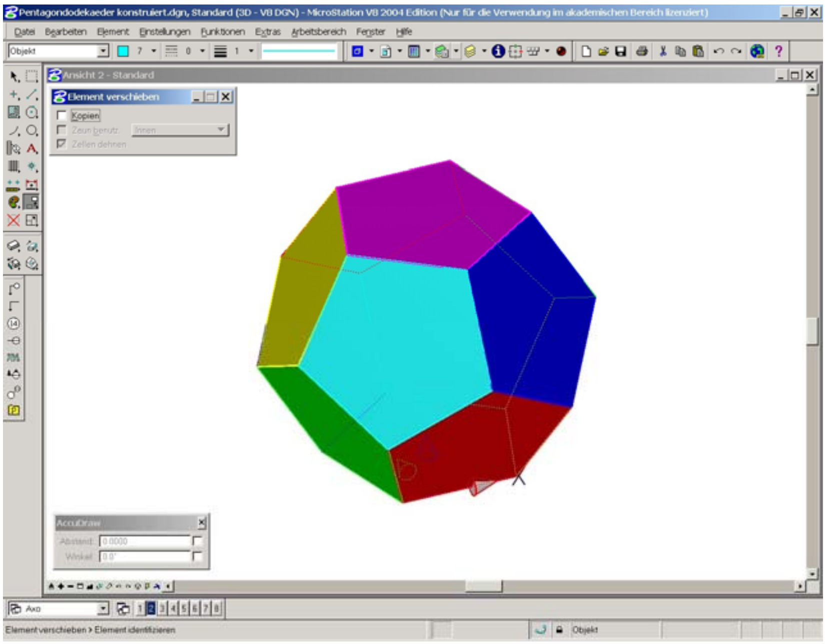
1) Flächenmodell eines Pentagondodekaeders (klassische Methode)



a) Fünfeck in xy-Ebene konstruieren (3b-4) Methode: Mitte Ecke; Radius = 5

b) zwei weitere Fünfecke in der xy-Ebene konstruieren; Methode: Über Kante
Hinweis: Orientierung beachten; das zweite Fünfeck dient nur zur Visualisierung

c) Diese beiden Fünfecke jeweils aufdrehen bis sie einander berühren; dabei wird der Punkt A um die Gerade a (gemeinsame Kante) gedreht und beschreibt einen Kreis k

diesen Kreis k konstruieren wir nun:
   i. Wir legen (z.B. mit dem Werkzeug ACS definieren (auf Element ausgerichtet)) ein Hilfskoordinatensystem in die Drehachse a und speichern dies als „Drehung 1“ ab (*Extras-Hilfskoordinaten)*
   ii. Mit Hilfe dieses Hilfskoordinatensystems können wir den Mittelpunkt M des Drehkreises k leicht konstruieren (Schnittpunkt der Normalen n mit der Drehachse a)
   iii. Zeichne den Kreis k (Methode: Mitte) durch den Punkt A (Mittelpunkt M) in der zu a normalen Ebene ein (dies ist die yz-Ebene des neuen Koordinatensystems – Taste <E>)

d) Der Kreis k wird nun mit der yz-Ebene des Weltkoordinatensystems (das ist eine Seitenfläche des Hilfskoordinatenwürfels) geschnitten. Dazu verwenden wir das Werkzeug Volumenelement/Fläche mit linearem Element schneiden und lassen die Schnittpunkte markieren. Nur einer der beiden Schnittpunkte ist der richtige.
Hinweis: Kontrolle durch Drehen des Objekts

e) Das rote Fünfeck wird nun um die Achse a gedreht, so dass der Punkt A in den Punkt S fällt. Wir verwenden das Werkzeug Drehung (8b-5) z.B. mit der Methode 3 Punkte:
   i. Identifiziere das Fünfeck
   ii. Wähle den Kreismittelpunkt M als Punkt um den gedreht wird
   iii. Zum Festlegen des Drehwinkels snape zuerst A und dann S
   Hinweis: Die Punkte MAS legen die Drehkreisebene fest

f) Nun können wir alle Hilfskonstruktionen ausblenden

g) Durch Drehen im Kopiermodus (Methode: Aktiver Winkel = 360°/5 = 72°) stellen wir vier weitere Fünfecke her, die eine Dodekaederhälfte bilden. Dazu stellen wir AccuDraw wieder in die xy-Ebene des Weltkoordinatensystems (<T>).

h) ev. Umfärben der Fünfeckseiten und Grafikgruppe bilden(6a-4) oder

i) mit dem Werkzeug Flächen vereinigen (Fläche modellieren 1b-4) zu einem (einfärbigen) Teil zusammenfügen

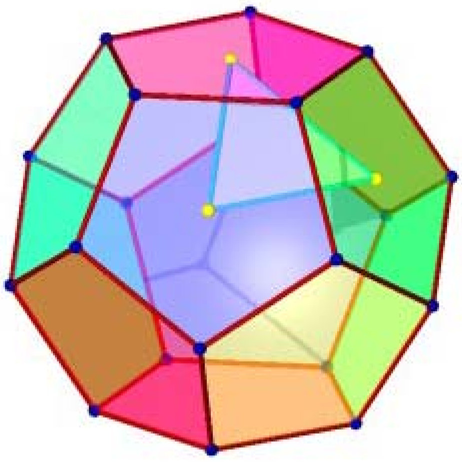
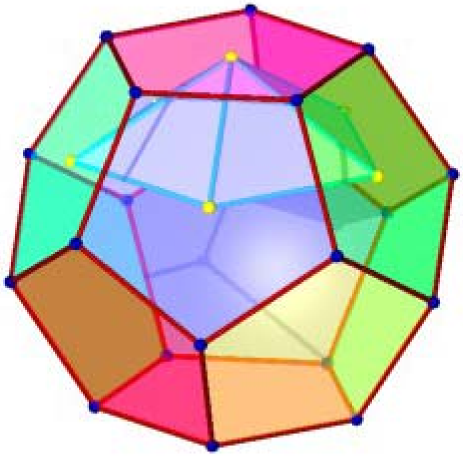
j) Nun erzeugen wir durch Kopieren und Spiegeln an einer 1. Hauptebene (xy-Ebene) eine zweite Dodekaederhälfte und fügen diese zu einem Flächenmodell zusammen:
   i. Wir drehen eine Hälfte um die z-Achse (Drehwinkel 36° bzw. 180° = 2*72°+36°)
   ii. Wir verschieben eine der Hälfte passend.
   Hinweis 1: Bei Verwendung einer Grafikgruppe wird zwar die gesamte Gruppe transformiert aber während des Spiegelungsvorgangs wird nur das ausgewählte Teilobjekt angezeigt
   Hinweis 2: Eine kopierte Grafikgruppe besteht aus Einzelteilen!

2) Volumsmodell eines Pentagondodekaeders

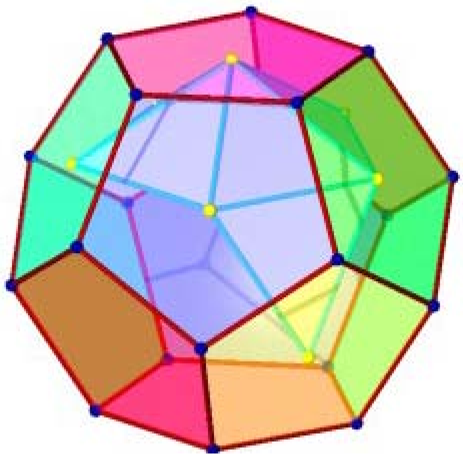
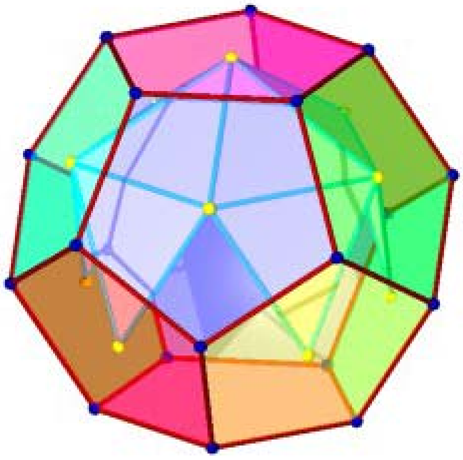
a) Vereinige alle Flächen zu einer einzigen Fläche (Fläche modellieren 1b-4)
b) Mit dem Werkzeug 3D-konvertieren (Fläche modellieren 1b-3) wird die „Hülle“ zu einem „Vollkörper“ umgewandelt.
Hinweis: Nun können Boolesche Operationen ausgeführt werden.

3) Flächenmodell eines Ikosaeders

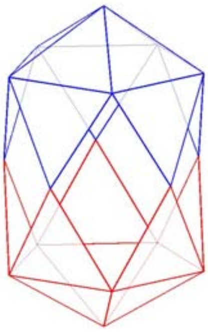
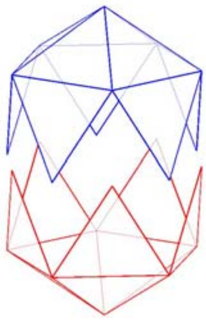
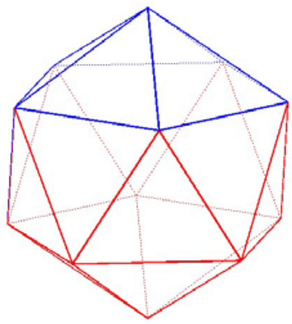
a) Wir nutzen die Dualität Dodekaeder – Ikosaeder aus und zeichnen ein Dreieck (3b-2) durch die Mittelpunkte benachbarter Fünfecke
Hinweis: Aktive Fangfunktion auf Mitte fixieren
b) Nun drehen wir dieses Dreieck im Kopiermodus 4x um die z-Achse (Drehwinkel 72°).

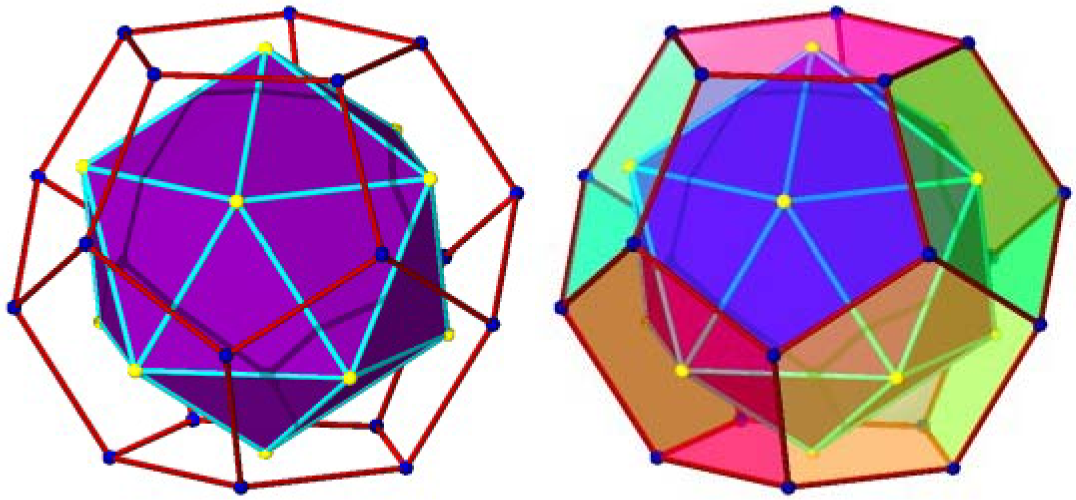
c) Wir zeichnen ein weiteres Teildreieck des Ikosaeders ein.
Hinweis: kann auch durch Spiegeln oder Drehen konstruiert werden.
d) Konstruiere vier weitere Teildreiecke durch Drehung um die z-Achse.
Diese 10 Dreiecke bilden zusammen die Hälfte eines Ikosaeders.

e) Wir heften daher die Flächen zusammen (Fläche modellieren 1b-4) und spiegeln sie im Kopiermodus um eine 1. Hauptebene. Zum Abschluss verdrehen wir einen Teil um die z-Achse um 36°.

f) Visualisiere die Dualität (Stabmodell, durchsichtige Seitenflächen, wie GEOMAG, wie CLIXI, ...)



4) **Volumsmodell aus CAD3D importieren und umwandeln**

a) Verwende die Datei DODEKAEDER UND IKOSAEDER.DGN als Seeddatei (importiert als SAT-Datei) und wandle eines der Volumsmodelle in ein Flächenmodell um.

b) Färbe einzelne Teilflächen.

5) **Volumsmodell eines Fußballs durch Eckenabschneiden eines Ikosaeders**

Das geometrische Modell eines Fußballs ist ein archimedisches Polyeder und besteht aus rm. Fünf- und Sechsecken. Durch geeignetes Eckenabschneiden eines Ikosaeders kann man daher das abgestumpfte Ikosaeder erzeugen.

Verwende für die folgenden Aufgaben wieder die Seeddatei DODEKAEDER UND IKOSAEDER.DGN.

a) Platziere mit dem Werkzeug Polygonfläche platzieren (3b-2) in einer Seitenfläche ein dem Dreieck eingeschriebenes rm. Sechseck; die Eckpunkte des Sechsecks dritteln dabei jeweils die Seitenkanten der Dreiecke.
Damit ist auch die Lage der rm. Fünfecke klar ersichtlich. Zeichne eines ein.
Hinweis: Den Unterteilungsfaktor für AccuDraw kannst du rasch mit der Taste <K> umstellen.

b) Mit dem Werkzeug Volumen abschneiden (Schnittrichtung nach vorne) kann nun eine Ecke weggeschnitten werden.

c) Die restlichen Ecken werden auf analoge Art und Weise abgeschnitten.

6) **Volumsmodell eines Fußballs als Durchschnitt von Dodekaeder und Ikosaeder**

Wir nützen dabei die Dualität der beiden Körper aus und konstruieren daher zuerst die in Punkt 3 erhaltene Lage der beiden Körper zueinander.

a) Verschiebe das Ikosaeder so, dass beide Objekte einen gemeinsamen Mittelpunkt besitzen.

b) Übe auf das Ikosaeder eine zentrische Streckung aus, so dass die Ecke A des Ikosaeders in den Mittelpunkt B einer Dodekaederseitenfläche fällt. Verwende dazu das Werkzeug Skalieren (8b-4) mit der Methode 3 Punkte (aktiviere das Kästchen Proportional).

c) Zeichne ein Hilfsfünfeck wie in Punkt 5a) ein. Dieses Fünfeck liegt in einer Ebene parallel zu einer Seitenfläche des Dodekaeders.

d) Wende nun eine zentrische Streckung auf das Ikosaeder so an, dass die beiden Fünfecke in einer Ebene zu liegen kommen. Dabei geht der Mittelpunkt des (blauen) Hilfsfünfecks in den Mittelpunkt eines Dodekaederfünfecks über.

e) Der Durchschnitt der beiden Polyeder ergibt ein Volumsmodell des gesuchten Fußballs.

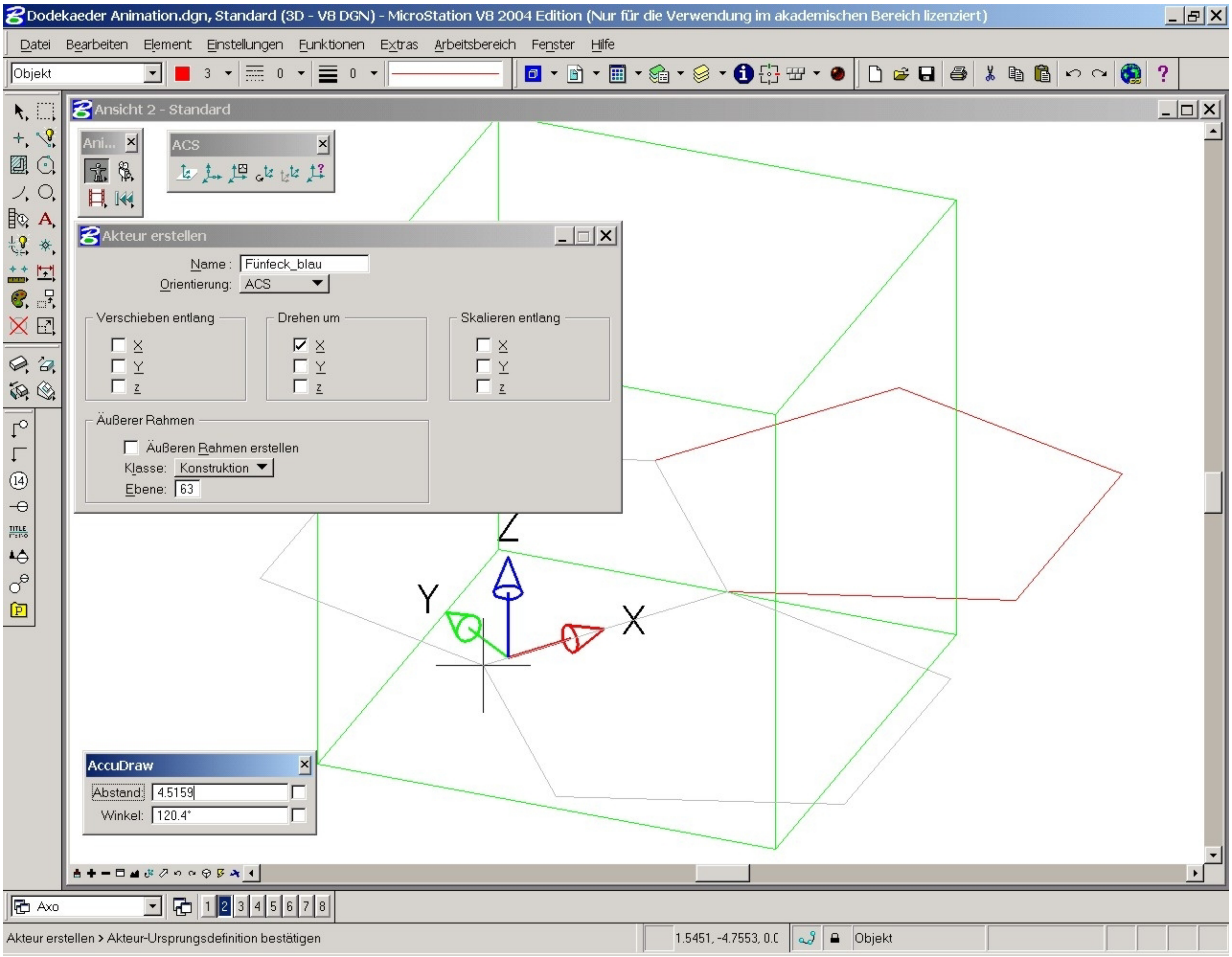
f) Ausführung als Flächenmodel, Umfärben der Seitenflächen.

Modelliere weitere archimedische Polyeder als Durchschnitt zweier dualer Platonischer Polyeder.

7) **Erzeugung einer Animation zur Visualisierung der Entstehung eines Dodekaeders**

a) Erzeuge drei Fünfecke wie in Punkt 1a, b.

b) Lege jeweils ein Hilfskoordinatensystem „Blau“ bzw. „Rot“ in die Drehachsen der Fünfecke.



c) Lege zwei Akteure „Fünfeck_blau“ und „Fünfeck_rot“ fest und beschränke die Bewegung auf die Drehung um die x-Achse; den Ursprung des Akteurs lege jeweils in die entsprechende Drehachse.

d) Arbeite mit Schlüsselbildern:
Keyframe 1: Startposition des blauen Fünfecks (Frame 0)
Keyframe 2: Startposition des roten Fünfecks (Frame 0)
Keyframe 3: Drehe das blaue Fünfeck in die Endposition (vgl. Punkt 1e) (Frame 50)
analog Keyframe 4: Endposition des roten Fünfecks (Frame 50)
Was fällt dir auf[1]? Beobachte genau!

e) Arbeite mit Akteuren:
Miss den Drehwinkel zwischen der xy-Ebene und dem aufgedrehten Fünfeck ab; dazu musst du zwei Hilfsstrecken konstruieren (63.4°).
Drehe – falls nötig – die beiden Fünfecke in ihre Ausgangslage zurück.
Mit dem Werkzeug **Akteur-Skript** (Animation 1a-7) weise der Zeile „x-Drehung“ jeweils den Wert -63.4/50*frame (= -Drehwinkel/Anzahl der Bilder * Variable frame) zu.
Tipp: Für zeitgenaues Arbeiten könntest du die Variable tSeconds verwenden!

f) Die weiteren Animationsschritte könntest du wie in Aufgabe 1 programmieren.

[1] Alle Punkte durchlaufen geradlinige Bahnkurven (Sehnen der Drehkreisbögen).