

Day 10: Hoof It

Dieser Tag ist wieder ziemlich einfach und lässt sich mit **Rekursion** straight-forward lösen.

Teil 1

Grundsätzliche Vorgehensweise: Starte pro 0-Höhe einen rekursiven Aufruf, der jeweils wiederum in alle 4 möglichen Richtungen einen weiteren rekursiven Aufruf startet.

Tipps zur Vorgehensweise:

- Speichere den Input in einem zweidimensionalen int-Array. Jeden char c kannst du mit `(int)(c - '0')` in einen int casten.
- Iteriere anschließend über jede Koordinate des Arrays. Wenn eine Koordinate 0 ist (= Startpunkt eines Trails), dann passieren zwei Dinge:
 1. Speichere in einer `ArrayList<int[]>` alle Koordinaten, die ein Ende des Pfads **von der aktuellen Startposition** darstellen (Index 0 = x-Koordinate und Index 1 = y-Koordinate). Initialisiere die ArrayList also neu! Wichtig: diese ArrayList muss eine Instanzvariable sein!
 2. Anschließend startest du den rekursiven Aufruf.
- Der rekursive Aufruf benötigt folgende Parameter:
 1. Die Karte (das zweidimensionale int-Array).
 2. Die zu erwartende Höhe an der nächsten Koordinate (siehe nächste Parameter).
 3. Nächste x-Koordinate
 4. Nächste y-Koordinate
- Pro rekursivem Aufruf gilt nun folgendes:
 - Prüfe auf den Basis-Fall, ob die übergebenen Koordinaten außerhalb der Map liegen. Falls ja, dann gib eine 0 zurück, da mit diesem rekursiven Aufruf ganz offensichtlich kein weiterer Weg zum Ziel gefunden werden kann.
 - Prüfe auf den Basisfall, dass die Höhe der übergebenen Koordinate nicht der ebenfalls übergebenen erwarteten Höhe entspricht c ebenfalls 0 zurückgeben. *Für alle nun nachfolgenden Bedingungen weiß man dann entsprechend, dass die erwartete Höhe mit der vorgefundenen Höhe übereinstimmt.*
 - Prüfe auf den Basisfall, dass die Koordinate bereits (auf einem anderen Weg) von derselben Startkoordinate beginnend gefunden wurde. Iteriere dazu über die zuvor initialisierte ArrayList und prüfe, ob die aktuelle Koordinate [x,y] dort bereits enthalten ist. Falls ja, dann darf das Ziel nicht nochmals gezählt werden → `return 0`.
 - Prüfe auf den Basisfall, dass die Höhe der Zahl 9 entspricht. Gib 1 zurück, da **ein** weiter Trail gefunden wurde. Füge zuvor noch die Koordinate zur ArrayList der Ziele hinzu.
 - Ansonsten sind wir auf dem richtigen Weg, aber noch nicht am Ziel und müssen entsprechend in alle 4 möglichen Richtungen weiterlaufen. Ruf also der Reihe nach die Rekursion 4x auf, wobei du jedes Mal eine der Koordinaten um +/- 1 veränderst und die nächste erwartete Zahl/Höhe um eins erhöhst. Ermittle die Summe der Rückgabewerte aller 4 rekursiven Aufrufe. So viele neue Trails konnten ermittelt werden und diese Zahl muss entsprechend zurückgegeben werden.

Lösungsvorschlag:

```
private int width;
private int height;

// Speichert pro Startkoordinate alle gefundenen Enden
// Jeweils als eindimensionales Array mit index 0 = x-Koordinate und index 1
= y-Koordinate
private ArrayList<int[]> trailEnds;

public void partOne() {
    // Instanzvariablen (!) für Höhe und Breite der Karte
    width = inputLines.get(0).length();
    height = inputLines.size();

    // Karte als int-Array
    int[][] map = new int[width][height];

    // Speichere den Input als int-Array
    for (int y = 0; y < height; y++) {
        String line = inputLines.get(y);
        for (int x = 0; x < width; x++) {
            map[x][y] = (int)(line.charAt(x) - '0');
        }
    }

    int sumOfTrails = 0; // speichert die Summe aller Trails

    // Iteriere über jede Koordinate
    for (int x = 0; x < width; x++) {
        for (int y = 0; y < height; y++) {
            // Wenn die Koordinate mit 0 beginnt, dann starte den rekursiven
            // Aufruf
            if (map[x][y] == 0) {
                trailEnds = new ArrayList(); // setze diese Instanzvariable
                // für die aktuelle Startposition zurück
                sumOfTrails += trail(map, 0, x, y);
            }
        }
    }

    System.out.println(sumOfTrails);
}

/**
 * Läuft rekursiv jeden möglichen Weg von bestimmten Startpunkt 0 zu jeder
 * möglichen 9.
 *
 * @param map Die Karte
 */
```

```

* @param h Erwartete Höhe des aktuellen Iterationsschritts
* @param x aktuelle x-Koordinate
* @param y aktuelle y-Koordinate
* @return Die Anzahl der gefundenen Trail-Enden.
*/
private int trail(int[][] map, int h, int x, int y) {
    // Basisfall: Aktuelle Koordinate (x,y) liegt außerhalb der Map
    if (x < 0 || x >= width || y < 0 || y >= height) {
        return 0;
    }

    // Basisfall: Aktuelle Koordinate (x,y) hat nicht die erwartete
Höhe/Wert
    if (map[x][y] != h) {
        return 0;
    }

    // Basisfall: Aktuelle Koordinate (x,y) ist bereits in den gefundenen
Enden
// des aktuellen Startpunktes enthalten.
    for (int[] end: trailEnds) {
        if (end[0] == x && end[1] == y) {
            return 0;
        }
    }

    // (Erfolgreicher) Basisfall: Ein Ende des Trails wurde erreicht!
    if (map[x][y] == 9) {
        trailEnds.add(new int[]{x,y}); // Speichere das aktuelle Trail-Ende.
        return 1; // return 1, damit dieses gefundene Trail-Ende gezählt
wird.
    }

    // Zähle über alle 4 Richtungen von der aktuellen Koordinate die Summe
aller gefundenen Trail-Enden
    int sumOfTrails = 0;
    sumOfTrails += trail(map, h+1, x+1, y);
    sumOfTrails += trail(map, h+1, x-1, y);
    sumOfTrails += trail(map, h+1, x, y+1);
    sumOfTrails += trail(map, h+1, x, y-1);
    return sumOfTrails;
}

```

Teil 2

Für den Teil 2 muss nur eine **winzige Kleinigkeit** angepasst werden.

In Teil 1 geht es darum, pro Startpunkt zu zählen, wie viele Trail-Enden man erreichen kann. Jedes Trail-Ende darf also nur einmal erreicht werden. Daher mussten wir uns auch merken, ob wir ein Ende

bereits erreicht hatten.

In Teil 2 geht es darum, pro Startpunkt zu zählen, wie **oft** ein Trail-Ende erreicht werden kann. Jedes Trail-Ende darf also von "benachbarten" rekursiven Aufrufen beliebig oft erreicht werden.

- Es muss daher nun **kein** Trail-Ende mehr als "bereits gefunden" markiert werden.
- Ebenso benötigt man also die `ArrayList<int[]>` nun nicht mehr

Achte bei den Aufrufen der rekursiven Methoden darauf, dass du überall die korrekten, neuen Methoden für Teil 2 aufrufst.

Lösungsvorschlag

```
public void partTwo() {
    // Instanzvariablen (!) für Höhe und Breite der Karte
    width = inputLines.get(0).length();
    height = inputLines.size();

    // Karte als int-Array
    int[][] map = new int[width][height];

    // Speichere den Input als int-Array
    for (int y = 0; y < height; y++) {
        String line = inputLines.get(y);
        for (int x = 0; x < width; x++) {
            map[x][y] = (int)(line.charAt(x) - '0');
        }
    }

    int sumOfTrails = 0; // Zählt die Summe aller gefundenen Trails

    // Finde jeden Startpunkt eines Trails
    for (int x = 0; x < width; x++) {
        for (int y = 0; y < height; y++) {
            if (map[x][y] == 0) {
                sumOfTrails += trail2(map, 0, x, y); // Starte den
                // rekursiven Aufruf - diesmal OHNE Kopie
            }
        }
    }
    System.out.println(sumOfTrails);
}

private int trail2(int[][] map, int h, int x, int y) {
    // Basisfall: Aktuelle Koordinate (x,y) liegt außerhalb der Map
    if (x < 0 || x >= width || y < 0 || y >= height) {
        return 0;
    }
}
```

```
// Basisfall: Aktuelle Koordinate (x,y) hat nicht die erwartete
Höhe/Wert
if (map[x][y] != h) {
    return 0;
}

// (Erfolgreicher) Basisfall: Ein Ende des Trails wurde erreicht!
if (map[x][y] == 9) {
    return 1; // return 1, damit dieses gefundene Trail-Ende gezählt
wird.
}

// Zähle über alle 4 Richtungen von der aktuellen Koordinate die Summe
aller gefundenen Trail-Enden
int sumOfTrails = 0;
sumOfTrails += trail2(map, h+1, x+1, y);
sumOfTrails += trail2(map, h+1, x-1, y);
sumOfTrails += trail2(map, h+1, x, y+1);
sumOfTrails += trail2(map, h+1, x, y-1);
return sumOfTrails;
}
```

From:
<https://www.info-bw.de/> -

Permanent link:
<https://www.info-bw.de/faecher:informatik:oberstufe:java:aoc:aoc2024:day10:start>

Last update: **04.01.2025 15:16**

