

VRML-Kurs Teil 2

VRML-Knoten

Jeder VRML-Knoten kann 0 oder mehr Felder enthalten. Die Felder haben eine festgelegte Semantik, Typisierung und Default-Werte.

Typen in VRML 97

Standard-Feldtypen: Bezeichnung beginnt mit SF oder MF

SF = "single field", einzelner Wert

MF = "multiple field", Array

SFNode / MFNode	VRML-Knoten
SFBool	TRUE oder FALSE
SFColor / MFColor	3 Gleitkommazahlen zwischen 0.0 und 1.0 (RGB-Farbmodell)
SFFloat / MFFloat	Gleitkommazahl(en)
SFImage	Pixel-Beschreibung einer Bitmap
SFInt32 / MFInt32	32Bit-Ganzzahlen
SFRotation / MFRotation	4 Gleitkommazahlen: 3 für die Drehachse, letzte für den Drehwinkel in Bogenmaß
SFString / MFString	Zeichenkette (utf8-Zeichensatz)
SFTime / MFTime	Anzahl Sekunden seit 1. 1. 1970, 0 Uhr, als doppelt genaue Gleitkommazahl
SFVec2f / MFVec2f	2 Gleitkommazahlen als 2D-Vektor (bzw. Array solcher Vektoren)
SFVec3f / MFVec3f	3 Gleitkommazahlen als 3D-Vektor (bzw. Array solcher Vektoren)

MF-Werte werden in eckige Klammern [] eingeschlossen und innerhalb der eckigen Klammern durch Kommata oder Leerzeichen voneinander getrennt. Bei genau einem Wert können die eckigen Klammern auch weggelassen werden.

Beispiel:

Koordinatenknoten haben ein Feld vom Typ MFVec3f. Der Inhalt ist eine Liste von 3D-Ortsvektoren.

Coordinate

```
{
  point [ x1 y1 z1, ..., xn yn zn ]
}
```

Elementarknoten in VRML 97:

<i>Knoten</i>	<i>Felder</i>	<i>Feldtyp</i>	<i>Bedeutung</i>
Shape	appearance geometry	SFNode SFNode	Materialdaten Geometrie-Knoten (Primitiv-Obj., Mengen...)
Coordinate	point	MFVec3f	Liste v. 3D-Koord.
Normal	point	MFVec3f	Liste v. 3D-Koord. (zur Festlegung v. Normalenvektoren)

Zentral sind *Gruppen-* und *Transformations-Knoten* (für die Konstruktion des Szenengraphen). Sie gruppieren bzw. transformieren beliebige Unterbäume im Szenengraphen:

Group	children	MFNode	Array der Kind-Knoten
	addChildren	MFNode	für eventIn
	removeChildren	MFNode	für eventIn
Transform	center	SFVec3f	Zentr. für Rot. u. Skalierung
	scale	SFVec3f	Sk.-faktoren
	scaleOrientation	SFRotation	Rot. für scale
	rotation	SFRotation	Rotation
	translation	SFVec3f	Translation
	children	MFNode	Kind-Knoten
	addChildren	MFNode	für eventIn
	removeChildren	MFNode	für eventIn
	bboxCenter	SFVec3f	Zentr. d. bbox
bboxSize	SFVec3f	bbox-Größe	

In VRML 1.0 gibt es auch die Möglichkeit, Transformationen direkt über eine Matrix zu spezifizieren:

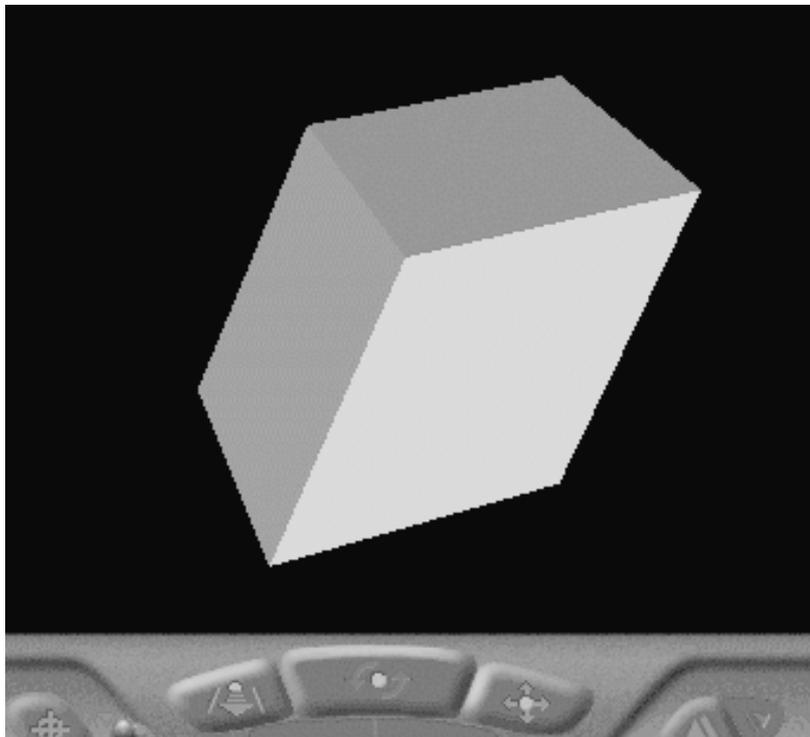
MatrixTransform	matrix	MFFloat (16 Einträge)	Transf.-matrix (transponiert)
------------------------	---------------	--------------------------	----------------------------------

Beispiel:

Anwendung einer Scherung auf einen Würfel

```
#VRML V1.0 ascii
MatrixTransform
{
  matrix 1 0 0 0
         0.5 1 0 0
         0 0 1 0
         0 0 0 1
}
Cube { }
```

Ergebnis:



Grafische Primitive in VRML 97:

Box	size	SFVec3f	Kantenlängen eines geschlossenen Quaders
Cone	bottomRadius height side bottom	SFFloat SFFloat SFBool SFBool	Radius des Bodens Höhe des Kegels Sichtbarkeit: Mantel Sichtbarkeit: Boden
Cylinder	bottomRadius height side top bottom	SFFloat SFFloat SFBool SFBool SFBool	Radius Höhe des Zylinders Sichtb.: Mantel Sichtb.: Deckel Sichtb.: Boden
Sphere	radius	SFFloat	Radius der Kugel
Text	string fontStyle length maxExtent	MFString SFNode MFFloat SFFloat	1 oder mehrere Zeichenketten Font-Spezifikation max. Länge max. phys. Länge

Knoten für Punktmengen und boundary repr. in VRML 97:

Punktmenge (ohne Flächen und Kanten):

PointSet	coord color	SFNode SFNode	Koordinatenknoten Farbknoten
-----------------	------------------------------	------------------	---------------------------------

darin der Farbknoten:

Color	color	MFCColor	RGB-Spezifikation(en)
--------------	--------------	----------	-----------------------

Indizierte Kantenmenge:

IndexedLineSet	coord coordIndex set_coordIndex color colorIndex set_colorIndex colorPerVertex	SFNode MFInt32 MFInt32 SFNode MFInt32 MFInt32 SFBool	Koord.knoten Polylinien für eventIn Farbzuordn. Farbzuordn. für eventIn Farbe bez. auf Ecken (sonst aufKanten)
-----------------------	---	--	--

Indizierte Flächenmenge:

IndexedFaceSet	coord	SFNode	Koord.knoten
	coordIndex	MFInt32	Polygone
	set_coordIndex	MFInt32	für eventl.
	color	SFNode	Farbzuordn.
	colorIndex	MFInt32	Farbzuordn.
	set_colorIndex	MFInt32	für eventl.
	colorPerVertex	SFBool	Farbe bez. auf Ecken (sonst auf Flächen)

Die Indextabelle (**coordIndex**) enthält die Indices (Zählung beginnt bei 0) der zu einer Polylinie bzw. zu einem geschlossenen Polygon gehörenden Ecken. Trennung mehrerer Polylinien / Polygone durch den Eintrag "-1":

coordIndex [1,5,4,2, -1, 0,3,7,6, -1, 1,5,7,6]
= 3 Vierecke

Orientierung ist wichtig – für die Normalenvektoren gilt die "Rechte-Hand-Regel"; die Rückseite eines Polygons (entgegengesetzt zum Normalenvektor) ist unsichtbar.

Beispiele:

Konstruktion einer Pyramide als Punktmenge

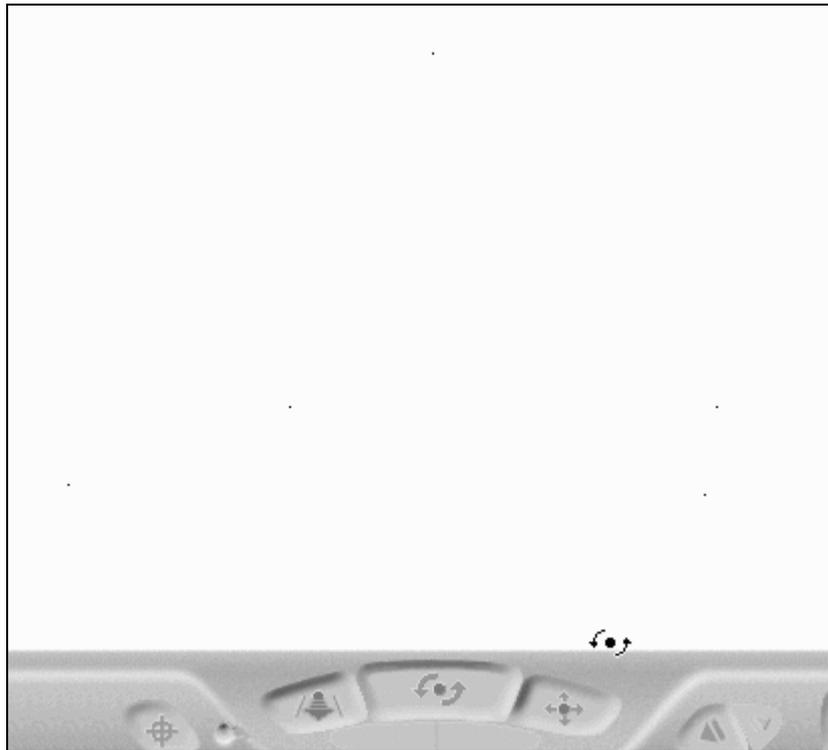
```
#VRML V2.0 utf8
# pyrpkt.wrl
Shape
{
  geometry PointSet
  {
    coord Coordinate
    {
      point [ -2, 0, -2
              2, 0, -2
              -2, 0, 2
              2, 0, 2
              0, 3, 0 # Spitze
```

```

    ]
  }
}

```

Ergebnis (Bild invertiert, da Eckpunkte sonst kaum sichtbar):



Pyramide als durch Eckenindices definierte Kantenmenge:

```

#VRML V2.0 utf8
# pyrlin3.wrl
Shape
{
  geometry IndexedLineSet
  {
    coord Coordinate
    {
      point [ -2 0 -2 # Ecke 0
              2 0 -2 # Ecke 1
              -2 0 2  # Ecke 2
              2 0 2  # Ecke 3

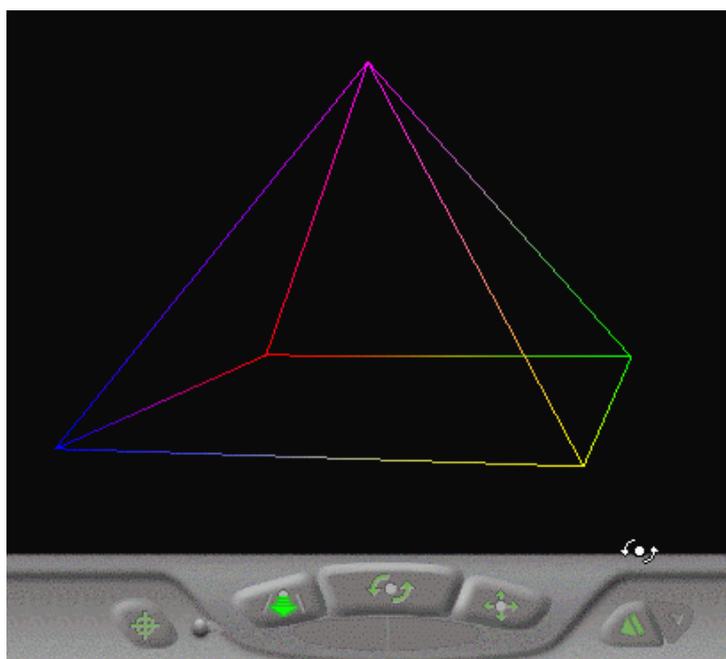
```

```

                                0 3 0 # Ecke 4 = Spitze
                                ]
                                }
coordIndex [ 0 1 -1,
              1 3 -1,
              3 2 -1,
              2 0 -1,
              0 4 -1,
              1 4 -1,
              3 4 -1,
              2 4
              ]
color Color
{
  color [ 1 0 0,
          0 1 0,
          0 0 1,
          1 1 0,
          1 0 1 ]
}
}
}

```

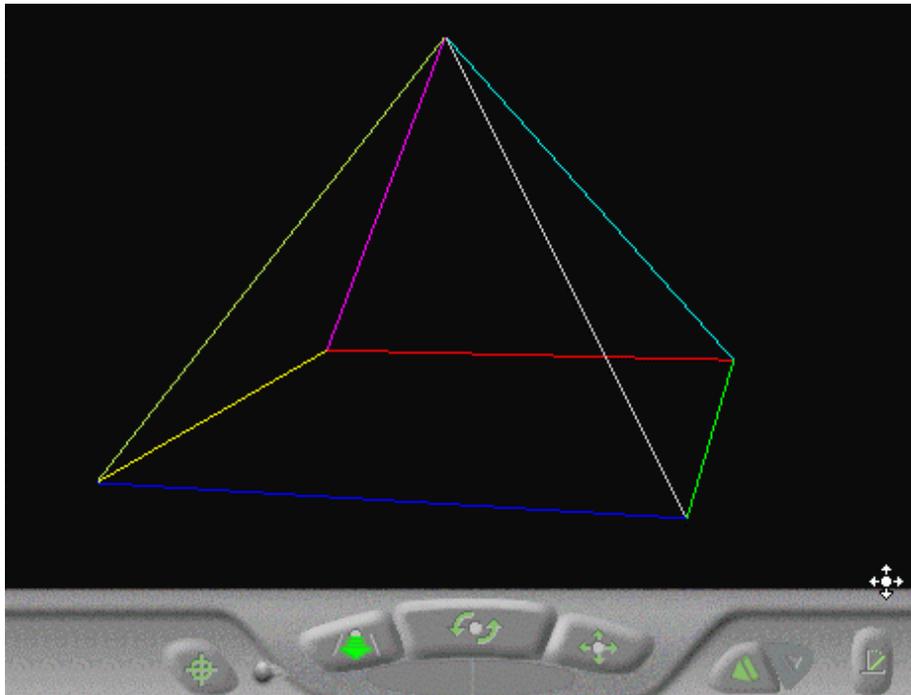
Ergebnis:



Die Farben werden hier zwischen den Ecken interpoliert.
Direkte Farbzuzuordnung zu den Kanten durch Einfügen von

`colorPerVertex FALSE`

in den `IndexedLineSet`-Knoten:



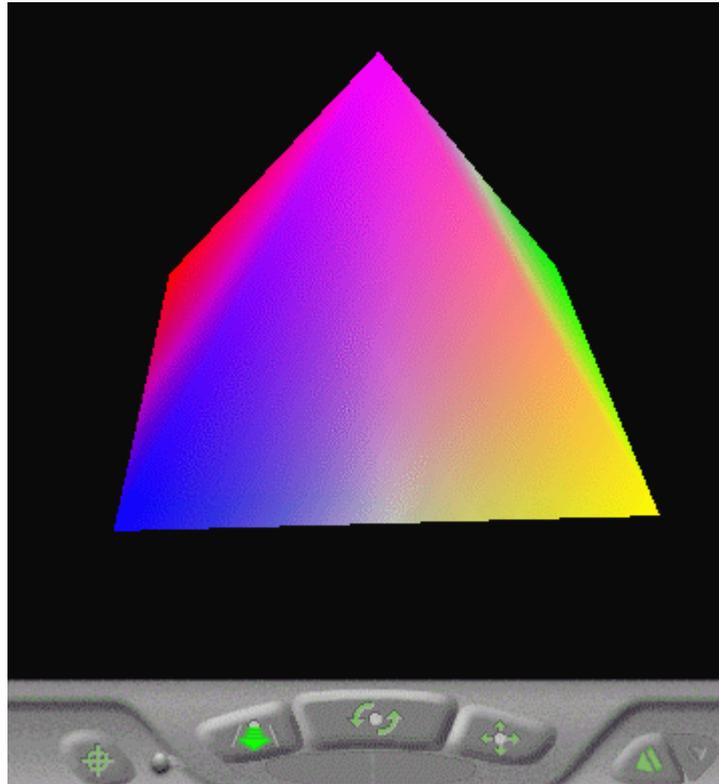
auch möglich: Polylinien (mehr als 2 Punkte) anstatt Kanten

```
coordIndex [ 4 1 0 -1,  
            4 3 1 -1,  
            4 2 3 -1,  
            4 0 2 -1,  
            2 0 1 3    # Boden  
            ]
```

Pyramide als Körper mit durch Punktindices definierten Facetten:

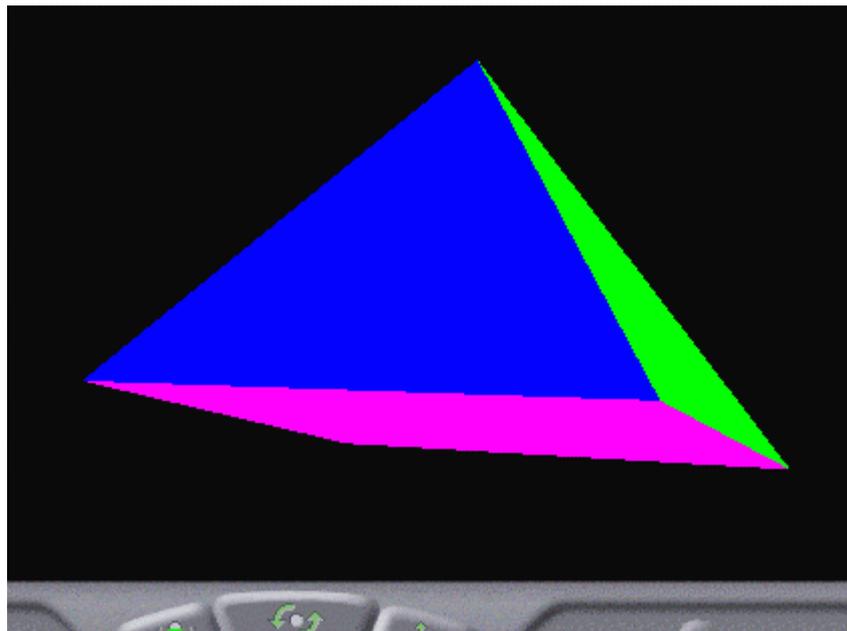
```
#VRML V2.0 utf8
# pyrface1.wrl
Shape
{
  geometry IndexedFaceSet
  {
    coord Coordinate
    {
      point [ -2 0 -2 # Ecke 0
              2 0 -2 # Ecke 1
              -2 0 2 # Ecke 2
              2 0 2 # Ecke 3
              0 3 0 # Ecke 4 = Spitze
            ]
    }
    coordIndex [ 4 1 0 -1,
                 4 3 1 -1,
                 4 2 3 -1,
                 4 0 2 -1,
                 2 0 1 3 # Boden
               ]
    color Color
    {
      color [ 1 0 0,
              0 1 0,
              0 0 1,
              1 1 0,
              1 0 1 ]
    }
  }
}
```

Ergebnis:



auch hier Farbinterpolation zwischen den Eckpunkten – direkte
Farbzuordnung zu den Facetten wird durch den Switch
colorPerVertex FALSE

eingestellt:



Extrusion: Spur eines in der xz-Ebene def. Polygons entlang einer Raumkurve

Extrusion	crossSection	MFVec2f	Polygon
	spine	MFVec3f	Stützpunkte der Kurve
	endCap	SFBool	Deckel exist.
	solid	SFBool	Fläche beidseitig sichtbar
	scale	MFVec2f	Skalierungs-Array
	orientation	MFRotation	Drehungen entl. Kurve

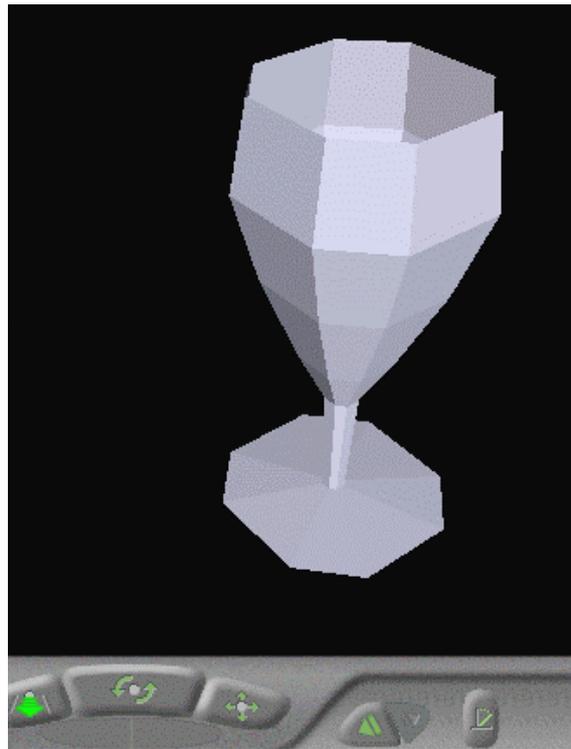
Beispiel:

```
#VRML V2.0 utf8
# wein1.wrl
```

```
Shape
{
  geometry Extrusion
  {
    endCap FALSE
    solid FALSE
    crossSection [ -1 -3, -3 -1, -3 1, -1 3,
                  1 3, 3 1, 3 -1, 1 -3, -1 -3 ]
    spine [ 0 0 0, 0 0.6 0, 0 7 0, 0 10 0,
            0 15 0, 0 20 0, 0 25 0 ]
    scale [ 2 2, 0.2 0.2, 0.3 0.3, 0.8 0.8,
            1.5 1.5, 2 2, 1.8 1.8 ]
  }
  appearance Appearance
  {
    material Material
    { diffuseColor 0.9 0.9 1 }
  }
}
```

achteckige Grundfläche, Extrusionskurve (*spine*) mit 7 Stützpunkten

Ergebnis:



Modifikation: Drehung während der Extrusion
– füge in den Extrusion-Knoten für jeden Stützpunkt eine Orientierungsspezifikation ein:

```
orientation [ 0 1 0 0, 0 1 0 0, 0 1 0 0.3,  
             0 1 0 0.6, 0 1 0 0.9, 0 1 0 1.2,  
             0 1 0 1.5 ]
```

Ergebnis:



Höhengitter: Erhebungsgitter über der xz-Ebene

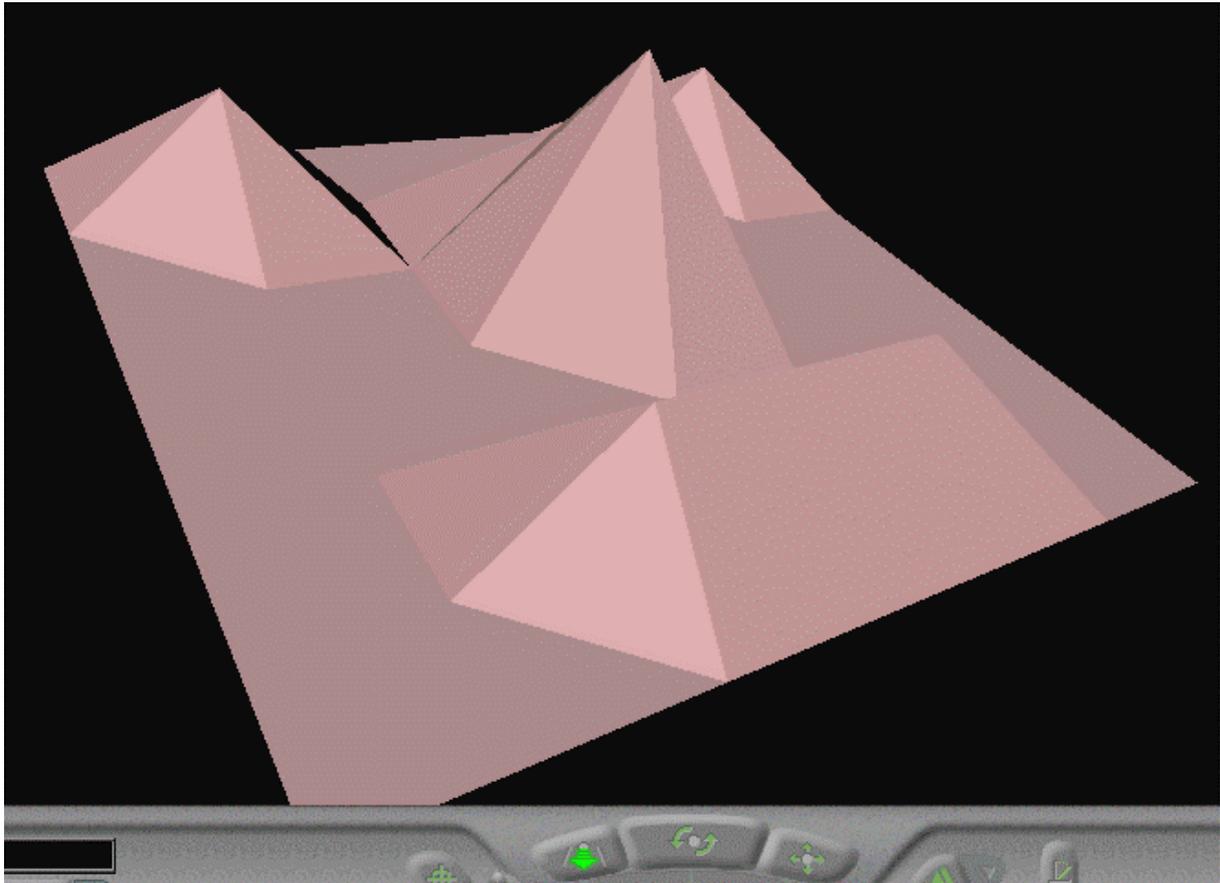
ElevationGrid	xDimension	SFInt32	Anz. Pkte in x-Richtung
	xSpacing	SFFloat	Abstand
	zDimension	SFInt32	Anz. Pkte in y-Richtung
	zSpacing	SFFloat	Abstand
	height	MFFloat	Höhenwerte-Array
	colorPerVertex	SFBool	Farb-Flag
	creaseAngle	SFFloat	Kantenschärfe
	ccw	SFBool	counterclockwise

Beispiel:

```
#VRML V2.0 utf8
# landsc1.wrl
```

```
Shape
{
  geometry ElevationGrid
  {
    xDimension 7
    zDimension 7
    xSpacing 1
    zSpacing 1
    height [ 0 0 0 0 0 0 0
            0 1 0 0 0 1 0
            0 0 0 1 0 0 0
            0 0 0 2 0 0 0
            0 0 0 0 0 0 0
            0 0 1 1 1 0 0
            0 0 0 0 0 0 0 ]
  }
  appearance Appearance
  {
    material Material
    { diffuseColor 0.9 0.7 0.7 }
  }
}
```

Ergebnis:



Hintergrund-Knoten:

Background	groundColor	MFColor	Farbwerte
	groundAngle	MFFloat	Winkel für Bodenfarben
	skyColor	MFColor	Farbwerte
	skyAngle	MFFloat	Winkel für Himmelfarben
	backUrl	SFString	URL für hinteres, unteres usw. Hintergrundbild
	bottomUrl	SFString	
	frontUrl	SFString	
	leftUrl	SFString	
	rightUrl	SFString	
	topUrl	SFString	
	set_bind	SFBool	für eventIn
	isBound	SFBool	für eventOut

Anwendung auf das letzte Beispiel

wir hängen ans Ende an:

Background

```
{  
  skyAngle [ 1.6 ]  
  skyColor [ 0 0 1, 0.4 0.4 1 ]  
  groundAngle [ 1.6 ]  
  groundColor [ 0.8 0.8 0.8, 0.01 0.025 0.001 ]  
  frontUrl "wiessee.jpg"  
  backUrl "wiessee.jpg"  
  leftUrl "wiessee.jpg"  
  rightUrl "wiessee.jpg"  
}
```

Ergebnis:



Hyperlink zu anderen VRML-Dateien:

Inline	description	SFString	Targetbeschreibung
	parameter	MFString	Parameter
	url	MFString	Liste der Targets

Hyperlink zu anderen Dateien (nicht notw. VRML):

Anchor	description	SFString	Targetbeschreibung
	parameter	MFString	Parameter
	url	MFString	Liste der Targets
	children	MFNode	Feld für Kindknoten
	addChildren	MFNode	für eventIn
	removeChildren	MFNode	für eventIn
	bboxCenter	SFVec3f	Zentr. der bounding box
	bboxSize	SFVec3f	Größe der b. box

Beispiel:

2 Dateien, die wechselseitig verlinkt sind.

Erste Datei:

```
#VRML V2.0 utf8
# anchor1.wrl
```

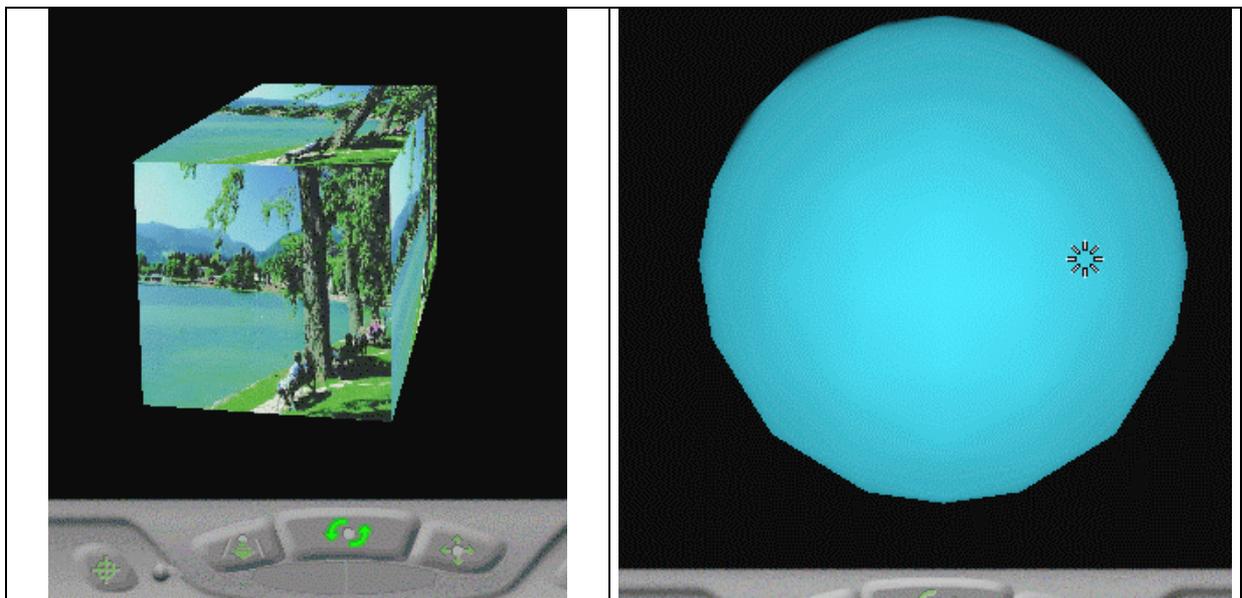
```
Anchor
{
  url "anchor2.wrl"
  description "Eintritt in eine neue Welt"
  children
  [
    Shape
    {
      geometry Box { size 1 1 2 }
      appearance Appearance
      {
        texture ImageTexture
        { url "wiessee.jpg" }
      }
    }
  ]
}
```

Zweite Datei:

```
#VRML V2.0 utf8
# anchor2.wrl
```

```
Anchor
{
  url "anchor1.wrl"
  description "Zurück in die alte Welt"
  children
  [
    Shape
    {
      geometry Sphere { radius 3 }
      appearance Appearance
      {
        material Material
        { diffuseColor 0.3 0.9 1 }
      }
    }
  ]
}
```

Ergebnis:



Die "Teleportation" von einer Welt in die andere erfolgt durch Anklicken des Anker-Objekts mit der Maus. (Der Mauscursor verändert seine Gestalt über dem Anker-Objekt, siehe rechts.)