

# FormZ-Workshop Strobl 2002

*Lehrziele: Das sollten Sie am Ende der Übungen beherrschen:*

- Eintragen und Ablesen von Kugelkoordinaten
- Ablesen von Teilverhältnissen
- Kennenlernen und Einrichten der Arbeitsoberfläche von formZ
- Flächen- und Volumsmodelle
- parametrische Grundkörper (Quader, Zylinder, Kegel, Kugel und Torus) erzeugen und richtig platzieren
- Platonische Körper
- allgemeine Referenzebene festlegen
- Objekte um allgemeine Geraden drehen
- Snapfunktion Mittelpunkt, Schnittpunkt
- Extrusionskörper erzeugen
- Skalieren

## **A) Kennenlernen und Einrichten der Arbeitsoberfläche von formZ**

Nach dem Start von formZ stellt sich der Bildschirm in etwa folgender Form dar:

**Menüleiste (menu bar commands)** am oberen Bildschirmrand mit den meisten in formZ zur Verfügung stehenden Befehlen

**Modellier- und Zeichenwerkzeuge (tool bar)** am linken Bildschirmrand mit den formZ-Befehlen in Symbolform. Hinter Symbolen mit roten Dreiecken verstecken sich Gruppen von zusammen passenden Befehlen.

*Schreibweise: Zur Vereinfachung schreiben wir im folgenden z.B. für die Werkzeuge in der 5-ten Reihe links „5a“ bzw. für die Werkzeuge in der 12 Reihe rechts „12a“.*

**Werkzeuge zur Fenstermanipulation (window tool bar)** am linken, unteren Rand des **Zeichenfensters** mit Befehlen (in Symbolform)

zum Vergrößern, Verkleinern des Zeichenausschnitts

zum Verändern der Ansicht

zum Einstellen der Fangoptionen

zum Ändern der Referenzebene

Bei der Verwendung mehrerer Zeichenfenster steht für jedes eine eigene **window tool bar** zur Verfügung.

Im **Zeichenfenster (graphics window)** erkennt man ein kartesisches Koordinatensystem samt einem **Gitternetz (grid)**, welches die aktive **Referenzebene (reference plane)** anzeigt.

Die **Dialogfenster** mit Informationen über

die bereits konstruierten Objekte

die verwendeten Lichtquellen, Layern (Ebenen) und Ansichten

die eingestellte Objektfarbe

die aktuelle Cursorposition und über

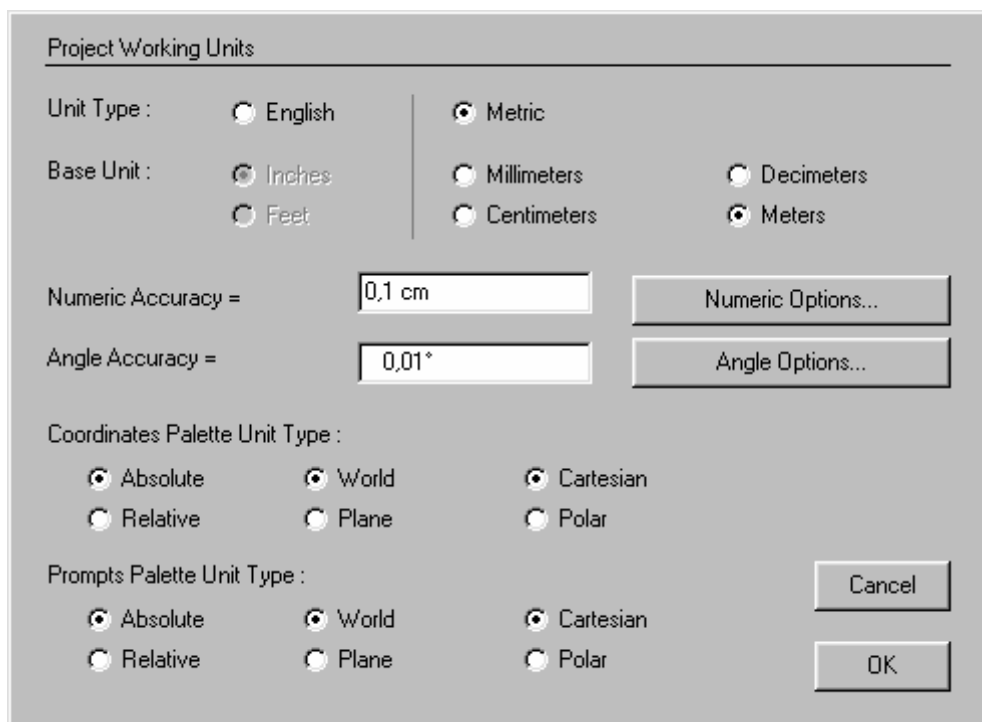
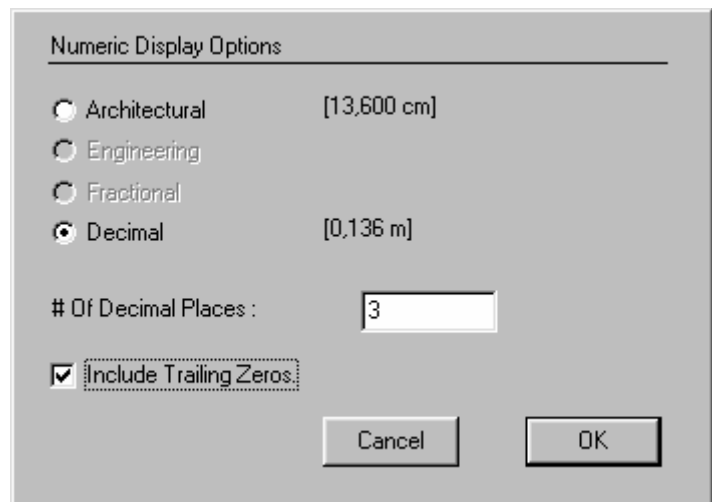
die Optionen und Parameter des momentan gewählten Befehls lassen sich so wie die meisten Fenster an beliebiger Stelle verankern.

### Arbeitseinheiten, Rasteroptionen:

Wir legen über den Menüpunkt **Options – Working Units** geeignete Arbeitseinheiten (für unsere Zwecke sind metrische Einheiten mit dem Grundmaß Meter bestens geeignet) fest.

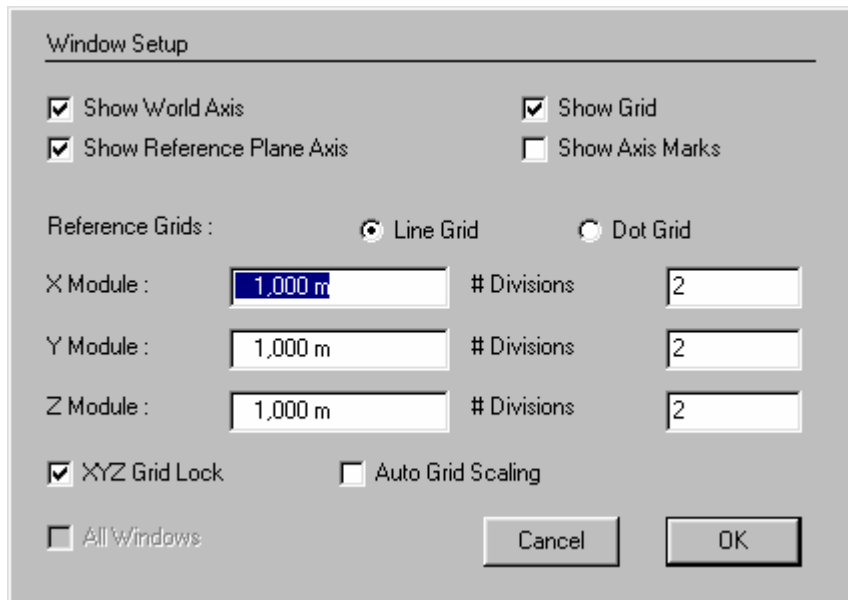
Die weiteren Einstellungen können dem Bild weiter unten entnommen werden.

Die Anzahl der angezeigten Nachkommastellen legen wir mit 3 fest: dazu öffnen wir das Dialogfenster **Numeric Display Options** (Button **Numeric Options** drücken) und geben im Feld **# Of Decimal Places** die Zahl 3 ein.



Weiters wird die Größe des Rasters der **Referenzebene** über den Menüpunkt **Windows – Window Setup** eingestellt. Dabei sollte das Kästchen **XYZ Grid Lock** jedenfalls aktiviert sein, damit das Hauptraster in allen drei Koordinatenrichtungen gleich skaliert ist. Der Wert von **# Divisions** gibt die Anzahl der Unterteilungen des Hauptrasters an.

Die in der Abbildung auf der nächsten Seite vorgeschlagenen Einstellungen eignen sich hervorragend zum Modellieren von Objekten mit ganz- und „halbzahligen“ Koordinateneckpunkten.



## B) Parametrische Grundkörper (Quader, Zylinder, Kegel, Kugel und Torus) erzeugen und richtig platzieren

1. Neues Zeichenfenster öffnen – Menü **File – New (Model)** oder **<STRG> <N>**
2. Rasterfangfunktion (**Grid snap**) aktivieren – dazu viertes Symbol in der windows tool bar drücken.
3. Die Modellierwerkzeuge **Primitives** im Zeichenfenster platzieren - dazu auf das Symbol **Cube** klicken und mit gedrückter linker Maustaste das Fenster in das Zeichenfenster ziehen.

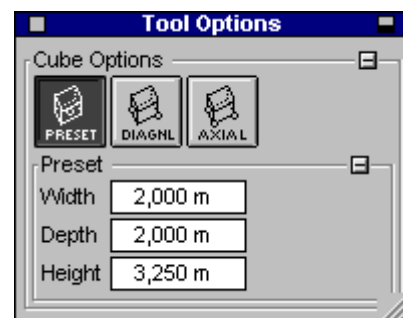
### Aufgabe:

Erstelle als Volumsmodelle

- „mit der Presetmethode“ einen roten Quader mit den Maßen (2 x 2 x 3,25) und dem Basisflächenmittelpunkt (3|2|0)
- „durch Aufziehen einer Diagonalen“ einen grünen Quader mit Eckpunkten A(-3|4|0) und C(-5|7|0) und einer Höhe von 4
- „mit der Axialmethode“ einen allgemein liegenden, 6m hohen, blauen Quader mit gegebener Kante A(-5|-3|0), B(-2|-5|0), dessen Kante CD durch den Ursprung verläuft.



1. Objektfarbe Rot einstellen
2. Werkzeug (tool) **Cube** wählen
3. im Dialogfenster **Tool Options** die Methode **Preset** aktivieren und die verlangten Werte für Länge, Breite und Höhe einstellen
4. in der Referenzebene den Cursor in der Nähe des Punktes (3|2) platzieren – Koordinaten im Dialogfenster **Coordinates** kontrollieren – und mit linker Maustaste bestätigen oder



im Dialogfenster **Prompt** die Koordinaten des Basisflächenmittelpunktes (getrennt durch Strichpunkte) eingeben

5. Objektfarbe Grün einstellen

6. im Dialogfenster **Tool Options** die Methode **Diagonal** aktivieren

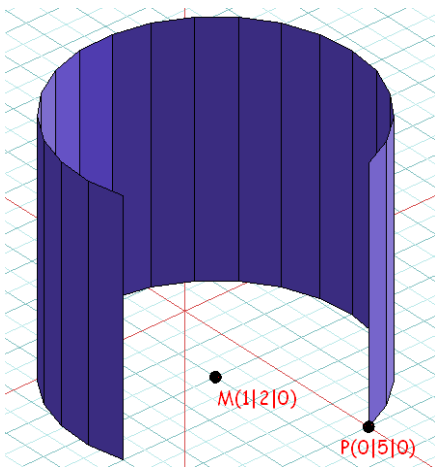
7. in der Referenzebene den Cursor in der Nähe des Punktes (-3|4) platzieren, linke Maustaste drücken, Basisrechteck aufziehen, so dass der Eckpunkt C im Punkt (-5|7|0) zu liegen kommt (mit linker Maustaste bestätigen)

8. Höhe des Quaders durch „Hochziehen“ festlegen

9. Objektfarbe Blau einstellen

10. im Dialogfenster **Tool Options** die Methode **Axial** aktivieren

11. in der Referenzebene den Cursor in der Nähe des Punktes (-5|-3) platzieren, linke Maustaste drücken, Basiskante aufziehen, so dass der Eckpunkt B im Punkt (-2|-5|0) zu liegen kommt (mit linker Maustaste bestätigen); anschließend wird der Cursor im Ursprung platziert, der Punkt bestätigt und der Quader wiederum durch „Hochziehen“ festgelegt.

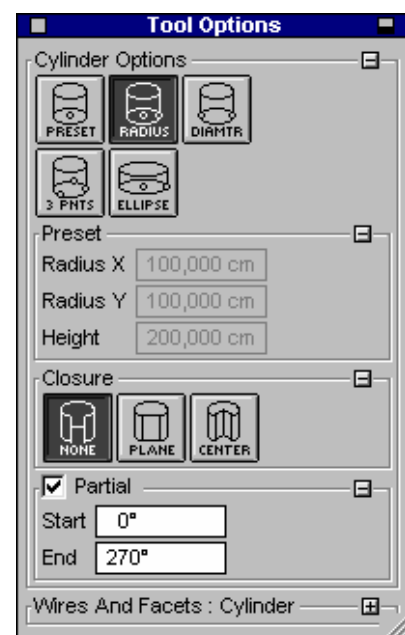


**Aufgabe:** Erzeuge ein Flächenmodell eines Drehzylinderteiles mit

- z-paralleler Drehachse  $a$
- $M(1|2|0) \in a$
- Leitkreis durch  $P(0|5|0)$
- Öffnungswinkel  $270^\circ$
- Höhe 4m

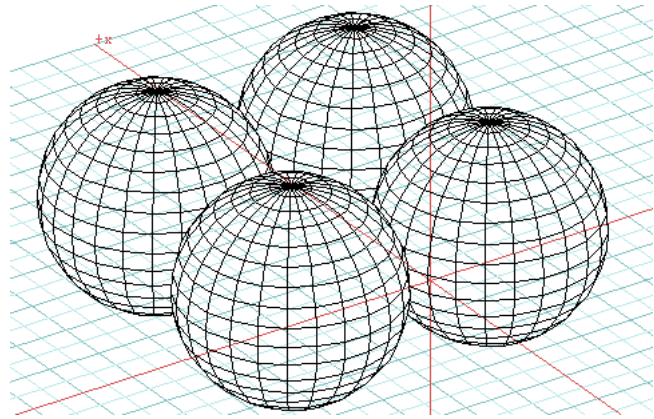


1. Neues Zeichenfenster öffnen – Menü **File – New (Model)**
2. Rasterfangfunktion (**Grid snap**) aktivieren
3. Objektfarbe Blau einstellen
4. Werkzeug (tool) **Cylinder** wählen
5. im Dialogfenster **Tool Options** eventuell „versteckte“ Optionen (,+'-Symbol drücken) sichtbar machen und
6. die Option **Radius** wählen  
Flächenmodell (**Closure None**) wählen  
**Partial** aktivieren (✓)  
**Start-** und **Endwinkel** eingeben
7. in der Referenzebene den Punkt (1|2) als Mittelpunkt, den Punkt (0|5) als Anfangspunkt und die Höhe mit 4m festlegen



**Aufgabe:** Erzeuge weitere Zylinder und Kegel und experimentiere mit den einzelnen Optionen.

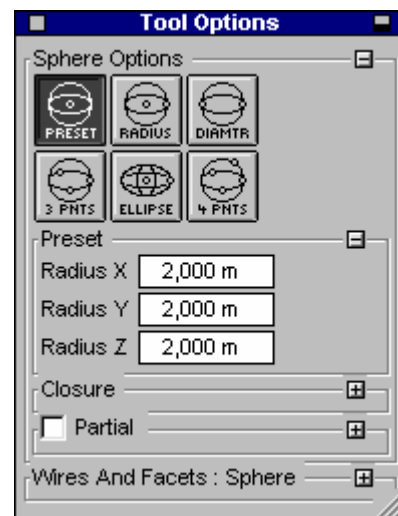
**Aufgabe:** Vier einander berührende Kugeln mit Radius 2m – die Mittelpunkte bilden ein Quadrat – sollen auf die Referenzebene gelegt werden.



1. Werkzeug (tool) **Sphere** wählen
2. im Dialogfenster **Tool Options** die Option **Preset** wählen  
Werte für den Radius eingeben  
Flächenmodell (**Closure None**) wählen

3. in der Referenzebene vier Rasterpunkte als Mittelpunkte der Kugeln angeben - die vier Mittelpunkte müssen dabei ein Quadrat mit 4m Seitenlänge bilden

**TIPP:** als Ansicht den Grundriss wählen



4. in allgemeiner axonometrischer Ansicht alle vier Kugeln markieren  
dazu das **Pick tool** – 4b – auswählen (als **Pickoption** muss das ganze Objekt verwendet werden – 4a) und alle vier Kugeln anklicken

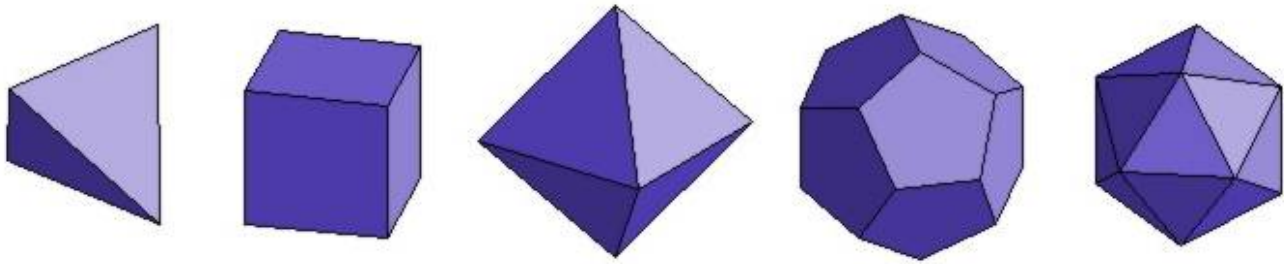
5. zum Verschieben parallel zur z-Achse in der **windows tool bar** die Option **perpendicular** aktivieren



6. das Werkzeug **move** – 12a – auswählen (11a muss auf **self** eingestellt sein) und die vier Kugeln um 2m nach oben verschieben
7. Kontrolle über den Aufriss

Anhand zweier Arbeiten (Sterne, 1948 und Wasserfall, 1961) des holländischen Grafikers M.C. ESCHER üben wir nun räumliche Drehungen und den Umgang mit Platonischen Körpern ein.

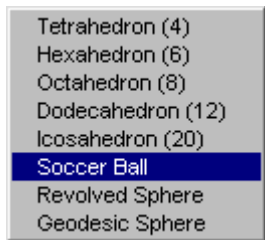
C) Die fünf Platonischen Körper mit formZ erzeugen



**Aufgabe:** Erzeuge die fünf Platonischen Körper.



1. Werkzeug **Spheric Balls** (1b) wählen



2. In **Tool Options** als **Shape** der Reihe nach

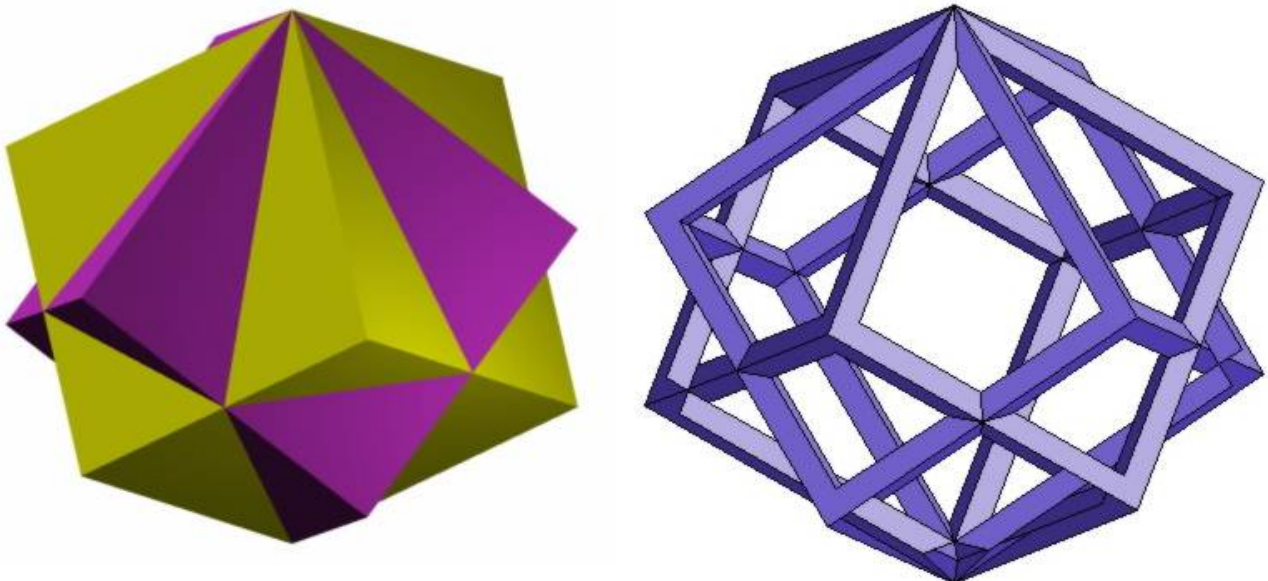
- Tetrahedron (Tetraeder)
- Hexahedron (Würfel)
- Octahedron (Oktaeder)
- Dodecahedron (Dodekaeder) und
- Icosahedron (Ikosaeder) auswählen und erzeugen

**Hinweis:** Für Oktaeder, Dodekaeder und Ikosaeder beziehen sich die Angabemöglichkeiten (**Radius, Diameter, 3 Points** und **4 Points**) jeweils auf die Umkugel; für Tetraeder und Würfel gilt: Durchmesser = Kantenlänge des Objekts.

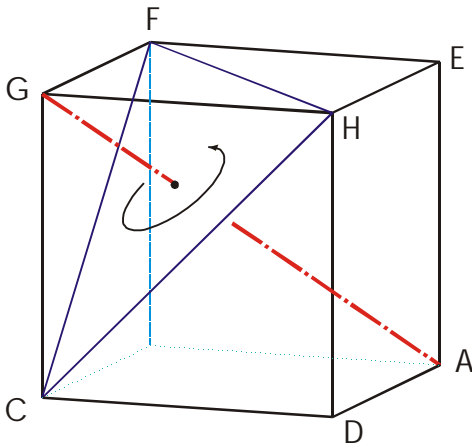
Über die Angabemöglichkeiten **Preset** und **Ellipse** (treffendere Bezeichnung wäre Ellipsoid) werden im allgemeinen Fall keine Platonischen Körper erzeugt!

D) Variationen mit zwei Würfeln (Differenz, Drehen, Vereinigung)



**Aufgabe:** Die beiden unten abgebildeten Objekte aus dem Holzstich "Sterne" sollen mit formZ modelliert werden.



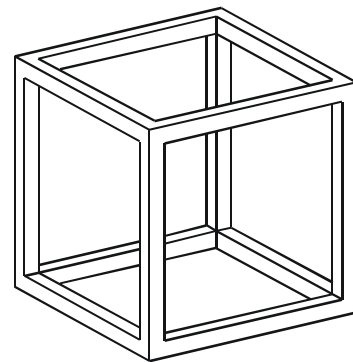
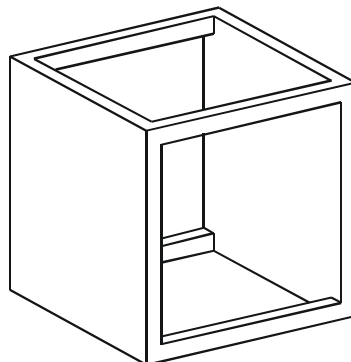
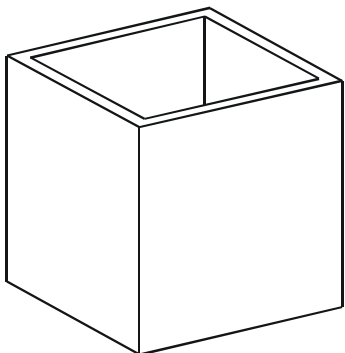
1. Würfel mit den Eckpunkten  $A(-3/-4)$  und  $C(-7/-8)$  mit dem Werkzeug **Cube** (1a) konstruieren (Seitenkantenlänge  $a=4$ ).



2. Würfel im Kopiermodus um die Achse AG (vgl. Skizze) drehen

-  zusätzlich Pickoption **Point** (4a) zum Auswählen von Punkten aktivieren
-  allgemeine Referenzebene (normal zur Drehachse) durch die Punkte C, F und H legen

- Kontrolle, ob die Referenzebene richtig liegt (Drehen des Bildes bis die Ebene projizierend wird)
  - 4a wieder auf **Object** und 11a auf **One Copy** einstellen
  - in der **window tool bar** Snapfunktion **Endpoint** einstellen (6. Symbol)
  - Werkzeug **Rotate** (12a) auswählen und Würfel um die Achse AG ("Center of Rotation ist der Punkt G"; Drehwinkel 60°) drehen
  - Snapfunktion **No Object Snap** wieder herstellen
  - beide Objekte vereinigen (8a) - Ausgangsobjekte löschen
  - Referenzebene wieder in die xy-Ebene legen
3. Würfel mit der Seitenkantenlänge 7 mit einer Ecke im Ursprung mit positiven Eckpunktskoordinaten entwerfen
4. Die Kanten des Würfels als „massive Stäbe“ ausführen
- Quader (6 x 6 x 7) mit Eckpunkten (0,5|0,5|0) und (6,5|6,5|0) erzeugen
  - Differenz (8a) der Körper bilden (Fig. 1a)
  - Referenzebene in die yz-Ebene legen und einen weiteren Quader (7 x 6 x 6) richtig bezüglich des Würfels platzieren
  - Differenz (8a) der Körper bilden (Fig. 1b)
  - Referenzebene in die zx-Ebene legen und einen weiteren Quader (6 x 7 x 6) richtig bezüglich des Würfels platzieren
  - Differenz (8a) der Körper bilden (Fig. 1c)



5. Würfel um die z-Achse um 45° (Orientierung beachten) drehen, so dass eine Flächendiagonale in die positive x-Achse fällt:

- Snapfunktion ausschalten (**No Object Snap**)



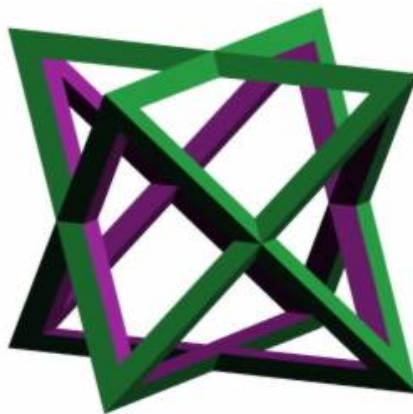
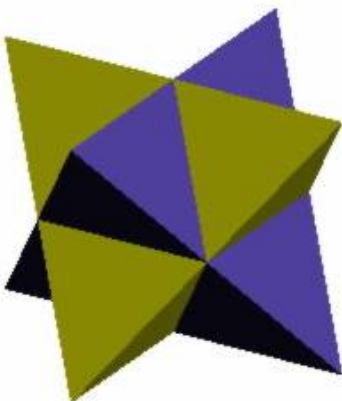
- Werkzeug **Rotate** (12a) wählen
  - Würfel anklicken
  - als Rotationszentrum (Drehachse steht immer normal zur Referenzebene) den Koordinatenursprung wählen
  - im Dialogfenster **Prompt** für den Drehwinkel  $-45^\circ$  eingeben
6. Würfel um die  $y$ -Achse aufkippen, und zwar so, dass der dem Ursprung gegenüberliegende Punkt  $G$  nach der Drehung in der  $z$ -Achse liegt:



- die  $zx$ -Ebene als neue Referenzebene festlegen – dazu in der **window tool bar** aus dem ersten Popup-Menü das Symbol für die  $zx$ -Referenzebene auswählen
  - Werkzeug **Rotate** (12a) wählen
  - Würfel anklicken
  - als Rotationszentrum wieder den Koordinatenursprung wählen
  - Snapfunktion **Endpoint** einstellen
  - Eckpunkt  $G$  und anschließend Endpunkt der positiven  $z$ -Achse anklicken
  - Kontrolle über den Grundriss (**View – Top** oder **<STRG> <6>**) hier sollte in der Wireframedarstellung ein  $rm.$  Sechseck samt Diagonalen zu sehen sein
7. Würfel im Kopiermodus um die  $z$ -Achse drehen; Drehwinkel  $60^\circ$
8. Beide Objekte vereinigen.

### C) Variationen mit zwei Tetraedern – Stella Octangula (allgemeines Polygon - Vektorlinie, Extrusionskörper, Skalieren)

**Aufgabe:** Die beiden unten abgebildeten Objekte aus dem Holzstich "Sterne" sollen mit formZ modelliert werden.



1. Tetraeder konstruieren (Methode **Diameter** -  $A(0/0)$  und  $B(-8/0)$ ; die Kantenlänge beträgt also 8 Einheiten)  
Das Tetraeder liegt nun so, dass zwei Kanten parallel zur  $xy$ -Ebene verlaufen.
2. Tetraeder im Kopiermodus um die  $z$ -parallele Achse durch einen Kantenmittelpunkt um  $90^\circ$  verdrehen (Snapfunktion **Midpoint** verwenden)



3. Objekte vereinigen
4. Neues Arbeitsblatt starten
5. Weiteres Tetraeder (wie in 1.) erzeugen – (Methode **Radius** – im Ursprung zentrierte Umkugel durch den Punkt  $A(6/0)$ )
6. Die Kanten des Tetraeders als „massive Stäbe“ ausführen

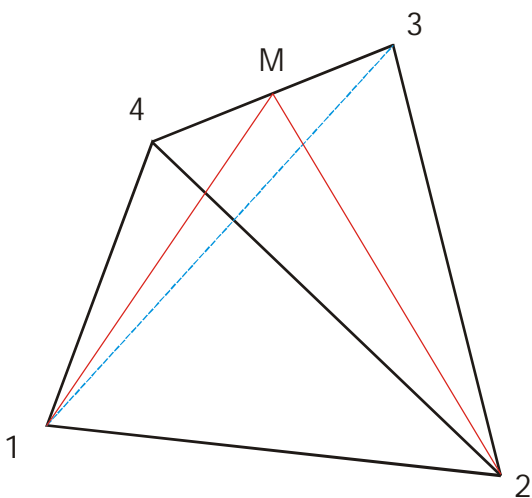
- Wir verwenden den Schnitt des Tetraeders mit der zx-Ebene als Hilfsfigur für das Leitpolygon eines „Fräsprismas“
- zx-Ebene als Referenzebene wählen



- **Object Type** auf **2D-Enclosure** einstellen (2a)



- Aus der Gruppe **Lines, Splines and Arcs** (3b) das Werkzeug **Vector Line** auswählen



- den Wert für **Justification** in den **2D Enclosure Options** (im Fenster **Tool Options**) auf **Left** setzen und den Abstand für die Parallelkurve (**Wall Width**) mit 0,5 festlegen
- Snapfunktion auf **Endpoint** einstellen
- Eckpunkte 1 und 2 snappen (einfangen)
- Snapfunktion auf **Midpoint** einstellen
- Mittelpunkt *M* der Kante 34 einfangen
- Snapfunktion auf **Endpoint** einstellen

- Eckpunkt 1 snappen; mit Doppelklick die Erzeugung des Hilfsdreiecks abschließen  
**Tip:** Ein Polygonzug (**Vector Line**) kann auch schneller mit Hilfe der Taste **<e>** beendet oder mittels **<c>** geschlossen werden



- **Object Type** auf **3D-Extrusion** einstellen (2a)

- das „innere Dreieck“ dient nun als Leitpolygon eines Prismas; nach Auswahl des Werkzeugs **Vector Line** werden der Reihe nach die Eckpunkte dieses Dreiecks eingefangen (mit Doppelklick abschließen) und anschließend wird die Höhe des Prismas (größer als 16) aufgezogen
- Snapfunktion auf **No Object Snap** einstellen und (im Grundriss) das Prisma längs der y-Achse (um etwa die halbe Höhe) verschieben
- das zweite Fräsprisma mit x-parallelen Kanten entsteht aus dem ersten durch eine 180°-Drehung (um die y-Achse) und anschließender 90°-Drehung um die z-Achse (Kopiermodus (11a) nicht vergessen; richtige Referenzebenen verwenden!).
- Differenz zwischen dem Tetraeder und den beiden Fräsprismen erzeugen

7. Ein zweites, um 90° verdrehtes Tetraeder (vgl. Punkt 2 und 3) erzeugen und mit dem ersten vereinigen.

## D) Würfel und Oktaeder (zentrische Ähnlichkeit)

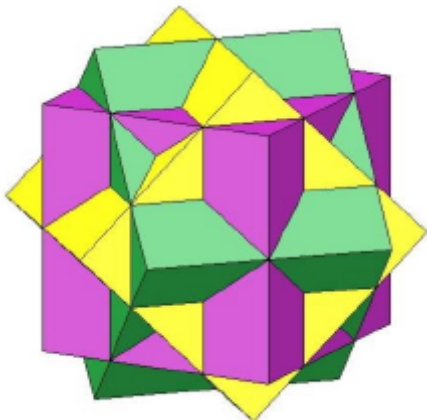


**Aufgabe:** Das links abgebildete, aus einem Würfel und einem Oktaeder zusammengesetzte Objekt (vgl. "Sterne" von M.C.Escher) soll mit formZ modelliert werden.

*Bemerkung: Das Oktaeder entsteht aus dem Würfel durch Polarisieren an der Kanteninkugel.*

1. Den Würfel (Hexahedron) als **Spherical Object** (Mittelpunkt ist der Ursprung, der Punkt  $(0|5|0)$  liegt auf der Umkugel) erzeugen damit liegt der Mittelpunkt des Würfels im Ursprung!
2. Das Oktaeder ebenfalls als **Spherical Object** (Mittelpunkt ist der Ursprung, beliebiger Radius) so erzeugen, dass die Eckpunkte auf den Koordinatenachsen liegen
3. Mit dem Werkzeug **Uniform Scale** (12a) das Oktaeder so vergrößern (verkleinern), dass die Kantenmittelpunkte des Oktaeders in den Kantenmittelpunkten des Würfels zu liegen kommen
  - Oktaeder auswählen
  - Ähnlichkeitszentrum (**Base of Uniform Scale**) im Ursprung wählen
  - Kantenmitte des Oktaeders einfangen
  - Zugehörige Kantenmitte des Würfels einfangen
4. Beide Objekte vereinigen (8a)

## E) Weitere Übungsaufgaben



Man versuche weitere, in den beiden Escherarbeiten vorkommende Objekte (vgl. linke Figur) zu modellieren.