

Pädagogische Hochschule Heidelberg  
Wintersemester 2004/2005

Hauptseminar im Fach Mathematik:  
3D-Computergrafik

**Projekt:**  
**„Geometrische Modellierung mit Pov Ray“**

Datum: 17.02.05

Dozent: Prof. Dr. Filler

abgegeben von:

Mira Burkart

Bachstr. 23

74906 Bad Rappenau

[miraburkart@t-online.de](mailto:miraburkart@t-online.de)

Nach langem Überlegen, habe ich mich dazu entschieden, einen Küchenraum mit Hilfe des 3D-Computergrafikprogrammes „Pov Ray“ darzustellen. Da grafisches Arbeiten an dem Computer für mich recht neu war, fiel es mir zunächst schwer, meine Vorstellungen und Gedanken geeignet umzusetzen. Ich suchte mir daher eine Szene, die ich auch real vor Augen hatte, um mein räumliches Denken und Vorstellen zu unterstützen.

Am Anfang stellte ich die Wände des Raumes mit *Ebenen* auf. Ich hatte dabei das Problem, dass (es kam mir zumindest so vor) die Ebenen nie parallel zueinander waren, sondern sich irgendwo geschnitten haben. Da ich Fenster und Türen einbauen wollte, erschien mir die Verwendung von *Quadern* am sinnvollsten. Im Nachhinein muss ich erkennen, dass es übersichtlicher gewesen wäre, wenn ich die Länge des hinteren Quaders etwas kürzer gewählt hätte, damit man mit einer Frontalansicht einen besseren Gesamtüberblick über den Küchenraum bekommen würde. Nun muss man in kleinen Schritten und mit jeweils verschiedenen (festgelegten und beschriebenen) Kameraeinstellungen von links nach rechts durch die Küche wandern, um die einzelnen Objekte gut erkennen zu können.

Im nächsten Schritt habe ich die Geräte der Küche „gebaut“. Dazu verwendete ich einen langen niedrigen Quader, der als Sockel für die Geräte dient. Herd, Geschirrspülmaschine und Spüle sind jeweils Quader aus denen verschiedenfarbige Teilquader mit Hilfe der *booleschen Operation „Differenz“* herausgeschnitten wurden. Dabei war bei der Spüle zu beachten, dass der Teilquader von der Spülenoberfläche, der Arbeitsplatte und dem Spülenunterbau abgezogen werden musste, und die übrig gebliebene Innenseite die gleiche Farbe haben musste. Beim Backofen und bei den beiden Wandregalen/schränken setzte ich eine oder mehrere *Glasscheiben* ein, die ebenfalls angepasst werden mussten. Der Herd und die Herdplatten bestehen aus Quader und *Kegelstümpfen*, der Wasserhahn aus *Zylindern* und *Kugeln*. Die genannten geometrischen Objekte wurden jeweils nach der *booleschen Operation* miteinander *vereinigt*. Der Wasserkocher besteht aus bekannten, miteinander vereinigten geometrischen Objekten: Kegelstumpf, Kugel, und *Ring*.

Die Schubladen und Unterschränke bestehen aus ganzen Quadern.

Um die Unterschränke und Schubladen voneinander abzugrenzen (da die Verwendung gleicher Farben für zwei oder mehrere Quader zu einem nahtlosen Übergang der Quader führt), setzte ich bei den Schubladen dünne schwarze Quader dazwischen und zwischen den Schränken jeweils dünne holzfarbene Zylinder. Dabei

war darauf zu achten, dass man zwischen zwei Schränken die senkrechte Begrenzung mit ihrem Mittelpunkt genau an die zwei x-Koordinaten setzte. Die halbkreisförmigen Griffe der Schubladen entstehen durch die Herstellung der *Schnittmenge (Boolesche Operation)* von einem Torus und einem Zylinder. Diese Schnittmenge wird um 90 Grad gedreht und an die Oberfläche des Quaders angesetzt.

Bei der Darstellung der Dunstabzugshaube verwendete ich ein *Prisma* mit geradlinig begrenzter Grundfläche und aufgesetztem Quader.

Ich verwendete auch *Rotationskörper*. Diese lassen sich in der Tischplatte, dem Tischfuss, der Flasche auf dem Tisch, der Vase auf der Arbeitsplatte und dem Knopfgriff an der Schranktür, finden. Bei den Rotationskörpern fiel es mir schwer, die benötigten Stützpunkte exakt zu definieren, da 1. das „plötzliche Weglassen“ der z-Koordinate zu Verwirrung führte, und 2. beschrieb ich meistens zu viele Stützpunkte, weil ich die Kurve/Kurven des gewünschten Gegenstandes im Kopf bzw. auf dem Blatt vor mir hatte und nicht die geraden Linien, die verbunden werden.

Etwas schwieriger und aufwendiger waren die Beschreibungen des Wandregals und des Stuhles. Beide bestehen aus Quadern, welche an den Kanten mit integrierten Zylindern, zusätzlich (beim Stuhl) an den Ecken mit verwendeten Kugeln und (beim Wandregal) mit Ringen abgerundet werden. Dazu war es meist sehr hilfreich, wenn ich mir eine Skizze auf einem Blatt Papier machte, so konnte ich den Überblick behalten. Man geriet nämlich mit den stark variierenden Radien und Längen schnell durcheinander. Die seitlichen Zylinder müssen schließlich so an den Quader angefügt werden, dass jeweils der Radius die Hälfte der Dicke des Quaders beträgt. Darüber hinaus (beim Stuhl) darf er auch nur so lang sein wie der Quader, denn es müssen noch die Kugeln angesetzt werden, und sonst ragen die Zylinder eventuell darüber hinaus. Beim Wandregal müssen an die Enden des Quaders keine Kugeln, sondern Ringe und Zylinder angesetzt werden. Dies geschah mit der booleschen Operation der Vereinigung. Der Abstand vom Ringmittelpunkt zum Mittelpunkt des Querschnittkreises muss so groß sein wie der Radius des flachen Zylinders, der an den Quader angefügt wird. Der Radius des Ringes an sich muss wieder die gleiche Größe wie die halbe Dicke des Quaders betragen. Es müssen ständig Radien abgezogen und hinzu gerechnet werden. Das verlangt nach sorgfältigem und genauem Arbeiten.

Bei dem Einsetzen von Fenstern und Türen musste man auch einiges beachten. Zuerst musste man aus der vorhandenen Rückwand bzw. Seitenwand einen Quader in Größe der gewünschten Fenster oder Tür heraus schneiden mit der booleschen Operation der Differenz. Dabei ist es sehr wichtig, dass man die Reihenfolge der Differenz richtig angibt und dass das Objekt, welches abgezogen wird, deutlich über das „alte“ Objekt hinaus steht, da sonst nichts abgezogen wird. Bei einer Wanddicke von 1.00 LE muss ein Quader mit einem Durchmesser von mindestens 1.02 LE ausgeschnitten werden. Er steht an jeder Seite mindestens 0.01 LE über.

In dieses entstandene Loch wird nun der Fensterrahmen/Türrahmen eingesetzt. Dabei wird zunächst der Fensterrahmen als Differenz eines flachen Quaders, gemäß den Abmessungen des Fensterrahmens, abzüglich vier Quadraten in Größe der zukünftigen Glasflächen gebildet. Die vier Quadrate müssen beim Herausschneiden wieder deutlich über den eigentlichen Fensterrahmen hinaus stehen.

Als eine weniger mathematische, sondern eher eine optische Schwierigkeit, stellte sich beim richtigen Positionieren der Lichtquellen heraus. Durch die Größe des Raumes reichten ein, zwei übliche Lichtquellen nicht aus. Es mussten mehrere an verschiedenen Orten eingesetzt werden, was oft dazu führt(e), dass die aktuelle Szene überbelichtet und zu dunkel ist.