
Ablauf der Übungen: Die Übungen werden **nächste Woche von 8h00–8h45** (Raum 0.124) besprochen oder es werden Lösungshinweise gegeben. **Sie haben die Möglichkeit, Abgaben zu machen, die dann korrigiert werden.**

Eine allgemeine Empfehlung: Programmieren Sie die hier vorgestellten Algorithmen aus oder rechnen Sie zumindest unbedingt einige Beispiele durch, um die Eigenheiten der einzelnen Verfahren besser kennenzulernen.

1. (leicht–mittel) **Dijkstra rückwärts:** Bei der Berechnung der k -kürzesten Wege benötigt man alle kürzesten Wege zu einem Zielknoten z . Entwerfen und beschreiben Sie einen Algorithmus formal, beweisen Sie die Korrektheit und geben die Laufzeit in O -Notation an. (Hinweis: die Berechnung ist mittels Dijkstra in einem modifizierten Graphen G' möglich; Sie können aber auch den Algorithmus komplett neu formulieren.)
2. (mittel–schwer) **Teilwegeeigenschaften bei k -kürzesten Wegen:** Bei kürzesten Wegen wissen wir, dass Teilwege ebenfalls kürzeste Wege sind. Formulieren Sie eine ähnliche Eigenschaft für k -kürzeste Wege (im uneingeschränkten Problem) und beweisen Sie diese. Zeigen Sie, dass solch eine Eigenschaft im eingeschränkten Fall nicht zutrifft.
3. (mittel) **Worst-Case-Beispiele für k -kürzeste-Wege:** Konstruieren Sie Beispiele, bei denen in jeder Iteration möglichst viele neue Kandidaten für k -kürzeste-Wege in die Auswahlmenge hinzugefügt werden.
4. (mittel) **k -kürzeste Wege in azyklischen Graphen:** Entwerfen Sie einen Algorithmus zur Bestimmung der k -kürzesten Wege in azyklischen Graphen und geben Sie die Laufzeit in O -Notation an. Wie unterscheidet sich der Algorithmus abhängig davon, ob man das eingeschränkte oder uneingeschränkte k -kürzeste-Wege-Problem untersucht?
5. (mittel–schwer) **Doppelpunktfreie k -kürzeste Wege und k -kürzeste Wege in Graphen mit negativen Kantengewichten:** Überlegen Sie sich, wie sich das k -kürzeste-Wege-Problem in Graphen mit negativen Kantengewichten verändert im eingeschränkten und im uneingeschränkten Fall.

Versuchen Sie einen Algorithmus für dieses Problem zu entwerfen. (Zusätzliche Motivation: Wenn Sie mit Ihrem (korrekten) Algorithmus polynomielle Laufzeit garantieren können, gewinnen Sie den Hauptpreis.)

(Beachten Sie: Hat ein Graph negative Zyklen, so sind die k -kürzesten doppelpunktfreien Wege wohldefiniert – insbesondere gibt es dann auch stets einen kürzesten Weg.)
