

## Todo list

asdf . . . . .	5
Openscad dazu, noch was schreiben . . . . .	9
asdf . . . . .	11
schreiben... . . . .	13
asdf . . . . .	15

Wilhelm-Ostwald-Schule, Gymnasium der Stadt Leipzig

# **Dokumentation zur Besonderen Lernleistung**

## **Im Fachbereich**

Informatik

## **Thema**

Erzeugung eines 3D-Modells eines Gebäudes  
anhand des Grundrisses

## **Vorgelegt von**

Johann Bartel und Peter Oehme

## **Schuljahr**

2016/2017

## **Externe Betreuer**

Herr Prof. Dr. Gerik Scheuermann, Herr Tom Liebmann  
Universität Leipzig Fakultät für Mathematik und Informatik

## **Interner Betreuer**

Herr Rai-Ming Knospe

## **Bibliographische Beschreibung**

Bartel, Johann und Oehme, Peter

„Erzeugung eines 3D-Modells eines Gebäudes anhand des Grundrisses“

20 Seiten, Y Anlagen, Z Abbildungen

## **Erzeugung eines druckbaren 3D-Modells eines Gebäudes anhand des Grundrisses**

Die Zielstellung dieser BeLL ist es, den Grundriss eines Hauses, der aus einem Konstruktionsprogramm entnommen wurde, in eine druckbare 3D-Datei zu konvertieren. Diese Umwandlung wird mithilfe eines Programmes mit eingebetteten selbst entworfenen mathematischen Operationen realisiert.

Aus dem Grundriss, welcher eine 2D-Datenmenge darstellt, werden die digitalen Anweisungen für die 3D-Strukturen Wände, Grundflächen und Eckpfeiler berechnet. Die Berechnungen laufen so ab, dass an allen Elementen komplementäre Stecker angebracht werden, die zusammen als ein Stecksystem fungieren. Eckpfeiler dienen hierbei als Verbindungsstücke zwischen den Wänden und Bodenplatten die somit für die Stabilität des Objektes sorgen. Mit dem Stecksystem kann der gesamte 3D-Druck aus seinen einzelnen Bestandteilen aufgebaut werden. Dadurch entsteht ein Modell, welches aufgrund der genannten Modifikationen transportabel und geeignet für Präsentationen ist.

Immobilienkäufer und -verkäufer können dadurch die 3D-Darstellung der Immobilie nutzen, um mehr Eindruck über das Objekt erlangen und um eine mögliche Inneneinrichtung zu planen.

Johann Bartel und Peter Oehme

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>9</b>
2.1	OpenSCAD . . . . .	9
2.2	planarer Graph . . . . .	9
2.3	Doubly connected edge list . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Vorgehen zur Problemlösung</b>	<b>10</b>
3.1	Einlesen des Grundrisses . . . . .	10
3.1.1	Funktionsweise der Bibliothek <i>kabeja</i> . . . . .	10
3.1.2	Funktionsweise der GUI . . . . .	11
3.2	Erstellen der DCEL . . . . .	12
3.2.1	Line-to-Edge Konvertierung . . . . .	12
3.2.2	Twin-Edge Generierung . . . . .	12
3.2.3	Nachfolger- und Vorgängerermittlung . . . . .	13
3.2.4	Flächenerstellung . . . . .	13
3.2.5	Vervollständigung der Knoten . . . . .	13
3.3	Aufbau der Einzelbauteile . . . . .	14
3.3.1	OpenSCAD Java Interface . . . . .	14
3.3.2	Corner . . . . .	14
3.3.3	Wall . . . . .	14
3.3.4	BasePlate . . . . .	14
3.4	Druck . . . . .	15
3.4.1	. . . . .	15

asdf

#### **4 Ausblick**

**16**

# 1. Einleitung

In den letzten Jahren gewannen 3D-Drucker immer mehr Bedeutung, sowohl für wissenschaftliche als auch für wirtschaftliche Zwecke. Sie werden genutzt, um verschiedene Gegenstände oder Bauteile des Eigenbedarfs selbst herzustellen oder nach Belieben anzupassen. Entsprechend naheliegend war es, dass schnell die ersten Modelle nachgebildet wurden, oder man sich an beliebten Steckbausteinsystemen wie LEGO orientierte, um sich eigene Sets zu drucken.

Diese Eignung für den Modellentwurf und Modellbau erweckte auch die Idee, ein Modell eines Hauses zu drucken, welches in sich aus strukturierten Bauteilen zusammengesetzt ist und somit auch das Entfernen einzelner dieser Bauteile erlaubt, um einen einfacheren Einblick in das Modell zu erhalten. Kombiniert mit dem Interesse an der Architektur entstand die Überlegung, ob es möglich wäre, anhand eines Grundrisses, welchen man aus einem Konstruktionsprogramm wie beispielsweise AutoCAD in Form einer .dxf-Datei erhalten kann, ein 3D-Modell des Hauses zu erzeugen, welches mithilfe eines Programmes automatisch in die vorgesehenen Bauteile zerlegt wurde, das im Anschluss von einem 3D-Drucker gedruckt werden kann. Dem Nutzer wird demnach nur zuteil, den Grundriss einzuspeisen und die ausgegebenen Bauteile korrekt auszudrucken, was ihm einen aufwendigen Modellierungs- und Zerlegungsprozess erspart.

Ein solches Modell soll dann Architekten als Möglichkeit vorliegen, um ihren Kunden vor dem Kauf eines Hauses näheren Einblick in die Immobilie zu gewähren und mit ebenfalls 3D-gedruckten Möbeln bereits im Voraus

erste Einrichtungsideen zu überprüfen. Diese Methode würde auf ein ausgeprägtes dreidimensionales Vorstellungsvermögen des Kunden verzichten und als Ergänzung zum vorgelegten Grundriss funktionieren.

Die Umsetzung des Programms erfolgt in der Programmiersprache Java. Um die Problemstellung zu bewältigen, musste zunächst eine systematisch einzuhaltende Zerteilung des Modells festgelegt werden.



## 2. Grundlagen

### 2.1 OpenSCAD

### 2.2 planarer Graph

Ein planarer, auch plättbarer Graph ist ein Graph der in der Ebene mithilfe von Punkten bzw. Knoten (1) und Kanten (2) dargestellt werden kann, ohne dass sich die Kanten schneiden. Dabei findet eine Einteilung in Gebiete bzw. Flächen durch die Kanten statt. Sie bilden den Rand einer Fläche (3). Die Fläche um den Graphen herum wird äußerstes Gebiet genannt.

### 2.3 Doubly connected edge list

Um planare Graphen ohne Informationsverlust zu speichern werden in der Informatik Referenzen zwischen den einzelnen Bestandteilen des Graphen eingesetzt. In der sogenannten „Doubly connected edge list“ (DCEL) erhält eine Kante, die aus einem Anfangsknoten und Endknoten besteht jeweils eine Vorgänger-, eine Nachfolger- und eine Zwillingskante. Jedem Knoten wird eine ausgehende Kante und den Flächen eine anliegende Kante zugewiesen. Diese Verknüpfungen ermöglichen es, ausgehend von einem Element direkt auf andere zu schließen, indem ... OpenScad

OpenScad  
da-  
zu,  
noch  
was  
schrei-  
ben

## 3. Vorgehen zur Problemlösung

### 3.1 Einlesen des Grundrisses

#### 3.1.1 Funktionsweise der Bibliothek *kabeja*

Den Beginn der Verarbeitung markiert hierbei die Grundrissdatei, in welcher sämtliche Werte, welche im weiteren Verlauf des Programmes relevant werden, enthalten sind. Das Einlesen der Daten eines Grundrisses, wie in Abb. 5, erfolgt mit der Java-Bibliothek „kabeja“. Diese ermöglicht es, aus .dxf-Dateien alle DXF-Objekte eines bestimmten Typs zu erhalten und deren Werte in einer Liste zu speichern und später zu verarbeiten [6].

```
1 public static ArrayList<Line> getAutocadFile(String filePath)
   throws ParseException {
2     ArrayList<Line> vcs = new ArrayList<>();
3
4     // parsing the file to the document
5     Parser parser = ParserBuilder.createDefaultParser();
6     parser.parse(filePath, DXFParser.DEFAULT_ENCODING);
7
8     DXFDocument doc = parser.getDocument();
9
10    // extracting all DXFLines from the file
11    List lst = doc.getDXFLayer("0").getDXFEntities(DXFConstants.
        ENTITY_TYPE_LINE);
12
13    // converting all DXFLines to usable Lines
14    for (int index = 0; index < lst.size(); index++) {
```

```
15         DXFLine dxfline = (DXFLine) lst.get(index);
16
17         Line v = new Line(
18             new Vector(round2(dxfline.getStartPoint().getX()),
19                         round2(dxfline.getStartPoint().getY())),
20             new Vector(round2(dxfline.getEndPoint().getX()),
21                         round2(dxfline.getEndPoint().getY())));
22
23         vcs.add(v);
24     }
25
26     return vcs;
27 }
```

Code 3.1: DXF File Parser

In dieser Anwendung wird eine Funktion der Klasse „DXFReader“ verwendet, welche den Pfad zur .dxf-Datei als Parameter übergeben bekommt. Aus dieser Datei werden dann alle DXF-Objekte, die mit dem Typen „DXFLine“ übereinstimmen, in einer Liste zurückgegeben. Die Koordinaten der Start- und Endpunkte der DXFLines in dieser Liste werden anschließend in eine Liste von Lines übertragen, welche im weiteren Programmablauf unter anderem für die Umwandlung des Graphen in die DCEL verwendet werden.

### 3.1.2 Funktionsweise der GUI

asdf

## 3.2 Erstellen der DCEL

### 3.2.1 Line-to-Edge Konvertierung

In der Hauptklasse des Programms wird aus der Liste von Lines ein planarer Graph erstellt. Dabei werden die Start- und Endpunkte der eingelesenen Lines in Nodes ohne eine Referenz auf eine anliegende Edge umgewandelt und diese als Start- und Endnode der entsprechenden Edge gesetzt. Um für die Eindeutigkeit der Nodes zu sorgen, werden nur für Koordinaten neue Nodes erstellt, die zuvor in den Iteration noch nicht erschienen sind. (Funktion `createNode()`)

```
1      private void processData(ArrayList<Line> ls) {  
2          for (Line l : ls) {  
3              Node n1 = createNode(l.getP1());  
4              Node n2 = createNode(l.getP2());  
5              edges.add(new Edge(n1, n2));  
6          }  
7      }
```

Code 3.2: Line-to-Edge Konvertierung


### 3.2.2 Twin-Edge Generierung

Um aus diesen Edges die invertierten Gegenstücke, auch als „Twinedges“ bezeichnet, zu erhalten, werden alle Edges, die in der Liste bereits vorhanden sind, betrachtet und neue Edges hinzugefügt, die im Vergleich zu den ursprünglichen Edges vertauschte Start- und Endnodes besitzen. Direkt nach dem Hinzufügen der neuen Edge wird jeweils eine Referenz erstellt, die in beiden Edges auf den jeweils zugehörigen Zwilling verweist. In der Liste der Edges existiert nun für jede Line die der DXF-Reader eingelesen hat, zwei zueinander komplementäre Edges.

### 3.2.3 Nachfolger- und Vorgängerermittlung

Die in der DCEL besagten Referenzen von einer Edge zu ihrem Vorgänger- und Nachfolger werden durch eine Sortierung der ausgehenden Edges an den Nodes realisiert.

#### Winkelberechnung an den Knoten

Dabei wird zuerst eine `ArrayList of ArrayList of Double` erstellt, die die jeweiligen `atan2()` Winkel im mathematisch positiven Sinn enthalten.  schreiben...

#### Setzen der Referenzen

Den entstandenen sortierten `ArrayLists` kann entnommen werden, wie die Edges an einem Node angeordnet sind. Da nur ausgehende Edges betrachtend werden, können für jede Edge und ihren Twin einzeln Referenzen gesetzt werden.

Es ergibt sich bei Betrachtung einer Edge:

- Die in der `ArrayList` vorgängige Edge ist der Nachfolger der Twin Edge
- Der Twin der in der `ArrayList` vorgängigen Edge ist der Vorgänger der betrachteten Edge

### 3.2.4 Flächenerstellung

### 3.2.5 Vervollständigung der Knoten

## **3.3 Aufbau der Einzelbauteile**

### **3.3.1 OpenSCAD Java Interface**

### **3.3.2 Corner**

### **3.3.3 Wall**

### **3.3.4 BasePlate**

## 3.4 Druck

### 3.4.1

asdf

## 4. Ausblick

Im aktuellen Entwicklungsstand ist es nur möglich, alle Bauteile einzeln auszudrucken. Dies erhöht jedoch den Filamentverbrauch des 3D-Druckers um ein Vielfaches, weshalb eine Kombination mehrerer Bauteile für einen Druckvorgang zwecks der Reduktion des verwendeten Filaments für den Druck unterstützende Elemente als sinnvoll anzusehen ist. Dafür bietet sich beispielsweise ein gemeinsamer Druck von Wandteilen oder Eckpfeilern an, da diese Objekte weitestgehend ähnliche Ausmaße besitzen und somit eine recht effektive Kombination möglich ist. Außerdem liegen momentan lediglich Bauteile vor, welche nur auf einer Druckplatte fester Größe gedruckt werden können. Sollte das zu druckende Objekt größer als die Druckplatte sein, muss es zum Drucken skaliert werden, was jedoch unbedingt vermieden werden soll, da dadurch die Verhältnisse der Stecker zueinander verändert werden und so ein sachgemäßer Aufbau verhindert wird. Um diesen Umstand zu verhindern, soll es in der weiteren Entwicklung möglich sein, überdimensionierte Bauteile weiter in kleinere Untereinheiten zu teilen und so eine Wahrung des Maßstabs zu garantieren. Hierfür muss jedoch ein weiteres Stecksystem, sowie weitere Logik zur Umsetzung und Umwandlung der alten Bauteile konzipiert und implementiert werden. Als ferne Zukunftskonzeption, die an den Rahmen der Besonderen Lernleistung anschließt, lässt sich die Umsetzung von 3D-Modellen festmachen. Hierzu zählen kompliziertere Wände mit Schrägen, Fenstern oder Verstrebrungen und Dachgestelle, welche als Abschluss auf dem Modell angebracht werden können. Die Komplexität der Aufgabenstellung wird dadurch aber um



ein Vielfaches gesteigert, weshalb diese Problematik kein Bestandteil der Besonderen Lernleistung sein wird.

# Literaturverzeichnis

[1] [de.wikipedia.org/wiki/Gau%C3%9Fsche\\_Trapezformel](https://de.wikipedia.org/wiki/Gau%C3%9Fsche_Trapezformel)(Stand: 21.03.2017, 12:00 Uhr)

[2] [cs.sfu.ca/~binay/813.2011/DCEL.pdf](https://cs.sfu.ca/~binay/813.2011/DCEL.pdf)(Stand: 25.04.2017, 12:00 Uhr)

[3] [en.wikipedia.org/wiki/Doubly\\_connected\\_edge\\_list](https://en.wikipedia.org/wiki/Doubly_connected_edge_list)(Stand: 25.04.2017, 12:00 Uhr)

[4] [en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD\\_User\\_Manual](https://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual)(Stand: 25.04.2017, 12:00 Uhr)

[5] [docs.oracle.com/javase/8/docs/api/index.html](https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/index.html)(Stand: 25.04.2017, 12:00 Uhr)

[6] [kabeja.sourceforge.net/](https://kabeja.sourceforge.net/)(Stand: 12.10.2017, 10:00 Uhr)

[7] <http://stackoverflow.com/questions/6740736/reading-a-dxf-file-with-java>(Stand: 09.05.2017, 14:00 Uhr)

[8] <http://www.journaldev.com/864/java-open-file>(Stand: 28.05.2017, 17:15)

## **Selbstständigkeitserklärung**

Johann Bartel:

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt, nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle Stellen, die dem Wortlaut und dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, durch Angabe der Quellen als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

Mit der schulinternen Verwendung der Arbeit bin ich einverstanden.

---

Ort, Datum, Unterschrift

Peter Oehme:

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt, nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle Stellen, die dem Wortlaut und dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, durch Angabe der Quellen als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

Mit der schulinternen Verwendung der Arbeit bin ich einverstanden.

---

Ort, Datum, Unterschrift

## Abbildungsverzeichnis