

# Algorithmische Mathematik I

## 6. Programmierübung

Schreiben Sie ein C++-Programm, das zu einem gegebenen gerichteten Graphen  $G$  mit Kantengewichten  $c : E(G) \rightarrow \mathbb{R}$  entscheidet, ob er einen Kreis mit negativem Gewicht enthält. Das Programm soll Laufzeit  $O(nm)$  haben, wenn  $n$  die Zahl der Knoten und  $m$  die Zahl der Kanten von  $G$  ist.

Dem Programm muss beim Aufruf der Name einer Datei übergeben werden. Ein Aufruf hat also die Form

```
<programmname> <dateiname>
```

Eine gültige Datei, die einen Graphen beschreibt, hat das folgende Format:

Knotenanzahl

Knoten0a Knoten0b Gewicht0

Knoten1a Knoten1b Gewicht1

...

Die Einträge der Datei sind ausschließlich ganze Zahlen. Sie können voraussetzen, dass die Summe der Absolutbeträge aller Zahlen in der Eingabe kleiner als  $2^{31}$  ist. In der ersten Zeile steht eine einzelne positive gerade Zahl  $n$ , welche die Anzahl der Knoten angibt. Die Knoten werden von 0 bis  $n - 1$  durchnummeriert. Jede folgende Zeile kodiert genau eine Kante. Die ersten beiden Einträge einer Zeile sind die Nummern der Endknoten der Kante (wobei die Kante vom jeweils ersten angegebenen Knoten zum zweiten gerichtet sei). Der dritte Eintrag in der Zeile gibt das Gewicht der Kante an.

Parallele Kanten kommen in den Instanzen nicht vor.

**Ausgabeformat:** Das Programm soll, wenn es einen Kreis mit negativem Gewicht gefunden hat, die Knoten eines solchen Kreises in der Reihenfolge, in der sie auf dem Kreis liegen, ausgeben (wobei man mit einem beliebigen Knoten aus dem Kreis beginnen kann). Falls es keinen solchen Kreis gibt, soll das Programm dies melden.

**Beispiel:** Eine Eingabedatei für einen Graphen mit 5 Knoten und 7 Kanten kann so aussehen:

```
5
0 2 -1
2 4 2
4 0 3
4 3 -1
3 1 -4
1 4 3
0 1 2
```

Die Ausgabe der Programms kann dann so aussehen:

```
1 4 3
```

**Abgabe:** Vom 22.1.2015 (einem Donnerstag) bis zum 30.1.2015 (einem Freitag) in einem der beiden PC-Pools in der Endenicher Allee 60 (Neubau, Raum N0.004) und in der Wegelerstraße 6 (Raum E02). Dort müssen Sie sich vorher in ausgehängte Listen mit möglichen Abgabeterminen eintragen. Die Listen werden in den beiden PC-Pools aushängen, und Sie sollten sich dort so bald wie möglich eintragen.