Die erforderlichen Schritte ähneln denen für die 2D-Ableitung der Grundplatte →20.
– Maßstab: 2:1 (Skalierung: 2)
– Zeichnungsnummer: DLM-005
– Ebenheitstoleranz →24.5

2D-Ableitung des Motorblockes (Pos. 3)

Nicht mehr erläutert werden:

- Ansichten einfügen und ausrichten →18
- verdeckte Linien kurzzeitig anzeigen → 21.3

28. Steigende Bemaßung

- 28.1. Steigende Bemaßung der Draufsicht
– MIT ANMERKUNG VERSEHEN –
KOORDINATENBEMASSUNGSSATZ
– LMK Referenzelement für den Nullpunkt
– (Version 11: RMK - Weiter)
– Nullpunkt positionieren
– LMK Elemente, die bemaßt werden sollen
– RMK – Erstellen
- 28.2. CNC-Bemaßung bearbeiten:
– RMK auf Bemaßung: KONTINUIERLICH FORTLAUFEND: *Ein*
– RMK auf eine Maßhilfslinie der Koordinatenbemaßung - VARIANTE LÖSCHEN
– RMK auf KOORDINATENBEMASSUNG – VARIANTE HINZUFÜGEN – KANTE ANKLICKEN



29. ISO-Toleranzen

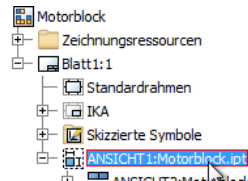
- 29.1. Toleranzangabe Ø8H7
– Bohrung bemaßen
– RMK Maß – TOLERANZ
– METHODE: GRENZWERTE/PASSUNGEN – STAPEL
– BOHRUNG: *H7*
– WELLE: *N/V* (Nicht vorhanden ?)

30. Teilausschnitt (Ausbruch)

Ausschnitte benötigen eine Skizze mit dem Schnittverlauf.

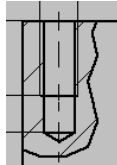
- 30.1. Beachten Sie die ungewöhnliche Reihenfolge:

- 1. Ansicht markieren, aus der ein Teil geschnitten werden soll (im Browser unter Modell oder am roten Rand der Ansicht)



- 2. SKIZZE ERSTELLEN

- SKIZZE – LINIE – Schnittverlauf als „Freihandlinie“ zickzackig zeichnen
- ZURÜCK (Die neue Skizze muss in der Browserleiste UNTER der Ansicht erscheinen)



- 30.2. Erstellen Sie die Ausschnittsansicht

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

- 30.3. Lassen Sie Linienstärken anzeigen.

- EXTRAS – ANWENDUNGSOPTIONEN – ZEICHNUNG – LINIENSTÄRKEANZEIGE - EINSTELLUNGEN - LINIENSTÄRKEN NACH BEREICH ANZEIGEN – z.B. $0 \leq 0,2000 \leq 0,3000 \leq 0,4000$

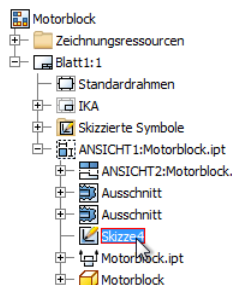
- 30.4. Die Linien des Ausschnittverlaufes sind zu breit.

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

- 30.5. Fehlermöglichkeit

Der oben gezeigte Ausbruch für ein Gewinde (→30.1) verändert die Konturlinien des Motorblockes.

Wenn man vorher z.B. 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.

- 30.6. Sonstiges
- Halbschnitt → 51

Befestigungsbügel (Pos. 2)

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

31. Blechteile

- 31.1. Starten Sie eine Blech-Einzelteilzeichnung.
- DATEI – NEU – STANDARD – BLECH.IPT



- 31.2. Legen Sie das verwendete Blech fest.

- BLECH – BLECHSTANDARTS – BLECH
- MATERIAL: S235 → 14.4
- STÄRKE: 2 mm
- BLECH – BLECHSTILE – BIEGUNG
- RADIUS: 1 mm
- SPEICHERN – FERTIG

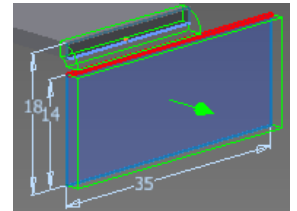


- 31.3. Modellieren Sie die Fläche 24x21 mm als Blech.

- DMK SKIZZE1
- Rechteck 24x21 mm skizzieren
- BLECHELEMENTE – FLÄCHE
- PROFIL: Rechteck 24x21
- OK (Blechdefinition wird übernommen)

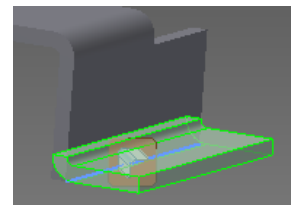
- 31.4. Fläche 14x35 mm

- SKIZZE auf der Seitenfläche 21x2 mm
- Rechteck (darf nicht an der ersten Fläche anliegen)
- BLECH – FLÄCHE
- VERSATZ: nach außen
- Biegekante anklicken



- 31.5. Fläche 35x12 mm mit dem Werkzeug LASCHE.

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



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

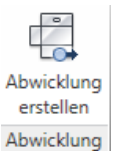
- 31.7. Abschlussarbeiten → 14

- Bohrungen nach 2D-Zeichnung → 10
- Bezeichnung; Bauteilnummer: DLM-002

32. Abwicklung

- 32.1. Erstellen Sie die Abwicklung des Bügels.
- BLECH – ABWICKLUNG ERSTELLEN

Zwischen dem Befestigungsbügel und seiner Abwicklung kann man bei BLECH - ABWICKLUNG – GEHE ZU GEFALTETEM BAUTEIL umschalten.



2D-Ableitung des Befestigungsbügels (Pos. 2)

- 32.2. Abwicklung einfügen

- ANSICHTEN PLATZIEREN – BASIS
- DATEI: Befestigungsbügel
- BLECHANSICHT: Gefaltetes Modell / Abwicklung

- 32.3. 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 (→33) folgende Dateien (URL→2):

Grundplatte.ipt *Befestigungsbuegel.ipt* *Motorblock.ipt* *Zylinderkopf.ipt*

33. Baugruppe beginnen

In einer neuen Baugruppenzeichnung wird der Befestigungsbügel mit 4 Schrauben auf die Grundplatte

montiert usw. Dazu werden die Einzelteile (KOMPONENTEN PLATZIEREN) und Normteile (INHALTE PLATZIEREN) eingefügt

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



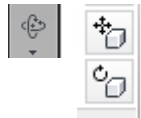
- 33.2. Fügen Sie zuerst die Grundplatte ein.
– ZUSAMMENFÜGEN - PLATZIEREN – GRUNDPLATTE.IPT
– RMK – Fertig

- 33.3. Das erste Bauteil ist 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.



- 33.4. Ergänzen Sie den Befestigungsbügel.
– BAUGRUPPE - KOMPONENTEN PLATZIEREN – BEFESTIGUNGSBÜGEL.IPT
– RMK – FERTIG

- 33.5. Mit KOMPONENTE 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 mit F4
– KOMPONENTE DREHEN
– KOMPONENTE VERSCHIEBEN



34. Normteile einfügen (Schrauben)

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

- 34.1. Fügen Sie 4 Zylinderschrauben mit Schlitz ISO 4762 - M4 x 6 ein.
– ZUSAMMENFÜGEN – PLATZIEREN - AUS INHALTSCENTER PLATZIEREN (muss erst von IT Aktiviert werden!) – SUCHE (Lupe) - SUCHTEXT: 4762 (ENTHÄLT)
– Oder: I PRO – ÖFFNEN – AUS INHALTSCENTER ÖFFNEN – (siehe oben)
– DMK auf DIN EN ISO 4762
– Zeile auswählen mit⁹
– GEWINDEBESCHREIBUNG: M4
– NENNLÄNGE : 6
– EINFÜGEN – LMK (8X)
– RMK - FERTIG

⁹ Halten Sie die Schraube über die Bohrung, dann wird der Schraubendurchmesser richtig gewählt

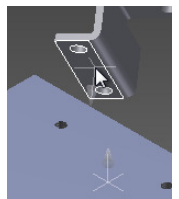
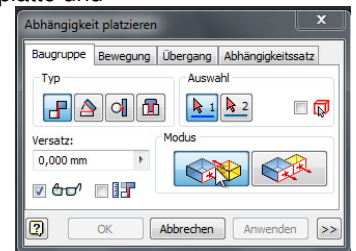
35. 3D-Abhängigkeit *Passend*

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

- 35.1. Platzieren Sie Grundplatte und Befestigungsbügel

- Fläche an Fläche.
– ZUSAMMENFÜGEN – ABHÄNGIG MACHEN (Bild)

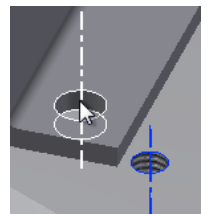
- TYP: *Passend*
– MODUS: *Passend*
– ERSTE AUSWAHL: Fläche 1 mit Pfeil auf Fläche markieren.
– ZWEITE AUSWAHL: Fläche 2 dito
– ANWENDEN
– OK



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

- 35.2. Platzieren Sie ein Bohrungspaar Mittelachse an Mittelachse.
– ZUSAMMENFÜGEN– ABHÄNGIG MACHEN

- 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



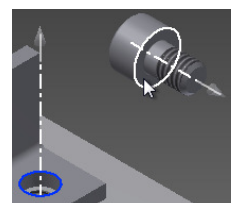
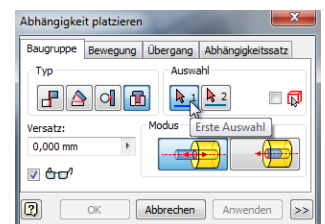
- 35.3. Jetzt ist der Befestigungsbügel noch drehbar. Platzieren Sie ein anderes Bohrungspaar *passend*.¹⁰

- 35.4. Sonstiges
– 3D-Abhängigkeiten nachbearbeiten →38

36. 3D - Abhängigkeit *Einfügen*

- 36.1. 36.1 Mit dem Abhängigkeitstyp *Einfügen* werden die Abhängigkeiten Fläche an Fläche und Achse an Achse gleichzeitig vergeben. Platzieren Sie die Schrauben mit diesem Verfahren.

- ABHÄNGIG MACHEN
– 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.

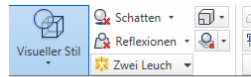
¹⁰ Das gelingt nur, wenn die Bohrungsabstände der beiden Bauteile genau übereinstimmen oder nicht festgelegt sind.

37. Arbeiten an unzugänglichen Stellen

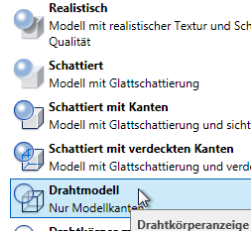
Montieren Sie auch den Motorblock (Pos. 3) von unten mit 2 Zylinderschrauben mit Schlitz ISO 4762 - M4 x 6. Um an die versteckten Bohrungen heranzukommen, gibt es mehrere Möglichkeiten.

- 37.1. Grundplatte unsichtbar machen.
- MODELL – RMK GRUNDPLATTE.IPT – SICHTBARKEIT: *Aus*

- 37.2. Grundplatte durchsichtig machen.
- Grundplatte markieren
- ANSICHT – VOREINSTELLUNG (WIE MATERIAL) ÄNDERN: Glas, Gelb (hell), Lexan ...

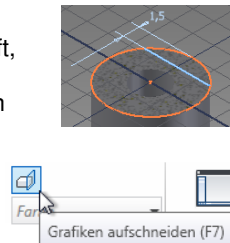


- 37.3. Grundplatte als Drahtgitter.
- ANSICHT – VISUELLER STIL – DRAHTMODELL (DRAHTKÖRPERANZEIGE)



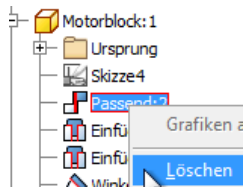
- 37.4. Grundplatte nicht dauerhaft verschieben (nicht komfortabel).
- 2D-SKIZZE – KOMPONENTE VERSCHIEBEN

- 37.5. Wenn die Skizzenebene durch ein Bauteil (z.B. →45.3) verläuft, kann der vordere Teil des Bauteiles ausgeblendet werden (Arbeitsebene erforderlich).
- ANSICHT – SCHNITTDARSTELLUNG



38. 3D-Abhängigkeiten nachbearbeiten

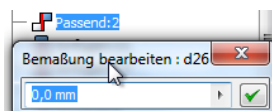
Abhängigkeiten dürfen nicht mehrfach vergeben werden, auch nicht indirekt. Diesbezüglichen Fehlermeldungen sollten Sie nie ignorieren oder *akzeptieren*, da sie immer wieder angezeigt werden. Meist ist es einfacher, fehlerhafte Abhängigkeiten zu löschen und neu zu vergeben, als Fehler zu suchen. Problematische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



- 38.1. Freiheitsgrade anzeigen
- ANSICHT – FREIHEITSGRADE

- 38.2. Freiheitsgrade nachbearbeiten

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



Zylinderkopfdichtung (Pos. 4) adaptiv erstellen

39. Adaptiv 1

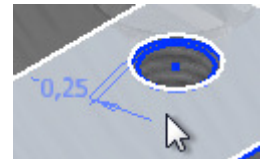
Adaptiv bedeutet, dass ein Teil keine festen Maße bekommt (z.B. „Länge = 20 mm“), sondern dass seine Maße von einem anderen Teil abhängig gemacht werden (z.B. „genauso lang wie der Motorblock“). Dadurch wird die Arbeit eines Konstrukteurs mit einem 3D-CADSystem nochmals erleichtert. Inventor bietet mehrere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

- 39.1. Erstellen Sie ein neues Bauteil aus der Baugruppe heraus.
- ZUSAMMENFÜGEN – ERSTELLEN
- NEUER DATEINAME: *Zylinderkopfdichtung*
- OK
- Skizzenebene anklicken: oberste Fläche des Motorblockes

- 39.2. Modellieren Sie die Zylinderkopfdichtung.
- 2D-SKIZZE – GEOMETRIE PROJIZIEREN: Umrisse des Motorblockes und der Gewinde

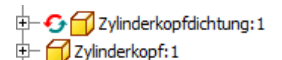


- 39.3. Erweitern Sie die Gewindebohrungen zu Durchgangsbohrungen
- 2D-SKIZZE – VERSATZ
- 2D-SKIZZE – BEMASSUNG



- 39.4. Abschlussarbeiten →14
- EXTRUSION: 0,1 mm
- Werkstoff: Papier
- Bezeichnung; Bauteilnummer: DLM-004
- 39.5. 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.



- Der Zylinderkopfdichtung fehlen noch Abhängigkeiten zum Motorblock. Vergeben Sie diese →35.
- 39.6. Montieren Sie den Zylinderkopf mit 4 Senkschrauben DIN EN ISO 2009 M3x6.

Kurbelzapfen (Pos. 9)**40. Drehteile**

40.1. Skizzieren Sie grob die Kontur des Kurbelzapfens.

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



- LMK Linie
- STIL: MITTELLINIE

40.3. Die oberen waagerechten Linien müssen fluchten.

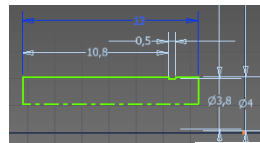
- 2D-SKIZZE – KOLLINEAR (→47)
- 1. Linie anklicken
- 2. Linie anklicken



40.4. Bemaßen Sie die Skizze.

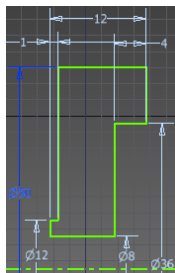
40.5. Verlassen Sie die Skizze, und rotieren Sie den Querschnitt um 360°.

- MODELL - DREHUNG



40.6. Abschlussarbeiten: Fasen →14

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

2D-Ableitung des Kurbelzapfens**Schwungscheibe (Pos. 6)**

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

- Mittellinie für Drehteile →40.2
- Drehung →40

41. Runde Anordnung in Skizze

41.1. 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
- AXSE: Mittelachse der Schwungscheibe
- ANZAHL: 4
- WINKEL: 360°
- OK
- BOHRKREISØ: 24 mm (Abstand zweier gegenüber liegenden Bohrungen)
- 2D-SKIZZE – BOHRUNG – BOHRUNGØ: 10 mm



41.2. Abschlussarbeiten →14

- Werkstoff: CuZn40
- Bezeichnung; Bauteilnummer: DLM-006

42. Arbeitsachse (allgemein)

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

- 42.1. Arbeitsachsen können an Linien in einer Skizze aufgehängt und damit beliebig platziert werden.
- Skizze2 für die Ø10 wieder verwenden →9

- Konstruktionslinie →12.1 vom Mittelpunkt der Schwungscheibe nach oben skizzieren
- Skizze verlassen
- MODELL – ARBEITSELEMENTE - ARBEITSACHSE
- LMK Konstruktionslinie
- Arbeitsachse1 umbenennen in Kurbelwinkel

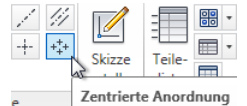
42.2. Sonstiges

- Arbeitsachse axial in einer Bohrung →46

2D-Ableitung der Schwungscheibe**43. Lochkreis**

43.1. Lochkreis (Bohrkreis-Ø)

- MIT ANMERKUNG VERSEHEN – ZENTRIERTE ANORDNUNG
- LMK Mittelpunkt des Bohrkreis-Ø
- LMK Bohrung 1 (zuerst über den Bohrungsrand fahren)
- LMK Bohrung 2 ..
- RMK – Erstellen
- Mittellinie → 21

**44. Durchmesserbemaßung außerhalb**

44.1. Ø50 außen mit Hilfslinien bemaßen

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



Kurbelwelle (Pos. 7)

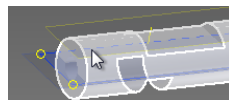
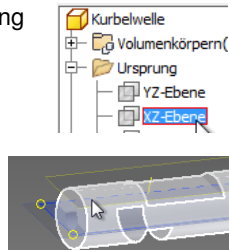
Werkstoff: CuZn40; Bauteilnummer: DLM-007

45. Arbeitsebenen (AE)

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



- 45.1. Modellieren Sie die Durchmesser $\varnothing 4$, $\varnothing 8$ und die axiale Bohrung $\varnothing 3,2$ der Kurbelwelle.
- 45.2. Zeichnen Sie die radiale Bohrung $\varnothing 3,2$ ausgehend von einer tangentialen Arbeitsebene.
 - MODELL – ARBEITSEBENE
 - MODELL – KURBELWELLE.IPT –
 - URSPRUNG: XZ-EBENE (gibt die Richtung der AE vor)
 - Zylinderoberfläche $\varnothing 8$ anklicken (gibt die Position der AE an) $\Rightarrow$ Arbeitsebene2
 - SKIZZE auf Arbeitsebene2
 - 2D-SKIZZE - GEOMETRIE PROJIZIEREN: rechte Kante
 - PUNKT, MITTELPUNKT.. setzen und bemaßen
 - Skizze verlassen und bohren
- 45.3. Arbeitsebenen können auch parallel zu bestehenden Flächen gelegt werden. Entfernen Sie die Steuerschlitze
 - MODELL - ARBEITSEBENE
 - Grundfläche der Kurbelwelle packen und nach hinten ziehen
 - VERSATZ: -9,5 mm $\Rightarrow$ Arbeitsebene2
 - SKIZZE auf Arbeitsebene2
 - ANSICHT – SCHNITTDARSTELLUNG
 - Umrisse der Steuerschlitze skizzieren und bemaßen
 - Entlüftungssteuerschlitze (abgeknickt, hier oben)
 - EXTRUDIEREN
 - DIFFERENZ
 - ABSTAND: 4 mm
 - SKIZZE WIEDERVERWENDEN
 - Belüftungssteuerschlitze (plan, hier unten)
 - EXTRUDIEREN
 - ABSTAND: 12 mm
- 45.4. Sonstiges
 - Arbeitsebene mittig zwischen zwei Flächen $\rightarrow 50$
 - Arbeitsebene drehen an einer Kante $\rightarrow 48$

**46. Arbeitsachse in einer Bohrung**

- 46.1. Fügen Sie eine Arbeitsachse ein, mit der sich der Drehwinkel festlegen lässt (Kurbelwinkel).
 - LMK Wand der radialen Bohrung $\varnothing 3,2$
 - MODELL – ARBEITSACHSE
 - Arbeitsachse1 umbenennen in Kurbelwinkel

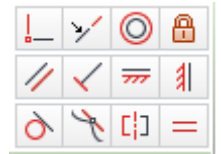
2D-Ableitung der Kurbelwelle

Zeichnen Sie die 2D-Ableitung der Kurbelwelle.

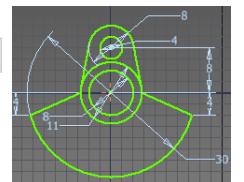
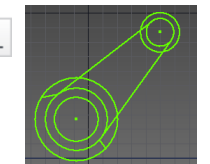
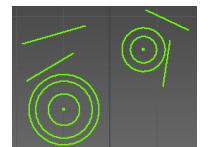
Kurbel (Pos. 8)

47. 2D-Abhängigkeiten

legen die Positionen von Linien relativ zueinander fest. Teilweise geschieht dies automatisch, z.B. 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:



- 47.1. Skizzieren Sie die Linien für die Kurbel unordentlich¹¹ vor, und ordnen Sie sie durch Verschieben und mit 2D-Abhängigkeiten.
 - Konzentrische Kreise
 - 2D-SKIZZE – KONZENTRISCH
 - LMK Kreis 1 – LMK Kreis 2 oder: Mittelpunkte aufeinander setzen
 - 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
- 47.2. Extrudieren
 - EXTRUDIEREN – Ring: 6,5 mm
 - SKIZZE WIEDERVERWENDEN
 - EXTRUDIEREN – Außenkontur: 6 mm
- 47.3. Legen Sie eine Arbeitsachse in die Spiegelachse. Mit ihr soll der Kurbelwinkel festgelegt werden.
 - BAUTEILELEMENTE – ARBEITSACHSE $\Rightarrow$ Arbeitsachse2
 - LMK Spiegelachse
 - Arbeitsachse1 in Kurbelwinkel umbenennen
- 47.4. 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



¹¹ Unordentlich, weil schon waagrechte Linien eine Abhängigkeit besitzen können, und weil so besser zu sehen ist, wo noch Abhängigkeiten fehlen

48. Arbeitsebene drehen

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

- Legen Sie eine Arbeitsachse in die Bohrung Ø8.
- MODELL – ARBEITSACHSE
- LMK *Wand der Bohrung*

48.2. Legen Sie eine Arbeitsebene auf die Arbeitsachse.

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

48.3. Bohren Sie das Gewinde M4

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

48.4. Abschlussarbeiten →14

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

2D-Ableitung der Kurbel

49. Bemaßung Radius / Durchmesser

- 49.1. Die Stile für die Bemaßung verändern Sie bei
– Verwalten – Stileditor – BEMASSUNG – Kopie von Standard-DIN OPTIONEN

Pleuel (Pos. 10)

Werkstoff: CuZn40; Bauteilnummer: DLM–010

50. Bemaßung mit Parametern

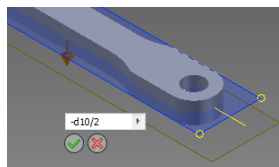
Inventor speichert Maße in (Parameter-)Tabellen. Parameter (-namen) kann man direkt oder in Formeln für andere Maße einsetzen und so Maße voneinander abhängig machen. Man kann Parameter auch mit Excel verwalten und muss Reihen ähnlicher Teile mit unterschiedlichen Maßen nur einmal zeichnen. Im Folgenden 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 (→52.7).

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

- VERWALTEN – PARAMETER
- z.B. Dicke = $d10$

- 50.2. Legen Sie eine Arbeitsebene in die Mitte des Pleuels.

- MODELL – ARBEITSEBENE
- Seitenfläche des Pleuels anklicken und Ebene verschieben
- VERSATZ: - $d10/2$



Kolben (Pos. 11)Ableitung

Werkstoff: CuZn40; Bauteilnummer: DLM–011

50.3. Vorgehensweise

- Kolben nach 2D-Zeichnung zeichnen
- Arbeitsebene senkrecht zum Bolzenauge Ø3 mit Parameter (→50) oder Mittelachse (→48)

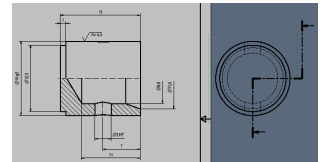
2D-Ableitung des Kolbens

51. Halbschnitt

- 51.1. Den Halbschnitt des Kolbens können Sie mit der Funktion AUSSCHNITT erzeugen.

- ANSICHTEN PLATZIEREN – BASIS
- DATEI: *Kolben.ipt*
- MASSSTAB: 5:1
- Roter Rahmen markieren – 2D SKIZZE ERSTELLEN – mit „Freihandlinie“ Bereich markieren – SKIZZE FERTIG STELLEN/ BEENDEN – AUSSCHNITT – LMK Ansicht – Tiefe: ZU BOHRUNG – LMK auf verdeckte Kante von Bohrung - OK (→30)

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



- 51.2. Bemaßung des Innen-Ø mit einem Maßpfeil

- MIT ANMERKUNG VERSEHEN – BEMASSUNG
- LMK auf Innen-Ø und Mittellinie
- Maß nach außen ziehen, aber kein LMK
- RMK – BEMASSUNGSTYP: *Linear Durchmesser*

- 51.3. Bemaßung des Spitzen mit einem Maßpfeil

- unsichtbare Linien einschalten →21.3
- Winkel bemaßen
- RMK Winkelmaß – ERSTE / ZWEITE PFEILSPITZE BEARBEITEN – PFEILSPITZE: kein

- 51.4. Weitere Vorgehensweise

- durchgezogene Mittellinie entfernen →20
- Mittellinien ergänzen →21

Kurbeltrieb montieren

Sie benötigen im Projektverzeichnis (→3) die folgenden Dateien (URL→2):

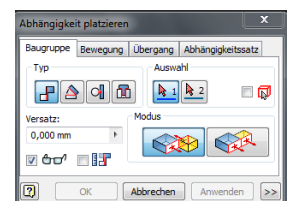
Druckluftmotor.iam mit allen zugehörigen *.ipt (→32.3):
Kurbelwelle.ipt *Schwungscheibe.ipt* *Kurbelzapfen.ipt*
Kolbenbolzen.ipt *Pleuel.ipt* *Kurbel.ipt* *Kolben.ipt*

52. Baugruppen beweglich montieren

Montieren Sie die Bauteile mit 3D-Abhängigkeiten (→35), aber lassen Sie ihnen die nötigen Freiheiten.

- 52.1. Kurbelwelle – Motorblock

- ZUSAMMENFÜGEN:
- ABHÄNGIG MACHEN
- TYP: *Passend*
- MODUS: *Passend*
- AUSWAHL1: *Mittelachse der Kurbelwelle*
- AUSWAHL2: *Mittelachse des Kurbelwellenlagers*
- VERSATZ: 0 – ANWENDEN



Damit ist die Kurbelwelle drehbar und axial beweglich.

- 52.2. Schwungscheibe – Kurbelwelle
- PASSEND – PASSEND
 - Achse – Achse*
 - PASSEND – FLUCHTEND
 - Stufe der Kurbelwelle – Fläche Schwungscheibe
 - WINKEL – 0°
 - Arbeitsachsen Kurbelwinkel von *Kurbelwelle* und *Schwungscheibe* (überträgt die Drehbewegung)

- 52.3. Schwungscheibe – Motorblock (Festlager)
- PASSEND – PASSEND : *Fläche – Fläche*
 - VERSATZ: 0,25

- 52.4. Kurbelwelle - Kurbel
- PASSEND – PASSEND : *Achse – Achse*
 - PASSEND – FLUCHTEND : *Fläche – Fläche*
 - WINKEL – 120° : *Kurbelwinkel – Kurbelwinkel*

- 52.5. Kurbel – Kurbelzapfen
- EINFÜGEN – AUSGERICHTET : *Auge – Zapfen*

- 52.6. Kurbelzapfen – Pleuel (Loslager !)
- PASSEND – PASSEND: *Achse - großes Pleuelauge*

- 52.7. 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.

- 52.8. Kolben - Zylinder
- PASSEND – PASSEND : *Achse – Achse*

- 52.9. Setzen Sie auch die Normteile ein.
- Gewindestift ISO 7434 – M4 x 10
 - PASSEND – PASSEND: *Achse Gewindestift – Achse Gewindebohrung M4 Kurbel*
 - 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)
 - VERSATZ: -4,5 mm



53. Kollisionskontrolle

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

Motor laufen lassen

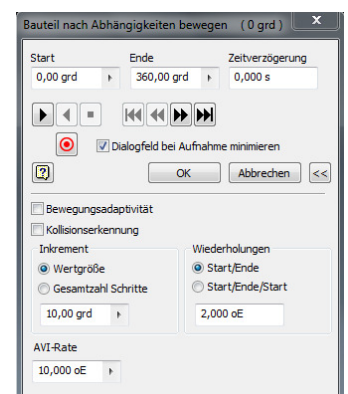
54. Baugruppen nach Abhängigkeiten bewegen

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.

- 54.1. Winkelabhängigkeit Kurbelwelle – Motorblock
- ZUSAMMENFÜGEN – ABHÄNGIG MACHEN
 - WINKEL – 0° : Kurbelwinkel Kurbelwelle – Seitenfläche Motorblock
- 54.2. Benennen Sie die neue Winkelabhängigkeit um, damit man sie schneller wieder findet.
- MODELL – KURBELWELLE – LMK letzter *Winkel (0,00) - LMK – LMK: Umbenennen in Drehwinkel*
- 54.3. Abhängigkeit unterdrücken
- MODELL – KURBELWELLE – RMK *Drehwinkel – UNTERDRÜCKUNG: Ein*
- 54.4. 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.

- 54.5. 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-Verwalten aufzeichnen und dann mit einem besseren Grafikprogramm in eine animierte GIF-Datei umwandeln.

Gesamtzeichnung

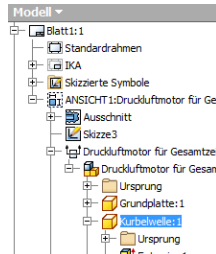
Fügen Sie erst die Vorderansicht und Seitenansicht im Schnitt ein.

- Vorderansicht →18
- Vollschnitt →19
- Teilschnitt →30 Fehler: Referenz nicht gefunden

55. Einzelteile von der Schnittdarstellung ausnehmen

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

- ANSICHT – SCHNITTANSICHT – BAUGRUPPE – RMK *Kurbelwelle* – RMK
SCHNITTBETEILIGUNG: *ohne*



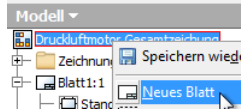
56. Gewindedarstellung

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

- 56.1. Die Darstellung der Gewinde muss für jede Ansicht extra eingeschaltet werden
- ANSICHT – RMK SCHNITTANSICHT – GEWINDEELEMENTE ANZEIGEN
- 56.2. Wenn immer noch Linien fehlen, kann man sie auch in der 2DAbleitungen in Skizzen ergänzen →30.

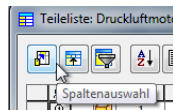
57. Stückliste und Positionsnummern

- 57.1. 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.

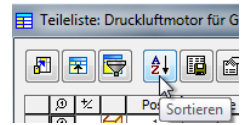
- 57.2. Fügen Sie eine Stückliste auf Blatt:2 ein.
- MIT ANMERKUNG VERSEHEN – STÜCKLISTE
 - DOKUMENT: *Druckluftmotor.iam*
 - TEILEANSICHT: *nur Bauteile*
 - Stückliste auf Blatt:2 positionieren
- 57.3. Alle Änderungen in der Teileliste erfordern den Befehl TEILELISTE BEARBEITEN, der auf mehreren Wegen aufgerufen werden kann:
- DMK Stückliste oder
 - RMK Stückliste – TEILELISTE BEARBEITEN
- 57.4. Ergänzen Sie in der Stückliste eine Spalte für den Werkstoff.
- TEILELISTE BEARBEITEN →57.3
 - SPALTENAUSWAHL
 - VERFÜGBARE EIGENSCHAFTEN: *Material* – HINZUFÜGEN
- 57.5. Korrigieren Sie Bauteilnummern, Bezeichnungen und Material nicht in der Stückliste, sondern in der Bauteil.ipt →14. 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.
- 57.6. Passen Sie die Spaltenbreiten an.



- TEILELISTE BEARBEITEN – RMK Spaltenkopf - SPALTENBREITE

57.7. Ändern Sie die Positionsnummern in der Stückliste.

- TEILELISTE BEARBEITEN
- Positionsnummern in der Spalte OBJEKT überschreiben
- SORTIEREN – SORTIEREN NACH: *Objekt*
- ANWENDEN



57.8. Fügen Sie in der Gesamtzeichnung Positionsnummern ein.

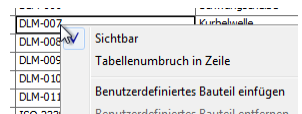
- MIT ANMERKUNG VERSEHEN – POSITIONSNUMMER
- 1. Teil an einer Kante anklicken – Ort für den Pfeil der Positionsnummer anklicken – RMK: WEITER
- 2. Teil anklicken ...
- RMK: FERTIG
- Wenn man an der Positionsnummer statt des Pfeiles an der Kante des Teiles lieber einen Punkt in einer Fläche des Teiles haben möchte, kann man den Pfeil nachträglich in die Fläche verschieben.

57.9. Positionsnummern ausrichten

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

57.10. In der Stückliste können Eintragungen unsichtbar gemacht oder ergänzt werden.

- STÜCKLISTE BEARBEITEN – RMK in die Stückliste

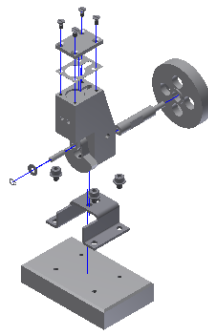


57.11. Sonstiges

- Einstellungen für die Stückliste ändern:
- VERWALTEN – STILEDITOR – STÜCKLISTE (z.B. Zeilenabstand)
- Schriftgröße → 17.3

Explosionsdarstellungen 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

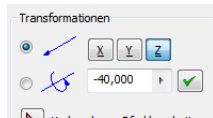
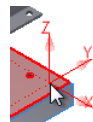
58. Explosionsdarstellung und Bewegungsabläufe

- 58.1. Öffnen Sie eine neue Präsentationszeichnung
- DATEI – NEU – *Norm.ipn*
 - DATEI – SPEICHERN UNTER – *Druckluftmotor.ipn*

- 58.2. Laden Sie die Datei *Druckluftmotor.iam*
- PRÄSENTATION - ANSICHT ERSTELLEN
 - Datei: *Druckluftmotor.iam*
 - EXPLOSIONSMETHODE: *Manuell*
 - Ansicht ausrichten

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

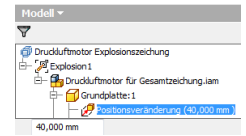
- PRÄSENTATION - KOMPONENTENPOSITION VERÄNDERN
- RICHTUNG
- Bezugsfläche anklicken, wenn ein Koordinatensystem erscheint
- Gewünschte Koordinatenachse wählen (wenn sie nicht schon blau markiert ist)
- KOMPONENTEN: Grundplatte
- TRANSFORMATIONEN: *längs Z-Achse -40 mm* (Eintippen oder Achslager ziehen)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



- 58.4. Verschieben Sie die Grundplatte und den Befestigungsbügel um weitere 40 mm nach unten
- KOMPONENTEN: Befestigungsbügel zusätzlich zur Grundplatte markieren
 - Markierung aufheben: Strg_LMK
 - TRANSFORMATIONEN: *längs Z-Achse -40 mm*
 - SCHLIESSEN

- 58.5. 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

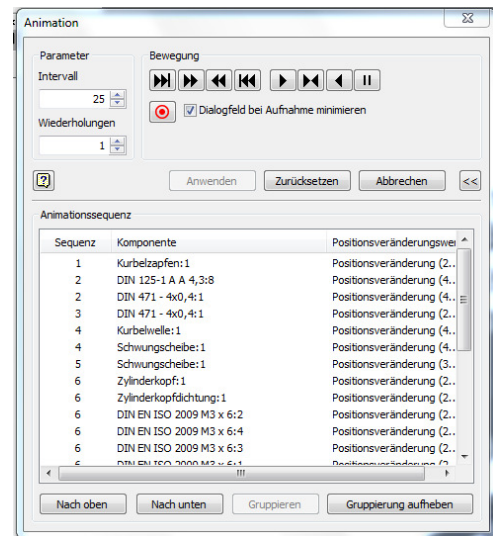
- 58.6. Sie können die Länge der Verschiebepfade nachträglich anpassen durch
- Ziehen der Pfade oder
 - KM auf einem Pfad
 - MODELL - .. - VERSCHIEBUNG – Änderung im Feld unter dem Browser (Modell)



59. Animation

- 59.1. Lassen Sie die „Explosion“ in Bewegung ablaufen, und speichern Sie die Bewegung im AVI-Verwalten.
- PRÄSENTATION – ANIMIEREN

- 59.2. Animation nachträglich bearbeiten
- PRÄSENTATION – ANIMIEREN – >>



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

Grundsätzliche Vorgehensweise

- PROJEKT anlegen.
- Einzelteilzeichnung NORM.IPT öffnen und unter der Zeichnungsnummer speichern.
 - Zeichnungselement
 - Skizzierebene wählen
 - Skizze anfertigen
 - Abhängigkeiten (parallel ..) und Maße zuweisen
 - Volumenmodell aus der Skizze erstellen (Extrudieren, Drehen ..)
 - 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.

ANSICHTSFLÄCHE: Klicken Sie auf eine Fläche des Teiles oder auf eine Ebene (z.B. im Browser unter MODELL).

VISUELLER STIL: Wählen Sie eine Ansichtsoption (Schattiert, Drahtkörper, ect.)

PROJEKTION: Orthogonale (rechtwinklige) Projektion, oder (Fluchtpunkt-) Perspektive

ANPASSEN: Unter diesem Punkt können Sie verschiedene Ansichtswerkzeuge anwählen



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 waagerecht (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

