

## Aufgabenblatt 2

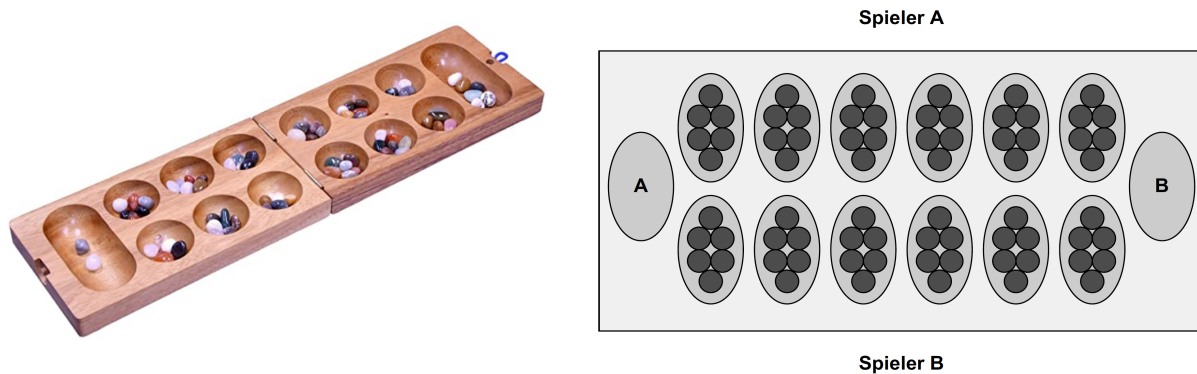


Abb. 1: Brettspiel Kalah mit schematischer Darstellung

Das Brettspiel **Kalah** ist eine Variante aus der Familie der afrikanisch-asiatischen Mancala-Brettspiele (siehe auch [1]).

Das Brett besteht aus zwei Reihen zu je *sechs Mulden*, in denen anfangs je *sechs Steine* liegen, und *zwei weiteren Mulden*, die *Kalah* heißen und anfangs leer sind. Spieler A gehören die oberen Löcher und die linke Kalah, Spieler B die unteren Löcher und die rechte Kalah (siehe Abb.1). Ziel der beiden Spieler ist es, im Laufe eines Spiels möglichst viele Steine in die eigene Kalah zu bringen.

Spieler A beginnt das Spiel. Ein Spielzug läuft dabei wie folgt ab:

- Der Spieler wählt eine seiner Mulden (nicht seine Kalah) aus, die nicht leer ist, entleert sie und verteilt auf die entgegen dem Uhrzeigersinn folgenden Mulden je einen Stein, wobei er die Kalah des Gegners auslöst.
- **Eroberungszug:** Landet der letzte Stein in einer eigenen leeren Mulde (keine Kalah) und ist die gegenüberliegende Mulde des Gegners nicht leer, so kommen der Stein sowie alle Steine der gegenüberliegenden Mulde in die eigene Kalah.
- **Bonuszug:** Landet der letzte Stein in der eigenen Kalah, so muss der Spieler noch einmal ziehen. Ansonsten ist der Gegner an der Reihe.

Das Spiel ist beendet, wenn ein Spieler an der Reihe ist, aber keinen erlaubten Zug mehr ausführen kann, d.h. alle seine Mulden leer sind. Der andere Spieler darf dann alle Steine, die noch in seinen Mulden liegen, in die eigene Kalah legen. Gewonnen hat der Spieler, der anschließend mehr Steine in seiner Kalah liegen hat. Bei Gleichstand endet das Spiel mit einem Unentschieden. (Spielbeschreibung aus [2]). In [1] finden Sie ein paar Beispielzüge.

Ganz allgemein gibt es Kalah-Spiele mit  $m$  Mulden und  $n$  Steinen je Mulde. Hierfür wird die Notation  $\text{Kalah}(m,n)$  verwendet. Im Text oben ist  $\text{Kalah}(6,6)$  beschrieben.

## Aufgabe

Schreiben Sie ein Programm, mit dem Sie Kalah(6,6) spielen können. Auf der Moodle-Seite finden Sie eine Klasse für ein Kalah-Board in Java mit einer textuellen Schnittstelle zur Ein- und Ausgabe der Züge und Darstellung des Brettzustands. Mit dieser Klasse lässt sich Mensch gegen Mensch spielen.

Verwenden Sie diese Klasse als Ausgangsbasis und lösen Sie folgende Teilaufgaben:

- a) Um mit den Spielregeln vertraut zu werden, spielen Sie zunächst mit einer anderen Person. Sie können auch gegen eine Online-Version im Internet spielen.
- b) Definieren Sie eine Funktion zur Bewertung einer Spielsituation und implementieren Sie das in der Vorlesung besprochene **Minimax-Verfahren** mit beschränkter Suchtiefe.
- c) Erweitern Sie das Verfahren um **Alpha-Beta-Pruning**.
- d) Erweitern Sie Alpha-Beta-Pruning um eine **Heuristik** für die **Reihenfolge der möglichen Spielzüge**.
- e) Spielen Sie nun gegen Ihr Programm aus d). Wer gewinnt meistens?
- f) Ermitteln und vergleichen Sie, wie viele Züge von b), c) und d) durchschnittlich betrachtet werden (Anzahl Min- bzw. Max-Aufrufe).

## Referenzen

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Kalah> und <https://en.wikipedia.org/wiki/Kalah>.
- [2] Boles D., Boles C. (2004) Spielende Hamster. In: Objektorientierte Programmierung spielend gelernt. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.