

# **Erstellung einer Schach KI**

## **Studienarbeit**

**des Studiengangs Angewandte Informatik  
an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mannheim**

**von**

**Florian Dahlitz**

**und**

**Moritz Heinz**

**Abgabedatum: 20.04.2020**

Bearbeitungszeitraum

EINFÜGEN

Matrikelnummer, Kurs

1867805, TINF17AIBC

Matrikelnummer, Kurs

EINFÜGEN, TINF17AIBC

Betreuer der Hochschule

Prof. Dr. Karl Stroetmann

**Abstract in deutscher Sprache**

**Abstract in englischer Sprache**

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>Listings</b>	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>2</b>
2.1 Bewertungsfunktion . . . . .	2
2.1.1 Einfache Bewertungsfunktion . . . . .	2
2.1.2 Weitere Bewertungsfunktionen . . . . .	7
2.2 Alpha-Beta-Suche . . . . .	7
2.2.1 Ruhesuche . . . . .	7
<b>3 Implementierung</b>	<b>8</b>
3.1 Tools . . . . .	8
<b>4 Auswertung</b>	<b>9</b>
<b>5 Diskussion</b>	<b>10</b>
<b>Literatur</b>	<b>11</b>
<b>Glossar</b>	<b>12</b>

## Abkürzungsverzeichnis

<b>B</b>	Bauer
<b>K</b>	König
<b>L</b>	Läufer
<b>Q</b>	Königin (engl. <i>Queen</i> )
<b>S</b>	Springer
<b>T</b>	Turm

## **Abbildungsverzeichnis**

## **Tabellenverzeichnis**

1	Figurenwerte in Hundertstelbauer . . . . .	6
---	--	---

## **Listings**



## **1 Einleitung**

## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Bewertungsfunktion

In der Spieltheorie ist es in der Regel nicht möglich, alle möglichen Zugfolgen aus einer Spielposition heraus bis zum Ende zu verfolgen. Deshalb „[...] wird eine Funktion benötigt, die die Stellung auf dem Spielbrett danach bewertet, ob sie für eine der beiden Parteien vorteilhaft oder nachteilig ist.“ [Paulsen, 2009] Diese Funktion wird als *Bewertungsfunktion* bezeichnet. Die Bewertungsfunktion setzt sich aus einer materiellen und einer positionellen Komponente zusammen. Bei der materiellen Komponente werden die verbleibenden Figuren auf der eigenen Seite gezählt und die Anzahl der gegnerischen Figuren von diesem Wert subtrahiert. Daraus lassen sich erste Schlussfolgerungen über den Spielstand ziehen. Zudem ist es möglich, die derzeitige Spielphase abzuleiten [Paulsen, 2009].

Da es beim Schach aber auch entscheidend ist, auf welchen Positionen sich die einzelnen Figuren befinden und in welcher Position sie zueinander stehen (Bauernstruktur, Königssicherheit), wird zusätzlich zur materiellen Komponente eine positionelle Komponente berechnet. Die verschiedenen Positionen werden aus der Spielbrettaufstellung entnommen und fließend mit ihren jeweiligen Gewichtungen in die anschließende Bewertung ein [Paulsen, 2009].

#### 2.1.1 Einfache Bewertungsfunktion

Das Schachspiel setzt sich aus zwei wichtigen Faktoren zusammen: Einerseits ist abgesehen von der Tatsache, welcher Spieler den ersten Zug macht, keine Zufallskomponente enthalten, andererseits handelt es sich um ein Spiel mit Perfekte Information. Diese zwei Faktoren führen dazu, dass bei jeder Schachbrettposition eine der folgenden drei Aussagen gilt [Shannon, 1950]:

1. Es handelt sich um eine gewonnene Position für Weiß. Somit kann Weiß einen Sieg forcieren, wobei Schwarz verteidigen.
2. Es handelt sich um eine gewonnene Position für Schwarz. Somit kann Schwarz einen Sieg forcieren, wobei Weiß spielt.
3. Es handelt sich um eine unentschiedene Position für beide Parteien. Somit kann es nur ein Unentschieden am Ende geben, falls beide Parteien dies forcieren und keine Fehler machen.

Bei einigen Spielen (so auch beim Schach) lässt sich aus den genannten zwei Faktoren und den daraus resultierenden drei Aussagen eine *einfache Bewertungsfunktion*  $f(P)$  ableiten, wobei  $P$  die Schachbrettposition bezeichnet. Der Rückgabewert der Funktion ist die Kategorie, in die die jeweilige Position gehört: Sieg (+1), Unentschieden (0), Niederlage (-1). Zum Zeitpunkt des Zuges des Schachcomputers werden die Werte  $f(P)$  für alle Positionen nach möglichen Halbzügen berechnet. Der Zug mit dem maximalen Wert wird am Ende ausgeführt [Shannon, 1950].

Im Zuge dieser Arbeit wird die einfache Bewertungsfunktion nach Tomasz Michniewski verwendet, die ursprünglich in der *Polish chess programming discussion list (progszach)* veröffentlicht wurde und im chess-programming.org Wiki beschrieben wird. Die Gewichtungen der Bewertungsfunktion wurden so gewählt, dass ein Mangel an Schachkenntnissen ausgeglichen werden kann und nicht, um durch Schachkenntnisse ergänzt zu werden. Da die Gewichtungen von Tomasz Michniewski und nicht von den Autoren dieser Arbeit festgelegt wurden, erfolgt an dieser Stelle keine Erläuterung zur Entstehung der Gewichtungswerte [Wiki, 2018]. Die von Tomasz Michniewski beschriebene einfache Bewertungsfunktion wird in zwei Teilen dargestellt: Einfache Figurenwerte (engl. *simple piece values*) und Figuren-Quadrat Tabellen (engl. *piece-square tables*).

Mit der Festlegung von Werten je Figur werden vier verschiedene Ziele erreicht:

1. Vermeidung des Austauschs einer kleinen Figur gegen drei Bauern

2. Dem Computer signalisieren, dass das halten des Läuferpaars vorteilhaft ist
3. Vermeidung des Austauschs von zwei kleinen Figuren gegen einen Turm und einen Bauern
4. Verbleiben bei der menschlichen Schacherfahrung

Der erste Punkt wird durch Gleichung 1 erfüllt.

$$\begin{aligned} L &> 3B \\ S &> 3B \end{aligned} \tag{1}$$

Zwar gibt es durchaus Positionen, in denen drei Bauern wertvoller als eine kleine Figur sind, jedoch ist es im Allgemeinen besser eine kleine Figur zu behalten, da im Spielverlauf die Bauern individuell attackiert werden können und deren Wert als Dreier-Figuren-Gespann verloren geht [Wiki, 2018]. Der zweite genannte Punkt wird durch Gleichung 2 erreicht.

$$L > S \tag{2}$$

Zwar garantiert diese Gleichung kein Halten des Läuferpaars, da am Ende ein Läufer gegen einen Springer stehen kann, dennoch ist es eine Tatsache, dass Spieler oftmals Springer mit Läufern schlagen und nicht Läufer mit Springern [Wiki, 2018]. Die ersten beiden Gleichungen 1 und 2 führen zusammen zu Gleichung 3.

$$L > S > 3B \tag{3}$$

Der dritte Punkt wird zwar durch Gleichung 4 erreicht, dennoch haben Spiele wie jenes zwischen Karpov und Kasparov gezeigt, dass bereits ein Turm und zwei Bauern ausreichen, um gegen zwei kleine Figuren gewinnen zu können.

$$L + S > T + B \tag{4}$$

Aus diesem Grund wird die Gleichung 4, die ferner als Gleichung 5 dargestellt werden kann, um einen Faktor erweitert, woraus sich Gleichung 6 ergibt [Wiki, 2018].

$$T + 2B > L + S > T + B \quad (5)$$

$$L + S > T + 1.5B \quad (6)$$

Durch die hier beschriebenen Gleichungen ist der vierte Punkt implizit erfüllt. Zu guter Letzt wird noch eine Gleichung benötigt, die die Überlegenheit einer Dame-Bauer-Kombination gegenüber zwei Türmen darstellt. Dies ist in Gleichung 7 abgebildet.

$$Q + B = 2T \quad (7)$$

Somit erhält man das Gleichungssystem, das in Gleichung 8 dargestellt ist.

$$\begin{aligned} L &> S > 3B \\ L + S &= T + 1.5B \\ Q + B &= 2T \end{aligned} \quad (8)$$

Dieses Gleichungssystem wird durch die in Tabelle 1 gelisteten Werte erfüllt. Diese Werte wurden von Tomasz Michniewski festgelegt mit Ausnahme des Wertes des Königs. Dieser Wert stammt aus dem Paper von Claude Shannon, wobei dieser an der Stelle dem König den Wert 200 gibt, was durch die Umrechnung in Hundertstelbauer zu 20000 führt [Shannon, 1950]. Der Wert für den König ist bewusst so hoch gewählt worden, da der Verlust des Königs automatisch zur Niederlage führt. Daraus folgt zudem, dass der Verlust des Königs durch die materielle Komponente der Bewertungsfunktion einfacher erkannt werden kann. Zu guter Letzt sei

<b>Figur</b>	<b>Wert</b>
Bauer	100
Springer	320
Läufer	330
Turm	500
Dame	900
König	20000

Tabelle 1: Figurenwerte in Hundertstelbauer [Wiki, 2018]

angemerkt, dass die Wahl der Figurenwerte dazu führt, dass diese in einer 2 Byte vorzeichenbehafteten Ganzzahl abgelegt werden können, da der Gesamtwert aller Spielfiguren einer Seite rund 30300 beträgt [Wiki, 2018].

Nachdem die Figurenwerte ausführlich dargelegt wurden, werden nun Figuren-Quadrat Tabellen erstellt. Diese haben die Aufgabe für gut positionierte Figuren eine *Belohnung* und für schlecht positionierte Figuren *Abzüge* zu erteilen [Wiki, 2018].

Für die Bauern gilt, dass deren Fortwärtsbewegung prinzipiell belohnt wird. Des Weiteren werden die zentralen Bauern (D2, E2) negativ bewertet, sollten sie sich nicht bewegen. Das rührt daher, da Bauern direkt vor dem König-Dame-Paar als Fehler angesehen werden, weil es im Besonderen den Bewegungsradius des Königs einschränkt [Wiki, 2018].

Gleichung 9 zeigt mittels einer Matrix die positionsbezogenen Werte für Bauern auf dem Spielbrett.

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 50 & 50 & 50 & 50 & 50 & 50 & 50 & 50 \\ 10 & 10 & 20 & 30 & 30 & 20 & 10 & 10 \\ 5 & 5 & 10 & 25 & 25 & 10 & 5 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & -5 & -10 & 0 & 0 & -10 & -5 & 5 \\ 5 & 10 & 10 & -20 & -20 & 10 & 10 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (9)$$

### 2.1.2 Weitere Bewertungsfunktionen

## 2.2 Alpha-Beta-Suche

### 2.2.1 Ruhesuche

## **3 Implementierung**

### **3.1 Tools**



## **4 Auswertung**

## **5 Diskussion**

## Literatur

- Paulsen, P. (2009, 8. Juli). *Lernen unterschiedlich starker Bewertungsfunktionen aus Schach-Spielprotokollen* (TU Darmstadt). Verfügbar 7. November 2019 unter [http://www.ke.tu-darmstadt.de/lehre/arbeiten/diplom/2009/Paulsen\\_Philip.pdf](http://www.ke.tu-darmstadt.de/lehre/arbeiten/diplom/2009/Paulsen_Philip.pdf)
- Shannon, C. (1950). XXII. Programming a computer for playing chess. *Philosophical Magazine*, 41, 256–275.
- Wiki, C. P. (2018). Simplified Evaluation Function. Verfügbar 29. Oktober 2019 unter [https://www.chessprogramming.org/Simplified\\_Evaluation\\_Function](https://www.chessprogramming.org/Simplified_Evaluation_Function)

## **Glossar**

**Perfekte Information** Ist ein Begriff der mathematischen Spieltheorie.

Demnach besitzt ein Spiel perfekte Information, wenn jedem Spieler zum Zeitpunkt einer Entscheidung stets das vorangegangene Spielgeschehen bekannt ist.