

Interaktive Computergrafik



Prof. Dr. Frank Steinicke
Human-Computer Interaction
Department of Computer Science
University of Hamburg



Interaktive Computergrafik

Übung - Woche 3



Interaktive Computergrafik

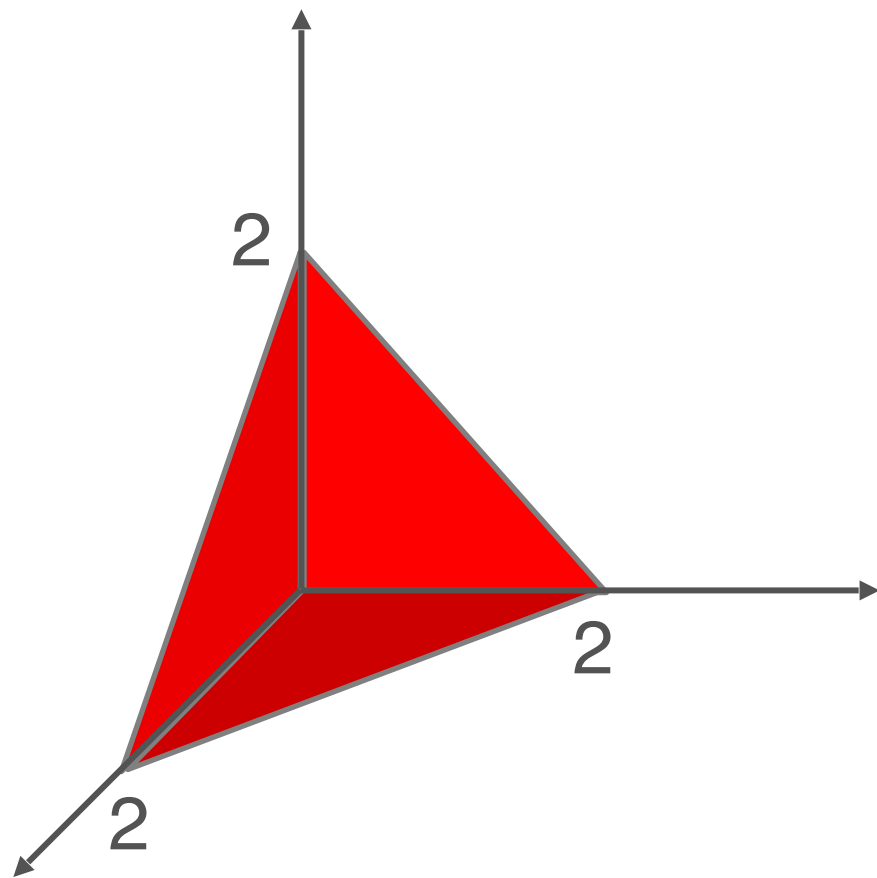
Übung - Woche 3

Indexing

Indexing

Beispiel

```
gl.drawArrays(gl.TRIANGLES, 0, 9);
```

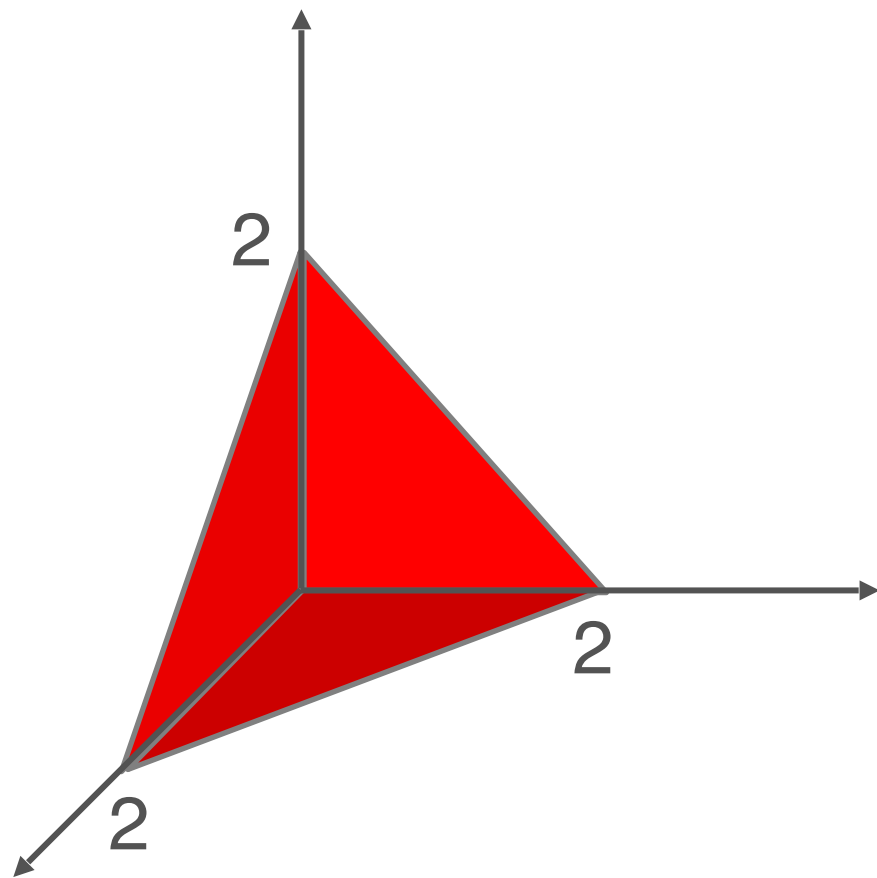


0.0, 0.0, 0.0,	→ v_0
0.0, 2.0, 0.0,	→ v_1
2.0, 0.0, 0.0,	→ v_2
0.0, 0.0, 0.0,	→ v_0
2.0, 0.0, 0.0,	→ v_2
0.0, 0.0, 2.0,	→ v_3
0.0, 0.0, 0.0,	→ v_0
0.0, 0.0, 2.0,	→ v_3
0.0, 2.0, 0.0	→ v_1

Indexing

Beispiel

```
gl.drawElements(gl.TRIANGLES, 9,  
               gl.UNSIGNED_SHORT, 0);
```



0.0, 0.0, 0.0, $\rightarrow v_0$

0.0, 2.0, 0.0, $\rightarrow v_1$

2.0, 0.0, 0.0, $\rightarrow v_2$

0.0, 0.0, 2.0, $\rightarrow v_3$

+

Indices:

0, 1, 2, 0, 2, 3, 0, 3, 1

Indexing Speicherung

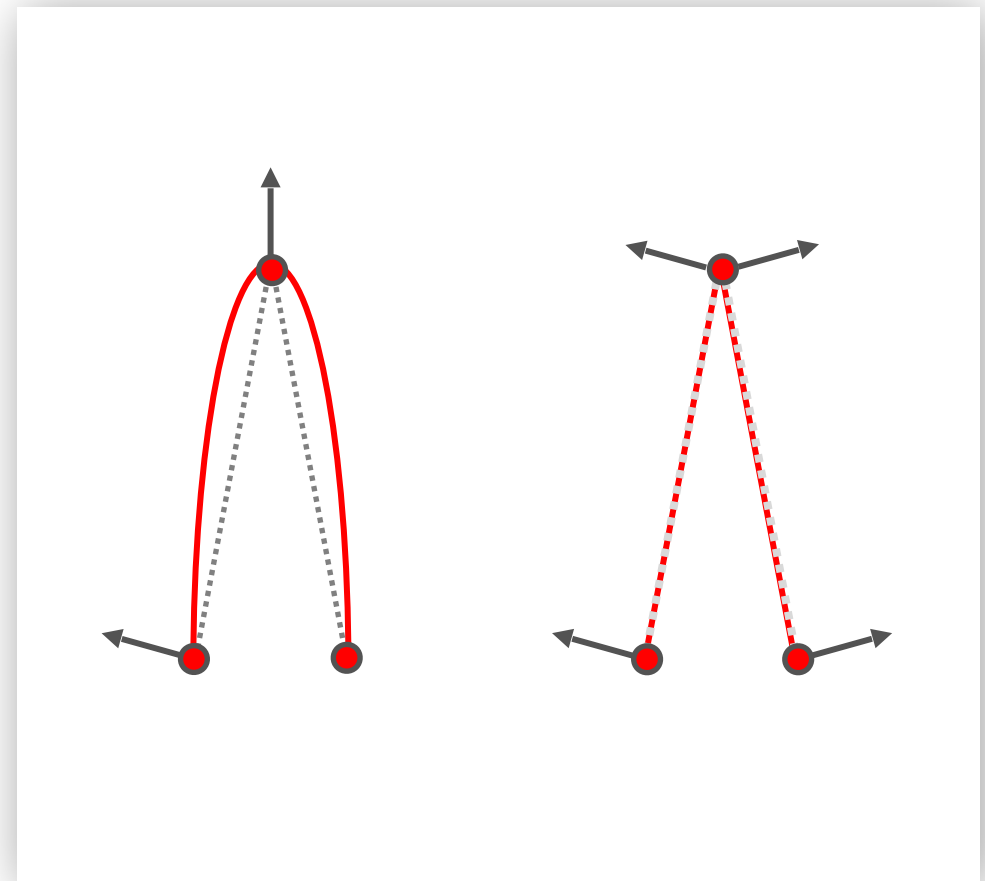
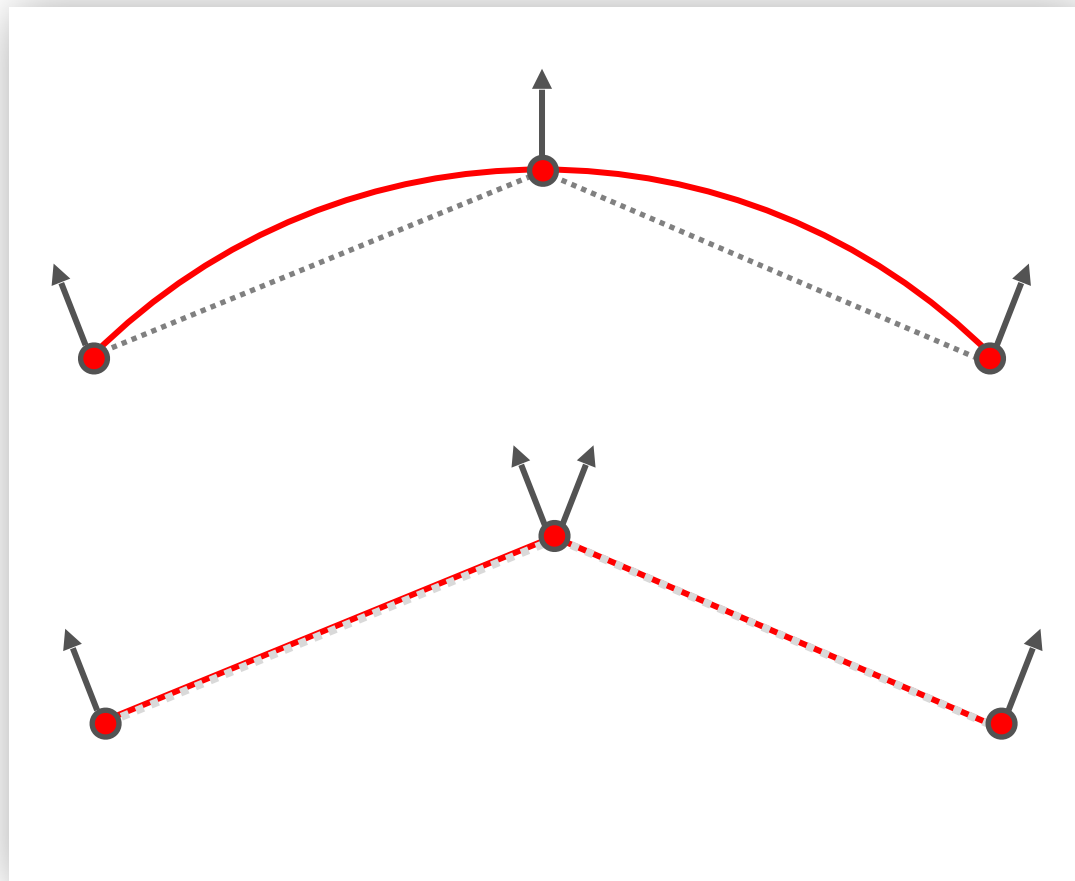
- Analog zu Vertexattributen:

```
var indexBuffer = gl.createBuffer();  
  
gl.bindBuffer(gl.ELEMENT_ARRAY_BUFFER,  
    indexBuffer);  
  
gl.bufferData(gl.ELEMENT_ARRAY_BUFFER, new  
    Uint16Array(indices), gl.STATIC_DRAW);
```

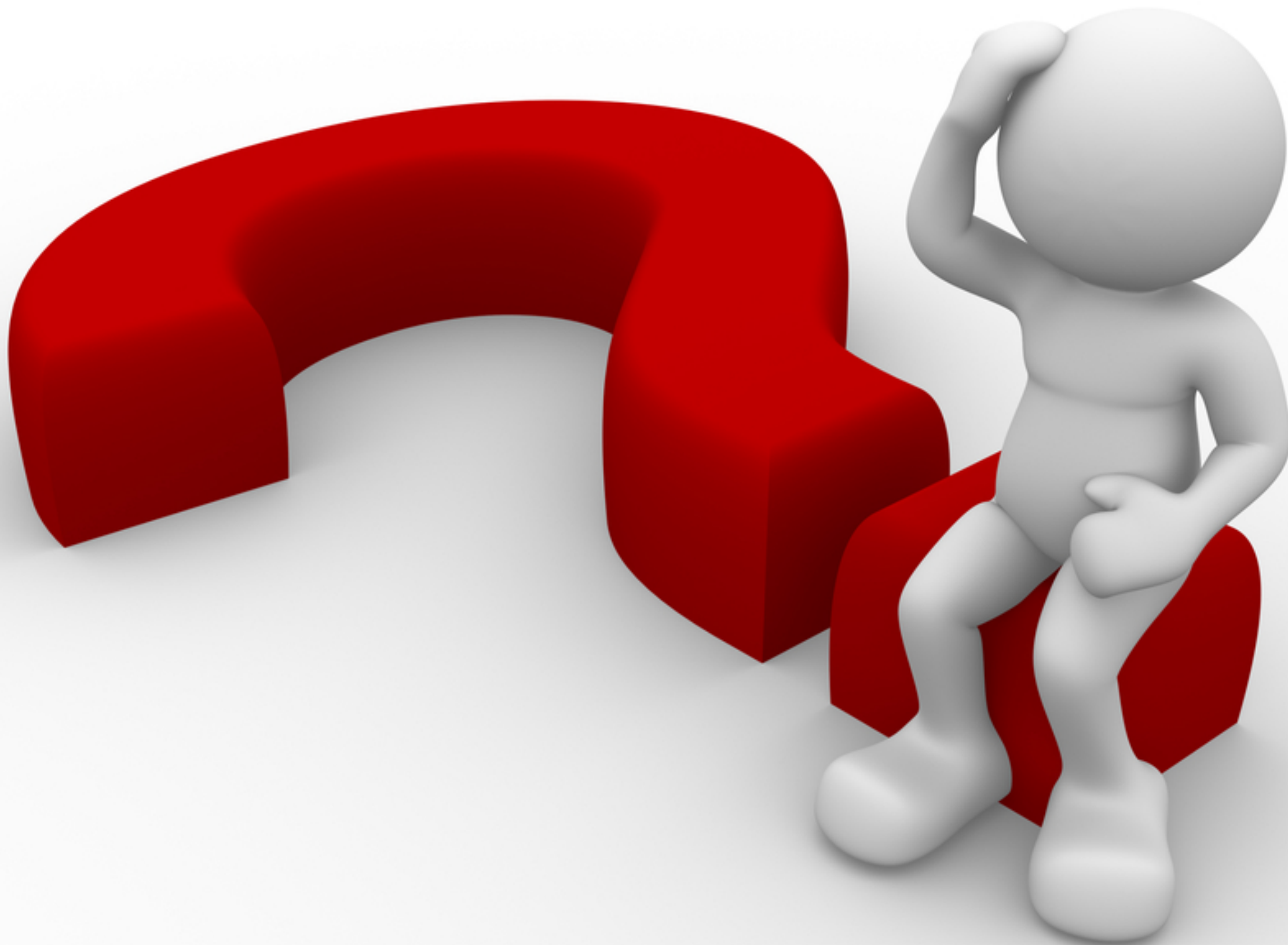
- Speicherung im ELEMENT_ARRAY_BUFFER

Indexing

Geteilt vs. separat



- Für harte Kanten beim Shading müssen Vertices weiterhin dupliziert werden!



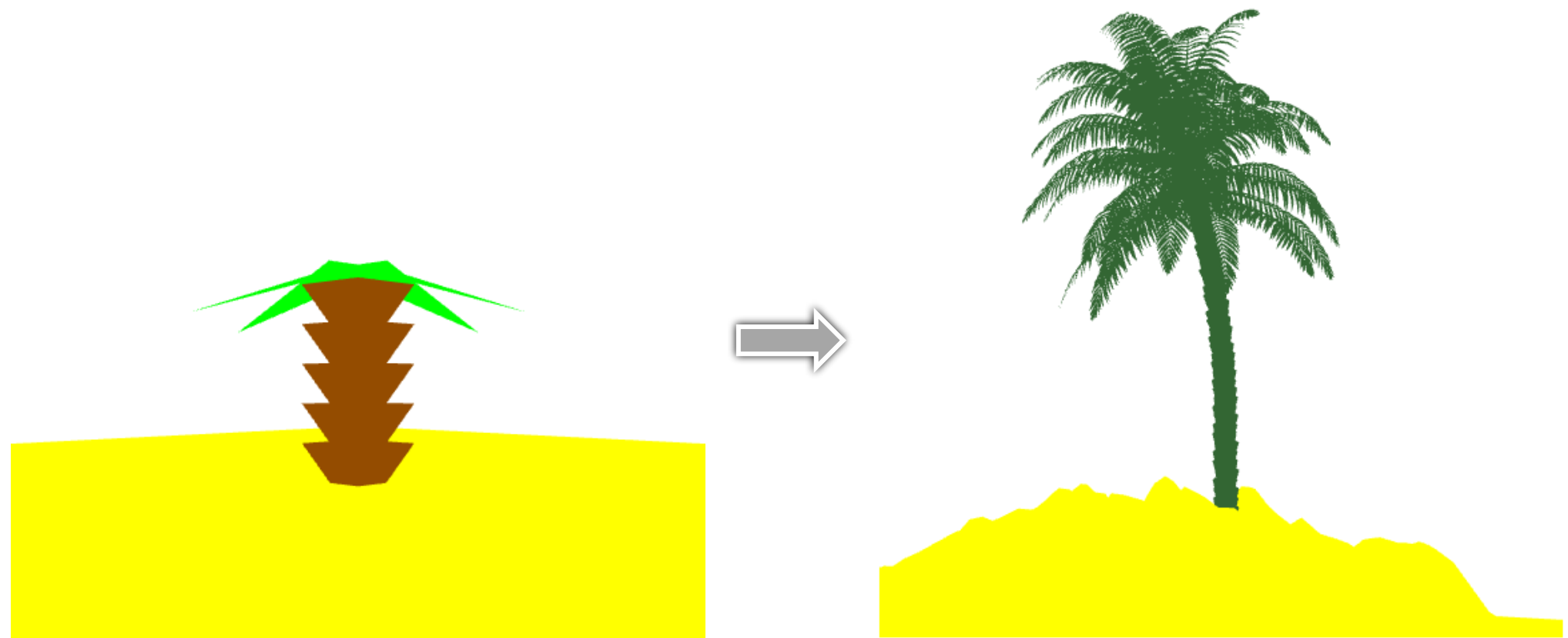


Interaktive Computergrafik

Übung - Woche 3

Import von Meshes

Grundidee



**Ziel: Importieren von (komplexen) Meshes
aus Modellierungstools (z.B. Blender)**

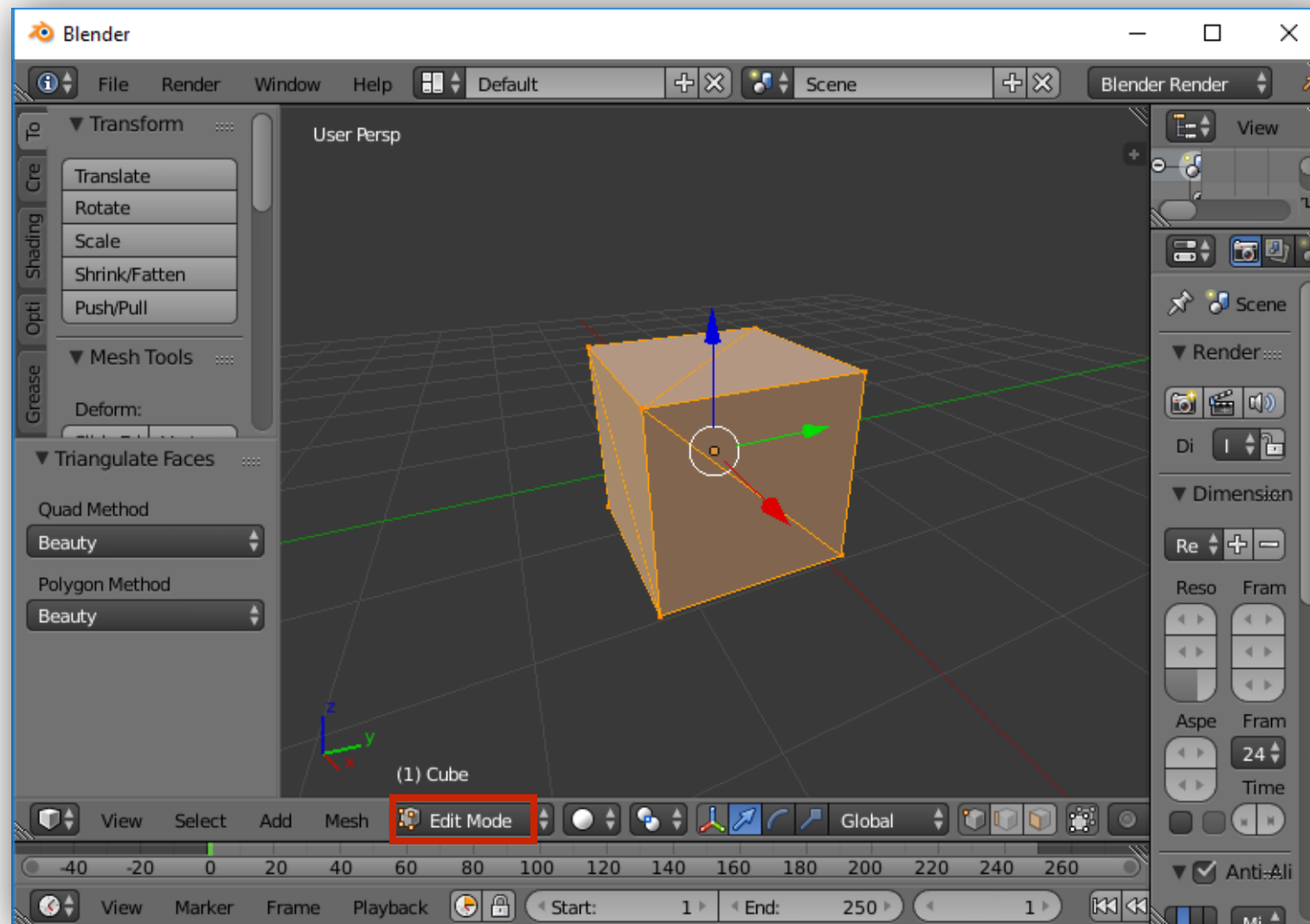
Beispiel PLY-Datei

```
cube.ply x
1 ply
2 format ascii 1.0
3 comment Created by Blender 2.72 (sub 0) - www.blender.org, source file: ''
4 element vertex 8
5 property float x
6 property float y
7 property float z
8 element face 12
9 property list uchar uint vertex_indices
10 end_header
11 1.000000 -1.000000 1.000000
12 -1.000000 -1.000000 1.000000
13 -1.000000 -1.000000 -1.000000
14 -1.000000 1.000000 -1.000000
15 -1.000000 1.000000 1.000000
16 0.999999 1.000000 1.000001
17 1.000000 -1.000000 -1.000000
18 1.000000 1.000000 -0.999999
19 3 0 1 2
20 3 3 4 5
21 3 6 7 5
22 3 0 5 4
23 3 4 3 2
```

Export PLY-Datei

Beispiel: Blender

- Schritt 1: Alle Faces triangulieren

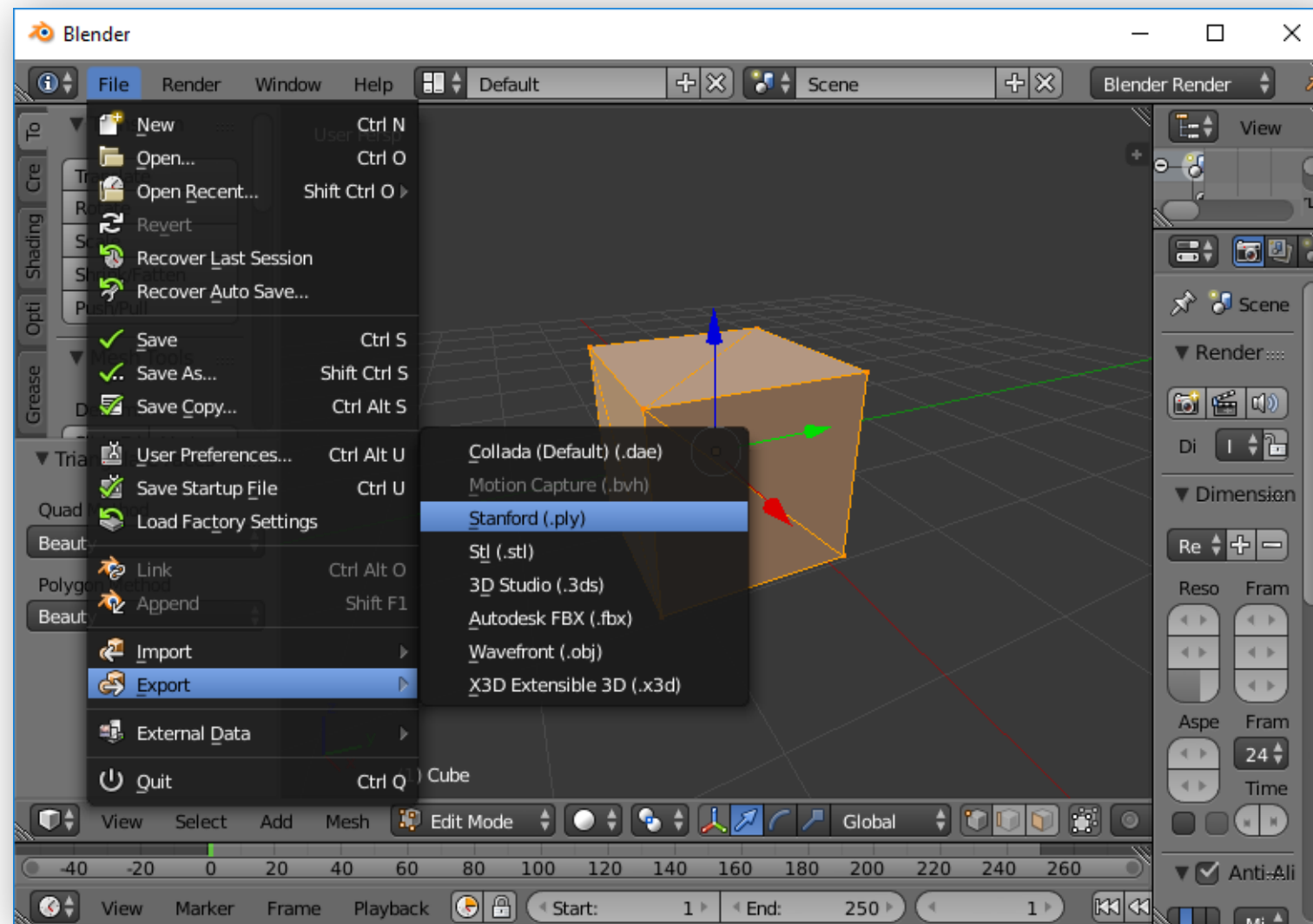


Im Edit Mode:
Strg + T

Export PLY-Datei

Beispiel: Blender

- Schritt 2: Modell als PLY exportieren

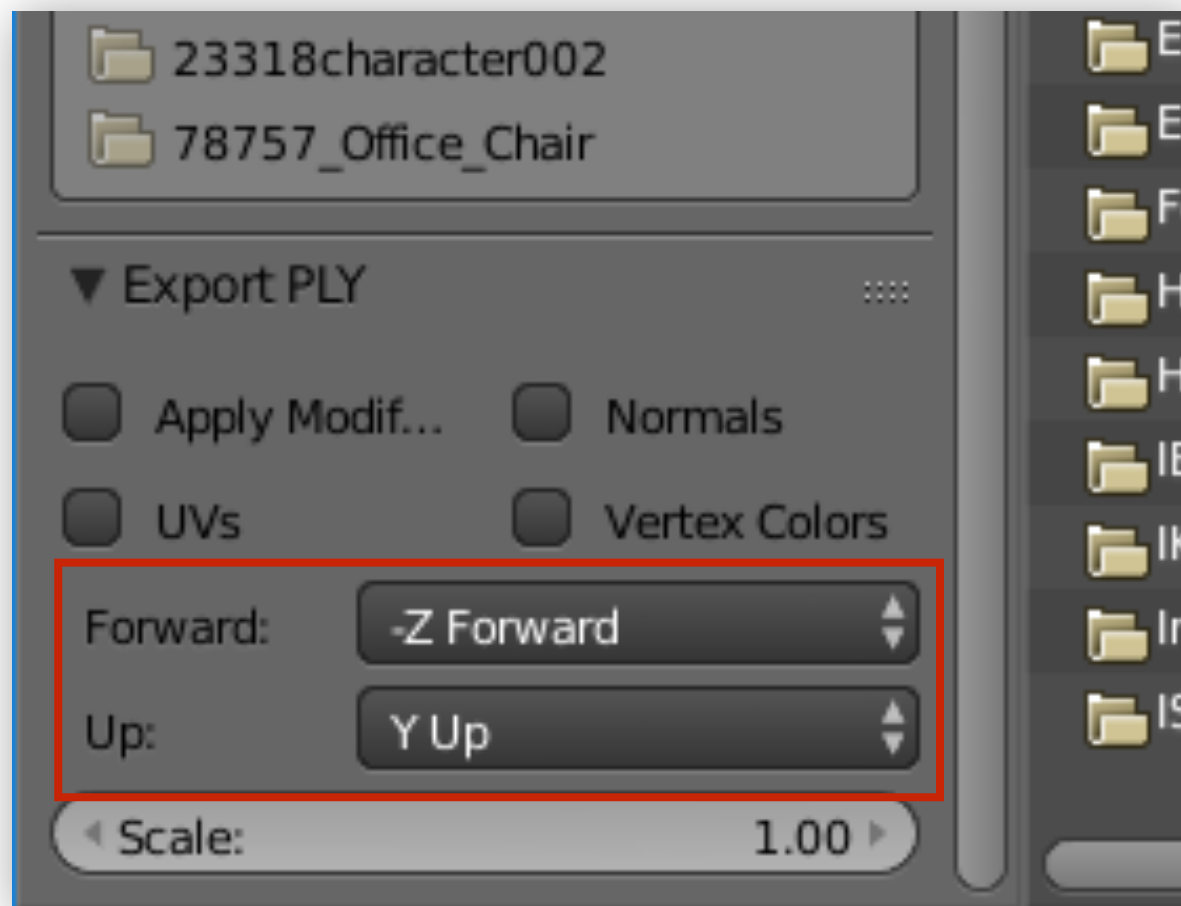


File > Export >
Stanford (.ply)

Export PLY-Datei

Beispiel: Blender

- Schritt 3: Exporteinstellungen setzen



Achsen anpassen!
-Z Forward, Y Up

Import PLY-Datei

- Ziel: Daten formatieren, sodass sie in Arrays *positions* und *indices* kopiert werden können

```
11 1.000000 -1.000000 1.000000
12 -1.000000 -1.000000 1.000000
13 -1.000000 -1.000000 -1.000000
14 -1.000000 1.000000 -1.000000
15 -1.000000 1.000000 1.000000
16 0.999999 1.000000 1.000001
17 1.000000 -1.000000 -1.000000
18 1.000000 1.000000 -0.999999
19 3 0 1 2
20 3 3 4 5
21 3 6 7 5
22 3 0 5 4
23 3 4 3 2
24 3 6 2 3
25 3 6 0 2
26 3 7 3 5
27 3 0 6 5
28 3 1 0 4
29 3 1 4 2
30 3 7 6 3
```



```
11 1.000000,-1.000000,1.000000,
12 -1.000000,-1.000000,1.000000,
13 -1.000000,-1.000000,-1.000000,
14 -1.000000,1.000000,-1.000000,
15 -1.000000,1.000000,1.000000,
16 0.999999,1.000000,1.000001,
17 1.000000,-1.000000,-1.000000,
18 1.000000,1.000000,-0.999999,
19 0,1,2,
20 3,4,5,
21 6,7,5,
22 0,5,4,
23 4,3,2,
24 6,2,3,
25 6,0,2,
26 7,3,5,
27 0,6,5,
28 1,0,4,
29 1,4,2,
30 7,6,3,
```

Import PLY-Datei

```
11 1.000000 -1.000000 1.000000
12 -1.000000 -1.000000 1.000000
13 -1.000000 -1.000000 -1.000000
14 -1.000000 1.000000 -1.000000
15 -1.000000 1.000000 1.000000
16 0.999999 1.000000 1.000001
17 1.000000 -1.000000 -1.000000
18 1.000000 1.000000 -0.999999
```

```
19 3 0 1 2
20 3 3 4 5
21 3 6 7 5
22 3 0 5 4
23 3 4 3 2
24 3 6 2 3
25 3 6 0 2
26 3 7 3 5
27 3 0 6 5
28 3 1 0 4
29 3 1 4 2
30 3 7 6 3
31
```

Ersetzungsregel 1:

Ersetze ZEILENUMBRUCH 3 LEERZEICHEN
durch ZEILENUMBRUCH

.* Aa " " ☰ ☲ Find: \n3 | Find Replace

AB ☐ Replace: \n Find All Replace All

Import PLY-Datei

```
11 1.000000 -1.000000 1.000000
12 -1.000000 -1.000000 1.000000
13 -1.000000 -1.000000 -1.000000
14 -1.000000 1.000000 -1.000000
15 -1.000000 1.000000 1.000000
16 0.999999 1.000000 1.000001
17 1.000000 -1.000000 -1.000000
18 1.000000 1.000000 -0.999999
19 0 1 2
20 3 4 5
21 6 7 5
22 0 5 4
23 4 3 2
24 6 2 3
25 6 0 2
26 7 3 5
27 0 6 5
28 1 0 4
29 1 4 2
30 7 6 3
31
```

Ersetzungsregel 2:

Ersetze ZEILENUMBRUCH

durch KOMMA ZEILENUMBRUCH

. * Aa " " ☰ ☒ Find: \n Find Replace
AB ☐ Replace: , \n Find All Replace All

Import PLY-Datei

```
11 1.000000 -1.000000 1.000000,  
12 -1.000000 -1.000000 1.000000,  
13 -1.000000 -1.000000 -1.000000,  
14 -1.000000 1.000000 -1.000000,  
15 -1.000000 1.000000 1.000000,  
16 0.999999 1.000000 1.000001,  
17 1.000000 -1.000000 -1.000000,  
18 1.000000 1.000000 -0.999999,  
19 0 1 2,  
20 3 4 5,  
21 6 7 5,  
22 0 5 4,  
23 4 3 2,  
24 6 2 3,  
25 6 0 2,  
26 7 3 5,  
27 0 6 5,  
28 1 0 4,  
29 1 4 2,  
30 7 6 3,  
31
```

Ersetzungsregel 3:

Ersetze LEERZEICHEN
durch KOMMA

. * Aa " " ☰ ☒ Find: | Find Replace

AB ☐ Replace: , Find All Replace All

Import PLY-Datei

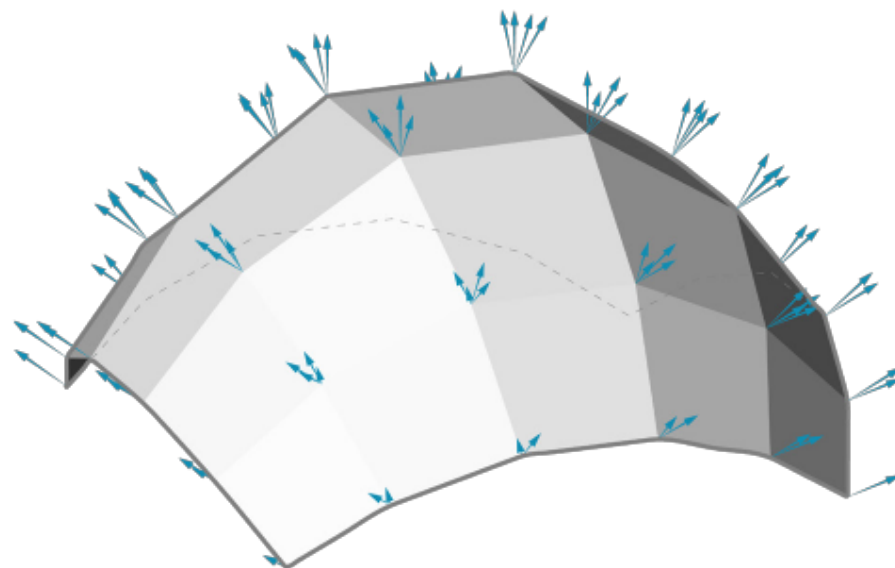
```
11 1.000000, -1.000000, 1.000000,  
12 -1.000000, -1.000000, 1.000000,  
13 -1.000000, -1.000000, -1.000000,  
14 -1.000000, 1.000000, -1.000000,  
15 -1.000000, 1.000000, 1.000000,  
16 0.999999, 1.000000, 1.000001,  
17 1.000000, -1.000000, -1.000000,  
18 1.000000, 1.000000, -0.999999,  
19 0, 1, 2,  
20 3, 4, 5,  
21 6, 7, 5,  
22 0, 5, 4,  
23 4, 3, 2,  
24 6, 2, 3,  
25 6, 0, 2,  
26 7, 3, 5,  
27 0, 6, 5,  
28 1, 0, 4,  
29 1, 4, 2,  
30 7, 6, 3,  
31
```

→ positions

→ indices

Normalen

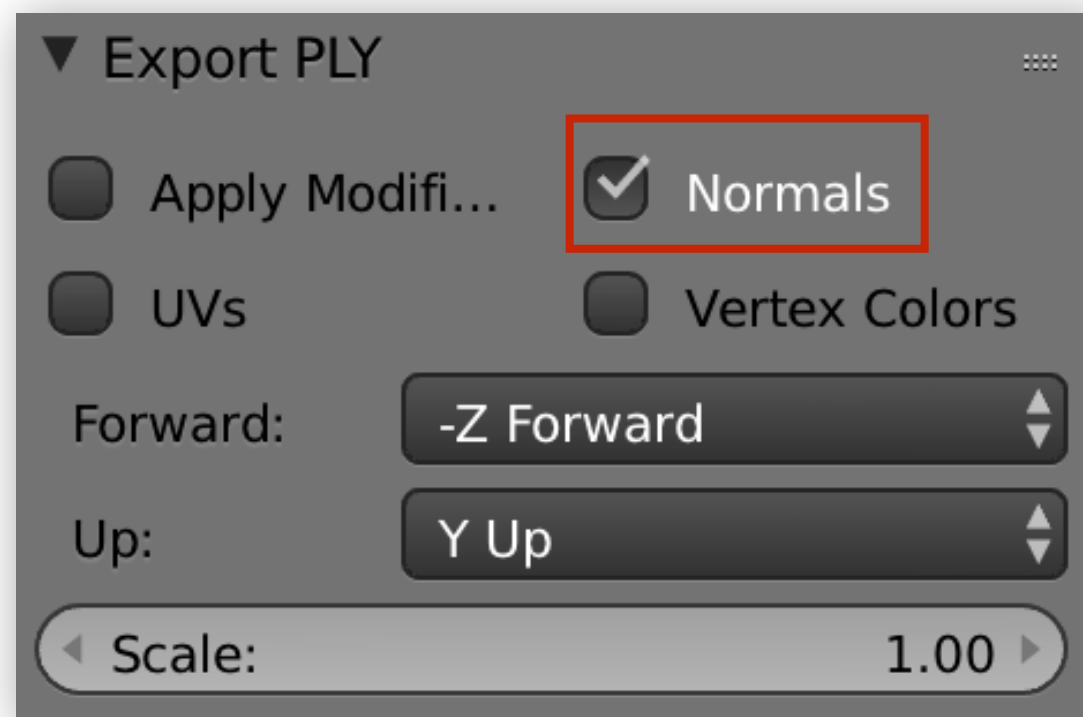
- Recap: Vektoren, die senkrecht auf einer Fläche stehen (pro Vertex definiert)
- Werden im Verlauf der Rendering Pipeline insbesondere für Beleuchtungsberechnung benötigt



Normalen

Empfehlung

- Bereits jetzt zusammen mit Vertexpositionen aus Blender exportieren



Normalen

Empfehlung

- Option 1: Modell einmal mit und einmal ohne Normalen exportieren → erste Datei im Code verwenden & zweite für spätere Übungen aufheben
- Option 2: Modell nur mit Normalen exportieren, aber Normalen im Code zunächst ignorieren → erfordert Anpassung des VBO-Layouts (siehe Übung Woche 2)

Normalen

Empfehlung - Option 2

- Abwechselnde Speicherung von Positionen und Normalen → Anpassung der Werte für offset und stride bei Aufruf von vertexAttribPointer notwendig

```
5 property float x
6 property float y
7 property float z
8 property float nx
9 property float ny
10 property float nz
11 element face 6
12 property list uchar uint vertex_indices
13 end header
14 1.000000 -1.000000 -1.000000 0.000000 -1.000000 0.000000
15 1.000000 -1.000000 1.000000 0.000000 -1.000000 0.000000
16 -1.000000 -1.000000 1.000000 0.000000 -1.000000 0.000000
17 -1.000000 -1.000000 -1.000000 0.000000 -1.000000 0.000000
```

→ positions

→ normals

