



Vorlesung  
**Einführung in die KI / KI für Informationsmanager**

[www.uni-koblenz.de/~beckert/Einfuehrung-KI](http://www.uni-koblenz.de/~beckert/Einfuehrung-KI)

**Aufgabenblatt 3**

Dieses Aufgabenblatt wird in der Übung am **19.11.03** besprochen.

**Aufgabe 1** (2+2+3 Punkte)

Drei Missionare und drei Kannibalen befinden sich auf einer Seite eines Flusses zusammen mit einem Boot. In das Boot passen bis zu 2 Personen.

Das Ziel ist, dass alle Missionare und alle Kannibalen mittels des Boots über den Fluss auf die andere Seite gelangen. Dabei ist die Bedingung zu beachten, dass sich nie mehr Kannibalen als Missionare auf einer Seite befinden dürfen (die Personen im Boot werden jeweils auf der Seite mitgerechnet, auf der sich das Boot befindet).

- (a) Geben Sie eine (formale) Definition der Zustandsmenge an (versuchen Sie hier noch nicht, verbotene oder unerreichbare Zustände auszuschließen).

**Lösung:**

Ein Zustand ist ein Tripel. Die drei Komponenten sind:

- Die Zahl der Kannibalen auf der Seite, auf der das Boot ist. Die Menge der möglichen Werte ist  $K = \{0, 1, 2, 3\}$ .
- Die Zahl der Missionare auf der Seite, auf der das Boot ist. Die Menge der möglichen Werte ist  $M = \{0, 1, 2, 3\}$ .
- Die Seite, auf der sich das Boot befindet. Wir verwenden eine Kodierung, in der 0 die Anfangsseite und 1 die Zielseite bedeutet. Die Menge der möglichen Werte ist also  $S = \{0, 1\}$ .

Die Zustandsmenge ist

$$Z = K \times M \times S = \{(k, m, s) \mid 0 \leq m \leq 3, 0 \leq k \leq 3, 0 \leq s \leq 1\}$$

- (b) Wie viele Zustände enthält die Menge, die Sie in (a) definiert haben?

**Lösung:**

Sie enthält

$$4 * 4 * 2 = 32$$

Zustände.

- (c) Geben Sie eine Lösung des Problems (Zustandsfolge) an – unter Verwendung Ihrer in (a) gegebenen Definition von „Zustand“.

**Lösung:**

- (3, 3, 0) 2 Kannibalen setzen über
- (2, 0, 1) 1 Kannibale setzt über
- (2, 3, 0) 2 Kannibalen setzen über
- (3, 0, 1) 1 Kannibale setzt über
- (1, 3, 0) 2 Missionare setzen über
- (2, 2, 1) 1 Kannibale und 1 Missionar setzen über
- (2, 2, 0) 2 Missionare setzen über
- (1, 3, 1) 1 Kannibale setzt über
- (3, 0, 0) 2 Kannibalen setzen über
- (2, 3, 1) 1 Kannibale setzt über
- (2, 0, 0) 2 Kannibalen setzen über
- (3, 3, 1) *Ziel erreicht alle Missionare und Kannibalen sind auf der anderen Seite.*

**Aufgabe 2** (4+5+3 Punkte)

In dieser Aufgabe soll der Suchraum für das Problem aus Aufgabe 1 als Baum dargestellt werden, wobei die Knoten die Zustände und die Kanten die Zustandsübergänge/Aktionen repräsentieren.

- (a) Formulieren Sie Bedingungen, die den Suchraum beschränken ohne optimale Lösungen abzuschneiden, damit das Zeichnen des Baums in vertretbarer Zeit und mit einer nicht zu großen Zahl von Knoten praktisch durchführbar ist.

**Lösung:**

Ein Pfad in einem Baum ist eine Folge von Knoten (Zuständen) vom Wurzelknoten zu einem Blatt des Baumes.

Wir verwenden folgende naheliegende Bedingungen, um den Suchraum zu beschränken:

- i. Ein Knoten (und seine Folgeknoten) wird aus dem Suchraum entfernt, wenn der Zustand, der sich an dem Knoten befindet, schon einmal weiter oben auf den gleichen Pfad aufgetreten ist. Hierdurch werden Schleifen verhindert.
- ii. Ein Knoten (und seine Folgeknoten) wird aus dem Suchraum entfernt, wenn der Zustand, der sich an dem Knoten befindet, den Bedingungen der Aufgabe widerspricht, sich also mehr Kannibalen als Missionare auf einer Seite befinden. Diese Knoten können offensichtlich nicht zu einer Lösung führen.

- (b) Zeichnen Sie den Baum.

**Lösung:**

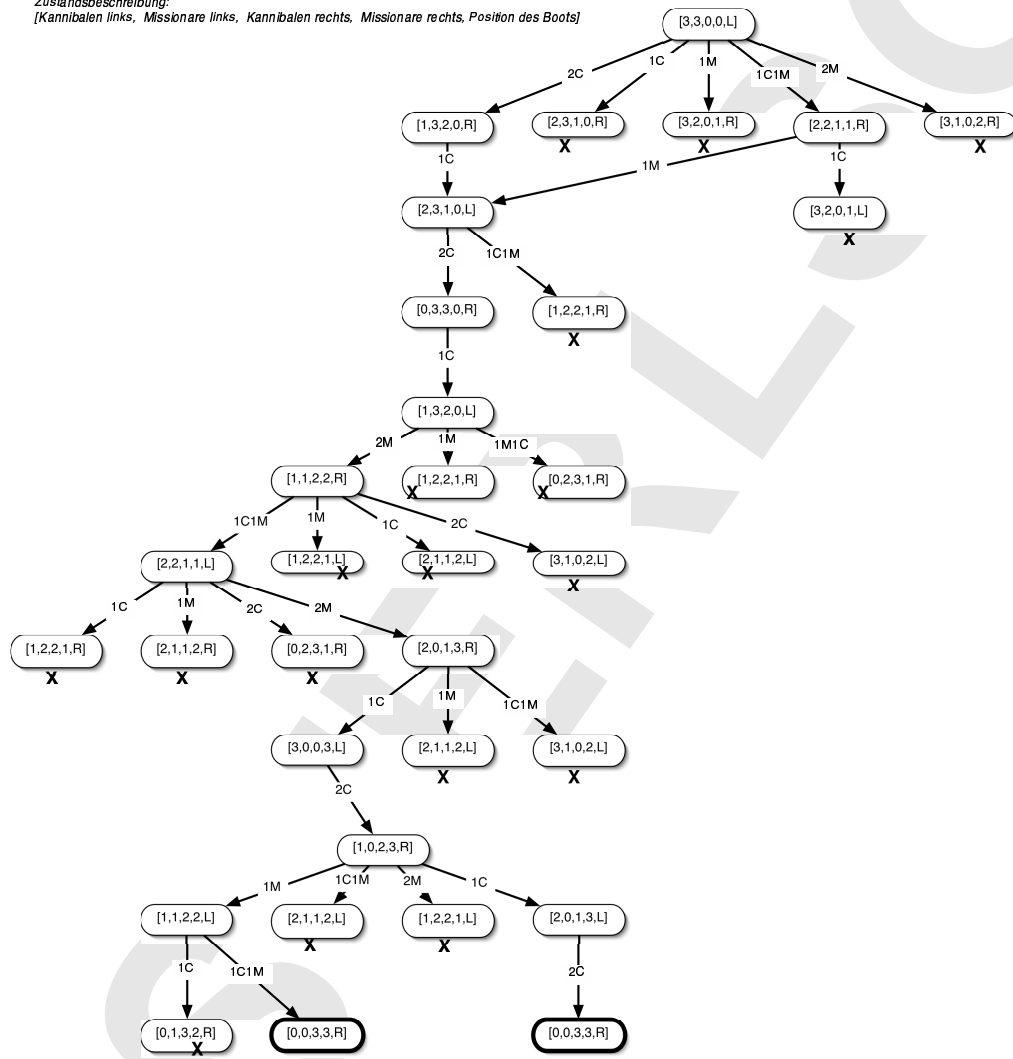
Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Suchbaum Zustände als 5-Tupel repräsentiert, mit der Kodierung

( $k$  links,  $m$  links,  $k$  rechts,  $m$  rechts, Seite) .

Diese Darstellung lässt sich auf einfache Weise auf die vorher definierte Darstellung abbilden.

Zusätzlich sind aus Platzgründen identische Teilbäume „zusammengelegt“. Knoten die mit einem Kreuz markiert sind, stellen Zustände dar, die zu keiner Lösung führen können.

Zustandsbeschreibung:  
 [Kannibalen links, Missionare links, Kannibalen rechts, Missionare rechts, Position des Boots]



(c) Geben Sie die Werte für den Verzweigungsfaktor  $b$ , die Tiefe  $d$  der optimalen Lösung und die maximale Tiefe  $m$  für den von Ihnen gezeichneten Suchbaum an.

**Lösung:**

$$b = 5$$

$$d = 11$$

$$m = 11$$

### Aufgabe 3 (4+2+1+4 Punkte)

- (a) Berechnen Sie den *Worst-case*-Aufwand in *Space* und *Time* für Breiten- und Tiefensuche aus den von Ihnen angegebenen Parametern  $b$ ,  $d$  und  $m$  (für einen beliebigen Baum mit diesen Parametern, nicht den von Ihnen gezeichneten).

#### Lösung:

##### **Tiefensuche**

- Time:  $b^m = 5^{11} = 48.828.125$
- Space:  $b * m = 5 * 11 = 55$

##### **Breitensuche**

- Time:  $b^{d+1} = 5^{12} = 244.140.625$
- Space:  $b^{d+1} = 5^{12} = 244.140.625$

- (b) Wieviele Lösungen gibt es mit und ohne die von Ihnen aufgestellten Bedingungen?

#### Lösung:

Ohne die Bedingungen gibt es unendlich viele Lösungen, denn eine Person kann beliebig oft hin- und herfahren (Schleifen).

Mit den aufgestellten Bedingungen gibt es 4 Lösungen.

- (c) Wieviele optimale Lösungen gibt es?

#### Lösung:

Die vier Lösungen haben gleiche Länge und sind daher alle optimal.

- (d) Finden die beiden Suchverfahren ohne die aufgestellten Bedingungen immer eine Lösung? Warum?

#### Lösung:

Breitensuche findet immer eine Lösung, da, auch wenn es Schleifen gibt, immer alle Knoten des Suchbaums betrachtet werden.

Bei der Tiefensuche gilt dies nicht in jedem Fall. Sie kann in einer Schleife gefangen bleiben und betrachtet dann nicht alle Knoten.