

Browserbasierte
3D-Modellierungssoftware
CEDIFA Arbeitsbericht 8
20.05.2014

Walter Hauer, Marco Wirth

Zusammenfassung

Im Zuge der Entwicklung von additiven Fertigungstechnologien, z. B. des 3D-Drucks, ist vermehrt einfache, browserbasierte 3D-Modellierungssoftware für unerfahrene Nutzer auf den Markt gekommen. Der vorliegende Arbeitsbericht vergleicht einige der bekanntesten Programme bezüglich deren Funktionalität und Leistungsumfang.

In dieser Arbeit werden einige der bekanntesten Programme zunächst bezüglich Arbeitsweise und Handhabung für einen unerfahrenen Nutzer getestet. Im zweiten Schritt werden unter Beibehaltung von definierten Systemvoraussetzungen fünf bis sechs Volumenmodelle mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad mit den ausgewählten Programmen erstellt. Für den Vergleich werden Kriterien festgelegt, um die Unterschiede zwischen den einzelnen Programmen erkennen und bewerten zu können. Die Ergebnisse werden in einer Übersichtstabelle gegenübergestellt und abschließend bewertet.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | 3D Imaging Markt auf dem Vormarsch | 3 |
| 2 | Erläuterungen zu Grundbegriffen und Methoden | 4 |
| 3 | Browserbasierte 3D-Modellierungssoftware | 6 |
| 3.1 | Einführung in verschiedene 3D-Modellierungssoftware..... | 6 |
| 3.1.1 | 3D Tin..... | 6 |
| 3.1.2 | Autodesk 123D Design..... | 7 |
| 3.1.3 | PublishYourDesign | 8 |
| 3.1.4 | Shapesmith | 8 |
| 3.1.5 | THREEFab..... | 9 |
| 3.1.6 | OpenJsCad | 10 |
| 3.2 | Vergleich | 10 |
| 3.2.1 | Voraussetzungen und Ausgangslage | 10 |
| 3.2.2 | Grundlegende Gemeinsamkeiten der verschiedenen 3D-Modellierungssoftware | 12 |
| 3.2.3 | Erweiterter Funktionsumfang | 12 |
| 3.2.4 | Besondere Funktionen und Fähigkeiten der Programme | 15 |
| 3.3 | Übersichtstabelle mit Eigenschaften der betrachteten Programmen | 17 |
| 3.3.1 | Voraussetzungen | 17 |
| 3.3.2 | Dateitypen Import | 18 |
| 3.3.3 | Dateitypen Export..... | 18 |
| 3.3.4 | Anmeldung, Kosten und Registrierung..... | 18 |
| 3.3.5 | Besondere Funktionen | 19 |
| 4 | Schlussfolgerung | 20 |
| | Literaturverzeichnis..... | 22 |
| | Über die Autoren..... | 23 |
| | Kontakt | 24 |

1 3D Imaging Markt auf dem Vormarsch

Die unter dem Begriff „3D imaging markets“ zusammengefassten Technologien 3D modeling, 3D scanning, 3D rendering haben laut 3ders.org (2013) zweistellige Zuwachsraten.

Allein ein Blick auf die Top 100 Webseiten der 3D Printing Industrie aus dem Jahr 2012 zeigt, dass Computer Aided Design (CAD) mehr und mehr einem breiten Benutzerfeld eröffnet wird (3ders.org, 2012). Das riesige Programmangebot enthält auch eine große Anzahl frei verfügbarer bzw. low-budget browserbasierte Software für semi-professionelle und private Nutzer.

In dieser Arbeit werden einige der bekanntesten Programme zunächst bezüglich Arbeitsweise und Handhabung für einen unerfahrenen Nutzer getestet. Im zweiten Schritt werden unter Beibehaltung von definierten Systemvoraussetzungen fünf bis sechs Volumenmodelle mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad mit den ausgewählten Programmen erstellt. Für den Vergleich werden Kriterien festgelegt, um die Unterschiede zwischen den einzelnen Programmen erkennen und bewerten zu können. Die Ergebnisse werden in einer Übersichtstabelle gegenübergestellt und abschließend bewertet.

2 Erläuterungen zu Grundbegriffen und Methoden

Für die Bedienung von 3D-Modellierungssoftware muss man spezielle Begriffe und Methoden kennen. Die Wichtigsten werden anhand von Zitaten aus einem CAD Handbuch erklärt.

Mit 3D-CAD-Programmen können sogenannte Volumenmodelle erstellt werden: „Ein Volumenkörper ist das kleinste Volumenelement eines Volumenmodells. Er kann durch eine oder mehrere Operationen detailliert werden, die einzelne Teilbereiche des Volumenkörpers geometrisch verändern.“ (Ziethen & Koehldorfer, 2010, S. 13). So kann ein aus einem Stück erstellter Würfel, der nicht aus anderen Konstruktionen zusammengesetzt ist, als Volumenkörper angesehen werden.

Ist eine Ecke abgerundet, stellt dies eine Operation dar: „Eine Operation ist eine Änderung eines einzelnen oder zusammengesetzten Volumenkörpers [...]. Eine Änderung kann sich auf eine Kante, eine Teilfläche oder den gesamten Volumenkörper beziehen.“ (Ziethen & Koehldorfer, 2010, S. 17). Es wird sich später herausstellen, dass sich die angebotenen Operationen bei den verschiedenen Programmen deutlich voneinander unterscheiden oder nur begrenzt möglich sind. Wie verschiedene Operationen in einem Menüpunkt angeordnet sein können, wird in Abbildung 1 gezeigt.

„Eine Transformationsoperation vervielfältigt einen einzelnen oder zusammengesetzten Volumenkörper oder ändert dessen Lage oder Form.“ (Ziethen & Koehldorfer, 2010, S. 18). Hierbei gilt es zu beachten, dass neben Transformationsoperationen auch Operationen in der Zeichenebene möglich sind, die keine Auswirkung auf Volumenmodelle und ihre Position haben, sondern lediglich die Blickwinkelposition des Betrachters im Raum verändern.

Bei einigen Programmen können oder werden Körper in einer Hierarchieebene, auch Strukturbaum genannt, angeordnet. „Ein Körper (Body) ist eine Gruppe von Volumenkörpern und deren Operationen.“ (Ziethen & Koehldorfer, 2010, S. 20). Dabei gilt zu beachten, dass „[a]lle Körper, die auf der ersten Hierarchieebene angeordnet sind, [...] eigenständig [sind].“ (Ziethen & Koehldorfer, 2010, S. 21). Zur Veranschaulichung einer Hierarchieebene dient Abbildung 2. Diese im browserbasierten Programm THREEFab erstellte Zeichnung beinhaltet im linken oberen Bereich eine Liste „Hierarchy“ mit den Volumenkörpern, die in diesem Beispiel nur aus einem Element bestehen. Als Operationen wurden Standorte der Belichtung definiert, aus der die Farbe der Körper resultiert.

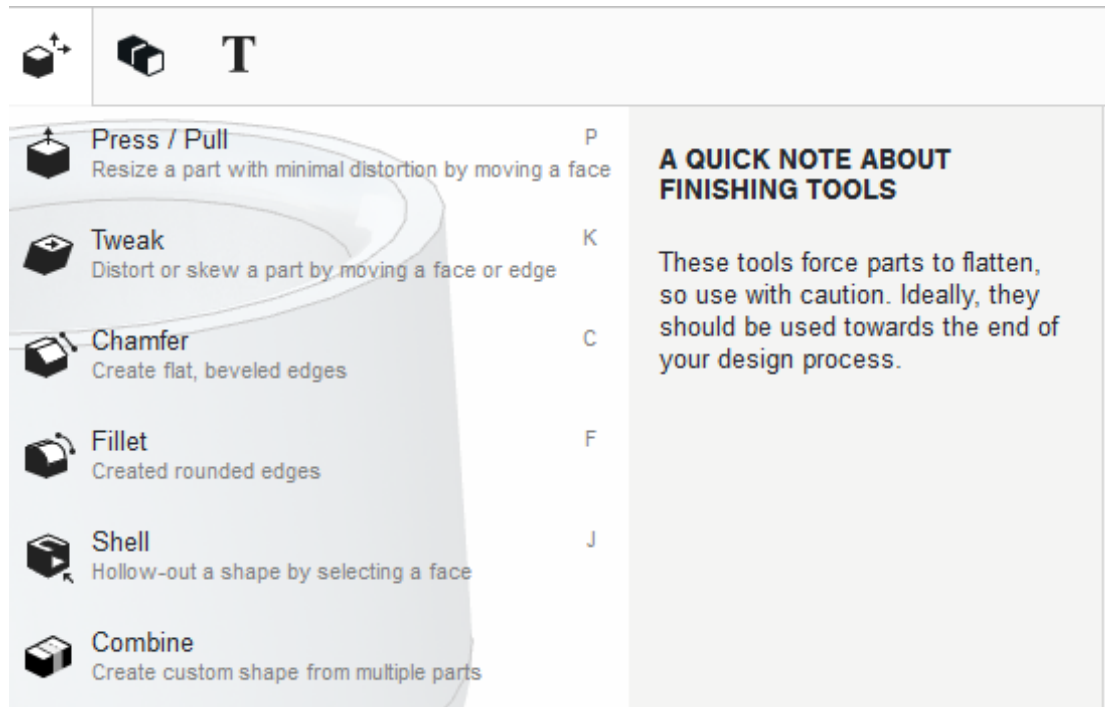


Abbildung 1: Operationen in Autodesk 123D Design

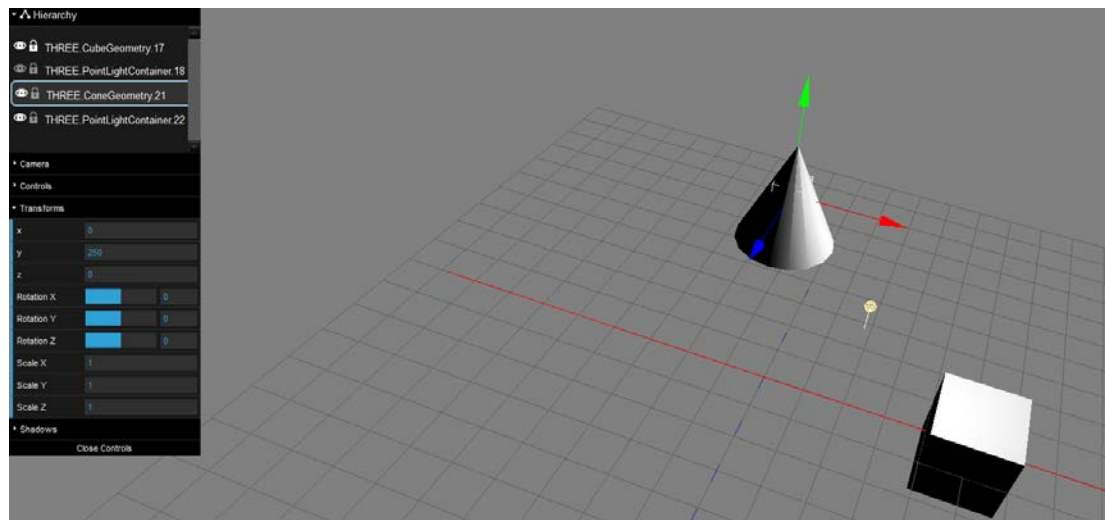


Abbildung 2: Hierarchieebenen in THREE.js

3 Browserbasierte 3D-Modellierungssoftware

Der Hauptteil dieser Arbeit gliedert sich in eine kurze Vorstellung und Einführung der zu vergleichenden browserbasierten 3D-Modellierungssoftware. Die Programme wurden unter dem Aspekt größter Bekanntheitsgrad sowie solider und ansprechender Eindruck ausgewählt. Anschließend folgt ein Vergleich der Leistungs- und Funktionsfähigkeiten. Eine tabellarische Übersicht schließt den Gliederungspunkt ab.

3.1 Einführung in verschiedene 3D-Modellierungssoftware

Ein kurzer Überblick über die verschiedenen Programme, soll einen ersten Vergleich ermöglichen. Zunächst wird kurz auf das Programm selbst und die Benutzung im Allgemeinen eingegangen, es folgt eine Auflistung der vorhandenen Werkzeuge und abschließend wird die Zeichenfläche grob beschrieben.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Programmbezeichnungen und die zugehörigen Webauftritte.

Tabelle 1: Browserbasierte 3D-Modellierungssoftware

| | |
|----------------------|---|
| 3DTin | http://www.3dtin.com/ |
| Autodesk 123D Design | http://www.123dapp.com/design |
| PublishYourDesign | http://www.publishyourdesign.com/ |
| Shapesmith | http://shapesmith.net/ |
| THREEFab | http://blackjk3.github.io/threefab/ |
| OpenJSCad | http://joostn.github.io/OpenJsCad/ |

Bei Recherchen findet man häufig das Programm Tinkercad. Laut Backmann (2013), dem CEO von Tinkercad, wurde Tinkercad von Autodesk aufgekauft. Eine enge Zusammenarbeit, die Eingliederung in die 123D Produktfamilie und der engagierte Einsatz beider Parteien deuten auf eine attraktive Entwicklung der Software hin. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit war jedoch kein abschließendes Bild zu erkennen, so dass keine Berücksichtigung in dieser Arbeit stattfindet. Programme mit kostenpflichtiger Registrierung für die Benutzung oder schlechter Dokumentation wurden ebenfalls nicht herangezogen.

3.1.1 3D Tin

Die Modellierungssoftware empfiehlt als Browser Google Chrome oder Mozilla Firefox, WebGL wird vorausgesetzt. Sofern dies erfüllt ist, bietet die Seite bei dem ersten Start die Möglichkeit zu einem Tutorial. Es kann auch direkt, eine Registrierung ist nicht nötig, begonnen werden.

Die Arbeitsoberfläche ist aufgeteilt in eine zentrale weiße Arbeitsfläche mit Gitternetz, je nach Position. Ein grau-schwarzes Rechteck mit Werkzeugleisten füllt das Bild. Im rechten Bereich

des Displays finden sich Beispiele von anderen Nutzern. Es gibt die Möglichkeit, die Sprache zu ändern, auf Vollbild zu wechseln und Verbindung zu sozialen Netzwerken herzustellen.

Die Werkzeugleisten teilen sich in verschiedene Bereiche auf. Am unteren Rand lässt sich die Farbe der gezeichneten Objekte einstellen. Der obere Rand dient, ähnlich wie bei Standardsoftware, zum Sichern und Laden von Dateien. Auch können Schritte rückgängig oder wiederholt werden.

Die wichtigsten Werkzeuge zum Zeichnen finden sich am linken Rand des Displays. Zum einem lässt sich hier die Werkzeugart (z. B. Drehen, Löschen und Auswählen), der Objekttyp (Geometrische Objekte oder Würfel) und Ansichten (z. B. Gitternetz anzeigen und Lichtoptionen) auswählen.

In der Zeichenfläche gibt es im linken oberen Eck eine Schnellauswahlleiste. Hier werden oft verwendete Standardobjekte zum Konstruieren und die 2D-3D Umwandlung von Modellen angeboten. Im rechten unteren Eck findet sich das Koordinatensystem, das sich je nach Drehung und Richtung ändert. Ebenfalls kann dort die Ansicht angepasst werden. Es besteht die Möglichkeit zu zoomen oder das jeweilige Objekt aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten.

3.1.2 Autodesk 123D Design

Das Zeichenprogramm des bekannten Herstellers der CAD-Software Autodesk benötigt eine Erweiterung für den Browser. Beim ersten Starten kann diese kostenlos heruntergeladen und installiert werden. Im Weiteren beziehen sich die Ergebnisse und Werte auf die 32bit Variante der Erweiterung und des Programms. Es gibt auch für dieses Programm vorab ein einführendes Tutorial, das einige Möglichkeiten der Software aufzeigt. Beschriftung und Erklärungen sind grundsätzlich in Englisch gehalten.

Nach dem Start des Programms gelangt man zunächst auf eine Übersichtsseite, von wo aus man, nach erfolgreicher Anmeldung, auf seine gespeicherten Projekte oder Beispielprojekte zugreifen kann. Die Arbeitsfläche ist aufgeteilt in eine Statusleiste am oberen Rand, hier wird der Titel des aktuellen Projektes genannt und rechts am Ende der Account. In der nächsten Zeile finden sind Symbole, die ein Menü, ähnlich zu Microsofts Office-Produkten, öffnen. Möglich ist das Speichern, Öffnen, Konvertieren und Umwandeln in 2D Modelle. Auch das Teilen und Veröffentlichen des eigenen Projektes ist vorgesehen. Die weiteren Symbole in der Zeile sind Schnell Tasten wie Speichern, Auswahl von Objekten in der Zeichenebene, Vervielfältigung in verschiedenen Varianten und die Erstellung von Textfeldern in den Objekten. Am rechten Rand findet sich eine Toolsammlung von verschiedenen Objekten. Durch ein Dropdownmenü kann man aus verschiedenen Oberkategorien wählen, hierzu zählen z. B. Gear, Gadget, Bicycle und Science. Nach Auswahl erscheinen je nach Kategorie noch weitere Unterkategorien oder Modelle.

Der Zeichenbereich ist mit dünnen Linien von den Toolleisten abgetrennt, am oberen rechten Eck findet sich der aus Autodesk bekannte Würfel für die Ansicht Umstellung und Variation. Am rechten Rand finden sich die Auswahl der Betrachtungsvarianten (z. B. Hand, Zeiger und

Lupe) und die Umstellung der Ansicht auf verschiedene *Layer*. Hier runter ist zu verstehen, dass z. B. nur die Rahmen der Objekte angezeigt werden, ohne Füllung.

3.1.3 PublishYourDesign

Dieses Programm hat sich von einem 3D-Programm für Legomodelle zu einem übersichtlichen CAD-Programm entwickelt. Die Oberfläche ist in englischer Sprach gehalten. Vor Benutzung ist eine Anmeldung nötig. Es ist möglich, einen bestehenden Google-Account zu nutzen. Nach dem ersten Starten wird auch hier ein kurzes Tutorial angeboten.

Optisch unterscheidet sich die Benutzeroberfläche von den zuvor betrachteten 3D-Browserprogrammen. Am oberen Rand des Bildes findet sich links das Logo mit dem Link zur Startseite. In der rechten Ecke finden sich die persönlichen Profileinstellungen und der Zugriff auf die Hilfedateien. Am linken Rand der Arbeitsfläche findet sich die Toolbar. Diese ist untergliedert in *Model*, hier können grundlegende Aktionen wie Sichern und Öffnen vorgenommen werden und *Edit*, hier sind diverse Kopier- und Farbauswahlen vorhanden. Unter *Work Plan* können Einstellungen über die Layer vorgenommen werden, mit der Menügruppe *Basic* ist eine Auswahl von Grundmodellen wie Würfel oder Kegel gegeben. Weiterhin gibt es bei *Advanced* die Möglichkeit, Punkte und Linien zu erzeugen und diese in 3D Objekte zu formatieren. Abschließend sei noch der Menüpunkt *Boolean* zu erwähnen, dieser erlaubt Schnittmengen von zwei oder mehreren Körpern zu definieren, kombinieren und separieren. Am rechten Rand findet sich eine Auswahlmöglichkeit von Modellen anderer Nutzer. Diese lässt sich bei Bedarf entfernen.

Die Zeichenfläche wird durch die Tools in der Mitte des unteren Randes des Fensters gesteuert. Hier findet sich von links nach rechts ein Kreis-Symbol mit Pfeilen zum Rotieren der Zeichenebene, mit dem nächsten Kreis lässt sich die Fläche bewegen. Danach folgen Symbole zum Heran- und Herauszoomen, Vollbildmodus und Vergrößern des gezeichneten Objektes auf Fenstergröße. Im Allgemeinen ist die Zeichenfläche Weiß gehalten, in der Mitte findet sich das Koordinatensystem, wobei die angewählte Ebene mit einem Raster versehen ist.

3.1.4 Shapemith

Bei Shapemith ist eine temporäre Anmeldung ohne Nutzerdaten möglich, ein Wiederaufrufen der Modelle entfällt allerdings. Das Programm ist in Englisch gehalten und verwendet abgekürzte Fachbegriffe, die teilweise Klärung benötigen. Im Allgemeinen macht die Modellierungssoftware einen minimalistischen und aufgeräumten Eindruck, erst beim (richtigen) Benutzen erscheinen Menüs und Auswahlmöglichkeiten.

So gibt es auf den ersten Blick keine Werkzeuge. Am oberen Rand findet sich links die Speicher-, Import- und Export-Funktion, wobei erstere nur nach einer Registrierung zur Verfügung steht. In der rechten oberen Ecke finden sich die Hilfe und der Zugriff auf das persönliche Konto mit gespeicherten Designs. Sehr minimalistisch gehalten sind auch die Bereiche links und rechts der Zeichenfläche. Sie bietet links die Übersicht mit geometrischen Daten über die gezeichneten Objekte, rechts nach Setzen des Hakens Informationen über die aktuelle Zeichenebene und verschiedene Layer.

Um zu modellieren, muss man mit der rechten Maustaste in der Zeichenebene klicken. Erst jetzt erscheint ein Menü-Tool mit drei Zeilen. In der ersten sind 3D-Standardobjekte zur Schnellauswahl hinterlegt, in der nächsten Zeile 2D-Standardobjekte und Zeicheneingaben, z. B. zum Einfügen eines Textes an ein Objekt und in der letzten Zeile Schnellzugriffe zum Erstellen von Polylinien und Polyobjekten. Nach der Auswahl eines Grundobjektes erfolgt die Bearbeitung direkt am Objekt. Mit der linken Maustaste wird das Objekt ausgewählt, man befindet sich im ersten Bearbeitungsmodus. Hier kann die Größe festgelegt werden. Durch erneutes Klicken mit der linken Maustaste gelangt man in das zweite Bearbeitungsmenü. Hier wird die Position und Rotation in der Zeichenebene definiert. Mit nochmaligen Klicken erscheinen zwei Felder, mit „Ok“ wird die Bearbeitung gespeichert, mit „Cancel“ verworfen.

Die Zeichenebene ist in Schwarz gehalten. Grundbewegungen erfolgen durch gehaltenes Drücken der linken Maustaste und gleichzeitigem Bewegen der Maus. Herein- und Herauszoomen erfolgt durch das Bewegen des Mausekzes, sofern vorhanden. Ein extra Tool für Ansichten oder Bewegungen in der Zeichenebene existiert nicht.

3.1.5 THREEFab

Bei diesem noch in der Entwicklung befindlichem Programm wird ähnlich wie bei Shapsmith auf ein schlichtes Design der Oberfläche Wert gelegt. Eine Anmeldung ist nicht nötig, Importieren oder Exportieren von Dateien von URL oder lokalen Speichermedien ist indes möglich. Auch diese browserbasierte Modellierungssoftware ist in Englisch gehalten.

Am oberen Rand findet sich rechts die Import/Export-Funktion und eine Auswahl von Standardsymbolen wie z. B. Kugel oder Quadrat. Die linke Seite der Arbeitsfläche zeigt ein schließbares Menü, die einzelnen Unterpunkte sind einklappbar. Zuerst können Modelle in einer Hierarchie angelegt werden. Standardmäßig legt die Modellierungssoftware jedes Modell in einer eigenen Ebene, ähnlich einer Layer-Struktur, an. Die Objekte können aus- und eingeblendet oder vor weiterer Bearbeitung geschützt werden. Durch Gruppieren können Layer ähnliche Einteilungen vorgenommen werden. Mit dem nächsten Menüpunkt kann die Kameraposition eingestellt werden. Hiermit ist der Sichtpunkt auf die Objekte gemeint. Mit dem Menüpunkt *Controls* werden die einzelnen Objekte verändert, bei Klicken öffnet sich, sofern nicht schon vorhanden im rechten Bereich des Browserfensters ein Menü, auf das später eingegangen wird. Im Menüpunkt *Transforms* wird das Objekt im Koordinatensystem positioniert, rotiert und skaliert. Abschließend ist es möglich, Objekten Schatten mit dem Menüpunkt *Shadows* hinzuzufügen. Die Menügruppe am rechten Rand befasst sich mit den Eigenschaften und Werten der einzelnen Objekte, je nach Auswahl des Objektes und –Art ändert sich der Funktionsumfang. Mit dem Menüpunkt *Material* lässt sich das Objekt hinsichtlich Art, Farbe, Schatten und Transparenz einstellen. Mit dem Menüpunkt *Texture* kann die Oberfläche eingestellt werden. Mit dem letzten Menüpunkt *Light* können Lichtquellen erstellt und die Beleuchtung des Objektes konfiguriert werden. Am unteren Rand der Zeichenoberfläche findet der Benutzer das Menü *Animation*. Hier kann z. B. durch eine vorher definierte Kameraroute ein Video mit bestimmten Positionen um das Modell erstellt

werden. Im rechten unteren Eck findet sich der Menüpunkt *Object*. Hier kann das aktuelle Objekt animiert, kopiert oder gelöscht werden.

Die Zeichenfläche ist in einem leichten Grauton gehalten und wirkt durch die einklappbaren Menüs übersichtlich. Ein gesondertes Tool für die Ansicht der Zeichenebene existiert nicht. Die Bewegung erfolgt mit der Maus, ähnlich wie bei Shapemith.

3.1.6 OpenJsCad

Ein Modellierungstool auf Basis von JavaScript stellt OpenJsCad dar. Auch wenn es sich auf den ersten Blick um ein sehr rudimentäres Programm mit weniger Benutzerkomfort als bei den anderen Programmen handelt, bietet es einen sehr großen Funktionsumfang. Eine Anmeldung ist nicht möglich. Erstellte Modelle können exportiert werden. Importiert werden können Dateien oder Code. Es ist auch eine Programmierung ohne Browser möglich, lediglich zur grafischen Veranschaulichung und Hilfestellung wird das Programm benötigt. Die Bearbeitung im Programm erfolgt über Tools oder direktes programmieren das jeweilige Konsolen-Fenster des Objektes. Auch wenn sich die Modellierungssoftware von anderen deutlich unterscheidet und JavaScript Kenntnisse hilfreich sind, bietet es den Vorteil, dass die Objekte in jedem JavaScript-fähigen Endgerät oder Browser dargestellt werden können.

Die Bearbeitung erfolgt für jedes Objekt einzeln oder als ein großes Objekt. Nach Erstellung kann das Objekt z. B. als .stl exportiert werden. Der Aufbau der Software gestaltet sich wie folgt:

An erster Stelle findet sich das Zeichenfenster, Heraus- und Hereinzoomen wird durch den Schiebepalken am unteren Rand des Fensters ermöglicht. Bewegung im Fenster ist mit der Maus möglich, die linke Maustaste gedrückt haltend. Unter dem Fenster mit der grafischen Ausgabe des Objektes findet sich ein objektabhängiges Menü. Hier werden Objekteigenschaften wie Größe und z. B. auch Anzahl der Zähne bei einem Zahnrad eingestellt. Alle Menüpunkte sind mit einem Update-Button versehen, um die Änderungen zu übernehmen. Nach den Eigenschaften des Objektes kann im Punkt Playground das Objekt mit allen Eigenschaften programmiert werden. Hinweise, Anleitungen und Hilfe finden sich weiter unten auf der Seite. Es könne sehr komplexe Modelle erstellt werden, sogar Grundzüge einer FEM-Berechnung sind möglich.

In der Zeichenebene, die am Anfang der Seite zu finden ist, können keine grundlegenden Änderungen am Objekt vorgenommen werden. Lediglich eine Auswahl des Objektes ist möglich. Die Ebene dient somit nur zur Veranschaulichung.

3.2 Vergleich

3.2.1 Voraussetzungen und Ausgangslage

Zum Betrachten und Bewerten der verschiedenen browserbasierten 3D-Modellierungssoftware wurde auf folgendes Computer System zurückgegriffen:

Als Browser wurde Mozilla Firefox ESR in den Versionen 17.0.8 und 17.0.9 verwendet, da bei diesem kein Rapid Release Programm vorliegt und die Ergebnisse nachvollzogen werden können. Ein kurzer Testlauf der Programme wurde auch mit dem Microsoft Internet Explorer und Google Chrome durchgeführt. Für benötigte Plug-Ins und Treiber ist der Stand August/September 2013 anzusetzen. Als Monitor wurde ein 24 Zoll Modell mit 16:10 Seitenverhältnis und der Auflösung von 1920*1200 Pixel benutzt. Hardwaretechnische Flaschenhalse wurde mittels SSD (mit Microsoft Windows 7 Pro SP1 x64 Edition), aktuellem Intel Core i7, ausreichend Arbeitsspeicher (8 GB) und einer AMD FirePro W9000 (für CAD/CAM/CAE, Animation, Visualisierung, Simulation und etc. zertifiziert) ausgeschlossen.

Zunächst wurde so vorgegangen, dass mit den verschiedenen Programmen einfachste Objekte wie Kugeln oder Quader konstruiert wurden, die dabei gewonnen Erkenntnisse flossen in die Einführung der verschiedenen Modellierungstools ein.

Zum Vergleich der verschiedenen Funktionen und Leistungsfähigkeiten wurde versucht, das Modell aus Abbildung 3 in jedem Programm zu konstruieren. Die gezeigte Abbildung 3 wurde mit Autodesk 123D Design erstellt.

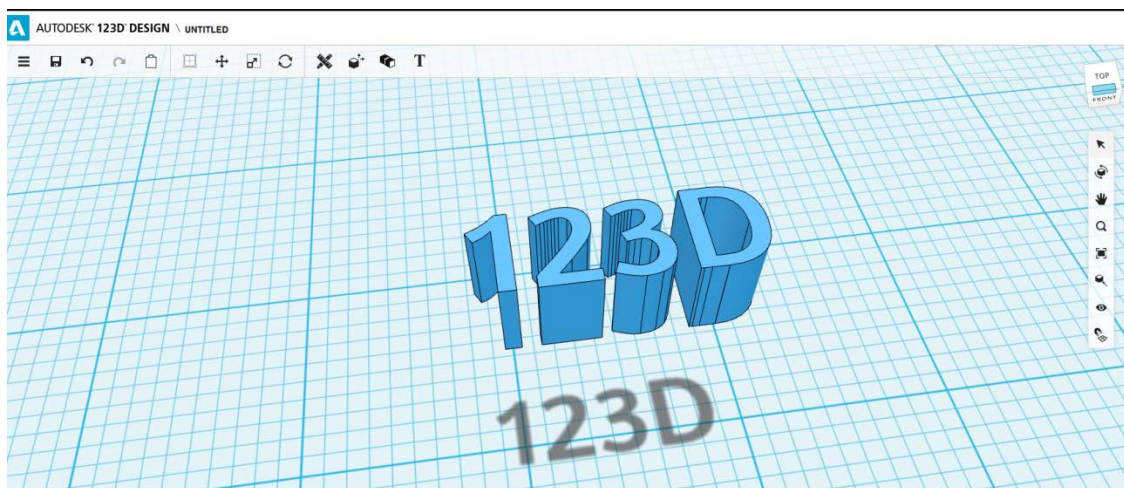


Abbildung 3: 3D Modell in Autodesk 123D Design

Das Volumenmodell besteht aus den Ziffern 1, 2 und 3 und dem Buchstaben D. Dieser wurde aus geometrischen Elementen, sofern nicht durch Volumenelemente erzeugbar, durch ein Rechteck mit einem Halbkreis erzeugt. Weiterhin wurde die Ziffer 3 durch zwei Halbkreise erzeugt, hierbei wurde unter anderem die Layer Fähigkeit ausprobiert. Bei den Ziffern 1 und 2 wurde auch auf die Methode der Polylinien zurückgegriffen. Nach dem Konstruieren der verschiedenen Grundmodelle wurden bereits einige Besonderheiten bei bestimmten Programmen erkannt, diese werden in Abschnitt 3.2.4 erläutert.

Alle Erkenntnisse zu den verschiedenen Tests wurden stichpunktartig in einer Tabelle erfasst, zu finden unter Gliederungspunkt 3.3.

3.2.2 Grundlegende Gemeinsamkeiten der verschiedenen 3D-Modellierungssoftware

In diesem Abschnitt wurden die „Gemeinsamkeiten“ der verschiedenen Programme analysiert und erläutert.

Grundsätzlich ist dank einer visuellen Einführung per Video oder Präsentation der Einstieg in die Programme schnell gemacht und gut möglich. Bei Fragen und Problemen können alle Programme, OpenJsCad etwas außen vorgelassen, eine aktive Community mit hilfreichen Vorschlägen vorweisen. Auch gibt es viele frei verfügbar Modelle und Beispiele. Auf Videoportalen wie YouTube finden sich außerdem zahlreiche Videos über Volumenmodelle, die mit den Programmen erstellt wurden.

Alle gängigen, aktuellen Browser werden unterstützt, lediglich bei Microsofts Internet Explorer sind teilweise Einschränkungen gegeben. Für Autodesk 123D Design wird ein kostenloses Plug-In benötigt, dies wird beim ersten Starten installiert. Bis auf PublishYourDesign lassen sich alle Programme ohne Anmeldung oder Registrierung nutzen.

Die folgenden Funktionen sind bei allen Programmen vorhanden:

- Speichern, Bearbeiten und Erstellen von Objekten und Zeichnungen
- Export- und Import-Funktion, die verschiedenen Dateien und Möglichkeiten werden unter 3.2.3 erläutert
- Lineare Umwandlung von 2D-Zeichnungen in 3D-Objekte
- Erstellen von Polylinien und daraus Erstellen von 3D-Objekten
- Bewegen beziehungsweise Steuern durch die 3D-Zeichenebene
- Englische Benutzersprache

3.2.3 Erweiterter Funktionsumfang

Wie bereits in Kapitel 2 erläutert, unterscheiden sich die möglichen Operationen zwischen den Programmen. Wie in Abbildung 3 zu erkennen ist, wurde der Sockel an den Ecken abgeschnitten und es wurde eine neue, rechteckige Fläche erzeugt. So entstand der typische Sockelfuß von Pokalen. Der mittlere Bereich wurde mit Autodesk 123D Design aus runden Volumenelementen erstellt. Ein horizontaler schwarzer Strich stellt hierbei die Grenze zwischen zwei Volumenelementen dar. Die Grundelemente wurden verschiedenen Operationen unterzogen.

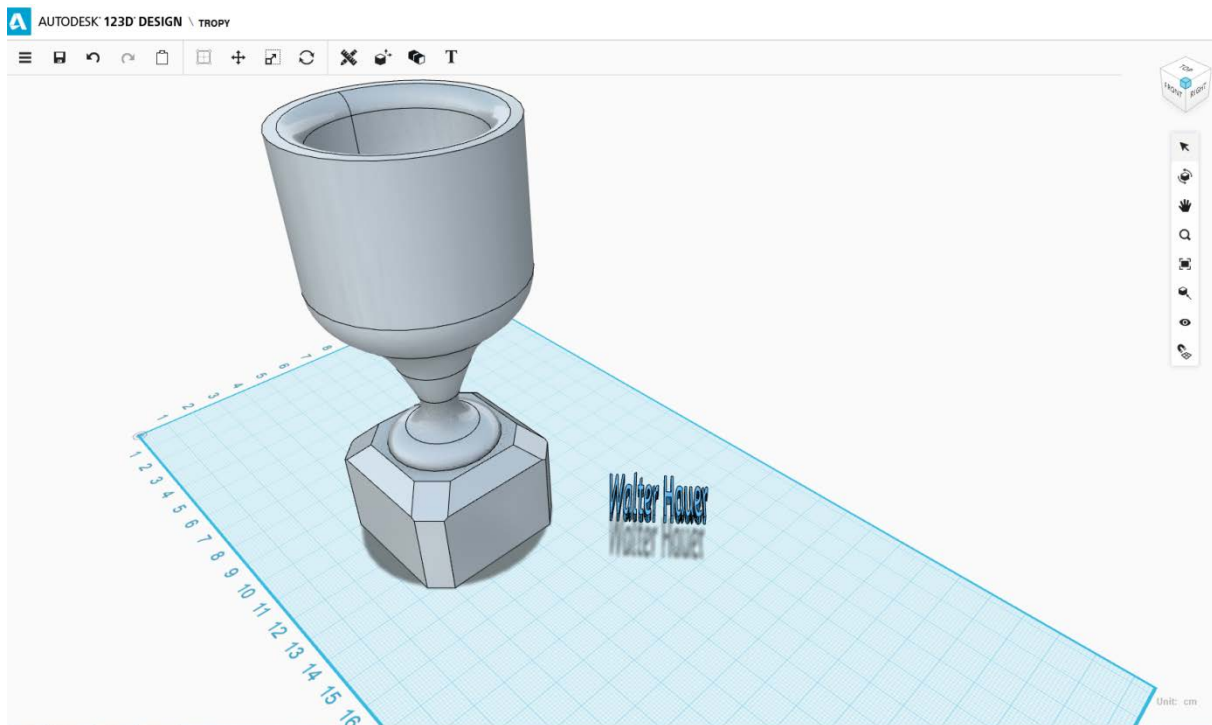


Abbildung 4: Pokal in Autodesk 123D Design

Die Möglichkeiten der Operationen sind bei Autodesk 123D Design am weitesten ausgeprägt, zählen aber auch zu den zeitaufwendigsten. Es gibt auch den Fall, dass diverse Operationen erst nach (kostenpflichtiger) Aufstufung des Kontos bzw. Erstellung eines Kontos verfügbar sind. Als Beispiel sei hier 3D Tin angeführt, symmetrische Effekte sind erst mit einem Premium Membership möglich, die wiederum mit Kosten verbunden ist. Danach lassen sich dafür auch komplexe Modelle erstellen, wie beispielsweise das Modell eines Sportwagens in Abbildung 5. Bei den Programmen PublishYourDesign, Shapsmith und THREEFab halten sich die Variationen von Operationen begrenzt. Manche Operationen lassen sich durch geschicktes Erstellen von Objekten mittels Polylinien ersetzen, allerdings mit erhöhtem Zeitaufwand. Bei PublishYourDesign gibt es ein Werkzeug „Boolean“, mit diesem kann man z. B. zwei Volumenkörper zu einem Volumenelement verschmelzen oder auch nur ihre Schnittmenge als neuen Volumenkörper definieren.

OpenJsCad stellt eine Ausnahme dar, da hier die Operationen von Programmiererfahrungen abhängig sind. So lässt sich z. B. ein Modell eines kleinen Servomotors, wie er in Modellrennwagen verbaut ist, erstellen.

Im Allgemeinen sind alle Programme kostenlos, bei 3D Tin ist durch kostenpflichtige Buchung mehr Funktionsumfang möglich. Bei Autodesk 123D Design wird mit Werbung auf die kostenpflichtigen Programme von Autodesk aufmerksam gemacht, gewisse Funktionen sind/seien nur mit diesen möglich. Die Programme PublishYourDesign, Shapsmith, THREEFab und OpenJsCad kommen ohne Werbung und weitere Kosten aus.

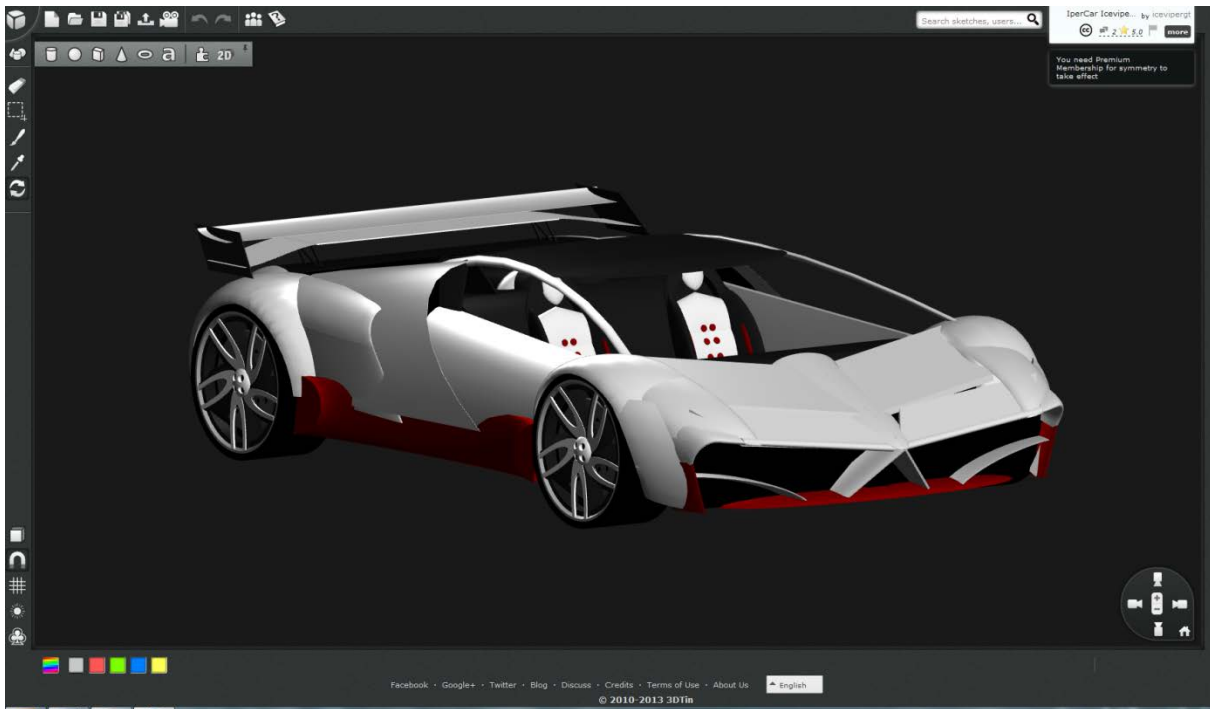


Abbildung 5: Dreidimensionaler Sportwagen in 3D Tin

Die Möglichkeit der Hierarchiebildung ist bei den Programmen unterschiedlich gestaltet. Wie in Abbildung 6 zu erkennen ist, bietet Shapemith eine detaillierte geometrische Auflistung der einzelnen Volumenelemente, erlaubt das Sperren, das optische Verstecken von Volumenkörpern und grundlegende Layer-Einstellungen. Auch können die Werte durch Aktivieren der verschiedenen Felder verändert werden. Einen ähnlichen Umfang der Hierarchie bietet noch THREEFab, bei den Programmen 3D Tin, Autodesk 123D Design und PublishYourDesign existiert diese nach Meinung des Autors wichtige Funktion nicht oder nur rudimentär.

Bei den Möglichkeiten des Speicherns, Öffnens, Exportieren und Importieren von Zeichnungen gibt es verschiedene Stufen. Grundsätzlich können alle Programme mit der Dateierweiterung .stl umgehen. Bei THREEFab, welches sich noch in Entwicklung befindet, muss sich die Datei allerdings mittels einer http-Adresse aus dem Internet aufrufen lassen können. Endungen mit .obj werden von 3D Tin und Autodesk 123D Design voll unterstützt. Letzteres sowie OpenJscad unterstützen auch noch den Dateityp .dxf., der als Industriestandard gilt. Einzelne Dateitypen werden nur von einem Programm unterstützt und erstellt, 3D Tin beherrscht .dae, Shapemith .json und OpenJscad .jscad. Von einer Wertung oder Gewichtung der verschiedenen Dateitypen und die Unterstützung in den verschiedenen Modellierungsprogrammen wird in dieser Arbeit abgesehen.

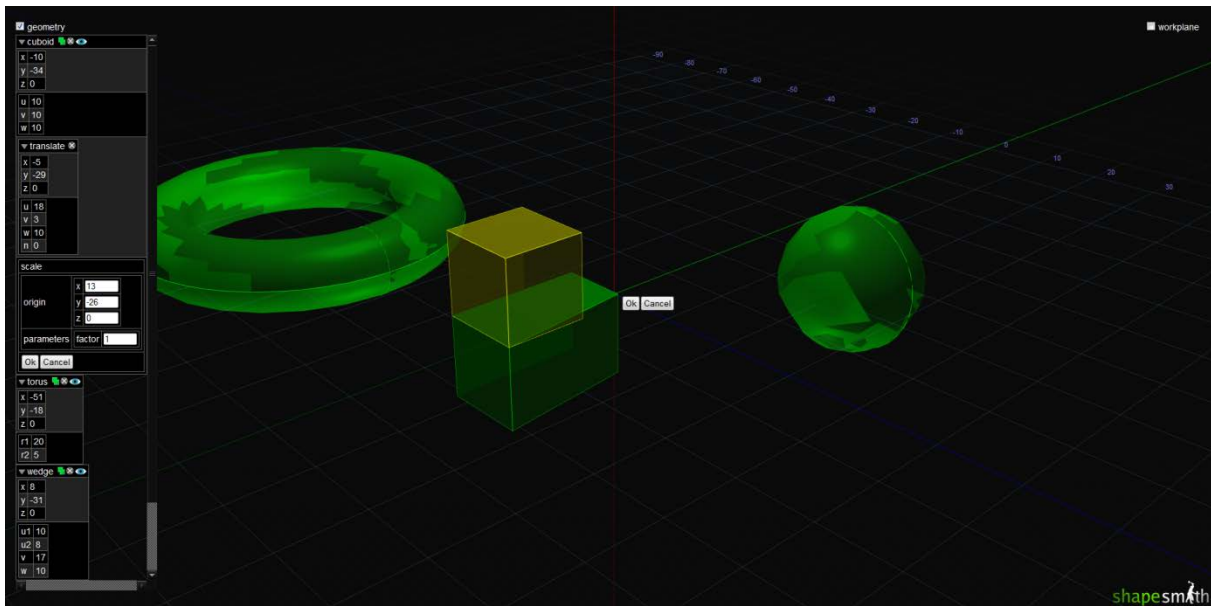


Abbildung 6: Hierarchie in Shapeways

3.2.4 Besondere Funktionen und Fähigkeiten der Programme

Wie bereits in Abschnitt 3.2.3 gezeigt, gibt es bei den Programmen teilweise gravierende Unterschiede. Manche Programme sind in bestimmten Bereichen spezialisierter als andere, manche stechen durch besondere Funktionen hervor.

Als gutes Beispiel dient THREEFab. Die allgemeinen Funktionen sind teilweise sehr rudimentär, auch wenn alle vertreten sind. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Animation und Präsentation von 3D Modellen gelegt worden. So gibt es eine ausführliche Videofunktion, es kann z. B. eine Kamerafahrt um die Körper festgelegt werden. Verschiedene Lichtquellen und Schattenmodelle bieten Möglichkeiten, einen Eindruck von der Konstruktion zu bekommen. So kann man für eine Präsentation ein Walk-Through erstellen, ohne jedoch gleich ein an sich abgeschlossenes Video zu erstellen. Hinzu kommt, dass sich sämtliche Symbol- und Werkzeugleisten ausblenden lassen. Detaillierte Gestaltungsmöglichkeiten und Variationen runden diese herausragende Funktion von THREEFab ab.

Das allgemein aus der Reihe tanzende OpenJsCad basiert auf einer grundlegend anderen Idee wie die anderen betrachteten Programme. Hier erstellt der Benutzer sein 3D Objekt durch Code, und nicht durch Zeichnungen in einer Zeichenebene, dar. Ungeachtet dessen, dass diese Art eine andere Zeitplanung benötigt, bietet das Programm einige Alleinstellungsmerkmale. So lässt sich z. B. eine komplette Webseite mit dem 3D Objekt erstellen und diese kann präsentiert werden. Eine Installation oder Anmeldung bei einem Programm ist nicht nötig. Lediglich ein Browser mit JavaScript wird benötigt, mit Hilfe dessen dann die Konstruktion über eine Webadresse aufgerufen werden kann. Weiterhin ist eine gute Anbindung an mathematische Programme wie Vector2D/Vector3D und Plane gegeben. Dies ist ein möglicher erster Schritt für die Lösung von FEM-Problemen. Dies ist in diversen Bereichen notwendig, da sich zwar Objekte erstellen lassen, ob diese jedoch die in der Praxis geforderten Anforderungen erfüllen, lässt sich oftmals nur durch FEM-Berechnungen überprüfen. Darüber

hinaus bietet OpenJsCad auch die Möglichkeit der Materialwahl bzw. -definition. Wie anhand von Abbildung 7 zu erkennen ist, wurden zwei verschiedene Materialien zum Bau des Lüftungsgrills verwendet, die jeweils durch eine unterschiedliche Färbung gekennzeichnet sind.

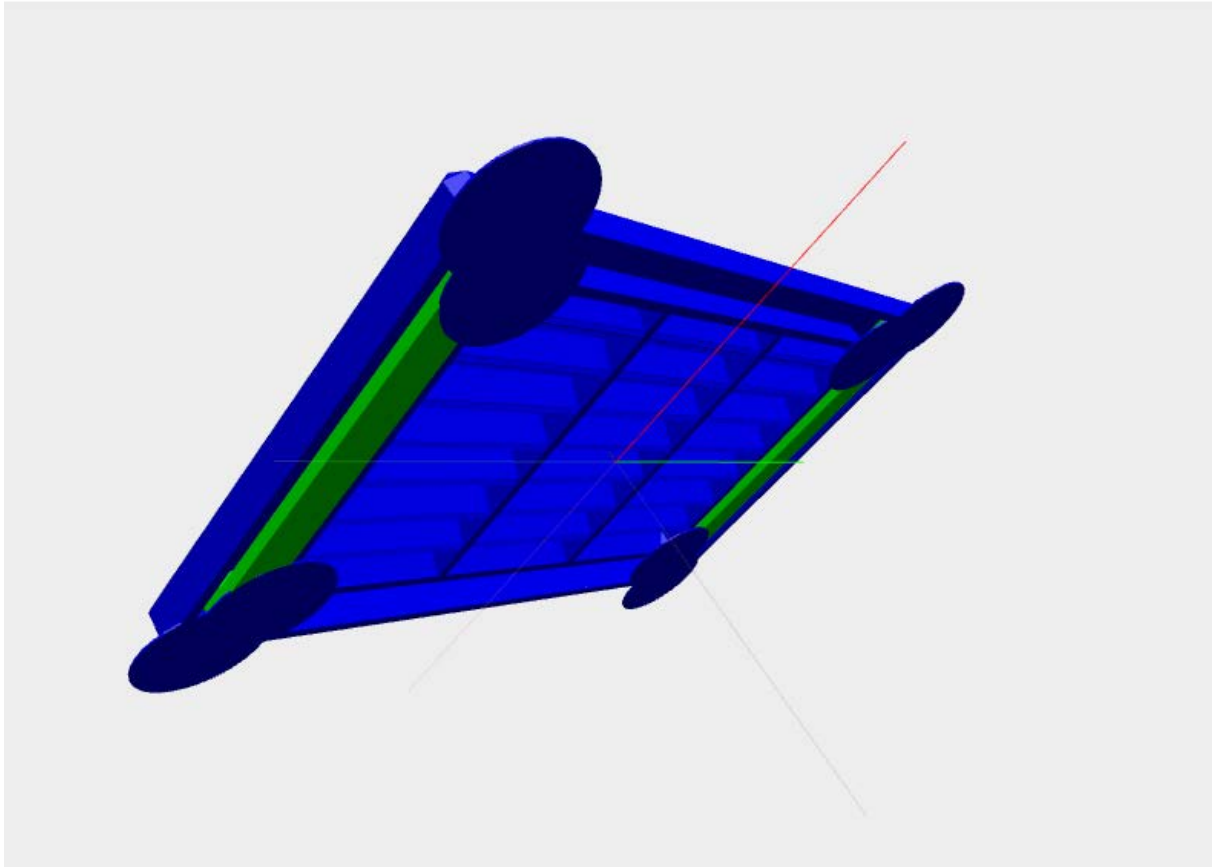


Abbildung 7: Materialauswahl in OpenJsCad

Somit lässt sich festhalten, dass OpenJsCad eine sehr umfangreiche Modellierungssoftware für private Anwender ist.

Bei der Modellierungssoftware Shapemith stößt man zunächst auf ein sehr schlichtes und karges Programm. Anders als bei anderen Programmen finden sich keine Menüs oder Buttons. Der Ansatzpunkt wurde anders gewählt. Erst mit dem Erstellen eines Objektes bieten sich Möglichkeiten der Bearbeitung. Die Menüs gestalten sich je nach Modell komplett neu. So gelangt man letztendlich zu den detailliertesten und weitreichendsten Einstellmöglichkeiten, je nachdem, wie tief diese benötigt werden. Diese neue Art der Menüführung ist sicher gewöhnungsbedürftig, ermöglicht aber ein übersichtliches Arbeiten, was gerade bei komplexeren Modellen hilfreich sein kann. Punkten kann auch die genaue Hierarchiedarstellung.

Bei PublishYourDesign ist die Abstammung von einem Lego Modellierungsprogramm klar erkennbar. Das Baukastenprinzip ist für das Konstruieren von Modellen von Vorteil, ein schnelles Einarbeiten und Durchführen von Arbeiten gelingt mit diesem Programm problemlos. Die Werkzeugleiste *Boolean* stellt ein besonderes Merkmal dar, spezielle Körper

lassen sich hierüber einfach erstellen. Der Vollbildmodus zählt zu den kleinen Features, die das Programm insgesamt sehr interessant machen. Auch kann man die Übersicht durch Schließen nicht benötigter Werkzeugleisten erhöhen.

Als Universalprogramm kann Autodesk 123D Design angesehen werden. Es enthält viele Hauptfunktionen aus allen Bereichen und leistet sich keine großen Lücken. Erfahrene Autodesk Benutzer werden sich schnell in die bekannte Menüführung einarbeiten, im Vergleich zu dem vollwertigem AutoCAD ist diese zwar etwas beschnitten und vereinfacht, für die grundlegende Modellierung von 3D-Objekten meines Erachtens jedoch völlig ausreichend. Lediglich beim Export zu Endgeräten wie einem 3D-Drucker ist darauf zu achten, dass das Dateiformat passend ist. Autodesk kann auf viel Erfahrung im Bereich der CAD-Programme zurückgreifen. So wirkt das Programm sehr ausgereift und eine Weiterbearbeitung in anderen Autodesk Programmen ist ohne Probleme möglich. Abschließend lässt dich festhalten, dass dieses Modellierungsprogramm durch seine Ausgereiftheit und Universalität überzeugt.

Mit 3D Tin gibt es ein Programm, das man als Schnittmenge aus Autodesk 123D Design und THREEFab bezeichnen könnte. Es zeichnet sich durch ein gutes allgemeines Spektrum von Funktionen und Operationen aus und bietet Animations- und Videomöglichkeiten z. B. um das Ergebnis zu präsentieren. Als Spitze der Möglichkeiten bietet dieses Programm gute Unterstützung für (aufkommende) 3D-Drucker und bietet damit ein nicht zu verachtendes Merkmal.

3.3 Übersichtstabelle mit Eigenschaften der betrachteten Programmen

Zur besseren Übersicht über die verschiedenen Funktionen und Möglichkeiten sind die einzelnen Punkte in folgenden Tabellen zusammengefasst. In der Tabelle kennzeichnet ein x ein klares „Ja“, ein (x) steht für ein „Ja mit Einschränkungen“ oder weiteren Bedingungen. Ein leeres Feld steht für „Nein“ oder „nicht vorhanden“.

3.3.1 Voraussetzungen

Tabelle 2: Voraussetzungen der Modellierungstools

| | 3D Tin | Autodesk 123D Design | PublishYour Design | Shapesmith | THREEFab | OpenJsCad |
|---------------------|--------|-------------------------|-----------------------|------------|----------|-----------|
| Browser | x | x | x | x | x | x |
| JavaScript | | | | | | x |
| Chrome | x | (x) | x | x | x | x |
| Firefox | x | x | x | x | x | x |
| WebGL | x | x | x | | | |
| Add-on nötig | | x | | | | |

Autodesk 123D Design wird nicht in Verbindung mit Google Chrome empfohlen, grundsätzlich läuft es aber. Das nötige Add-on ist noch nicht ausgereift.

3.3.2 Dateitypen Import

Tabelle 3: Formate für den Datei-Import

| | 3D Tin | Autodesk 123D Design | Publish YourDesign | Shapesmith | THREEFab | OpenJsCad |
|--------|--------|-------------------------|-----------------------|------------|----------|-----------|
| .stl | x | x | x | x | (x) | x |
| .obj | x | x | | | | |
| .dea | x | | | | | |
| .json | | | | x | | |
| .dxf | | x | | | | x |
| .jscad | | | | | | x |

3.3.3 Dateitypen Export

Tabelle 4: Formate für den Datei-Export

| | 3D Tin | Autodesk 123D Design | Publish YourDesign | Shapesmith | THREEFab | OpenJsCad |
|--------|--------|-------------------------|-----------------------|------------|----------|-----------|
| .stl | x | x | x | x | (x) | x |
| .obj | x | x | | | | |
| .dea | x | | | | | |
| .json | | | | x | | |
| .dxf | | x | | | | x |
| .jscad | | | | | | x |

Bitte auch Gliederungspunkt 3.3.4 beachten, da die Funktion „Speichern“ und „Exportieren“ erst nach Registrierung möglich ist.

3.3.4 Anmeldung, Kosten und Registrierung

Tabelle 5: Anmeldung, Kosten und Registrierung

| | 3D Tin | Autodesk 123D Design | Publish YourDesign | Shapesmith | THREEFab | Open-JsCad |
|--|--------|----------------------------|-----------------------|------------|----------|------------|
| Anmeldung nötig | | | x | | | |
| Anmeldung nötig zum Speichern | x | x | x | x | | |
| Registrieren möglich | x | x | x | x | x | |
| Kosten für vollen Funktionsumfang | x | | | | | |
| Forum | x | x | x | x | x | (x) |
| Support | x | x | x | x | x | (x) |

Tabelle 5

Bei PublishYourDesign ist eine Anmeldung auch über ein bestehendes Google Konto möglich.

Die Support- und Forumsmöglichkeiten bei OpenJsCad sind nicht in einem separaten Forum aufgeführt sondern finden sich vielmehr in allgemeinen JavaScript-Foren.

3.3.5 Besondere Funktionen

Tabelle 6: Besondere Funktionen

| | 3D Tin | Autodesk 123D Design | Publish YourDesign | Shapesmith | THREEFab | OpenJsCad |
|--|--------|----------------------------|-----------------------|------------|----------|-----------|
| Animieren/Videoerstellung möglich | x | | | | x | |
| Grundzüge FEM Berechnung | | | | | | x |
| Hierarchie | | | | x | x | (x) |
| Layer Bildung | | x | | x | x | (x) |
| Direkt als Webseite präsentieren | | | | | x | x |
| Weiterbearbeitung in fortführenden Programmen | | x | | | | x |
| 3D Drucker Unterstützung | x | | | | | (x) |
| Tutorium/Einführung | x | x | x | x | x | x |
| Videos/Beispiele | x | x | x | x | x | x |
| Schnelle Einarbeitung möglich | x | | x | | x | |
| Komplexe Operationen möglich | | x | (x) | | | x |

Bei OpenJsCad ist die Hierarchie abhängig vom Programmierstil, Layer können durch Farben und Variablen definiert werden.

Die 3D-Drucker-Unterstützung befindet sich bei den meisten Produkten noch in der Entwicklung, bei OpenJsCad muss eine JavaScript-fähiges Endgerät vorhanden sein.

Bei PublishYourDesign werden komplexe Operationen mit Hilfe der Werkzeuge der *Boolean*-Reihe ermöglicht.

4 Schlussfolgerung

Der vorliegende Arbeitsbericht vergleicht und bewertet verschiedene browserbasierte 3D-Modellierungsprogramme, die basierend auf deren Bekanntheitsgrad ausgewählt wurden. Dazu wurden zunächst die Programme einzeln betrachtet und eine kurze Einarbeitung durchgeführt. Anschließend wurden mit jedem Programm verschiedene Volumenmodelle erzeugt, um den Funktionsumfang und die Leistungsfähigkeit festzustellen. Basierend auf diesen Informationen wurde anschließend ein Vergleich zwischen den Lösungen angestrebt. Es zeigt sich bereits hier, dass Unterschiede vorliegen und die Modellierungssoftware verschiedene Spezialisierungen aufweisen und auf unterschiedliche Anwendungsbereiche abzielen. Die diversen Unterschiede und Besonderheiten der einzelnen Tools wurden in Abschnitt 3.2.3 sowie 3.2.4 diskutiert.

Neben der bereits erwähnten Differenzierung und Spezialisierung stellte sich bei der Recherche heraus, dass die Programme größtenteils sehr ausgereift sind, ein nicht unbedingt zu erwartender Punkt, handelt es sich doch um Programme die rein browserbasiert sind. Es zeigt sich, dass die Ansätze für die Benutzung sich mitunter sehr deutlich unterscheiden. Auch überrascht die Fülle an vorhandenen Modellen, der Support und die sehr aktive Community. Dass zur erweiterten Bedienung dennoch fachspezifische Kenntnisse in Bezug auf dreidimensionale Modellierung bzw. CAD-Design notwendig sind, lässt sich nicht von der Hand weisen. Teilweise sind jedoch gute deutschsprachige Übersetzungen vorhanden. Die Verbreitung mittels Web 2.0 sowie Video-Plattformen wie bspw. YouTube zeugt von einem ungewöhnlich schnellen Fortschritt in der Entwicklung. Auch der Einstieg von Autodesk, als großen Softwarehersteller klassischer CAD-Software, zeugt davon, dass dieser Bereich von Modellierungssoftware auf einem dem Vormarsch ist.

Eine Entwicklung, die aber noch am Anfang steht und ihren Weg finden muss. Am aussichtsreichsten ist im Moment sicherlich die Unterstützung von 3D-Druckern und Hilfe bei der Aufbereitung der Modelldaten zu diesem Zweck. Auf dem klassischen Markt von 3D-Modellierungssoftware, die nicht im Browser laufen, ist mit Autodesk und Dassault Systèmes große Konkurrenz gegeben, die auf jahrelange Erfahrung zurückgreifen kann. So wie dem Autor auch, der mit Catia V5 und Autodesk AutoCAD viel Erfahrung gesammelt hat, fehlen vielen erfahrenen Benutzern der browserbasierten 3D-Modellierungssoftware gewisse Funktionen und Operationen. Dagegen stehen die Flexibilität und die deutlich geringeren Kosten.

Wichtiger denn je ist deshalb zu wissen, was man machen möchte. Man muss seine gewünschten Ziele und Ergebnisse kennen. Denn die Einführung in 3D-CAD-Lösungen benötigt seine Zeit, auch wenn die browserbasierten Lösungen deutlich weniger Einarbeitungszeit als klassische Programme benötigen. Eine falsche Projektplanung kann hier schnell zu einem Fiasko werden. Da bieten die in dieser Arbeit vorgestellten Lösungen gewiss einen ersten Eindruck, was möglich ist. Dass diese Lösungen auch Grenzen haben, sollte jedoch immer im Hinterkopf behalten werden.

Bei weiteren Schritten sollte der Anwender sicher gehen, dass er seine persönliche Anforderung an die browserbasierte 3D-Modellierungssoftware kennt und dann mit Hilfe dieser Arbeit eine Vorauswahl treffen kann. Die Arbeit kann an den Punkten der verschiedenen Datentypen, die Unterstützung von Zusatzprogrammen und die Anbindung an 3D-Drucker noch erweitert werden. Weiterhin kann die Verwendung von CAD typischen Eingabegeräten wie z. B. der 3DConnexion SpaceMouse betrachtet werden. Auch der Punkt der Animation und Präsentation wurde in dieser Arbeit nur angeschnitten. Weiterführend könnte auch ein Vergleich zwischen browserbasierter 3D-Modellierungssoftware und klassischen CAD-Programmen angestrebt werden.

Literaturverzeichnis

3ders.org. (2012). *Top 100 websites 2012 in 3D Printing Industry*. Abgerufen am 16. 4 2014 von <http://www.3ders.org/stats/20121209-top-100-websites-2012-in-3d-printing-industry.html>

3ders.org. (2013). *3D imaging market growing at 26.7% CAGR & to reach \$9.82 billion by 2018*. Abgerufen am 16. 4 2014 von <http://www.3ders.org/articles/20130602-3d-imaging-market-growing-by-2018.html>

Backman, K. (2013). *Tinkercad has found a new home at Autodesk*. Abgerufen am 16. 4 2014 von Tinkercad BLog: http://blog.tinkercad.com/2013/05/18/autodesk_tinkercad/

Ziethen, D., & Koehldorfer, W. (2010). *CATIA V5 – Konstruktionsmethodik zur Modellierung von Volumenkörpern*. München: Carl Hanser Verlag.

Über die Autoren



Walter Hauer studierte am KIT Bauingenieurwesen. Aktuell studiert er Wirtschaftsinformatik an der Universität Würzburg. Seit 2007 im elterlichen Ingenieurbüro tätig, beschäftigt er sich mit den 3D Zeichenprogrammen CATIA Dassault Systèmes und AutoCAD von Autodesk.



Marco Wirth, M.Sc. studierte Informatik mit Nebenfach Wirtschaftswissenschaften an den Universitäten Paderborn und Helsinki. Seit 2012 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Systementwicklung der Universität Würzburg tätig. Im Rahmen seines Engagements im Kompetenzzentrum CEDIFA beschäftigt er sich mit Fragestellungen rund um das Gebiet der additiven Fertigung.

Kontakt

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Systementwicklung

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Josef-Stangl-Platz 2

D-97070 Würzburg

T +49 (0)931 3180242

F +49 (0)931 3181268

E kontakt@cedifa.de

W <http://www.cedifa.de>