LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Prof. Andreas Butz | Dipl.Inf. Otmar Hilliges

# Programmierpraktikum 3D Computer Grafik

Szenegraphen, Texturen und Displaylisten.

# Agenda

- Organisatorisches
- Das Konzept der Szenegraphen
  - Grundlagen
  - Beispiel eines Szenegraphen
  - Transformationen zwischen Knoten
- Texturierung
  - Allgemeine Vorgehensweise
  - UV-Koordinaten
  - Texturierung in OpenGL
- DisplayLists

# Organisatorisches

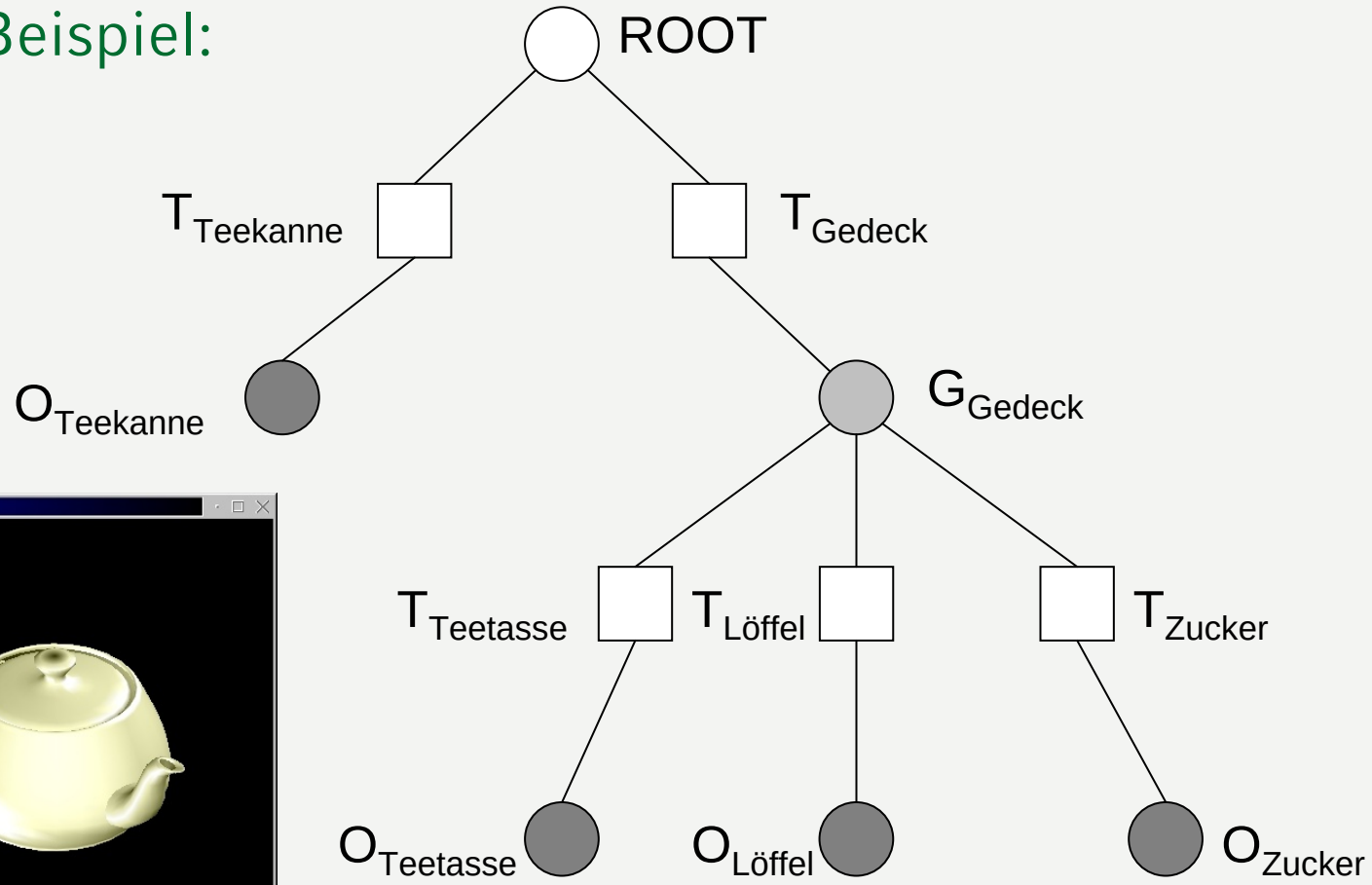
- Gruppen von 2 (max. 3) Studenten
- Anforderungen an das Projekt:
  - Alle Konzepte der Veranstaltung sind enthalten (insb. Bump-Mapping, Height-Mapping)
  - Das Programm MUSS kompilier- und lauffähig sein
  - Wöchentliche Besprechung mit einer Präsentation der Gruppe → Anschließend wird diskutiert
- Präsentation der Projektidee am 6.Juni
  - Grundsätzliche Spielidee
  - Zeitplan & Meilensteine
  - Risikoeinschätzung & Risikomanagement
  - Aufgabenverteilung
- Ständige Dokumentation des Projektes
  - https://wiki.medien.ifi.lmu.de/Main/3DProgPraktSoSe2008
  - https://wiki.medien.ifi.lmu.de/TWiki/TWikiRegistration

# Szenegraphen

# Das Konzept der Szenegraphen

- Enthält die logische und räumliche Anordnung der darzustellenden Szene
- Objekt-orientierte Datenstruktur:
  - Directed Acyclic Graph (DAG)
  - Baum (Wurzel enthält gesamte Szene)
  - Besteht aus Objekten und Transformationen
  - Jedes Objekt kann selbst ein Baum sein
- Vorteil:
  - Transformation eines Objekts beeinflusst auch alle Kind-Objekte
  - (Zusammenhängende) Objekte können als ganzes bewegt werden.
  - Horizontale State-Separation

## Beispiel:


ROOT
T Teekanne
T Gedeck
O Teekanne
G Gedeck
T Teetasse
T Löffel
T Zucker
O Teetasse
O Löffel
O Zucker


OpenGL Teapot

- Die Transformationsknoten beinhalten die Transformationsmatrizen bezgl. des übergeordneten Knotens
- Beziehung von Teekanne zum Löffel:

$$T_{gesucht} = T_{Teekanne}^{-1,L} \cdot T_{Gedeck} \cdot T_{Löffel}$$

$$T_x^{-1,L} \cdot T_x = T_x \cdot T_x^{-1,L} = I$$

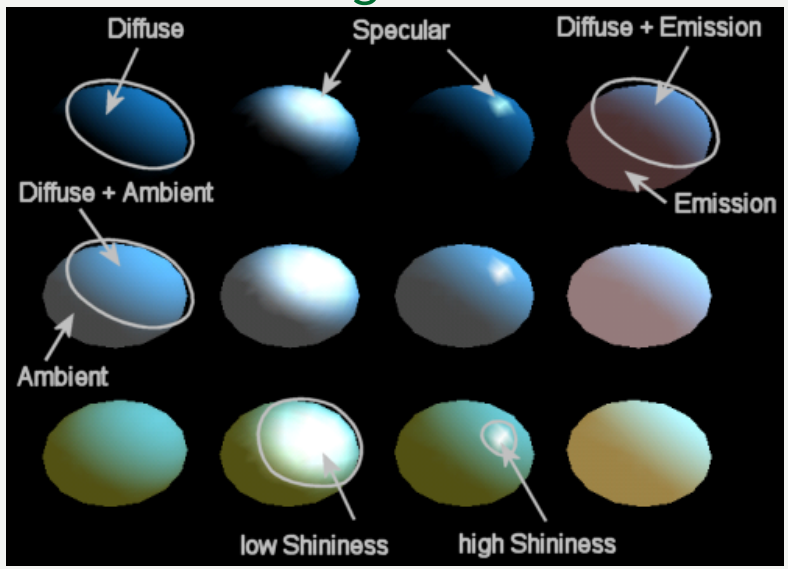
# Szenegraphbibliotheken

- Es gibt eine Vielzahl von Szenegraph-Bibliotheken
- Die meisten basieren auf OpenGL erlauben aber ein höheres Abstraktionslevel (Objekte statt Punkte + Kanten)
  - SGI Performer (Proprietär)
  - Open Inventor (Referenzarchitektur von SGI diverse OS Impl)
  - Java 3D (Ehemals SUN jetzt OS)
  - OpenSG (Spezialisiert auf verteiltes VR)
  - OpenSceneGraph (Eigenständiges OS Framework gut geeignet für Spiele)
  - VRML (Huptsächlich für Web entwickelt – nur Beschreibung kein Prog. Framework)

# Texture-Mapping in OpenGL

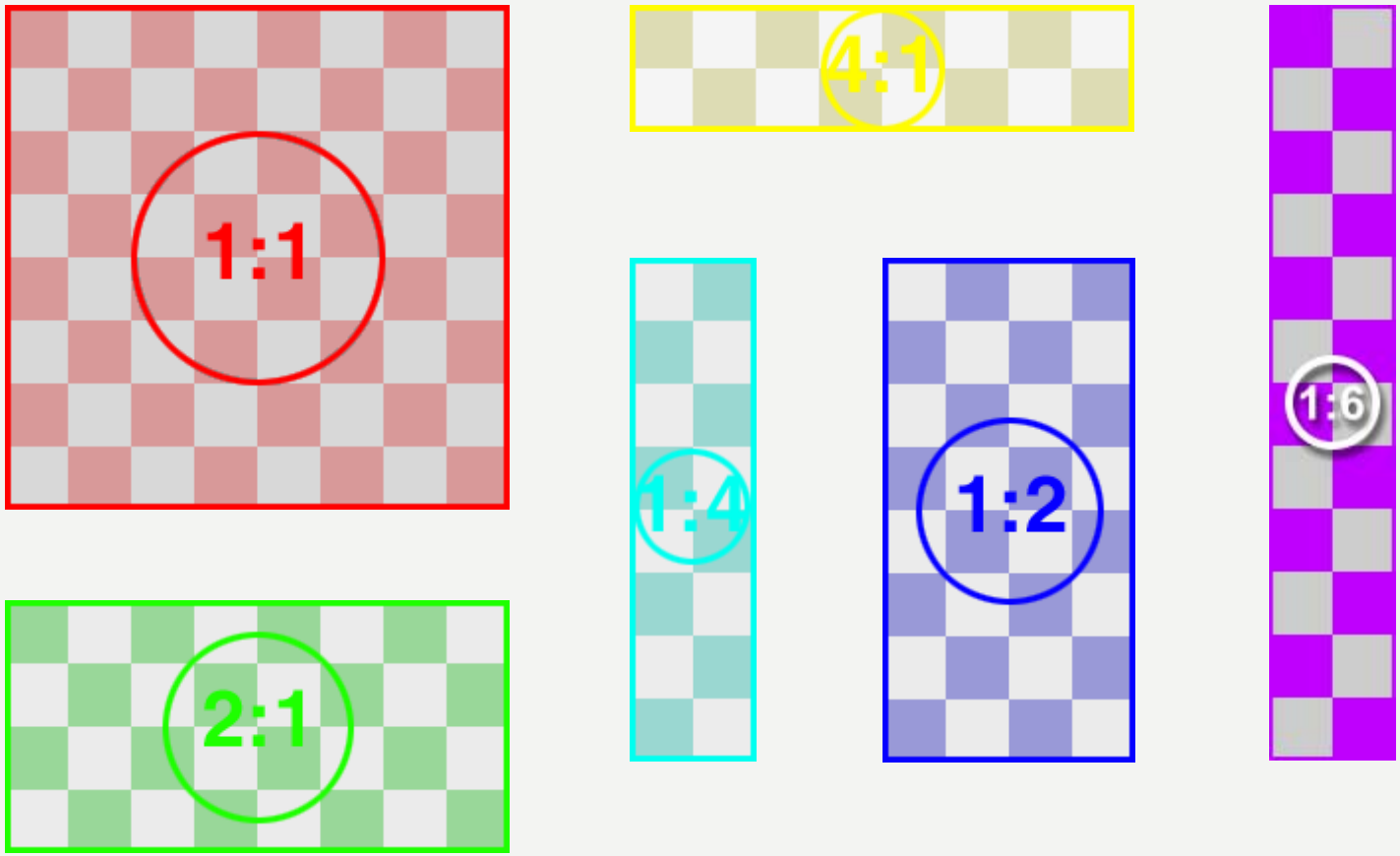
# Nachtrag Material

- ambient: Grundfarbe des Objekts
- emissive: Farbe in der das Objekt (von sich aus) leuchtet (Glühen)
- diffuse: Licht, das in alle Richtung reflektiert wird
- specular: Licht, das nur in eine Richtung reflektiert wird



- Allgemeine Vorgehensweise:
  - Üblicherweise klare Trennung von Programmierer und Grafiker
  - Der Programmierer erstellt “Dummy-Texturen” und legt diese korrekt auf die einzelnen Polygone
  - Der Grafiker ersetzt die Texturen mit neuen, wobei er sich nicht um die korrekte Ausrichtung kümmern muss

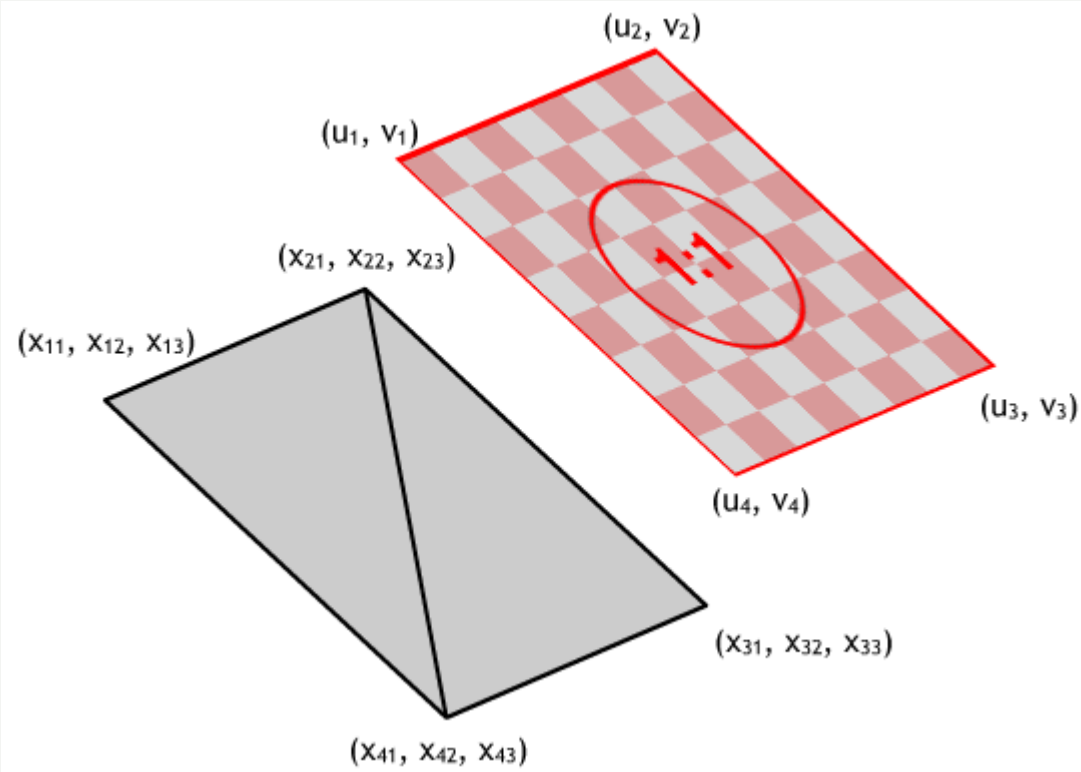
# Beispiele für Dummy-Texturen:



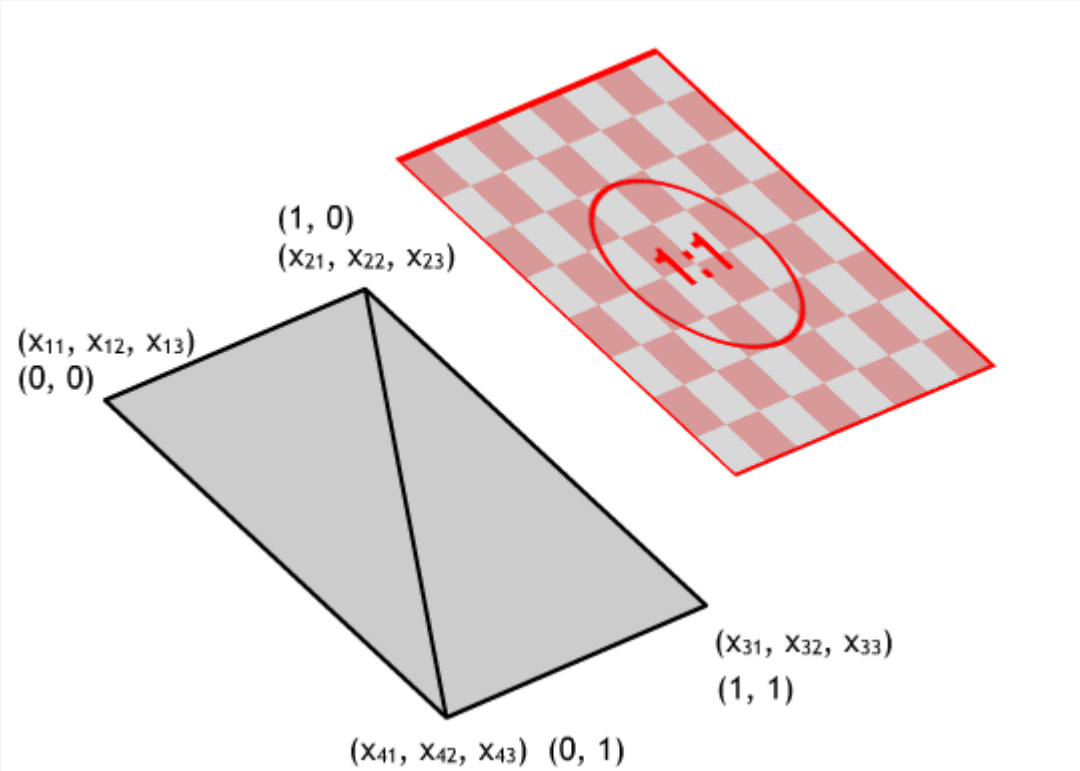
# Das Prinzip der UV-Koordinaten:

- Texturen sind Flächen (2D)
- Jeder Punkt eines Polygons erhält zusätzlich zu seinen 3 Koordinaten noch die zwei Texturkoordinaten
- In OpenGL erhalten nur die Eckpunkte UV-Koordinaten. Dazwischen: Interpolation
- Die Textur hat die Längeneinheit 1 in x- und y-Richtung, auch wenn sie nicht quadratisch ist.

# Beispiel für UV-Koordinaten:



# Beispiel für UV-Koordinaten:



# Texturierung in OpenGL:

- Verwenden der Klasse `Texture`:
  - Der Konstruktor lädt automatisch die Bitmap und erzeugt drei verschieden gefilterte Texturen:

```
Texture(char* file);
```

  - Zugriff auf die jeweilige Textur erfolgt über das **`public`** Element `tex[int filter]`:

```
Texture* texture;
texture = new Texture("hello.bmp");
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texture->tex[0]);
// filter = 0, 1 or 2
…
delete texture;
```

- Laden mehrerer Texturen geschieht durch mehrere Objekte der Klasse `Texture`
- OpenGL vergibt eindeutige IDs für jede geladene Textur (wird alles in der Textur-Klasse erledigt)
- Ein- bzw. Ausschalten der Texturierung:

```
void glEnable(GL_TEXTURE_2D);   // turn on texturing
void glDisable(GL_TEXTURE_2D);  // turn off texturing
```

- Nun muss die Textur gewählt werden, die auf die folgenden Polygone gezeichnet werden soll:

```
void glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, GLuint texture);
```

- Die Textur-ID erhält man von der zugehörigen Textur-Klasse:

```
Texture* texture = new Texture(“hello.bmp”);
int filter = 1;
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texture->tex[filter]);
…
delete texture;
```

- Texturen bleiben solange gültig, bis die Texturierung abgeschaltet wird oder eine neue Textur gewählt wird
- Setzen der UV-Koordinaten (vor jedem neuen Vertex):

```
void glTexCoord2f(GLfloat u, GLfloat v);
```

## Setzen der UV-Koordinaten:

```
Texture* texture = new Texture(“hello.bmp”); int filter = 1;

void display()
{
    …
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texture->tex[filter]);
    glBegin(GL_QUADS);
          glNormal3f(0.0, 1.0, 0.0);
          glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f( 1.0, 1.0, -1.0);
          glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(-1.0, 1.0, -1.0);
          glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(-1.0, 1.0,  1.0);
          glTexCoord2f(1.0, 1.0); glVertex3f( 1.0, 1.0,  1.0);
    glEnd();
    …
}
```

# Displaylists

# DisplayLists

- Sollen viele gleiche Objekte gezeichnet werden (z.B. 100 Asteroiden in einem Spiel), muss der Rechner jedesmal neu zeichnen
- DisplayLists ermöglichen das “kompilieren” von einem Objekt
- Kompilierte Objekte werden komplett im Speicher gehalten und können beliebig oft “gezeichnet” werden

# DisplayLists

## Erzeugen von Listen:

```
GLuint glGenLists(GLsizei range);
```

## Beginnen eines Objekts:

```
void glNewList(GLuint list, GLenum mode);
// list = Identifikator der Liste
// mode = GL_COMPILE
```

## Beenden eines Objekts:

```
void glEndList();
```

## Abrufen einer Liste:

```
void glCallList(GLuint list);
```

# Beispiel (Erzeugen):

```
GLuint list;
…
list = glGenLists(1);
glNewList(list, GL_COMPILE);
   glBegin(GL_QUADS);
        glNormal3f(0.0, 1.0, 0.0);
        glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f(1.0, 1.0, -1.0);
        glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(-1.0, 1.0, -1.0);
        glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(-1.0, 1.0, 1.0);
        glTexCoord2f(1.0, 1.0); glVertex3f(1.0, 1.0, 1.0);
   glEnd();
glEndList();
…
```

# Beispiel (Abrufen):

```
GLuint list;
void display()
{
   …
   // do some transformations
   glCallList(list);
   …
   // do some transformations
   glCallList(list);
   …
}
```