

1. Grundlegende Polygon-Modellierung

1.1 Polygonnetze

Ziel der Modellierungsphase ist es, reale Objekte im Rechner möglichst exakt nachzubilden. In der Computergraphik wird dazu die Oberfläche des Objektes meistens durch ein Polygonnetz angenähert. Die Oberfläche wird also durch Eckpunkte definiert, die wiederum zu mindestens einem Polygon gehören. Das gebräuchlichste Polygon in der Modellierung ist das Viereck. Obwohl drei Punkte eine Ebene eindeutig beschreiben und deshalb in der Computergraphik oft Dreiecke eingesetzt werden, wird die Modellierung mit Vierecken benutzt um später eine bessere Animation zu gewährleisten.

1.2 Eigenschaften eines Polygons

Ein Polygon besteht aus seinen Eckpunkten (Vertices), dazwischenliegenden Kanten (Edges), sowie der darin eingeschlossenen Fläche (Faces). Polygone sind unendlich dünn. Schaut man von der Seite auf ein Polygon, ist es nicht zu sehen.

Jedes Polygon hat eine Normale. Das ist ein Vektor, der senkrecht auf der Fläche des Polygons steht und zur Beleuchtungsberechnung dient. Die Normale bestimmt die Vorderseite des Polygons. Beim späteren Rendern sind nur die Polygone sichtbar, deren Normale in Richtung Kamera zeigt. In Maya werden allerdings standardmässig beide Seiten beleuchtet.

1.3 Erstellen von komplexen Geometrien

Es existieren viele Methoden um Geometrie aus Polygonen zu erzeugen, hier die drei gängigsten:

1. Jedes Polygon der Geometrie einzeln definieren (Poly-by-Poly Modelling). Es wird mit einem einzelnen Polygon angefangen, dann nach und nach weitere hinzufügen.
2. Aus Geometrischen Grundkörpern (Würfel, Kugel, Zylinder...) durch Manipulation der Vertices, Edges und Faces neue Formen erzeugen (Box Modelling).
3. Das Objekt wird durch Kurven bestmöglich angenähert, woraus dann die Polygone errechnet werden können (Spline Modellierung).

1.4 „Gute“ Geometrie

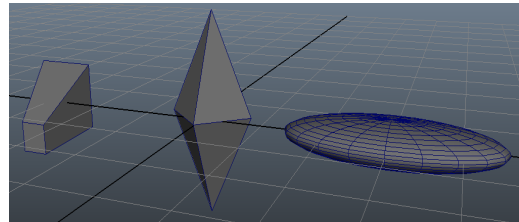
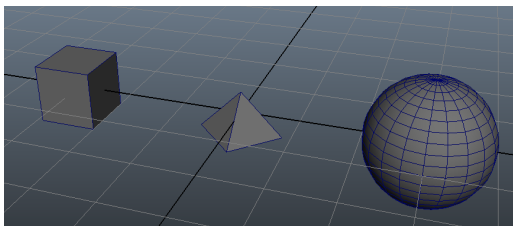
Bei der Erstellung von Geometrie gibt es ein paar allgemeine Standards an die man sich halten sollte, um sich die Arbeit zu erleichtern:

- Ein Vertex sollte nur in Verbindung mit einer Edge existieren, Edges sollten nur in Verbindung mit einem Polygon existieren.
- Verwende nur Polygone mit drei oder vier Vertices. Allgemein gilt: Verwende nur Vierecke, Polygone mit mehr oder weniger Eckpunkten sollten selten bis nie benutzt werden.
- Vermeide Vertices, die zwischen mehr als 4 Kanten liegen. (Das wird sich ab und zu nicht verhindern lassen, sollte aber die Ausnahme sein.)
- Die Polygone sollten eine Quadratische Form haben, keine zu langen, zu dünnen oder rautenförmigen Polygone.
- Versuche die Anzahl der Polygone **so gering wie möglich zu halten**. Das sorgt für flüssiges Arbeiten mit dem Modellierungsprogramm und erleichtert spätere Änderungen an der Geometrie.
- Vermeide nicht-planare Faces. Das sind Faces mit 4 Vertices, die nicht in derselben Ebene liegen. Ein Polygon sollte also keine Knicke haben.
- Innerhalb des Oberflächenmodells dürfen sich keine Faces befinden und alle Normalen müssen nach außen zeigen
- Vertices, Edges und Faces dürfen an einer Position nie doppelt vorhanden sein

Übung zur Modellierung mit Maya

Aufgabe 1: Objekte verändern

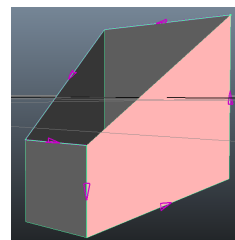
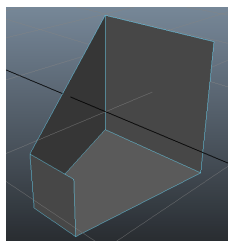
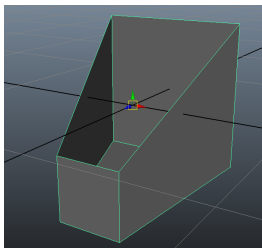
1. Create -> Polygon Primitives -> Sphere (= Kugel)
2. Schiebe die Kugel mit dem Translate Tool (Taste w) an die Position (x=3.0,y=0.0,z=0.0)
3. Create -> Polygon Primitives -> Cube (= Würfel)
4. Schiebe den Cube ungefähr an die Stelle (x= -3.0, y=0.0, z=0.0)
5. Create -> Polygon Primitives -> Pyramid, Pyramide bleibt an (0.0,0.0,0.0)



Erstelle aus der Szene links die Szene im rechten Bild mit Hilfe des Skalierungs- und des Rotations tools (Tipp: der Würfel muss im Face Modus statt im Object Modus verändert werden).

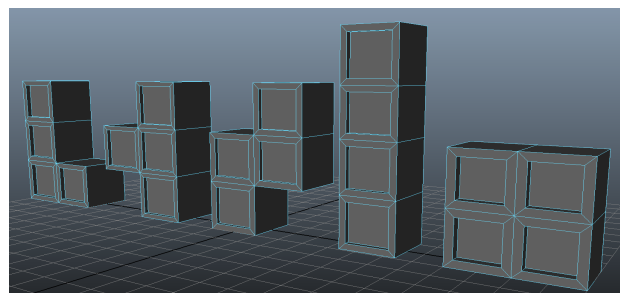
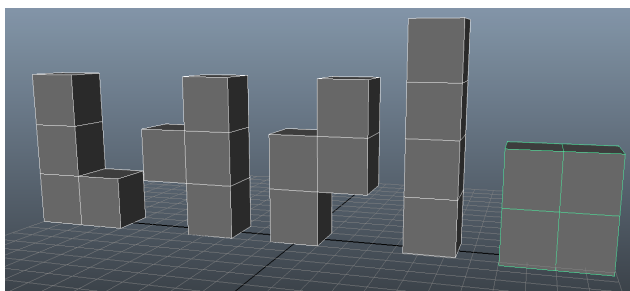
Aufgabe 2: Löschen und Einfügen von Faces

Lösche im linken Cube das obere und das sichtbare seitliche Face:



Neu: Edit Mesh → Append to Polygon. Nach Auswahl des Tools werden Randkanten dicker gezeichnet. Mit dem Tool können nun Verbindungsflächen zwischen diesen Kanten eingefügt werden. Abschließen der Aktion mit Enter, danach ist die Fläche eingesetzt.

Aufgabe 3: Extrudieren



Neu: Edit Mesh → Extrude. Erstelle, ausgehend von einem Würfel mit Kantenlänge 2, die abgebildeten Tetris-Elemente mit Hilfe des Extrude-Tools, dem Wechsel zwischen Translation und Skalierung (innerhalb des Extrude-Tools) und (für das rechte Bild) der Abwahl der Option „Keep Faces Together“

2. Polygonmodellierung in Maya

Die bereits beschriebenen Grundlagen zur Modellierung von Polygonen gelten für jede Modellierungssoftware. In Maya gibt es neben den Polygonen noch zwei weitere Arten von Geometrie: Subdivision Surfaces und NURBS. Wir befassen uns im Praktikum ausschließlich mit der Polygonmodellierung.

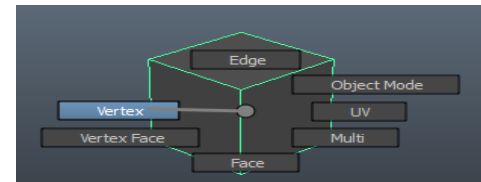
2.1 Geometrie erzeugen

Unter **Create** → **Polygon Primitives** steht eine Auswahl an Grundkörpern zur Verfügung, die der Szene hinzugefügt werden können.

Einzelne Polygone können in Maya mit **Mesh** → **Create Polygon Tool** erzeugt werden. Mit **LMB** die Positionen der einzelnen Vertices bestimmen und mit **Enter** bestätigen. Dieses Tool sollte nur in den Seitenansichten verwendet werden, weil man in der perspektivischen Ansicht nicht erkennt in welcher Tiefe die Vertices erstellt werden.

2.2 Komponenten manipulieren

In Maya kann mit **RMB** auf einem Objekt auf dessen Komponenten zugegriffen werden. Drücke und halte **RMB**, fahre dann mit der Maus auf eine Auswahl, um die Komponenten zu bearbeiten. Sie lassen sich wie Objekte verschieben, rotieren oder skalieren.

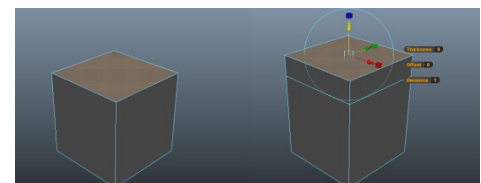


2.3 Maya's Modelling Tools

Maya bietet viele Tools um die Geometrie zu modifizieren. Die folgenden Werkzeuge lassen sich alle unter dem **Edit Mesh** Menü finden (z.B. **Edit Mesh** → **Extrude**). Durch die Optionbox ☐ lassen sich für jedes Werkzeug noch zusätzliche Einstellungen festlegen.

Extrude:

Das wichtigste Werkzeug beim Box Modelling. Beim Extrudieren wird ein zweidimensionales Face „gestreckt“ um so ein 3D Objekt zu erstellen. Es entstehen neue Faces zwischen dem extrudierten Face und dem ursprünglichen. (Es ist ebenfalls möglich eine Edge zu extrudieren. Hierbei entsteht ein Face.)

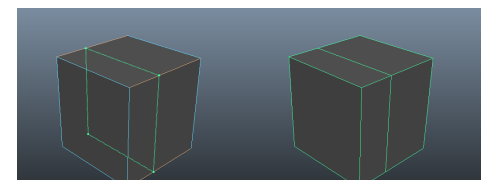


Ein Face vor und nach dem Extrudieren. Mit den Pfeilen kann das neue Face verschoben werden, Mit den Würfeln wird das neue Face skaliert

Selektiert man mehrere, nebeneinanderliegende Faces und extrudiert diese, so werden die Faces als ein zusammenliegendes Face behandelt. Möchtest du jede Face für sich extrudieren, musst du das Häkchen bei **Mesh** → **Keep Faces Together** entfernen.

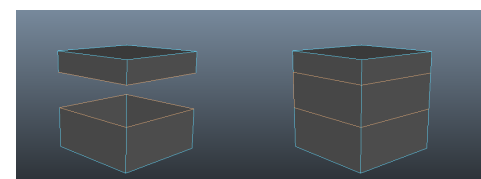
Insert Edge Loop Tool:

Erzeugt einen neuen Kantenring in der Geometrie. Mit **LMB** auf eine beliebige Kante klicken und Maustaste gedrückt halten, es erscheint dann eine Vorschau in Form einer gestrichelten Linie. Die Kante wird erzeugt, sobald **LMB** wieder losgelassen wird.



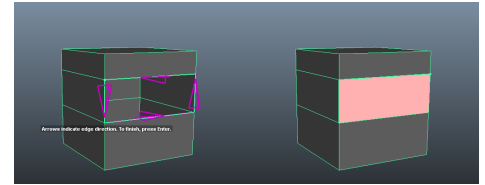
Bridge:

Erzeugt automatisch neue Faces zwischen zwei Randkanten einer Geometrie. Dazu auf die erste Randkante doppelklicken, die zweite Randkante mit **SHIFT + DOPPELKLICK** selektieren und dann das Tool auswählen. Mit Optionbox ☐, kann die Anzahl der Unterteilungen eingestellt werden. Achtung: die Anzahl der Kanten muss bei beiden Rändern gleich sein!



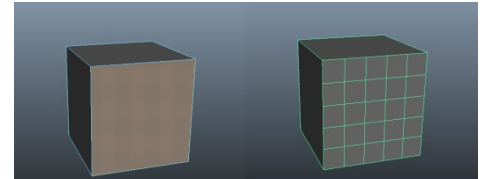
Append To Polygon:

Hiermit können manuell neue Faces zwischen Randkanten der Geometrie eingefügt werden. Dazu klickst du mit der LMB auf eine der Randkanten. Es werden dann Pfeile auf den entsprechenden nächsten Kanten angezeigt. Durch klicken auf diese Pfeile wird ein neues Face erzeugt. Bestätigen mit Enter.



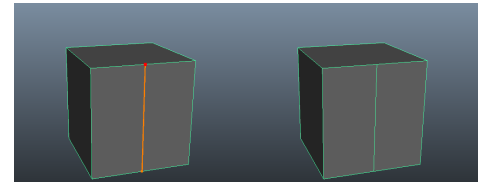
Add Divisions:

Unterteilt ein Face in mehrere neue Faces. Mit Optionbox ☐ kannst du die Anzahl an Unterteilungen festlegen.



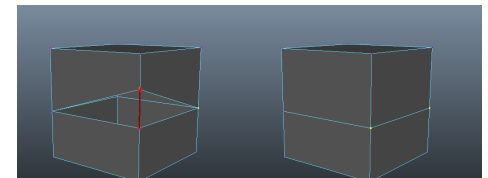
Interactive Split Tool:

Unterteilt ein Face benutzerdefiniert. Wenn die Maus über das Objekt bewegt wird, werden mögliche Vertexpositionen eingeblendet. Mit LMB auf eine Kante oder ein Vertex klicken und den nächsten Punkt anklicken. Der Vorgang wird solange wiederholt bis mit Enter bestätigt wurde. Die Faces werden dann durch die gewählten Punkte unterteilt.



Merge Vertex Tool:

Verschmelzt zwei Vertices. Mit dem Tool auf das erste der beiden Vertices klicken und LMB gedrückt halten. Dann die Maus auf das zweite Vertex ziehen. Dadurch wird das erste Vertex auf das zweite geschoben und verschmolzen.



Häufige Fehler:

Beim Extrudieren werden neue Faces in die Geometrie eingefügt. Diese haben am Anfang den Abstand 0 zum ursprünglichen Face, d.h. sie liegen an derselben Position. Man sieht die neuen Faces erst, wenn sie verschoben/skaliert werden. Ein häufiger Fehler ist es, ein Face zu extrudieren und dann nicht zu verschieben/skalieren. Damit hast du dann mehrere Faces an derselben Position, was Späteres bearbeiten extrem erschwert oder unmöglich macht.

Werden durch die Optionbox ☐ Einstellungen verändert, so merkt sich Maya diese Einstellungen (z.b. die Divisions beim Extrudieren). Oft passiert es, dass man vergisst, dass die Standardeinstellungen überschrieben wurden und wundert sich, wenn das Werkzeug nicht das richtige Verhalten zeigt.

3. Einen Schrank modellieren

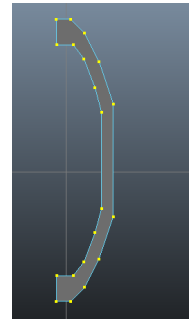
1. Erstelle einen Würfel mit den Größen $x = 5$, $y = 12$, $z = 5$. Wechsel in den Face Modus und markiere das vorderste Face des Würfels.
2. Extrudiere das Face, achte darauf, dass die Anzahl der Divisions auf 1 steht. Skaliere das neue Face etwas herunter.
3. Extrudiere das Face erneut und wechsel in die Top-Ansicht. Verschiebe das Face nach innen, bis es kurz vor der Schrankrückwand liegt.

Die Grundstruktur des Schranks ist fertig. Jetzt werden die Schrankeinlagen modelliert.

4. Wechsel in die Front-Ansicht und füge mit dem Insert Edge Loop Tool in der Mitte des Schranks einen Loop ein. Ein zweiter Edge Loop wird knapp darüber platziert, damit ein Spalt entsteht, der ungefähr die Breite einer Schrankeinlage hat.
5. Wechsel in die Perspektivische Ansicht und in den Face Modus. Markiere die drei Faces im Inneren des Schranks, die durch die Edge Loops entstanden sind. Lösche die Faces mit ENTF.
6. Wechsel in den Edge Modus und markiere die hinteren beiden Edges im Inneren des Schranks, dessen Faces du gerade gelöscht hast. Extrudiere die Edges bis kurz vor die Schrankvorderseite.
7. Wähle das Merge Vertex Tool aus und verbinde die extrudierten Vertices mit den dazu passenden Vertices an der Schrankvorderseite.
8. Schließe die letzte Lücke mit dem Append to Polygon Tool.

Der Schrank hat jetzt eine Schrankeinlage. Du kannst durch die gleiche Vorgehensweise noch weitere hinzufügen. Danach wird die Tür modelliert.

9. Erstelle einen neuen Würfel mit den Werten $x = 0.2$, $y = 11.5$, $z = 4.5$. Verschiebe den Würfel so, dass er genau vor der Schranköffnung liegt.
10. Wechsel in die Seitenansicht. Erstelle die Grundform des Griffes mit dem Create Polygon Tool. Der Griff sollte ähnlich der Abbildung aussehen. Orientiere dich dabei bestmöglich am Raster. Wenn du mit der erstellten Grundform nicht ganz zufrieden bist, kannst du die einzelnen Vertices auch nachträglich noch ändern.
11. Wechsel wieder in die Perspektivische Ansicht und in den Face Mode. Markiere das eben erstellte Face und extrudiere es. Verschiebe es, bis es die gewünschte Griffbreite hat.
12. Der Griff ist noch etwas kantig. Drücke 3 um den Griff abzurunden.



Wer jetzt eine schöne runde Geometrie erwartet hat, wird enttäuscht, das Objekt sieht gar nicht mehr wie ein Griff aus. Schuld daran ist das Polygon, das in Schritt 7 erstellt wurde. Es hat mehr als 4 Edges und ist somit ungültig. Beim Abrunden entstehen dann Fehler. Diese Fehler können jedoch beheben werden, indem das ungültige Polygon in kleinere Polygone, mit nur 4 Edges aufgeteilt wird.

13. Wechsel wieder zur kantigen Version zurück indem du 1 drückst. Dann benutze das Interactive Split Tool um das ungültige Polygon zu unterteilen. Unterteile dabei immer zwischen zwei Vertices, so dass ausschließlich viereckige Polygone entstehen. Mit G kannst du das zuletzt benutzte Werkzeug wieder aufrufen.
14. Unterteile auch die andere Seite des Griffes und drücke erneut 3. Der Griff sollte nun rund sein.
15. Lösche die Faces am oberen und unteren Ende des Griffes. Positioniere den Griff in mittlerer Höhe an der Tür. Vorher solltest du den Pivot Point zentrieren, was das verschieben erleichtert. Dazu: Modify → Center Pivot.

