

WiSe 20/21



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN

Prof. Dr. Winfried Kurth
Alex Tavkhelidze

Praktikum Computergrafik

Folien zu #1

Einführung:

grafische Primitive

Fenstereinstellungen

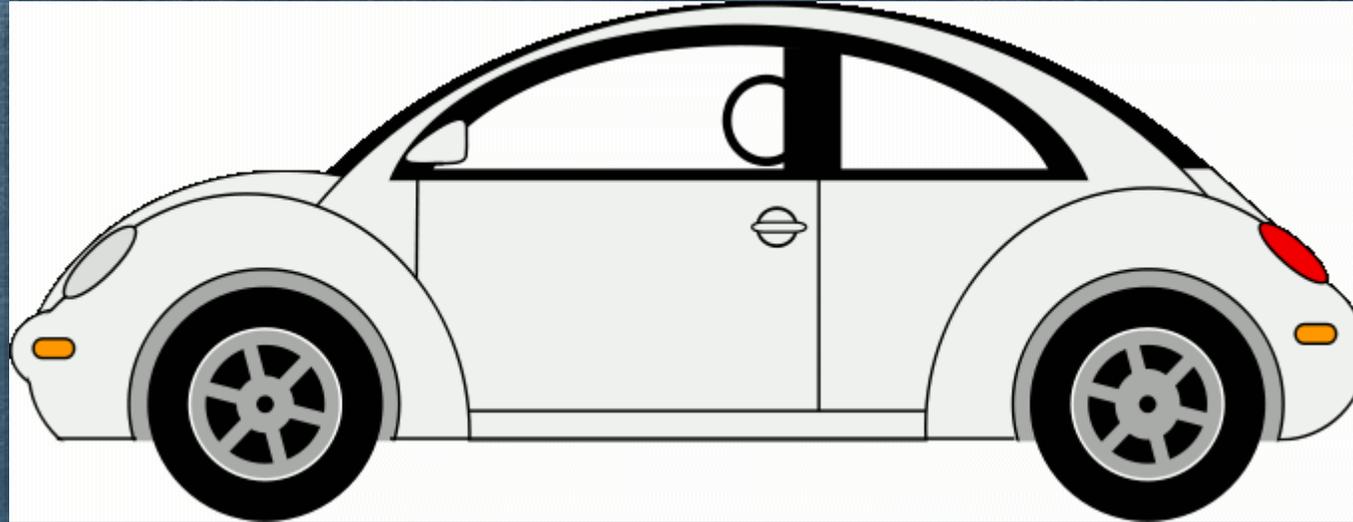
Exportieren in Eclipse

Weiteres:

Objektbibliotheken

3D Objekte

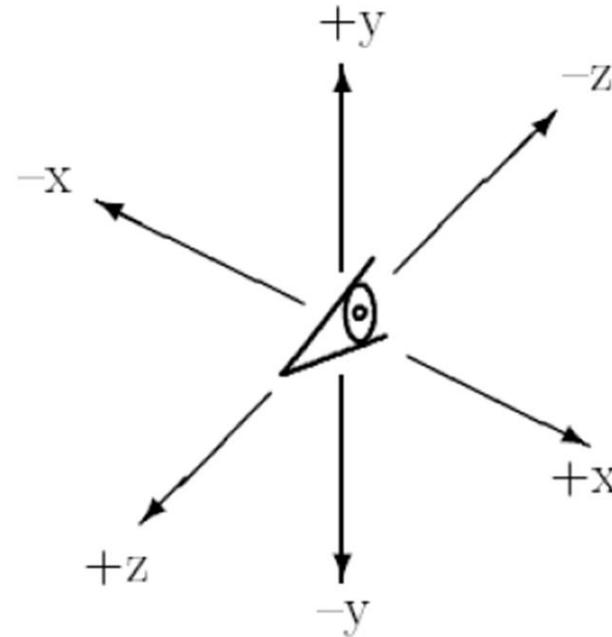
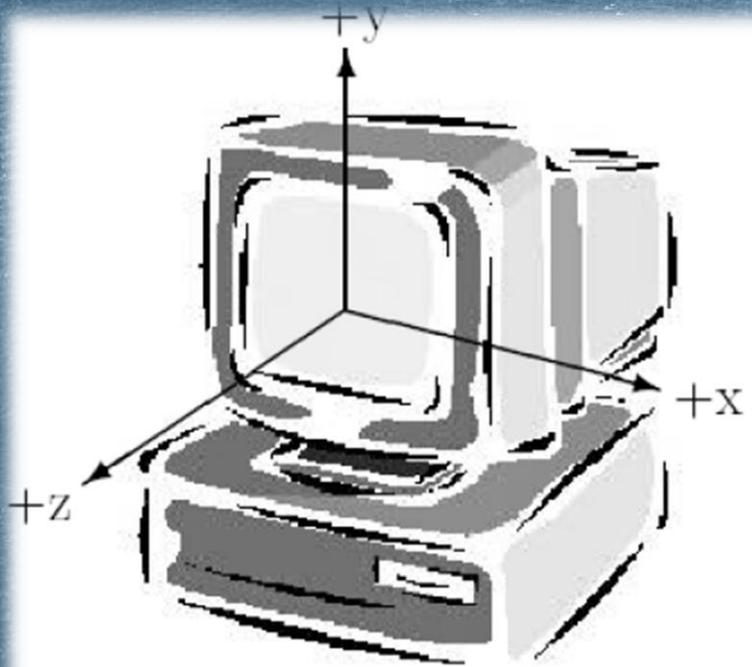
Freiformgeometrie



Grafische Primitive in OpenGL

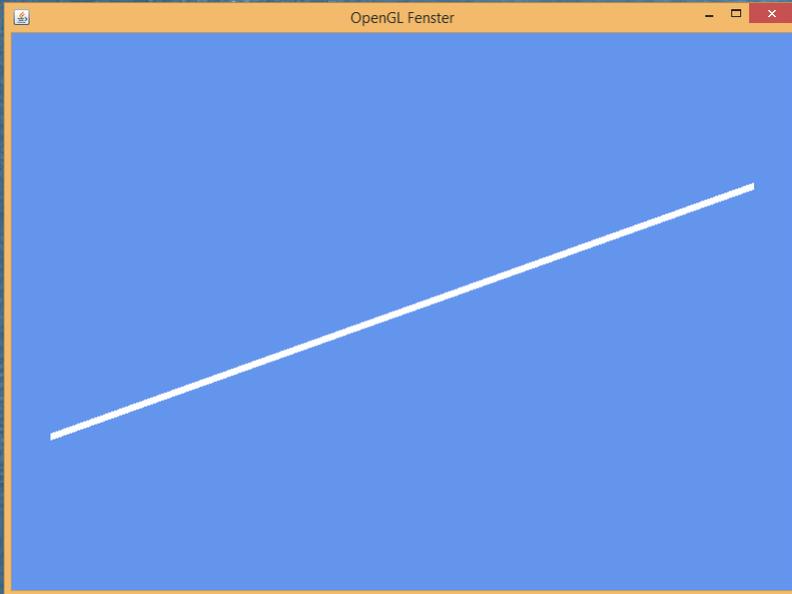
- ▶ Mit einfachen Bausteinen erstellt man (hoch)komplexe Strukturen
- ▶ Die Bausteine nennt man **Primitive** in OpenGL

Koordinatensystem in OpenGL



Bestimmung eines 3D-Knotens (Punktes) erfolgt durch den Befehl `glVertex3f(float x, float y, float z)`

Liniensegmente



- ▶ Der Parameter `GL2.GL_LINES` wandelt zwei Knoten (Vertices) in ihre Verbindungsstrecke um
- ▶ Die Linienbreite setzt man mit der Methode `glLineWidth(float width)`

```
@Override
public void display(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

    final float w = 7.0f;

    gl.glLineWidth(w);

    gl.glBegin(GL2.GL_LINES);

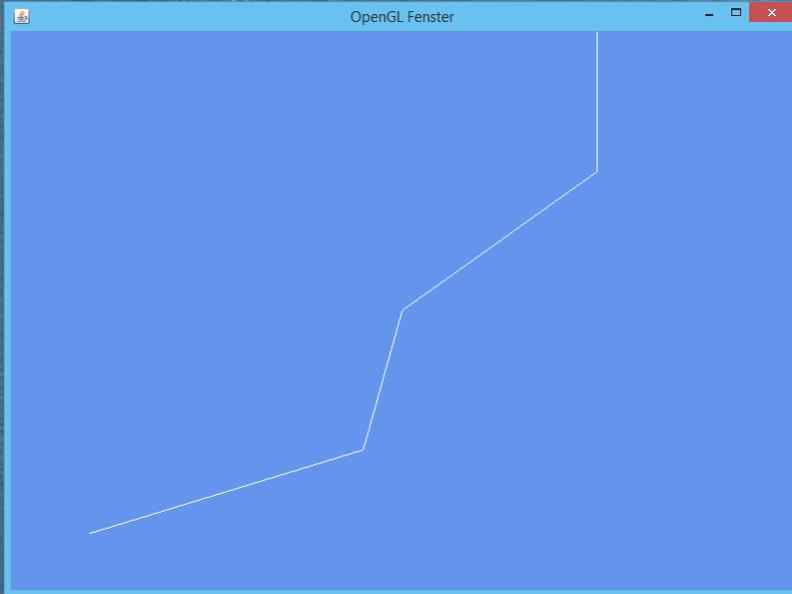
        gl.glVertex3f(-0.9f, -0.45f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.9f, 0.45f, 0.0f);

    gl.glEnd();

    gl.glFlush();

}
```

Linienzüge



- ▶ Der Parameter `GL2.GL_LINE_STRIP` interpretiert die Liste der Vertices als Endpunkte eines Linienzuges

```
@Override
public void display(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

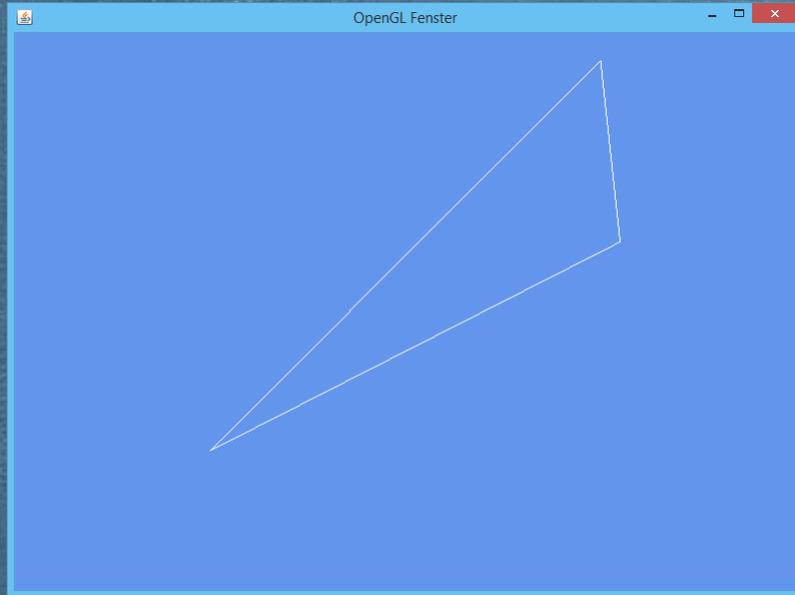
    gl.glBegin(GL2.GL_LINE_STRIP);

        gl.glVertex3f(-0.8f, -0.8f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(-0.1f, -0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.0f,  0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(0.5f,  0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(0.5f,  1.0f, 0.0f);

    gl.glEnd();

    gl.glFlush();
}
```

geschlossene Linienzüge



- ▶ Der Parameter `GL2.GL_LINE_LOOP` bildet aus der Liste der Vertices einen geschlossenen Linienzug

```
@Override
public void display(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

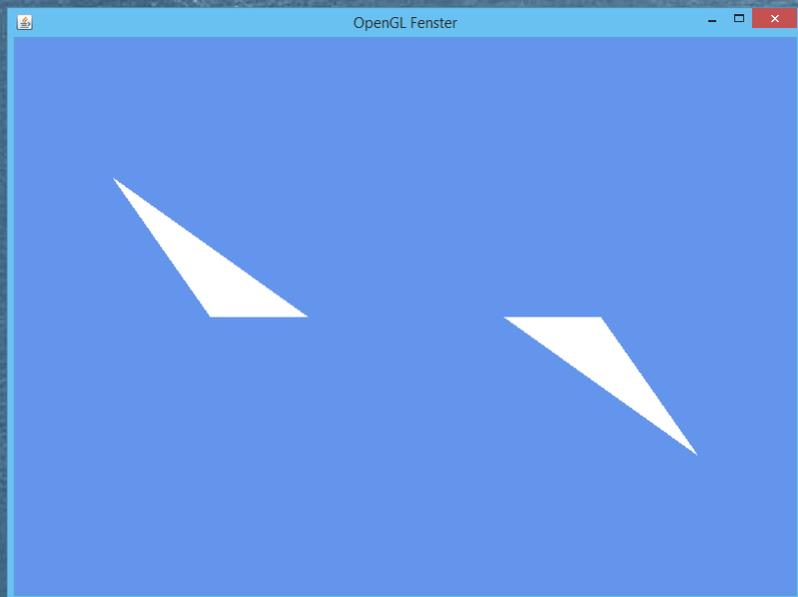
    gl.glBegin(GL2.GL_LINE_LOOP);

        gl.glVertex3f(-0.5f, -0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.55f, 0.25f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.5f, 0.9f, 0.0f);

    gl.glEnd();

    gl.glFlush();
}
```

Dreiecke



- ▶ Der Parameter `GL2.GL_TRIANGLES` fasst die Dreier von Punkten als Dreiecke zusammen

```
@Override
public void display(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

    gl.glBegin(GL2.GL_TRIANGLES);

        gl.glVertex3f(0.50f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(0.75f, -0.50f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(0.25f, 0.0f, 0.0f);

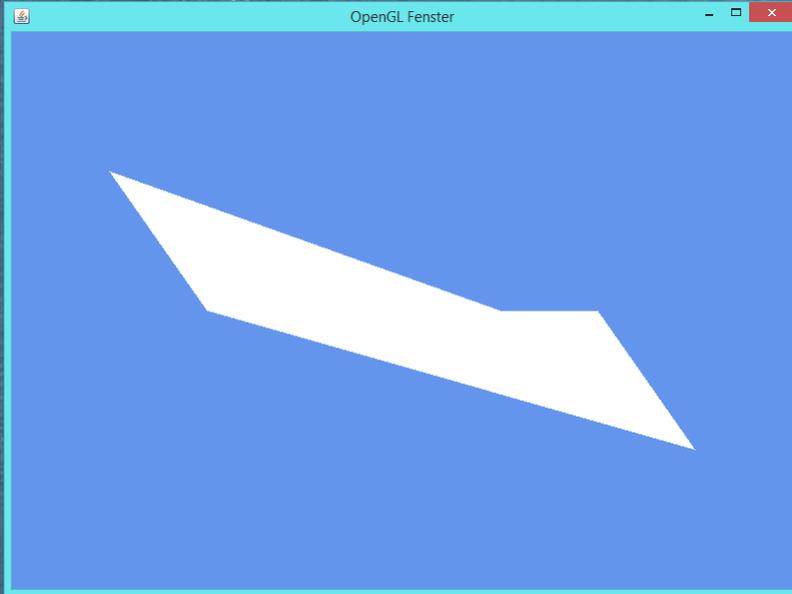
        gl.glVertex3f(-0.50f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(-0.75f, 0.50f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(-0.25f, 0.0f, 0.0f);

    gl.glEnd();

    gl.glFlush();

}
```

Dreiecksstreifen (1)



- ▶ Der Parameter `GL2.GL_TRIANGLE_STRIP` interpretiert die Liste der Vertices als Gruppe verbundener Dreiecke

```
@Override
public void display(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

    gl.glBegin(GL2.GL_TRIANGLE_STRIP);

        gl.glVertex3f( 0.50f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.75f,-0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.25f, 0.0f, 0.0f);

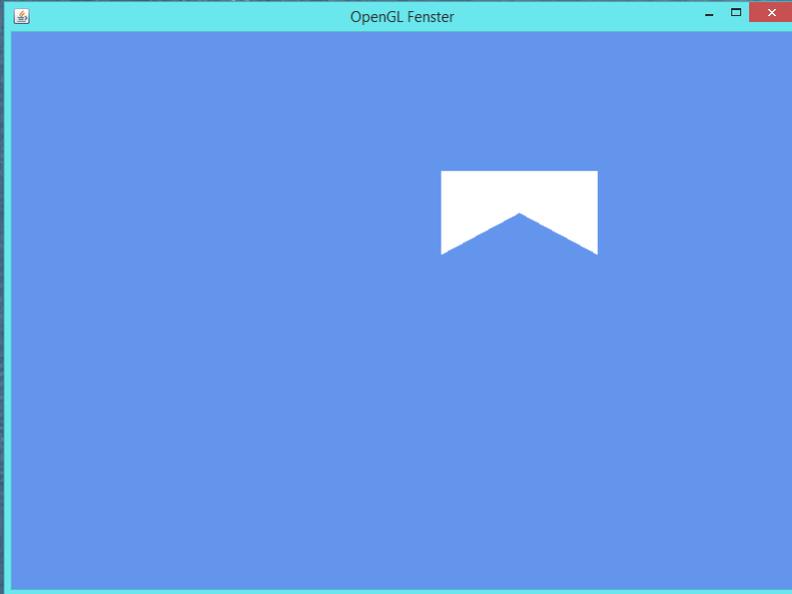
        gl.glVertex3f(-0.50f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(-0.75f, 0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(-0.25f, 0.0f, 0.0f);

    gl.glEnd();;

    gl.glFlush();

}
```

Dreiecksstreifen (2)



- ▶ Welches Bauverfahren des Parameters `GL2.GL_TRIANGLE_STRIP` ergibt sich aus dem Vergleich beider Dreiecksstreifen?

```
@Override
public void display(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

    gl.glBegin(GL2.GL_TRIANGLE_STRIP);

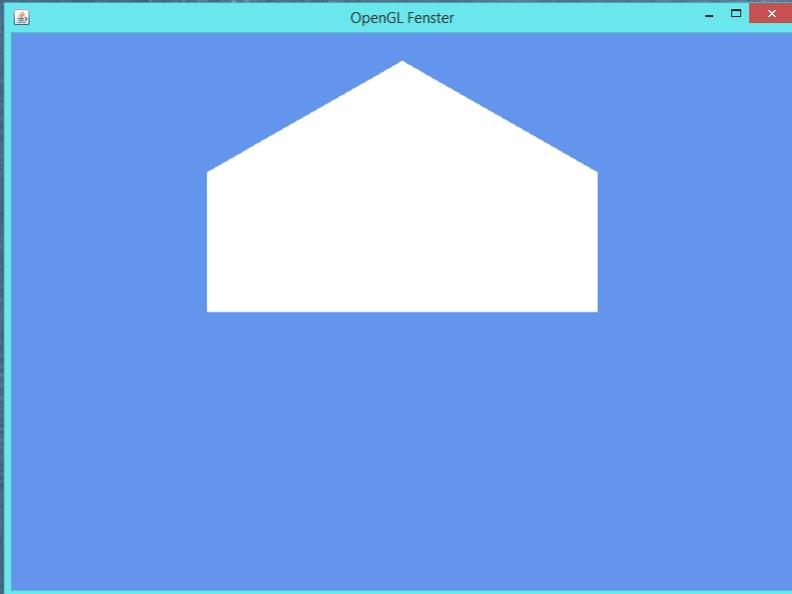
        gl.glVertex3f( 0.1f, 0.2f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.1f, 0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.5f, 0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.5f, 0.2f, 0.0f);

    gl.glEnd();;

    gl.glFlush();

}
```

Polygone



- ▶ Der Parameter `GL2.GL_POLYGON` nutzt die Liste der Knoten als Spitze eines Polygons

```
@Override
public void display(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

    gl.glBegin(GL2.GL_POLYGON);

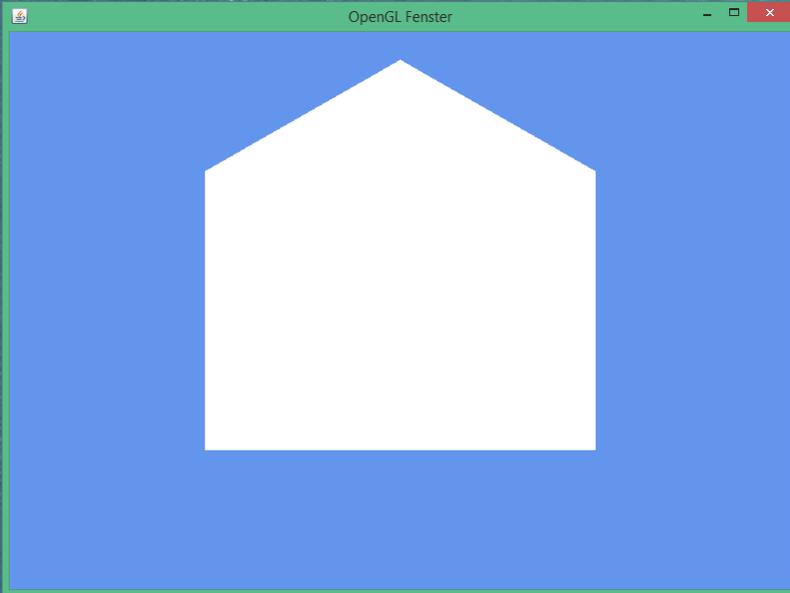
        gl.glVertex3f(-0.5f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.5f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.5f, 0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.0f, 0.90f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(-0.5f, 0.5f, 0.0f);

    gl.glEnd();

    gl.glFlush();

}
```

einfachste Zusammensetzung von Bausteinen



- ▶ Erfolgt durch die nacheinanderfolgende Verwendung der `gl.glBegin ... gl.glEnd` Code-Ausschnitte

```
@Override
public void display(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

    gl.glBegin(GL2.GL_POLYGON);

        gl.glVertex3f(-0.5f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.5f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.5f, 0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.0f, 0.9f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(-0.5f, 0.5f, 0.0f);

    gl.glEnd();

    gl.glBegin(GL2.GL_POLYGON);

        gl.glVertex3f(-0.5f,-0.5f, 0.0f);
        gl.glVertex3f(-0.5f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.5f, 0.0f, 0.0f);
        gl.glVertex3f( 0.5f,-0.5f, 0.0f);

    gl.glEnd();

    gl.glFlush();

}
```

Weitere Grafik-Primitive

Befehl	Beschreibung
GL_POINTS	Zeichnet jeweils einen Punkt
GL_QUADS	Zeichnet mehrere 4-Ecke (aus jeweils 4 Vertices)
GL_QUAD_STRIP	Zeichnet einen Streifen von 4-Ecken
GL_TRIANGLE_FAN	Zeichnet eine Serie von 3-Ecken, die sich einen Mittelpunkt teilen: zB v0,v1,v2, dann v0,v2,v3, dann v0,v3,v4, usw.

Fenstereinstellungen

Farbe



- ▶ Die **Farbtabelle** mit der von 0 bis 1 verlaufenden RGB-Werten ist beispielsweise unter diesem Link abrufbar:

www.rgbtool.com

```
@Override
public void init(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    2
    /*Mit diesem Befehl setzt sich eine andere Farbe mit Gleitkommazahlen
    * als Parameter, die dem RGBA-Format entsprechen */
    gl.glClearColor(0.863f, 0.078f, 0.235f, 1.0f);

}

@Override
public void display(GLAutoDrawable drawable) {
    // TODO Auto-generated method stub

    GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
    1
    // Löschung des Farbpuffers (Schwarz setzt sich defaultmäßig)
    gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT);

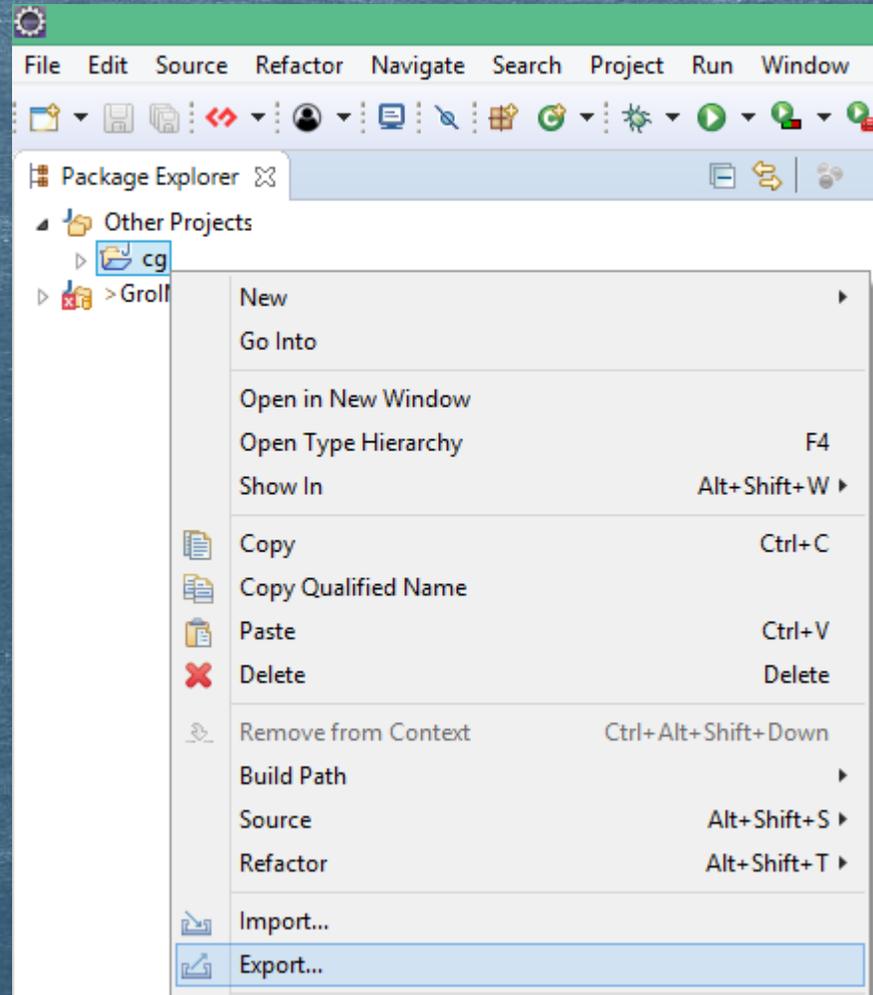
    // call your draw code here

    gl.glFlush();

}
```

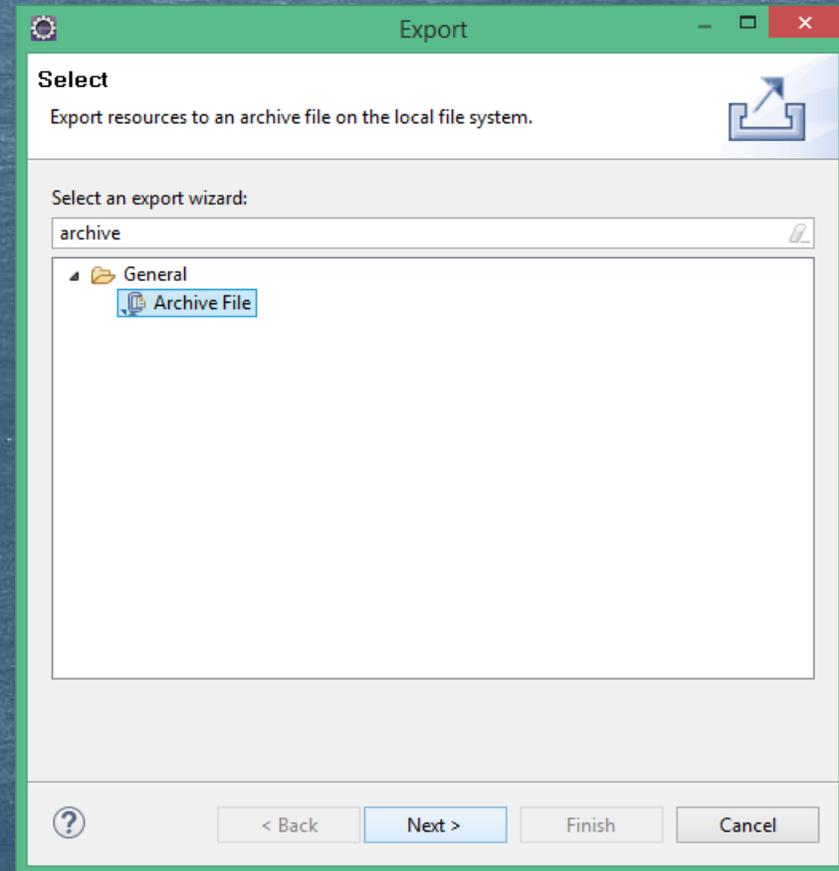
Exportieren von Java-Projekten in Eclipse

Schritt 1 von 4



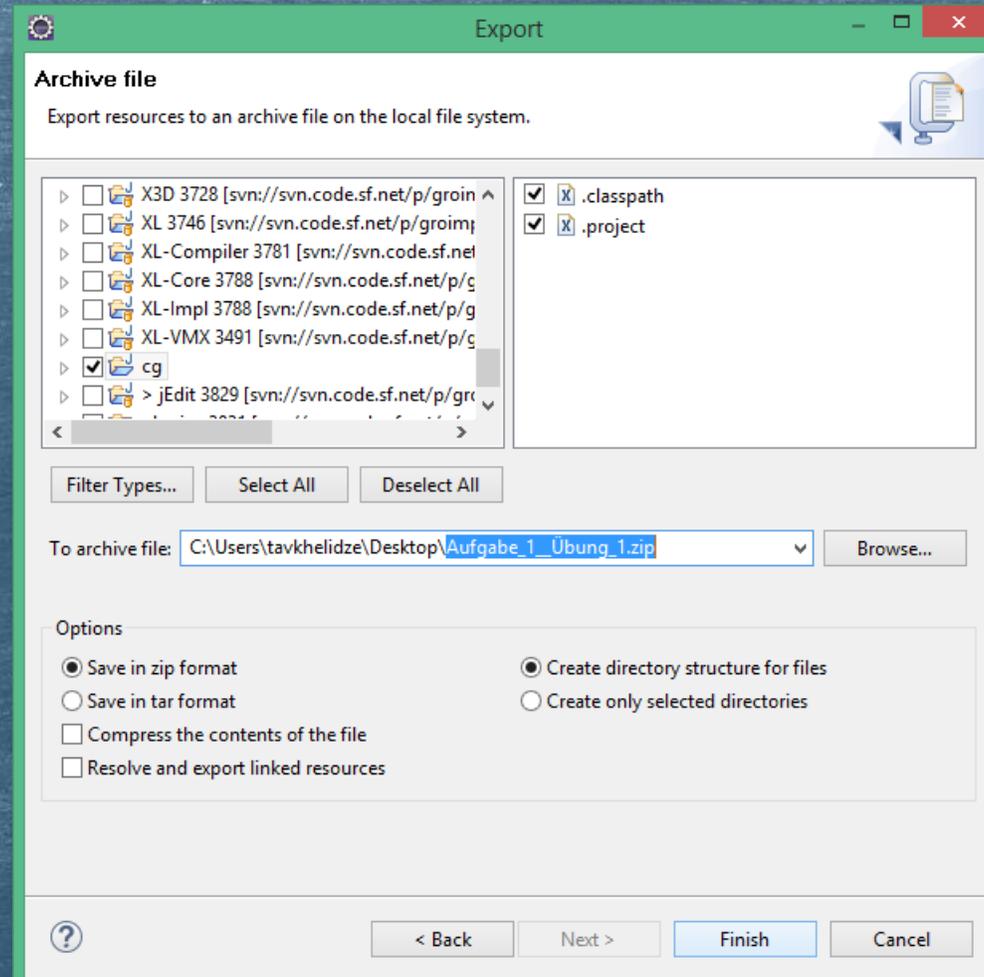
Exportieren von Java-Projekten in Eclipse

Schritt 2 von 4



Exportieren von Java-Projekten in Eclipse

Schritt 3 von 4



Exportieren von Java-Projekten in Eclipse

Schritt 4 von 4



Bibliotheken für geometrische Objekte (1)

Bibliothek

com.jogamp.opengl.GL2

Geometrische Objekte

Geometrische Primitive:

<i>Linien</i>	<i>Vielecke (Polygone)</i>	
<i>Punkte</i>	<i>Dreiecke</i>	<i>Vierecke</i>

GL2.GL_POINTS
glPointSize()

GL2.GL_TRIANGLES

GL2.GL_QUADS

Weitere geometrischen Objekte:

<i>Scheiben</i>	<i>Tetraeder</i>	<i>Würfel</i>
-----------------	------------------	---------------

Freiformgeometrie:

<i>Bézierkurven</i>	<i>Bézierflächen</i>
---------------------	----------------------

Bibliotheken für geometrische Objekte (2)

Bibliothek

Geometrische Objekte

com.jogamp.opengl.glu.GLU

Quadriken:

<i>Scheibe</i> gluDisk()	<i>Scheibenausschnitt</i> gluPartialDisk()
<i>Kugel</i> gluSphere()	<i>Zylinder</i> gluCylinder()

Basische 3D Objekte:

com.jogamp.opengl.util.gl2.GLUT

Würfel Drahtgitter	glutWireCube()	Kugel Drahtgitter	glutWireSphere()
Würfel Volumen	glutSolidCube()	Kugel Volumen	glutSolidSphere()
Kegel Drahtgitter	glutWireCone()	Torus Drahtgitter	glutWireTorus()
Kegel Volumen	glutSolidCone()	Torus Volumen	glutSolidTorus()

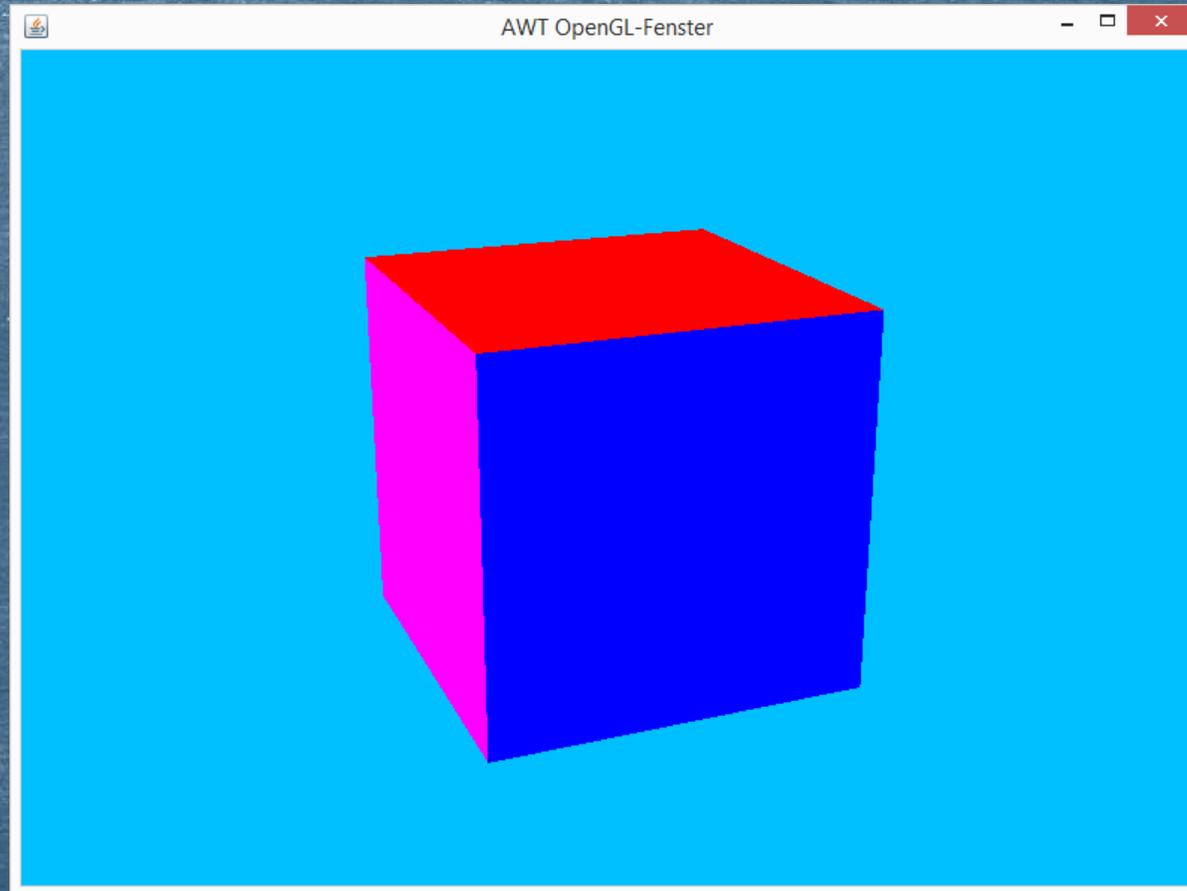
Weitere 3D Objekte:

Tetraeder Drahtgitter	glutWireTetrahedron()	Teekanne Drahtgitter	glutWireTeapot()
Tetraeder Volumen	glutSolidTetrahedron()	Teekanne Volumen	glutSolidTeapot()

3D-Objekte: Würfel (1)

Volumen, ohne Farbverlauf

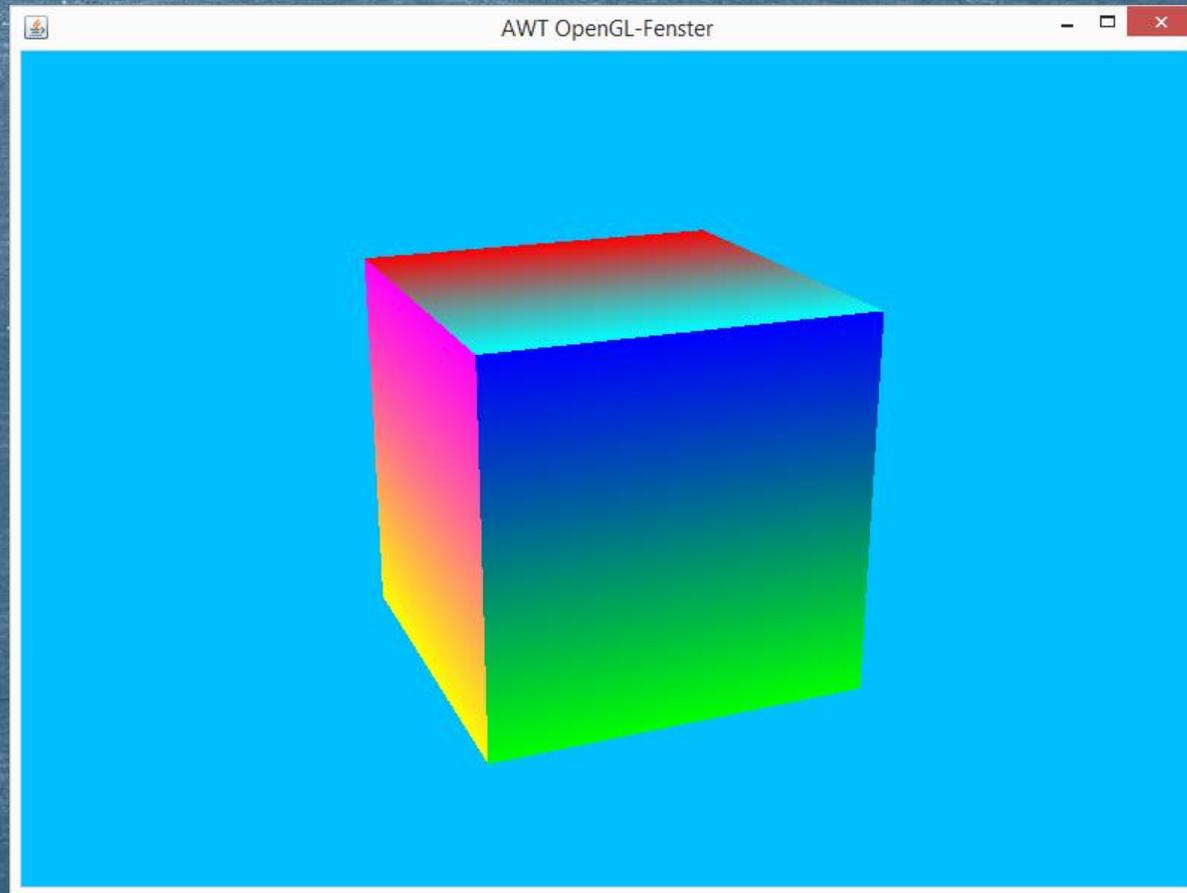
```
void drawCube(GL2 gl) {  
  
    gl.glBegin(GL2.GL_QUADS);  
  
    // Obere Fläche  
    gl.glColor3f( 1f,0f,0f ); //red color  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Left  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Bottom Right  
  
    // Untere Fläche  
    gl.glColor3f( 0f,1f,0f ); //green color  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Top Left  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Right  
  
    // Vordere Fläche  
    gl.glColor3f( 0f,0f,1f ); //blue color  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Top Left  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Bottom Right  
  
    // Hintere Fläche  
    gl.glColor3f( 1f,1f,0f ); //yellow (red+green)  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Left  
  
    // Linke Fläche  
    gl.glColor3f( 1f,0f,1f ); //purple (red+green)  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Left  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Bottom Right  
  
    // Rechte Fläche  
    gl.glColor3f( 0f,1f, 1f ); //sky blue (blue+green)  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Top Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Right  
  
    gl.glEnd();  
}
```



3D-Objekte: Würfel (2)

Volumen, mit Farbverlauf

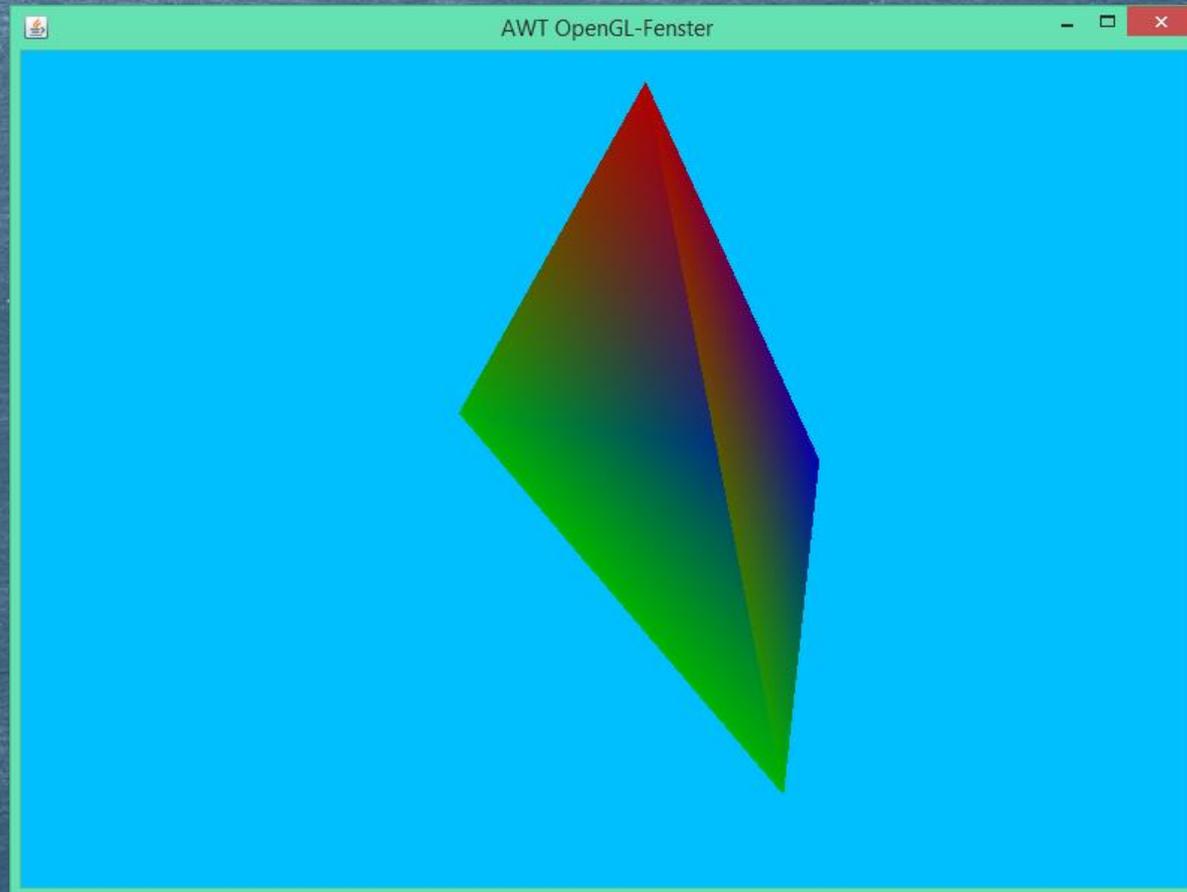
```
void drawCube(GL2 gl) {  
  
    gl.glBegin(GL2.GL_QUADS);  
  
    // Obere Fläche  
    gl.glColor3f( 1f,0f,0f ); //red color  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Left  
    gl.glColor3f( 0f,1f, 1f ); //sky blue (blue+green)  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Bottom Right  
  
    // Untere Fläche  
    gl.glColor3f( 0f,1f,0f ); //green color  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Top Left  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Right  
  
    // Vordere Fläche  
    gl.glColor3f( 0f,0f,1f ); //blue color  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Top Left  
    gl.glColor3f( 0f,1f,0f ); //green color  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Bottom Right  
  
    // Hintere Fläche  
    gl.glColor3f( 1f,1f,0f ); //yellow (red+green)  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Left  
  
    // Linke Fläche  
    gl.glColor3f( 1f,0f,1f ); //purple (red+green)  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( -0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Left  
    gl.glColor3f( 1f,1f,0f ); //yellow (red+green)  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Bottom Right  
  
    // Rechte Fläche  
    gl.glColor3f( 0f,1f, 1f ); //sky blue (blue+green)  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, -0.7f ); // Top Right  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 0.7f, 0.7f ); // Top Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Bottom Left  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Bottom Right  
  
    gl.glEnd();  
}
```



3D-Objekte: Tetraeder

Durchsichtig, mit Farbverlauf

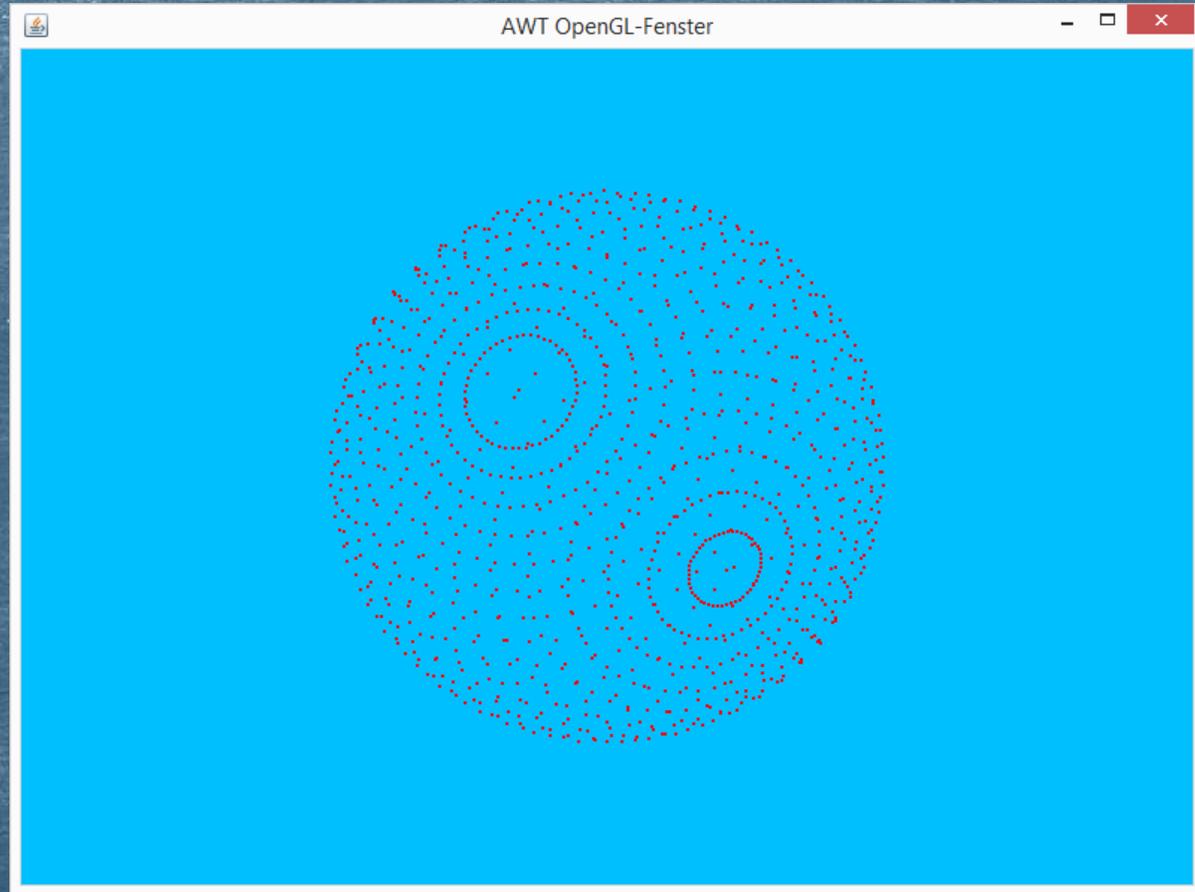
```
void drawTetrahedron(GL2 gl) {  
  
    gl.glBegin(GL2.GL_TRIANGLES);  
  
    // erste Seitenfläche  
    gl.glColor3f( 0.7f, 0.0f, 0.0f ); // Red  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 1.0f, 0.0f ); // Top  
    gl.glColor3f( 0.0f, 0.7f, 0.0f ); // Green  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Left  
    gl.glColor3f( 0.0f, 0.0f, 0.7f ); // Blue  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Right  
  
    // zweite Seitenfläche  
    gl.glColor3f( 0.7f, 0.0f, 0.0f ); // Red  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 1.0f, 0.0f ); // Top  
    gl.glColor3f( 0.0f, 0.0f, 0.7f ); // Blue  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Left  
    gl.glColor3f( 0.0f, 0.7f, 0.0f ); // Green  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Right  
  
    // dritte Seitenfläche  
    gl.glColor3f( 0.7f, 0.0f, 0.0f ); // Red  
    gl.glVertex3f( 0.7f, 1.0f, 0.0f ); // Top  
    gl.glColor3f( 0.0f, 0.7f, 0.0f ); // Green  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Left  
    gl.glColor3f( 0.0f, 0.0f, 0.7f ); // Blue  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Right  
  
    // Grundfläche  
    gl.glColor3f( 0.0f, 0.7f, 0.0f ); // Red  
    gl.glVertex3f( -0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Top  
    gl.glColor3f( 0.0f, 0.0f, 0.7f ); // Blue  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, 0.7f ); // Left  
    gl.glColor3f( 0.0f, 0.7f, 0.0f ); // Green  
    gl.glVertex3f( 0.7f, -0.7f, -0.7f ); // Right  
  
    gl.glEnd();  
}
```



3D-Objekte: Kugel (1)

GLU, Punktwolke

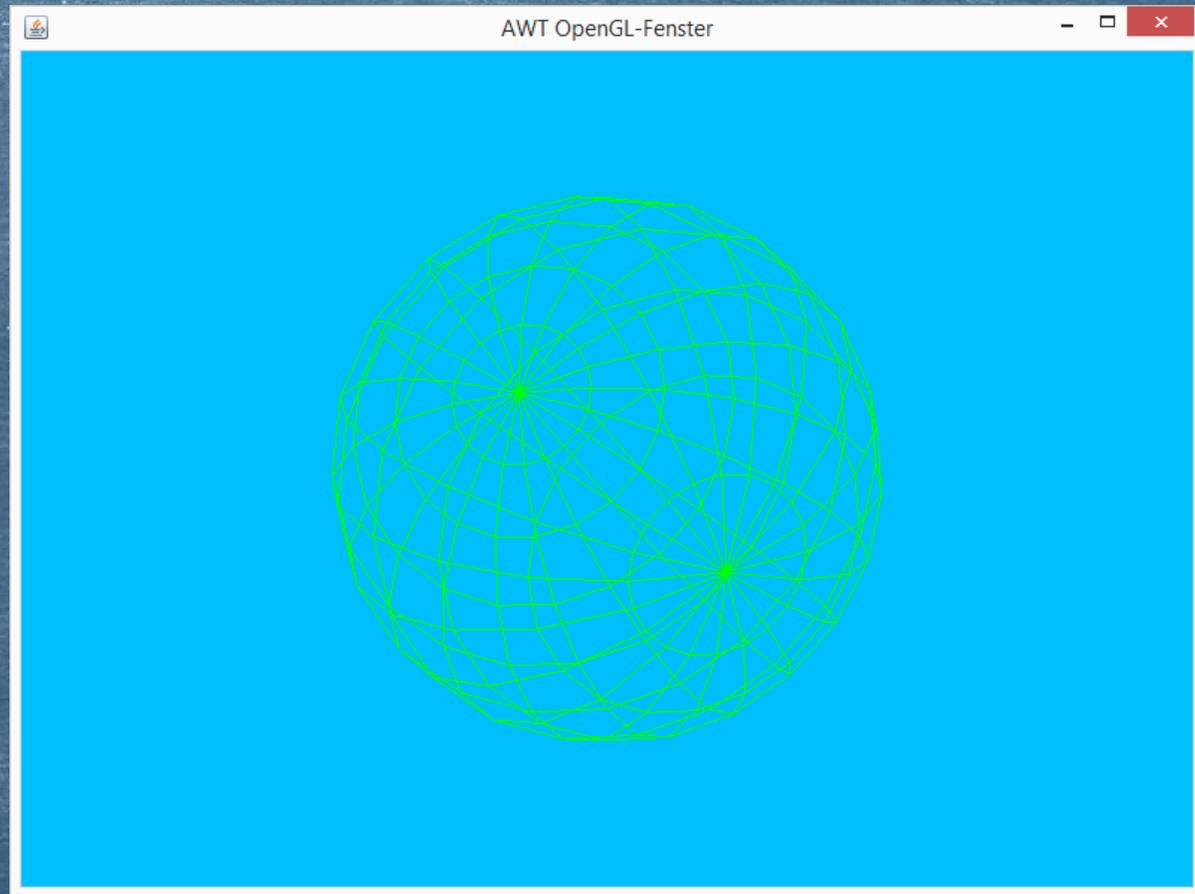
```
void drawGluPCSphere(GLU glu, GL2 gl) {  
  
    GLUquadric quad;  
    quad = glu.gluNewQuadric();  
  
    gl.glPointSize(2f);  
    glu.gluQuadricDrawStyle(quad, GLU.GLU_POINT);  
  
    gl.glColor3f(1,0,0); // rot  
  
    glu.gluSphere(quad,1,50,25);  
  
}
```



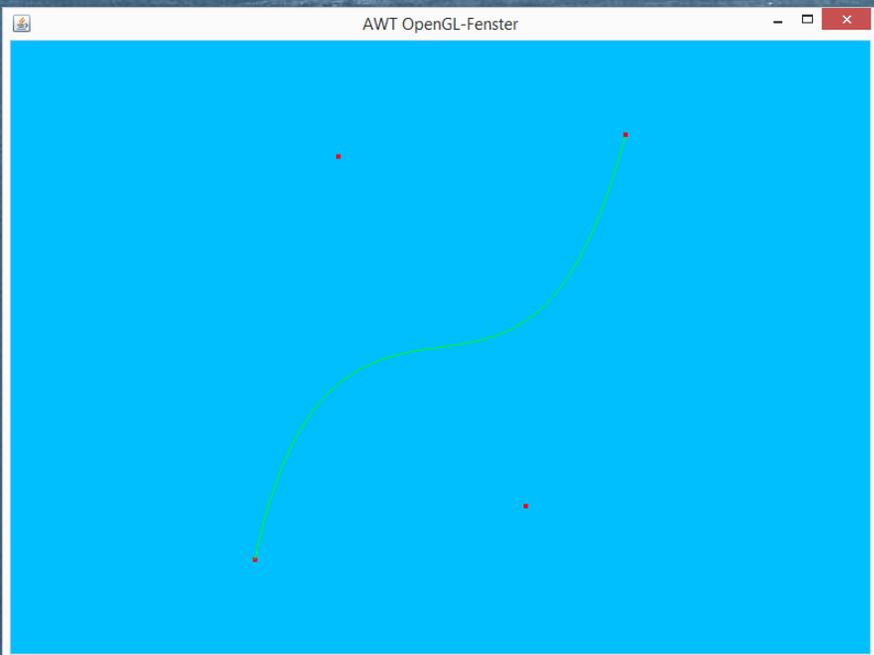
3D-Objekte: Kugel (2)

GLUT, Drahtgitter

```
void drawGlutWiSphere(GLUT glut, GL2 gl) {  
    gl.glColor3f(0f, 1f, 0f); // Green  
    glut.glutWireSphere(1, 20, 10);  
}
```

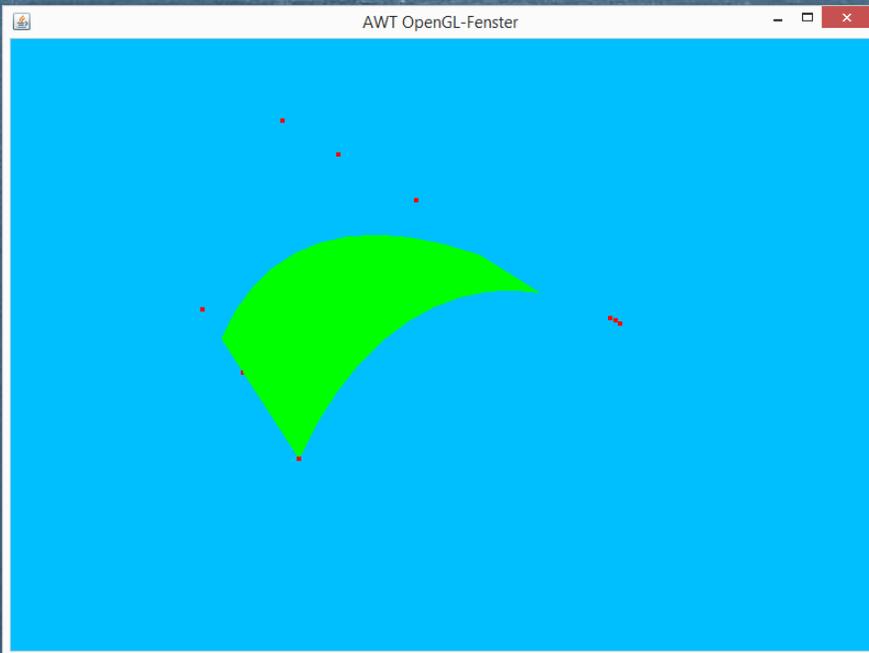


Freiformgeometrie: Bézierkurve



```
void drawBezCur (GL2 gl) {  
  
    int numPoints = 4;  
    float ctrlPoints[] = {  
        -1.0f, -1.0f, 0.0f, // erster Kontrollpunkt (Endpunkt)  
        -0.5f, 1.0f, 0.0f, // zweiter Kontrollpunkt  
        0.5f, -1.0f, 0.0f, // dritter Kontrollpunkt  
        1.0f, 1.0f, 0f}; // vierter Kontrollpunkt (Endpunkt)  
  
    // Deklaration einer Variablen vom Typ Gleitkommazahlenpuffer und Angabe von passender Zielgröße dieses Pufferelements  
    FloatBuffer ctrlPointsBf = Buffers.newDirectFloatBuffer(ctrlPoints.length);  
  
    // Einspeisen von Daten aus dem Datenfeld ctrlPoints in den deklarierten Puffer  
    for (int i = 0; i < ctrlPoints.length; i++) { ctrlPointsBf.put(ctrlPoints[i]); }  
    ctrlPointsBf.rewind();  
  
    // legt die Kontrollpunkte der Kurve fest  
    gl.glMap1f(GL2.GL_MAP1_VERTEX_3, 0.0f, 1f, 3, numPoints, ctrlPointsBf);  
  
    // Aktiviert die Erstellung von x-,y-,z-Verteckoordinaten wenn glMapGrid1f und glEvalMesh1 aufgerufen sind  
    gl.glEnable(GL2.GL_MAP1_VERTEX_3);  
  
    // Zeichnen von Kontrollpunkten (man darf dies weglassen und nur die Kurve rendern lassen)  
    gl.glPointSize(4f);  
    gl.glBegin(GL2.GL_POINTS);  
    for (int i = 0; i < numPoints; i++) {  
        gl.glColor3f(1f,0,0);  
        gl.glVertex3f(ctrlPoints[3*i], ctrlPoints[3*i+1], ctrlPoints[3*i+2]);  
    }  
    gl.glEnd();  
  
    // erzeugt ein eiddimensionales Punkte-Gitter  
    gl.glMapGrid1f(30, 0.0f, 1f);  
    // berechnet und rendert die Kurve (wertet die Kurve in Gitterpunkten aus)  
    // Anstelle des Parameters GL_LINE (Linienzug) steht auch GL_POINT (Punktewolke) zur Verfügung  
    gl.glColor3f(0f,1f,0);  
    gl.glEvalMesh1(GL2.GL_LINE, 0, 30);  
}
```

Freiformgeometrie: Bézierfläche



```
void drawBezSur (GL2 gl) {  
  
    int numPlines = 3; // Anzahl der Linienzüge im Gitternetz der Fläche (siehe Details unter http://www-lehre.inf.uos.de/~cg/2008/skript/node132.html)  
    float ctrlPoints[] = {  
        // Erster Linienzug  
        -1.0f, 0.0f, 1.0f, // erster Kontrollpunkt  
        -0.5f, 1.0f, 1.0f, // zweiter Kontrollpunkt  
        1.0f, 0.0f, 0.05f, // dritter Kontrollpunkt  
        // Zweiter Linienzug  
        -1.0f, 0.0f, 0.0f, // erster Kontrollpunkt  
        -0.5f, 1.0f, 0.0f, // zweiter Kontrollpunkt  
        1.0f, 0.0f, 0.0f, // dritter Kontrollpunkt  
        // Dritter Linienzug  
        -1.0f, 0.0f, -1.0f, // erster Kontrollpunkt  
        -0.5f, 1.0f, -1.0f, // zweiter Kontrollpunkt  
        1.0f, 0.0f, -0.05f}; // dritter Kontrollpunkt  
  
    // Deklaration einer Variablen vom Typ Gleitkommazahlenpuffer und Angabe von passender Zielgröße dieses Pufferelements  
    FloatBuffer ctrlPointsBf = Buffers.newDirectFloatBuffer(ctrlPoints.length);  
  
    // Einspeisen von Daten aus dem Datenfeld ctrlPoints in den deklarierten Puffer  
    for (int i = 0; i < ctrlPoints.length; i++) { ctrlPointsBf.put(ctrlPoints[i]); }  
    ctrlPointsBf.rewind();  
  
    // legt die Kontrollpunkte der Fläche fest - mehr Details unter https://wiki.delphigl.com/index.php/glMap2  
    gl.glMap2f(GL2.GL_MAP2_VERTEX_3, 0.0f, 4f, 3, 3, 0.0f, 4f, 9, 3, ctrlPointsBf);  
  
    // Aktiviert die Erstellung von x-, y-, z-Verteikordinaten wenn glMapGrid2f und glEvalMesh2 aufgerufen sind  
    gl.glEnable(GL2.GL_MAP2_VERTEX_3);  
  
    // Zeichnen von Kontrollpunkten (man darf dies weglassen und nur die Fläche rendern lassen)  
    gl.glPointSize(4f);  
    gl.glBegin(GL2.GL_POINTS);  
    for (int i = 0; i < numPlines*3; i++) {  
        gl.glColor3f(1f,0,0);  
        gl.glVertex3f(ctrlPoints[3*i], ctrlPoints[3*i+1], ctrlPoints[3*i+2]);  
    }  
    gl.glEnd();  
  
    // erzeugt ein zweidimensionales Punkte-Gitter - mehr Details unter https://wiki.delphigl.com/index.php/glMapGrid  
    gl.glMapGrid2f(10, 0.0f, 3f, 10, 0f, 3f);  
    // berechnet und rendert die Fläche (wertet die Fläche in Gitterpunkten aus) - mehr Details unter https://wiki.delphigl.com/index.php/glEvalMesh  
    // Anstelle des Parameters GL_FILL (gefüllte Fläche) stehen auch GL_LINE (Drahtgitter) und GL_POINT (Punktewolke) zur Verfügung  
    gl.glColor3f(0f,1f,0);  
    gl.glEvalMesh2(GL2.GL_FILL, 0, 10, 0, 10);  
}
```