



## 1 Aufgabe

Erstellen Sie die Zeichnung des Windmessers mit 3-D-Funktionen als Volumenkörper. Gegeben sind Gesamtzeichnung, Stückliste und Einzelteilzeichnungen.

## 2 Vorbereitung

Beginnen Sie mit der Zeichnung "Windmesser 2D Einzelteile", und speichern Sie sie sofort<sup>1</sup> unter dem neuen Namen "Windmesser 3D". Eine 2D-Zeichnung ist zwar keine Voraussetzung für das 3D-Zeichnen, aber wenn sie vorhanden ist, kann sie Zeit sparen.

## 3 zylindrische Extrusion und Vereinigung - Pos. 04 Boden

Der Grundkörper des Bodens besteht aus 2 Zylindern, die durch Extrusion aus Kreisen erzeugt und anschließend vereinigt werden können.


3.1 Zeichnen Sie auf eine freie Fläche 2 konzentrische Kreise mit  $\varnothing 50$  und  $\varnothing 40^2$ .

- LAYER – POS04
- OFANG – ZENTRUM (für die Konzentrizität)
- ZEICHNEN – KREIS
- $\varnothing 50$  ...

3.2 Extrudieren Sie den Kreis  $\varnothing 50$  auf die Höhe 2 mit dem Verjüngungswinkel  $0^\circ$ .

- ZEICHNEN – VOLUMENKÖRPER – EXTRUSION
- Kreise auswählen
- EXTRUSIONSHÖHE: 2 ↴
- VERJÜNGUNGSWINKEL:  $0^\circ$  ↴

3.3 Betrachten Sie den neuen Körper 3-dimensional.

- ANSICHT – 3D-ORBIT 
- ANSICHT – SCHATTIEREN (verleiht Kontur)<sup>3</sup>
- ANSICHT – 3D-DRAHTKÖRPER (urspr. Darstellung)<sup>4</sup>
- ANSICHT – 3D-ANSICHTEN – OBEN (urspr. Ansicht)

3.4 Extrudieren Sie den Kreis  $\varnothing 40$  auf die Höhe 10 mit dem Verjüngungswinkel  $0^\circ$ .

3.5 Beim Betrachten der Drahtkörperdarstellung oder beim Verschieben eines Zylinders bemerkt man, dass es sich nicht um einen kompakten Körper, sondern um 2 getrennte Zylinder handelt. Sie müssen erst vereinigt werden.

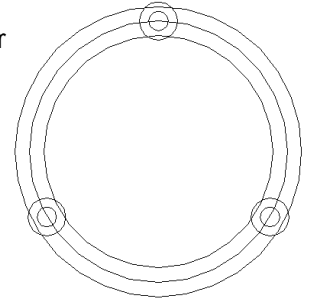
- ÄNDERN – VOLUMENKÖRPER BEARBEITEN - VEREINIGUNG

## 4 kegelige Extrusion und Differenz – Bohrungen und Senkungen in Pos. 04 Boden

In den Grundkörper müssen 3 Bohrungen mit Senkungen eingebracht. Diese werden als Negativform gleich in der richtigen Position gezeichnet und dann vom Grundkörper abgezogen.

Bild 1 Vorbereitung des Bodens

4.1 Zur Positionierung der Bohrungen wird ein dritter Kreis mit  $\varnothing 45$  konzentrisch zum Boden gezeichnet.



4.2 Für die Bohrungen und Senkungen zeichnen Sie einmal die Kreise  $\varnothing 6,5$  und  $\varnothing 3,4$  am obersten Quadranten (OFANG!) und können sie dann mit dem Befehl REIHE gleichzeitig vervielfältigen und positionieren.

- ÄNDERN – REIHE
  - POLARE ANORDNUNG
  - MITTELPUNKT: Zentrum der großen Kreise
  - GESAMTZAHL DER OBJEKTE: 3
  - WINKEL:  $360^\circ$

4.3 Der Kreis  $\varnothing 45$  kann wieder gelöscht werden.

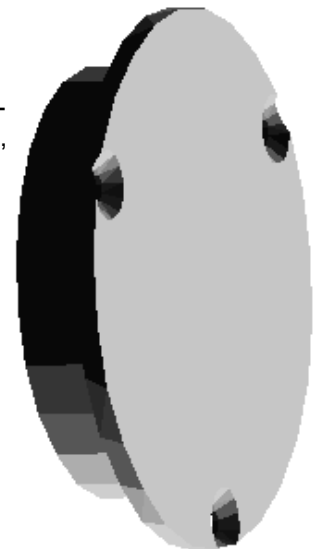
4.4 EXTRUDIEREN Sie Bohrungen  $\varnothing 3,4$  um 5 in die Höhe mit einem VERJÜNGUNGSWINKEL von  $0^\circ$  (zylindrisch).

4.5 EXTRUDIEREN Sie die Senkungen  $\varnothing 6,4$  auf die EXTRUSIONSHÖHE 3 mit einem VERJÜNGUNGSWINKEL von  $45^\circ$  (kegelig, wird nach oben enger).

4.6 Wenn man die Teile schattiert betrachtet, sieht man, dass sie sich gegenseitig durchdringen. Damit der Boden fertig wird, müssen Bohrungen und Senkungen vom Grundkörper des Bodens entfernt werden.

- ÄNDERN – VOLUMENKÖRPER BEARBEITEN – DIFFERENZ
  - BODEN AUSWÄHLEN ↴
  - BOHRUNGEN UND SENKUNGEN AUSWÄHLEN ↴

Bild 2 Boden<sup>5</sup>



<sup>1</sup> Auch in einer Textverarbeitung bastelt man nicht bei jedem Brief einen neuen Briefkopf, sondern nimmt einen alten Brief und speichert ihn sofort unter neuem Namen, damit er nicht überschrieben wird. Noch professioneller sind Dokumentvorlagen :-)

<sup>2</sup> Die Maße findet man in den Einzelteilzeichnungen oder im Tabellenbuch (Senkung).

<sup>3</sup> Unter ANSICHT findet man auch den Menüpunkt RENDER. Mit Rendern bezeichnet man sehr rechenintensive Verfahren, die eine Oberfläche abhängig von Material, Lichtquellen usw. natürlicher darstellen sollen. AutoCAD2000 bietet nur einige einfache Optionen an.

<sup>4</sup> Gebogene Flächen können in der Drahtkörperdarstellung mit unterschiedlichen Dichte der „Drähte“ (Linien) dargestellt werden. Stellen Sie die Ansicht auf Drahtkörper, tippen Sie in der Befehlszeile den Befehl ISOLINES (am. Schreibweise I), und wählen Sie z.B. den Wert 12. Die Änderung wird erst sichtbar nach dem Befehl ANSICHT – REGENERIEREN

<sup>5</sup> Einer der größten Vorteile von 3D-Zeichnungen ist, dass man Fehler leichter erkennen kann. Im Bild ist zu sehen, dass eine normgerechte Senkung theoretisch nicht passt – aber grau ist alle Theorie :-)



## 5 Positionieren mit Basispunkt und Objektfang - Pos. 03 Rotorspindel

5.1 Für geometrisch einfache Körper gibt es schnellere Verfahren als die Extrusion. Zeichnen Sie die Grundform der Rotorspindel als Zylinder  $\varnothing 6 \times 150$

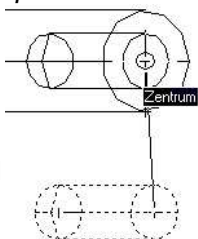
- ZEICHNEN – VOLUMENKÖRPER – ZYLINDER
- MITTELPUNKT: beliebig
- RADIUS: 3
- HÖHE: 150

5.2 Gewinde können mit den Volumenfunktionen von AutoCAD 2000 nicht sinnvoll gezeichnet werden, deshalb sollen Sie das Gewinde M4x8 nur durch einen Zylinder  $\varnothing 3,3 \times 12$  andeuten.

- ZEICHNEN – VOLUMENKÖRPER – ZYLINDER
- MITTELPUNKT: beliebig
- Radius: 1,65
- Höhe: 12
- ANSICHT – SCHRAFFIEREN – 3D-DRAHTKÖRPER  
Erleichtert das Anklicken der Elemente

*Bild 3 Bohrung in die Rotorspindel schieben*

5.3 Zwei Körper in eine definierte Position zueinander zu bringen ist einfach, wenn sie einen Berührungspunkt haben, den man in jedem der Körper mit dem OBJEKTfang greifen kann. Im Falle der Spindel und ihrer Bohrung sind dies die Zentren ihrer Grundflächen. Mit dem Befehl SCHIEBEN kann man das Zentrum der Bohrung als Basispunkt definieren und dann auf das Zentrum der Spindel setzen (siehe Bild). SCHIEBEN Sie die Kernbohrung in die Spindel, und bilden Sie die DIFFERENZ.



- OFANG – ZENTRUM
- ÄNDERN – SCHIEBEN
- OBJEKT: Kernbohrung
- BASISPUNKTE: siehe Bild
- ÄNDERN – VOLUMENKÖRPER BEARB. - DIFFERENZ

5.4 Das nächsten Positionierungsproblem bringen die Einstiche für die Sicherungsringe. Vorher zeichnen Sie eine Negativform für die Einstiche, die wie eine Unterlagscheibe aussieht (Dicke 0,8; Innen $\varnothing$  5,7; Außen $\varnothing$  beliebig; siehe Bild 5). Man kann die Form aus der Differenz zweier Zylinder konstruieren.

*Bild 4 Rotorspindel*

## 6 Benutzerkoordinatensysteme BKS / Fase Einstiche in die Rotorspindel

Wenn Objektfangpunkte zweier Körper sich zwar nicht berühren, aber in einem durch Koordinaten erfassbarem Zusammenhang liegen, kann man ein BKS (Benutzerkoordinatensystem) verwenden. Im Folgenden setzen Sie ein BKS in die Rotorspindel und schieben den Basispunkt der Negativform mit Koordinaten.

6.1 Rufen Sie die beiden Werkzeugkästen<sup>6</sup> BKS und BKS II auf<sup>7</sup>.

- RMK<sup>8</sup> auf einen anderen Werkzeugkasten
- BKS und BKS II auswählen

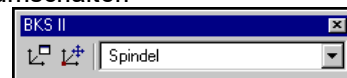
6.2 Positionieren Sie ein BKS, und speichern Sie das BKS unter dem Namen *Spindel*.

- Befehl BKS eintippen oder im Werkzeugkasten anklicken
- $n \downarrow$  (für neues BKS)
- URSPRUNG: im Zentrum der Grundfläche der Rotorspindel (Position siehe Bild 3)
- $\downarrow$
- Befehl BKS
- $sp \downarrow$  (für SPeichern)
- *Spindel*  $\downarrow$  (Name des BKS)



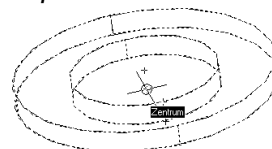
6.3 Zwischen den gespeicherten Koordinatensystemen können Sie beliebig umschalten

- EXTRAS – BENANNTES BKS.. oder



*Bild 5 BKS Spindel und Einstiche*

6.4 Kopieren Sie die Negativform der Einstiche an die vorgegebenen Positionen. Bilden Sie die Differenz.



- ÄNDERN – KOPIEREN
- Basispunkt: unteres Zentrum (siehe Bild 5)
- 2. Punkt: 0,0,17
- ÄNDERN – KOPIEREN
- Basispunkt: oberes Zentrum (siehe Bild 5)
- 2. Punkt: 0,0,127
- ÄNDERN – VOLUMENKÖRPER BEARBEITEN - DIFFERENZ

6.5 Bringen Sie die Fasen  $0,5 \times 45^\circ$  an den Enden der Rotorspindel an.

- ÄNDERN – FASE
- 1. LINIE: Umfang  $\downarrow$
- BASISFLÄCHEN-FASENABSTAND: 0,5
- ANDERER FASENABSTAND: 0,5
- KANTE WÄHLEN: nochmal den Umfang  $\downarrow$

<sup>6</sup> Werkzeugkästen entsprechen den Symbolleisten in anderen Windows-Programmen.

<sup>7</sup> Die Menüleiste Extras – BKS ist in AutoCAD 2000 nicht ausgereift, deshalb empfehle ich den Befehl BKS in der Befehlszeile oder die beiden Werkzeugkästen BKS und BKS II.

<sup>8</sup> RMK = rechter Mausklick



## 7 Rotation / 3D-Drehen – Pos.02 Spindelgehäuse

Rotationsymmetrische Körper wie das Spindelgehäuse können durch Rotation der Kontur erstellt werden, die im Halbschnitt schraffiert ist.

- 7.1 Übernehmen Sie das Spindelgehäuse aus der 2D-Zeichnung, und löschen Sie alle Linien außer der Kontur um die schraffierte Fläche und außer der Mittellinie.

Bild 6 Kontur des Spindelgehäuses



- 7.2 Verbinden Sie die Kontur ohne Mittellinie zu einer REGION<sup>9</sup>.

– ZEICHNEN – REGION

- 7.3 Rotieren Sie die Kontur zu einem Volumenkörper.

– ZEICHNEN – VOLUMENKÖRPER  
BEARBEITEN - ROTATION  
– OBJEKT: KONTUR  
– ACHSE: Mittellinie an 2 Punkten anklicken  
– ROTATIONSWINKEL: 360°

- 7.4 Das Spindelgehäuse kann in die Richtung der bisher gezeichneten Volumenkörper gedreht werden.

– ÄNDERN – 3D-OPERATION – 3D-DREHEN  
– OBJEKT: SPINDELGEHÄUSE  
– ACHSE: Y  
– PUNKT: 0,0,0  
– DREHWINKEL: +90°<sup>10</sup>

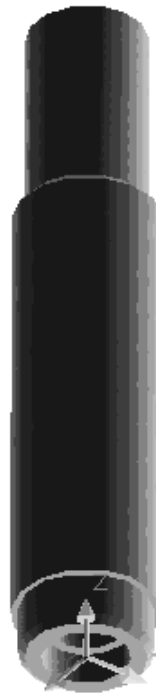
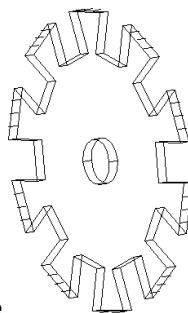


Bild 7 Spindelgehäuse

## 8 Pos. 12 Fächerscheibe

Die Fächerscheibe kann durch EXTRUSION der 2D-Zeichnung in einen Volumenkörper gewandelt werden. Vergessen Sie nicht, die Konturlinien vorher zu einer REGION zu verbinden. Nach der EXTRUSION muss die DIFFERENZ des äußeren und inneren Körpers gebildet werden.

Bild 8 Fächerscheibe



## 9 Pos. 06 Flügelarm

Der Flügelarm kann aus Zylindern und Quadern aufgebaut werden. Deuten Sie das Gewinde M3 durch die Kernlochbohrung  $\varnothing 2,5$  an. Bei der Positionierung des Schlitzes und der Bohrungen ist ein BKS hilfreich.

<sup>9</sup> Der Befehl Region gelingt nicht, wenn die Kontur nicht vollkommen geschlossen ist.

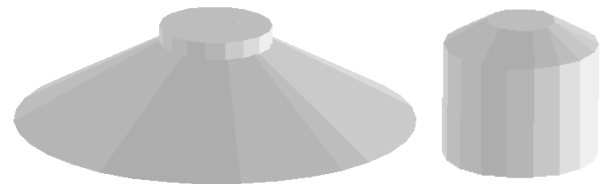
<sup>10</sup> Für die Drehrichtung gilt die Rechte-Hand-Regel: Wenn der rechte Daumen in Richtung der Y-Achse zeigt, weisen die Finger der rechten Hand in die positive Drehrichtung.

## 10 Schnittmenge - Pos. 01 Gehäuse

- 10.1 Die äußere Gehäuseform wird durch die Schnittmenge eines Kegels und eines Zylinder geformt.

- Zeichnen Sie 2 konzentrische Kreise  $\varnothing 22$  und  $\varnothing 50$
- EXTRUDIEREN Sie den Kreis  $\varnothing 22$  mit einer Höhe von 45 und einem Verjüngungswinkel von  $-60^\circ$  (kegelig, weitet sich auf)
- EXTRUDIEREN Sie den Kreis  $\varnothing 50$  mit einer Höhe von 45 und einem Verjüngungswinkel von  $0^\circ$  (zylindrisch)
- Bilden Sie die SCHNITTMENGE aus beiden Körpern
- ÄNDERN – VOLUMENKÖRPER BEARB. - SCHNITTMENGE

Bild 9 vor und nach dem Befehl SCHNITTMENGE



- 10.2 Die innere Gehäuseform kann durch 2 Zylinder gebildet werden.

- Zeichnen Sie 2 konzentrische Zylinder  $\varnothing 20 \times 45$  und  $\varnothing 40 \times 35$  und vereinigen Sie sie
- 3D-DREHEN und SCHIEBEN Sie die Innenform in die Außenform nach Bild, und ziehen Sie sie ab

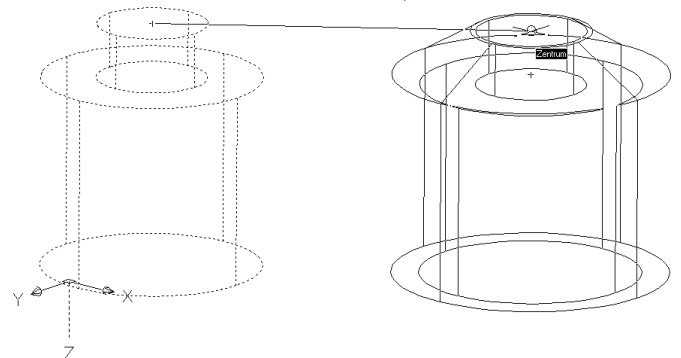


Bild 10

- 10.3 Für die Gewinde M3 muss einmal ein ZYLINDER  $\varnothing 2,5 \times 6$  gezeichnet werden (Bohrerspitze vernachlässigen) und mit Hilfe eines geeigneten BKS in das Gehäuse KOPIERT werden (ggf. vorher 3D-DREHEN). Bei den 3 Gewinden zur Befestigung des Bodens hilft der Befehl

– ÄNDERN – VOLUMENKÖRPER BEARBEITEN - 3D-REIHE

- 10.4 Die Ausfräsung kann mit einem Quader und 2 Zylindern geformt und dann aus dem Gehäuse entfernt werden. Auch hier ist ein geeignetes BKS hilfreich.



### 11 Pos. 05 Rotorkopf

Bei komplexeren Körpern wird es immer wichtiger, sich vor dem Zeichnen eine geeignete Vorgehensweise (= Arbeitsplan) zurecht zu legen.

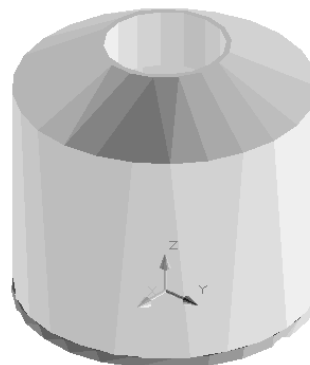
Tun Sie dies, bevor Sie den Rotorkopf zeichnen.

### 12 Pos. 07 Flügel

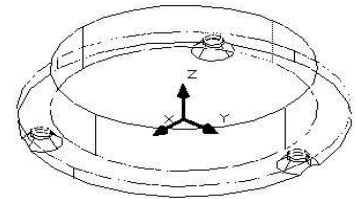
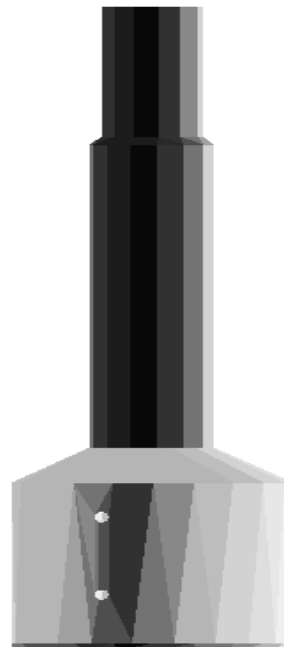
### 13 Montage der Einzelteile

In guten CAD-Programmen müssen Normteile nicht gezeichnet werden, sondern können aus Katalogen entnommen werden. Hier verzichten wir völlig auf sie.

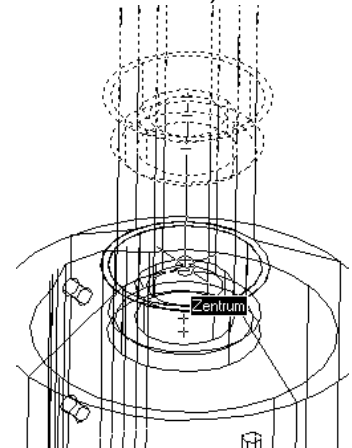
- Einrichten eines BKS mit Zentrum des Bodens



- Feinpositionierung durch Fang (hier Spindelgehäuse im Gehäuse).



- Grobe Positionierung durch absolute Koordinaten im BKS Boden (hier Spindelgehäuse über dem Gehäuse).



- Kontrolle des Ergebnisses durch  
ANSICHT – SCHATTIEREN –  
FLACHSCHATTIERT
- Unbeabsichtigte Überschneidungen können kontrolliert werden, indem aus den Elementen die SCHNITTMENGE gebildet wird.  
**Achtung: SCHNITTMENGE kann nicht rückgängig gemacht werden, deshalb unbedingt vorher die Datei sichern und umbenennen.**