

# Die Graphschaft Schilda

---

Felix Möhler und Julian Thiele

*Felix Möhler und Julian Thiele*

© 2022 Felix Möhler und Julian Thiele

# Inhaltsverzeichnis

---

1. Die Graphschaft Schilda	4
1.1 Abstract	4
1.2 Aufgabenstellung	4
1.3 Das Team	4
1.4 Auftraggeber	4
2. Problem 1 - "Straßen müssen her!"	5
2.1 Modellierung des Problems	5
2.2 Die Eingabe	5
2.3 Die Ausgabe	5
2.4 Geeignete Algorithmen	6
2.5 Die Laufzeit des Algorithmus	6
2.6 Die Implementierung des Algorithmus	6
3. Problem 2 - "Wasserversorgung"	8
3.1 Modellierung des Problems	8
3.2 Die Eingabe	8
3.3 Die Ausgabe	8
3.4 Der Algorithmus	8
3.5 Die Laufzeit des Algorithmus	8
3.6 Die Implementierung des Algorithmus	8
4. Problem 3 - "Stromversorgung"	9
4.1 Modellierung des Problems	9
4.2 Die Eingabe	9
4.3 Die Ausgabe	9
4.4 Der Algorithmus	9
4.5 Die Laufzeit des Algorithmus	9
4.6 Die Implementierung des Algorithmus	9
5. Problem 4 - "Historische Funde"	10
5.1 Modellierung des Problems	10
5.2 Die Eingabe	10
5.3 Die Ausgabe	10
5.4 Der Algorithmus	10
5.5 Die Laufzeit des Algorithmus	10
5.6 Die Implementierung des Algorithmus	10
6. Problem 5 - "Die Festhochzeit - das Verteilen der Einladungen"	11
6.1 Modellierung des Problems	11

6.2 Die Eingabe	11
6.3 Die Ausgabe	11
6.4 Der Algorithmus	11
6.5 Die Laufzeit des Algorithmus	11
6.6 Die Implementierung des Algorithmus	11
7. Problem 6 - "Wohin nur mit den Gästen?"	12
7.1 Modellierung des Problems	12
7.2 Die Eingabe	12
7.3 Die Ausgabe	12
7.4 Der Algorithmus	12
7.5 Die Laufzeit des Algorithmus	12
7.6 Die Implementierung des Algorithmus	12
8. Problem 7 - "Es gibt viel zu tun! Wer macht's"	13
8.1 Modellierung des Problems	13
8.2 Die Eingabe	13
8.3 Die Ausgabe	13
8.4 Der Algorithmus	13
8.5 Die Laufzeit des Algorithmus	13
8.6 Die Implementierung des Algorithmus	13

# 1. Die Graphschaft Schilda

---

## 1.1 Abstract

---

Dieses Dokument ist die Dokumentation des Projektes "Graphschaft Schilda" für das Modul Programmiertechnik III an der TH Aschaffenburg.

Die Graphschaft Schilda ist ein beschauliches Örtchen irgendwo im Nichts. Lange Zeit blieb diese Graphschaft unbehelligt vom Fortschritt, nichts tat sich in dem Örtchen. Eines Tages jedoch machte sich dort plötzlich das Gerücht breit, dass fernab der Graphschaft intelligente Menschen leben, die (fast) alle Probleme der Welt mit mächtigen Algorithmen lösen könnten. Die Bürger der Graphschaft machten sich also auf den Weg um diese intelligenten Menschen mit der Lösung ihrer Probleme zu beauftragen....

## 1.2 Aufgabenstellung

---

Entwickeln Sie ein Planungstool, dass der Graphschaft Schilda bei der Lösung ihrer Probleme hilft.

1. Analysieren Sie jedes der Probleme: Welche Daten sollen verarbeitet werden? Was sind die Eingaben? Was die Ausgaben? Welcher Algorithmus eignet sich? Welche Datenstruktur eignet sich?
2. Implementieren Sie den Algorithmus (in Java), so dass bei Eingabe der entsprechenden Daten die gewünschte Ausgabe berechnet und ausgegeben wird.
3. Geben Sie für jeden implementierten Algorithmus die Laufzeit an. Da Sie sich nun schon so viel Mühe mit dem Tool geben, wollen Sie das Tool natürlich auch an andere Gemeinden verkaufen. Die Eingaben sollen dafür generisch, d.h., für neue Orte, Feiern und Planungen anpassbar sein. Sie können diese Aufgabe ein 2er oder 3er Teams lösen. Bitte geben Sie dann die Arbeitsteilung im Dokument mit an. Die 15minütige Einzelprüfung wird auf die Projektaufgabe eingehen.

## 1.3 Das Team

---

- Felix Möhler - [GitHub](#)
- Julian Thiele - [GitHub](#)

## 1.4 Auftraggeber

---

Prof. Barbara Sprick - Professorin für Praktische Informatik bei TH Aschaffenburg

## 2. Problem 1 - "Straßen müssen her!"

---

Lange Zeit gab es in der Graphschaft Schilda einen Reformstau, kein Geld floss mehr in die Infrastruktur. Wie es kommen musste, wurde der Zustand der Stadt zusehends schlechter, bis die Bürger der Graphschaft den Aufbau Ihrer Stadt nun endlich selbst in die Hand nahmen. Zunächst einmal sollen neue Straßen gebaut werden. Zur Zeit gibt es nur einige schlammige Wege zwischen den Häusern. Diese sollen nun gepflastert werden, so dass von jedem Haus jedes andere Haus erreichbar ist. Da die Bürger der Stadt arm sind, soll der Straßenbau insgesamt möglichst wenig kosten. Die Bürger haben bereits einen Plan mit möglichen Wegen erstellt. Ihre Aufgabe ist nun, das kostengünstigste Wegenetz zu berechnen, so dass alle Häuser miteinander verbunden sind (nehmen Sie dabei pro Pflasterstein Kosten von 1 an):

### 2.1 Modellierung des Problems

---

Das Problem lässt sich als Graphenmodell mit ungerichteten Kanten darstellen. Jedes Haus ist ein Knoten, die Straßen sind die Kanten. Die Kosten der Kanten sind die Kosten für die Pflastersteine.

Es wird eine Konfiguration an Kanten gesucht, die eine minimale Anzahl an Pflastersteinen benötigt.

Um den Graph zu modellieren werden die Java-Bibliotheken `JGraphT` und `JGraphX` verwendet. Mit `JGraphT` wird der Graph als Datenstruktur modelliert. Mit `JGraphX` wird der Graph als Grafik dargestellt und auf dem Bildschirm dargestellt.

### 2.2 Die Eingabe

---

Die Eingabe besteht aus einem Graphen, der aus Kanten und Knoten besteht. Diese werden aus einer `.json` Datei gelesen und in eine Instanz der Klasse `GraphData.java` geladen. Diese Instanz dient als Basis für die Berechnung des günstigsten Weges.

```

1  {
2    "directed_edges": false,
3    "vertices": [
4      { "label": "House 0" },
5      { "label": "House 1" },
6      ...
7    ],
8    "edges": [
9      { "source": "House 0", "target": "House 1", "weight": 5 },
10     { "source": "House 0", "target": "House 2", "weight": 3 },
11     { "source": "House 0", "target": "House 4", "weight": 4 },
12     ...
13   ]
14 }
```

### 2.3 Die Ausgabe

---

Die Ausgabe wird als Graph in einem Fenster dargestellt. Das Fenster besteht aus zwei Hälften. Auf der linken Seite wird der Eingabegraph dargestellt. Auf der rechten Seite wird der berechnete Graph dargestellt.

Ein korrekter Output erfüllt folgende Eigenschaften: - TODO



## 2.4 Geeignete Algorithmen

TODO Beschreibung MST mit Prim kruskal

## 2.5 Die Laufzeit des Algorithmus

TODO Laufzeitberechnung  $O(|E| + |V| \log |V|)$  TODO (Hier bitte auch eine Begründung einfügen, ein ausführlicher Beweis ist nicht notwendig.)

## 2.6 Die Implementierung des Algorithmus

Zur Lösung des Problems wurde der Algorithmus von Prim implementiert. Als Datenstruktur wurde eine Prioritätswarteschlange verwendet, die Instanzen der Klasse `GraphVertex` beinhaltet:

```
1 PriorityQueue<GraphVertex> q = new PriorityQueue<GraphVertex>(new VertexComparator());
```

Für den Umgang mit Knoten und Kanten wurden drei Klassen implementiert:

- `GraphVertex.java`: Beinhaltet die Eigenschaft `int value`, welche den Key für den Algorithmus von Prim darstellt und das Objekt `GraphVertex predecessor`, der vom Algorithmus gesetzt wird.
- `GraphEdge.java`: Beinhaltet die Eigenschaften `String source`, `String target` und `double weight`.
- `GraphData.java`: Behinhaltet die Listen `ArrayList<GraphEdge>` und `ArrayList<GraphVertex>`

Aufgrund der Struktur der `GraphVertex` und `GraphEdge` Klassen werden die zusätzlichen Funktionen `getNeighbors()` und `getEdgesBetweenTwoVertices()` benötigt. Diese Funktionen benötigen zusätzliche Laufzeit und werden in der Klasse `GraphData` implementiert.

```

1 // Initialisiere alle Knoten mit ∞, setze den Vorgänger auf null
2 for (GraphVertex v : vertices) {
3     v.setValue(Integer.MAX_VALUE);
4     v.setPredecessor(null);
5 }
6
7 // Starte mit beliebigem Startknoten, Startknoten bekommt den Wert 0
8 GraphVertex start = vertices.get(6);
9 start.setValue(0);
10
11 // Speichere alle Knoten in einer geeigneten Datenstruktur Q -> Prioritätswarteschlange
12 PriorityQueue<GraphVertex> queue = new PriorityQueue<GraphVertex>(vertices.size(), new VertexComparator());
13 queue.addAll(vertices);
14
15 // Solange es noch Knoten in der Warteschlange gibt
16 while (!queue.isEmpty()) {
17     // Wähle den Knoten aus Q mit dem kleinsten Schlüssel (v)
18     GraphVertex vertex = queue.poll();
19     // Für jeden Nachbarn von vertex
20     for (GraphVertex n : GraphData.getNeighbors(vertex, vertices, edges)) {
21         // Für jede Kante zwischen vertex und n
22         for (GraphEdge edge : GraphData.getEdgesBetweenTwoVertices(vertex, n, edges)) {
23             // Wenn der Wert der Kante kleiner ist als der Wert des Knotens und der Knoten noch in Q ist
24             if (edge.getWeight() < n.getValue() && queue.contains(n)) {
25                 // Speichere vertex als Vorgänger von n und passe den Wert von n an
26                 n.setValue((int) edge.getWeight());
27                 n.setPredecessor(vertex);
28                 // Aktualisiere die Prioritätswarteschlange
29                 queue.remove(n);
30                 queue.add(n);
31             }
32         }
33     }
34 }

```

## 3. Problem 2 - "Wasserversorgung"

---

### 3.1 Modellierung des Problems

---

### 3.2 Die Eingabe

---

### 3.3 Die Ausgabe

---

### 3.4 Der Algorithmus

---

### 3.5 Die Laufzeit des Algorithmus

---

### 3.6 Die Implementierung des Algorithmus

---



## 4. Problem 3 - "Stromversorgung"

---

### 4.1 Modellierung des Problems

---

### 4.2 Die Eingabe

---

### 4.3 Die Ausgabe

---

### 4.4 Der Algorithmus

---

### 4.5 Die Laufzeit des Algorithmus

---

### 4.6 Die Implementierung des Algorithmus

---

## 5. Problem 4 - "Historische Funde"

---

### 5.1 Modellierung des Problems

---

### 5.2 Die Eingabe

---

### 5.3 Die Ausgabe

---

### 5.4 Der Algorithmus

---

### 5.5 Die Laufzeit des Algorithmus

---

### 5.6 Die Implementierung des Algorithmus

---

## 6. Problem 5 - "Die Festhochzeit - das Verteilen der Einladungen"

---

### 6.1 Modellierung des Problems

---

### 6.2 Die Eingabe

---

### 6.3 Die Ausgabe

---

### 6.4 Der Algorithmus

---

### 6.5 Die Laufzeit des Algorithmus

---

### 6.6 Die Implementierung des Algorithmus

---

## 7. Problem 6 - "Wohin nur mit den Gästen?"

---

### 7.1 Modellierung des Problems

---

### 7.2 Die Eingabe

---

### 7.3 Die Ausgabe

---

### 7.4 Der Algorithmus

---

### 7.5 Die Laufzeit des Algorithmus

---

### 7.6 Die Implementierung des Algorithmus

---

## 8. Problem 7 - "Es gibt viel zu tun! Wer macht's"

---

### 8.1 Modellierung des Problems

---

### 8.2 Die Eingabe

---

### 8.3 Die Ausgabe

---

### 8.4 Der Algorithmus

---

### 8.5 Die Laufzeit des Algorithmus

---

### 8.6 Die Implementierung des Algorithmus

---