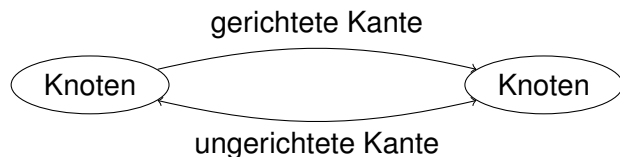


Breitensuche

Graphen



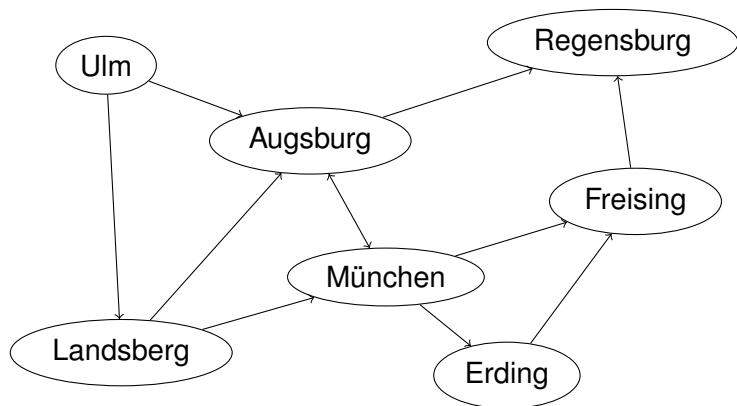
Graphen sind eine Abstraktion von sehr unterschiedlichen Situationen, beispielsweise

- ▶ Knoten sind Felder bei Minesweeper, Kanten gehen von jedem Feld zu allen Nachbarfeldern
- ▶ Knoten sind Kombination auf Zeit und Ort auf einer Landkarte; Kanten gehen zu den Orten, die in einem Schritt erreichbar sind, kombiniert mit einem Zeitschritt höher

Grundlegende Algorithmen sind in allen Fällen gleich

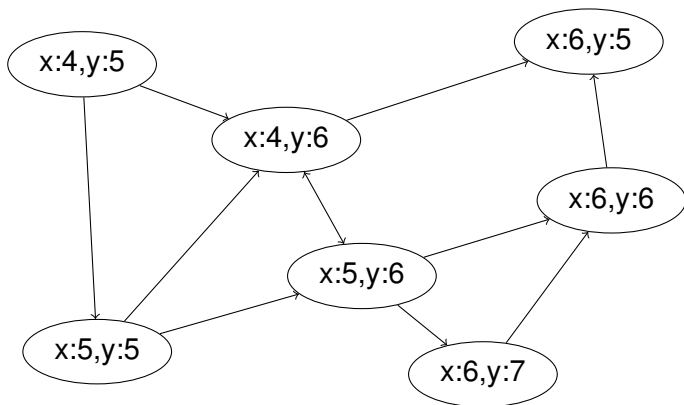
Graphenbeispiele

Graphalgorithmen sind unabhängig von der tatsächlichen Bedeutung des Graphens



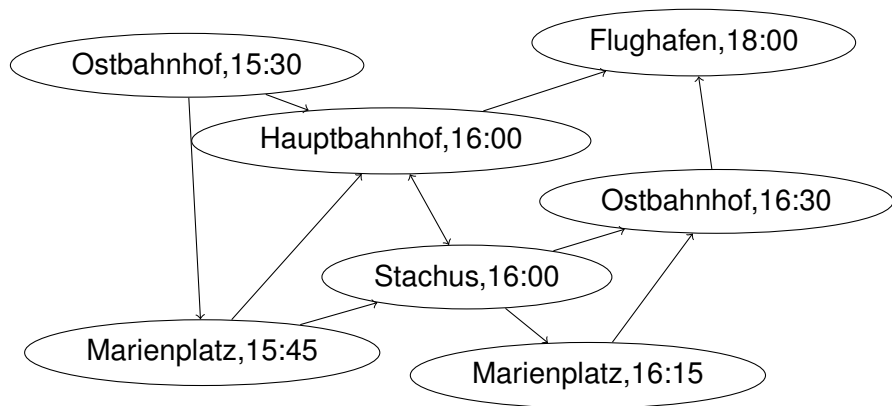
Graphenbeispiele

Graphalgorithmen sind unabhängig von der tatsächlichen Bedeutung des Graphens



Graphenbeispiele

Graphalgorithmen sind unabhängig von der tatsächlichen Bedeutung des Graphens



Suche

Suche deckt eine Reihe von Problemstellungen ab

- ▶ Wie deckt man Felder bei Minesweeper auf, die in einem zusammenhängenden Bereich ohne Minen liegen?
- ▶ Wie färbt man den einfarbigen Bereich eines Bildes in einer neuen Farbe?
- ▶ Wie findet man irgendeinen Weg von einem Start zu einem Ziel?

Arbeitsprinzip: Alle erreichbaren Punkte erreichen, dabei speichern, wo man schon war

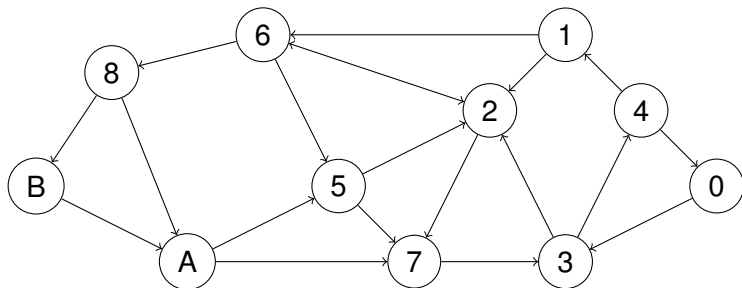
Will man den Weg dann auch haben: Zusätzlich speichern, von wo man gekommen ist

Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

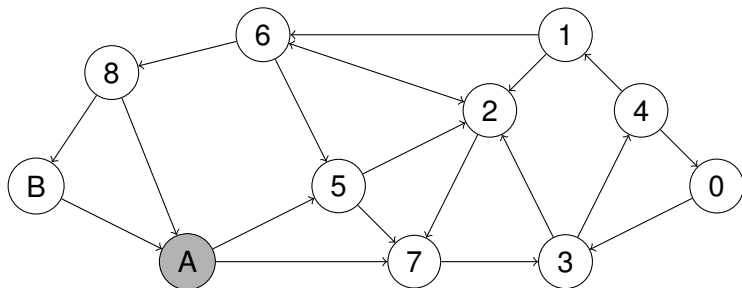


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

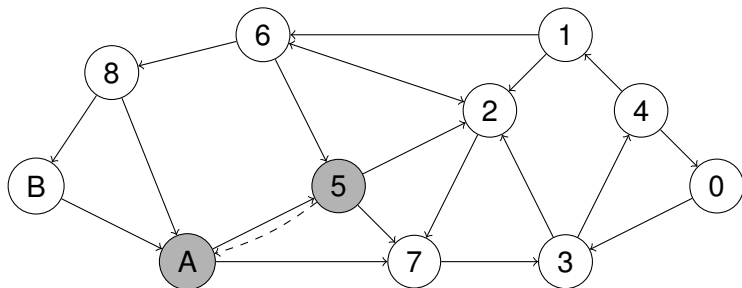


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

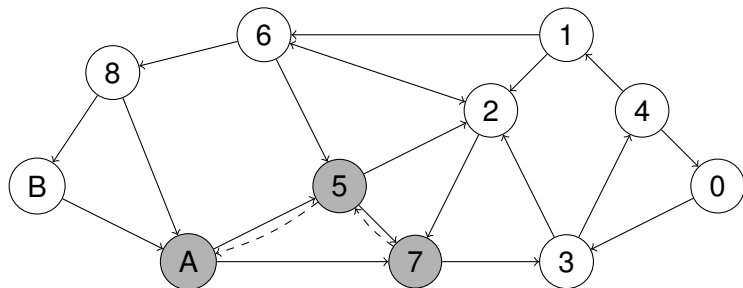


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

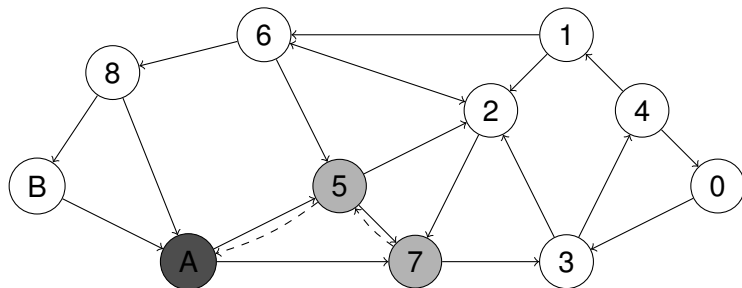


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

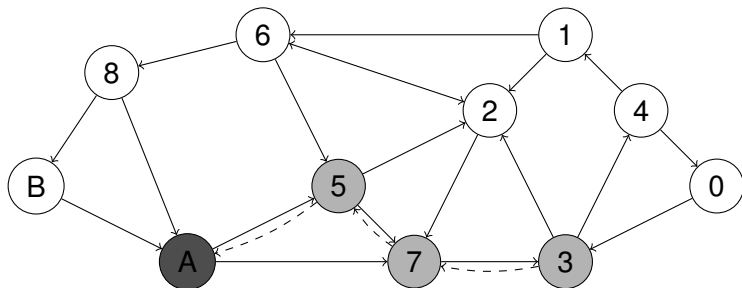


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

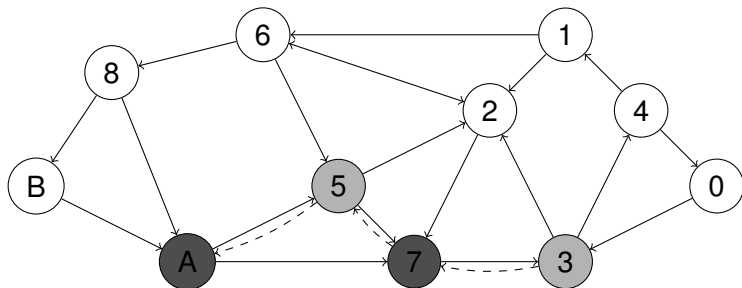


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

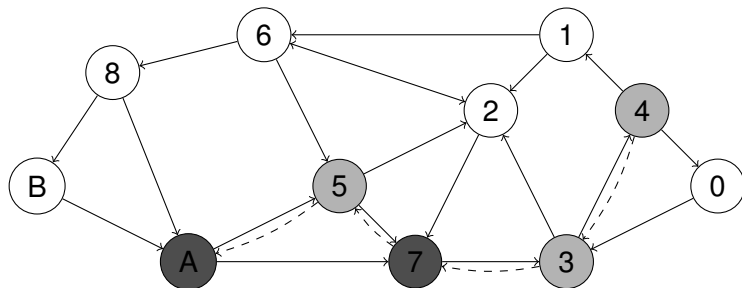


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

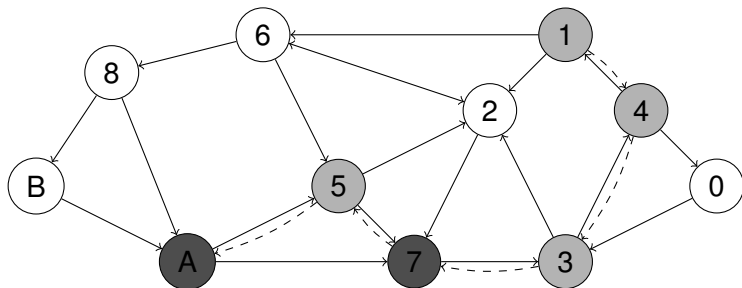


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

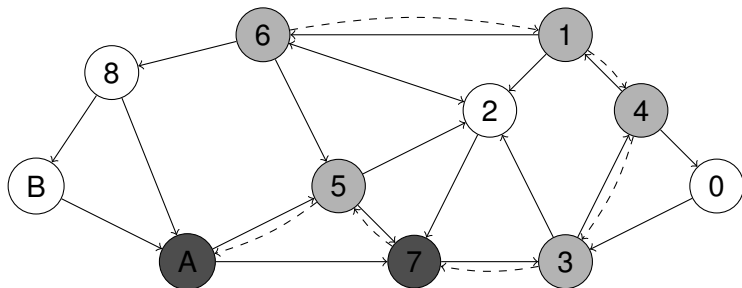


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

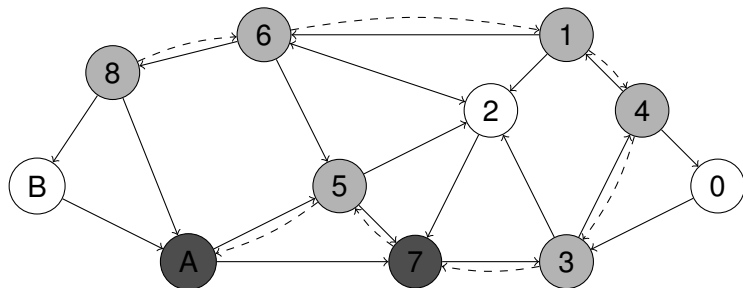


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

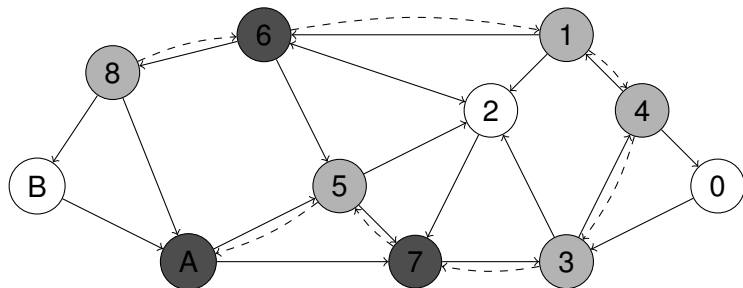


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

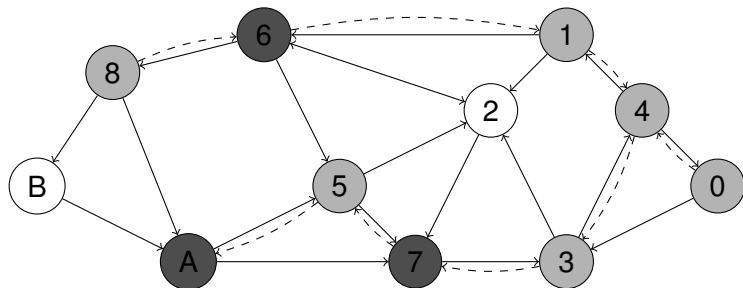


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

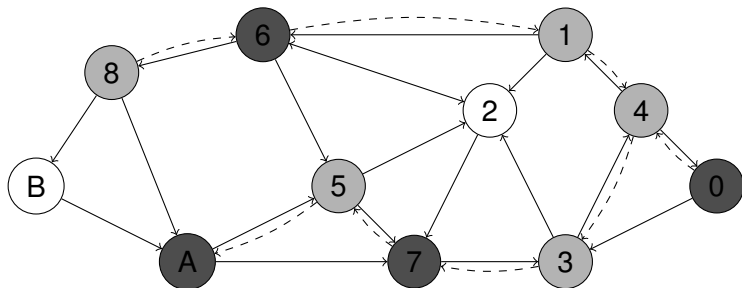


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

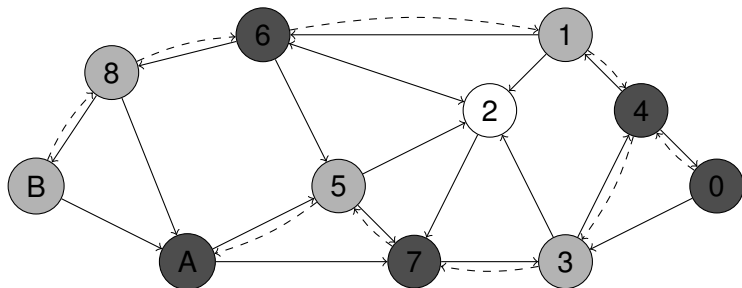


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?

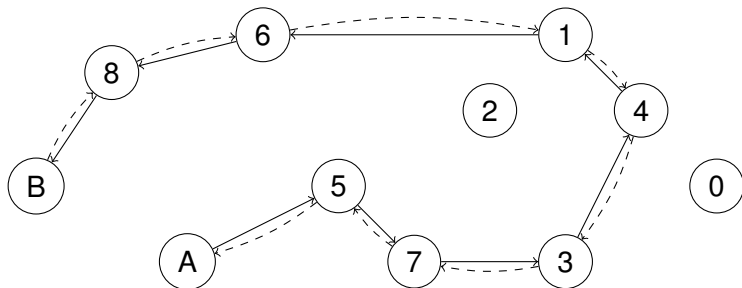


Suchbeispiel

Vom Punkt A soll ein Weg zum Punkt B gefunden werden.

Dazu markieren wir:

- ▶ weiß: Noch kein Weg gesucht
- ▶ hellgrau: Punkt entdeckt, aber nicht abgearbeitet
- ▶ dunkelgrau: Alle Nachfolger abgearbeitet
- ▶ Bei entdeckten Knoten: Von wo entdeckt?



Breitensuche

Im Suchbeispiel wird nicht der kürzeste Weg gefunden

Breitensuche ist eine Suche mit geschickter Suchreihenfolge

- ▶ Dabei wird ein kürzester Weg gefunden
- ▶ Die entdeckten, aber nicht abgearbeiteten Knoten stehen in einer Warteschlange: Wer als erstes entdeckt wurde, kommt als erstes dran
- ▶ Geeignete Klassen für eine Warteschlange in Java: Interface Queue, Deque; Implementation ArrayDeque

Deque, ArrayDeque

Eine Deque ist eine zweiseitige Warteschlange

- ▶ Enthält eine Reihe an Elementen
- ▶ An beiden Seiten kann ein Element entfernt oder eingefügt werden

Beispiel: `Deque<String> deq =`

A	B	C	D
---	---	---	---

- ▶ `deq.size()` → 4; deq unverändert
- ▶ `deq.peekFirst()` → A; deq unverändert
- ▶ `deq.peekLast()` → D; deq unverändert
- ▶ `deq.addFirst(X)` → deq verändert zu

X	A	B	C	D
---	---	---	---	---
- ▶ `deq.addLast(X)` → deq verändert zu

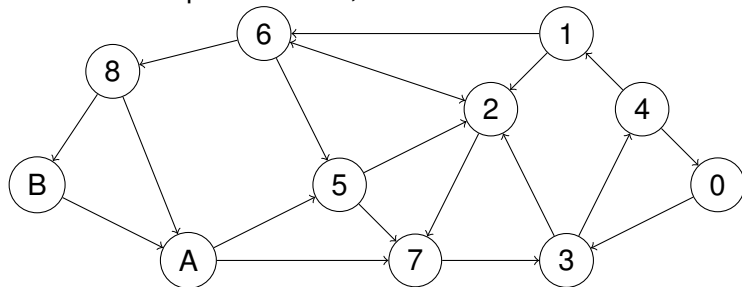
A	B	C	D	X
---	---	---	---	---
- ▶ `deq.removeFirst()` → A; deq verändert zu

B	C	D
---	---	---
- ▶ `deq.removeLast()` → D; deq verändert zu

A	B	C
---	---	---

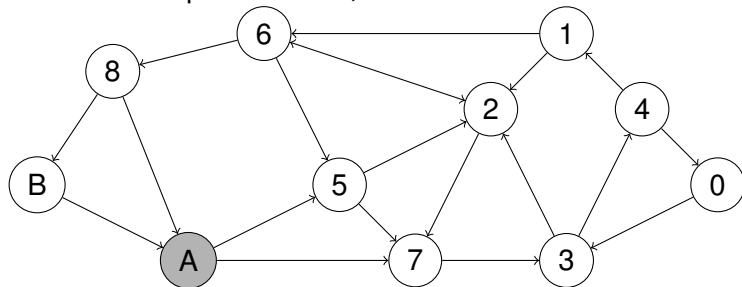
Beispiel Breitensuche

Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



Beispiel Breitensuche

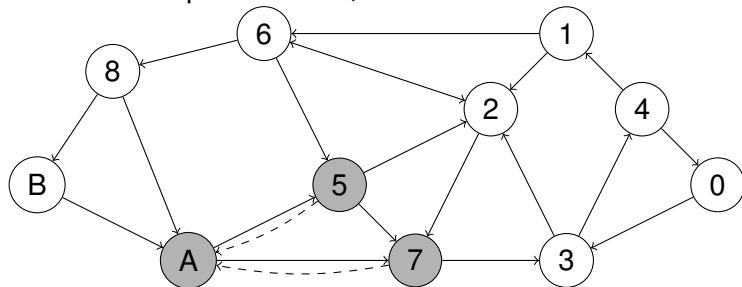
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



A

Beispiel Breitensuche

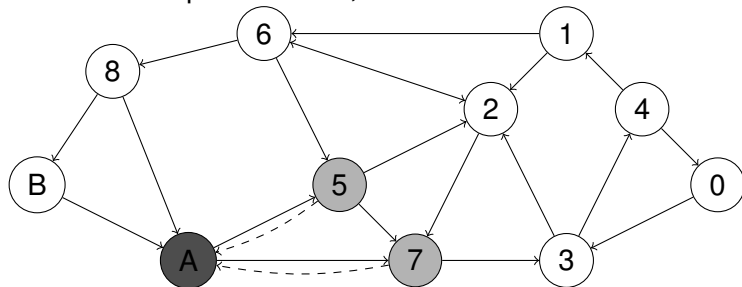
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



A	5	7
---	---	---

Beispiel Breitensuche

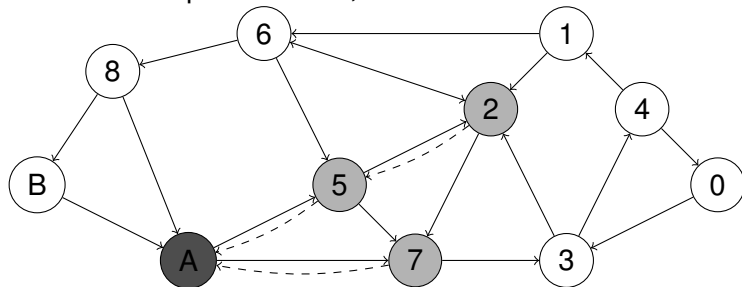
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



5	7
---	---

Beispiel Breitensuche

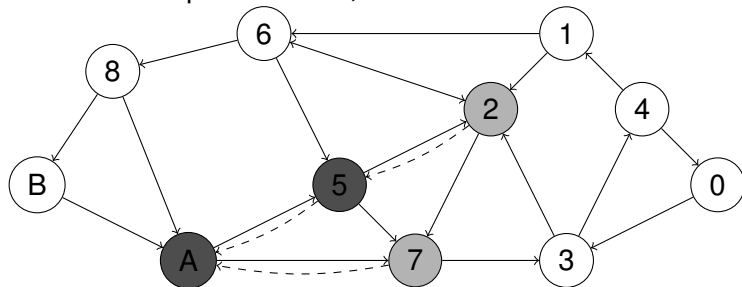
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



5	7	2
---	---	---

Beispiel Breitensuche

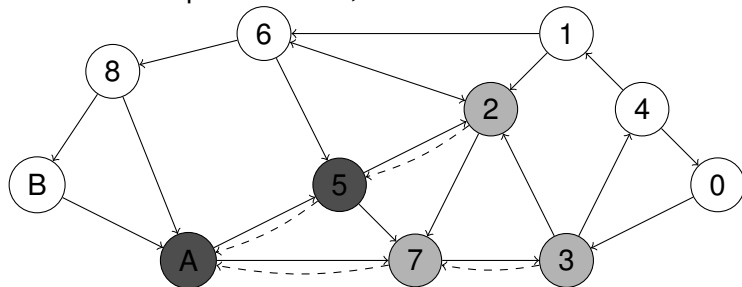
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



7	2
---	---

Beispiel Breitensuche

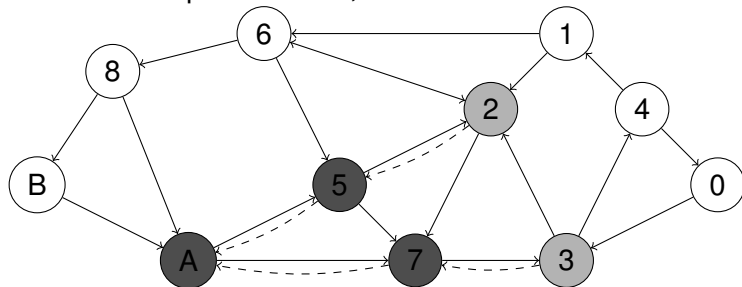
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



7	2	3
---	---	---

Beispiel Breitensuche

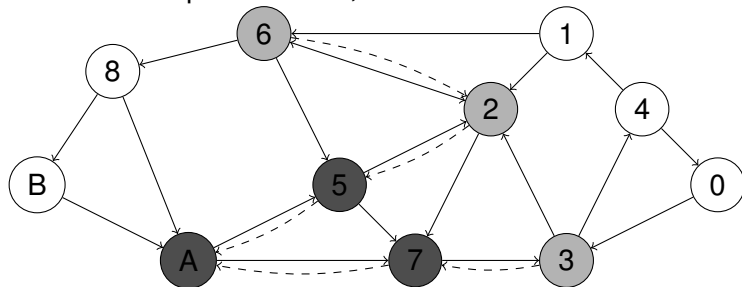
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



2	3
---	---

Beispiel Breitensuche

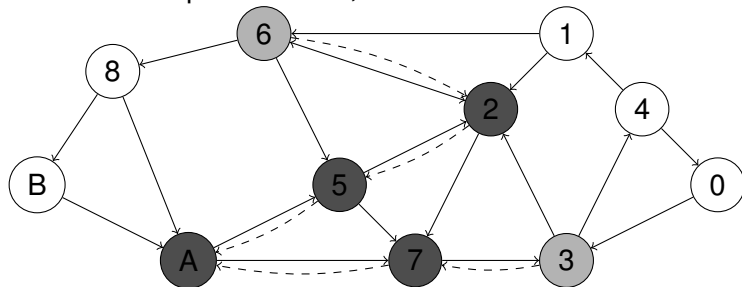
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



2	3	6
---	---	---

Beispiel Breitensuche

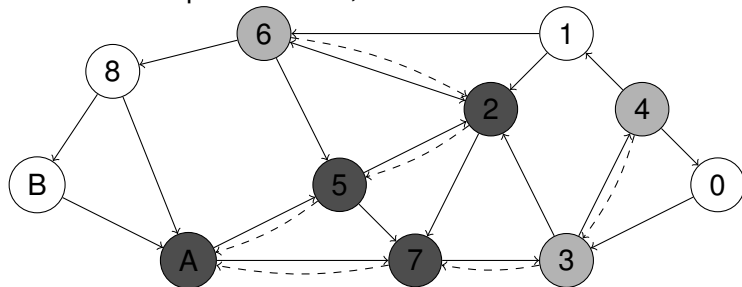
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



3	6
---	---

Beispiel Breitensuche

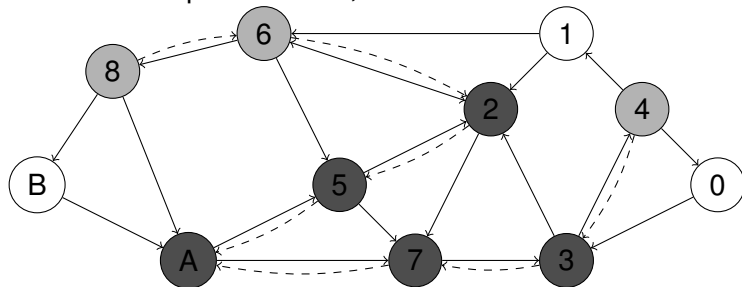
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



3	6	4
---	---	---

Beispiel Breitensuche

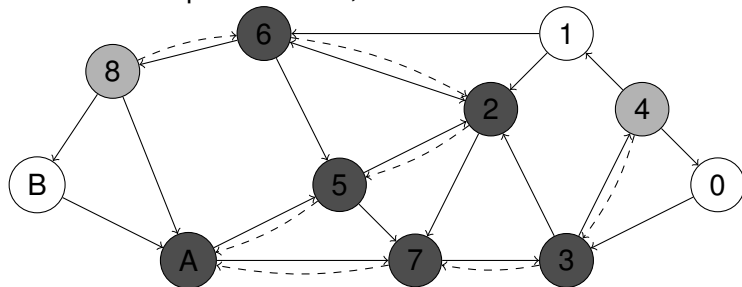
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



6	4	8
---	---	---

Beispiel Breitensuche

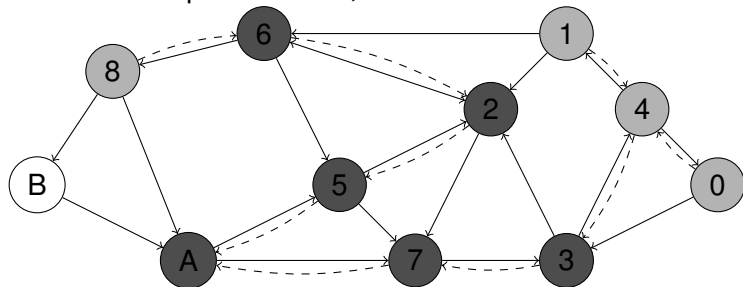
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



4	8
---	---

Beispiel Breitensuche

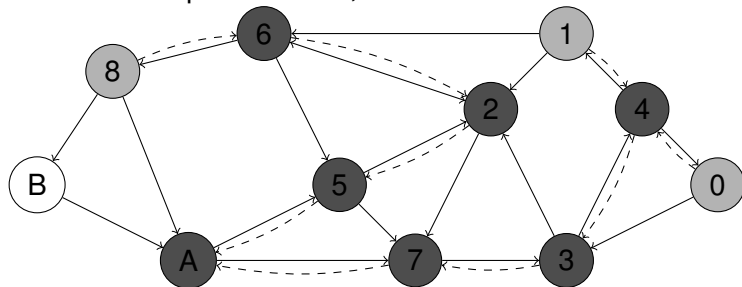
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



4	8	1	0
---	---	---	---

Beispiel Breitensuche

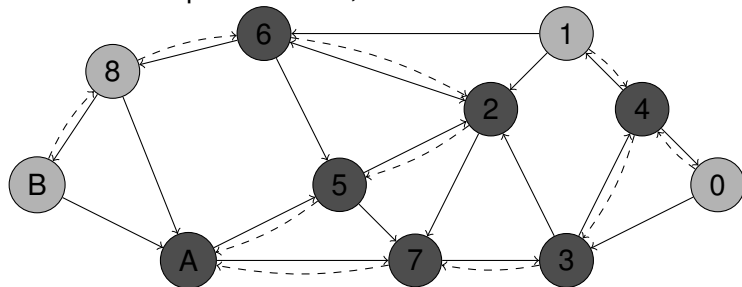
Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



8	1	0
---	---	---

Beispiel Breitensuche

Gleiches Beispiel nochmal, diesmal mit Breitensuche



8	1	0	B
---	---	---	---

