

## COMPUTERSCHACH

Redaktion: Prof. Dr. F. Schwenkel, Wöhrenweg 8, 2090 Winsen-Laßbrönne

### Das Programm „SCHACH 2.2“

Meine Arbeit auf dem Gebiet Computerschach begann vor etwa einem Jahr. Das erste Programm arbeitete ähnlich wie das Programm SCHACH MV 5.6 von Helmut Richter (1). Seine Spielqualität war allerdings sehr unbefriedigend. Zudem mußte man dem Programm gewissermaßen alles „beibringen“, d.h. für alles, was das Programm erkennen sollte, mußten spezielle Routinen geschrieben werden, da es keine vorausschauende Suche vollzog, sondern jeden Zug statisch bewertete.

So begann ich im April dieses Jahres ein völlig neues Programm zu schreiben – SCHACH 2.2. Es arbeitet nach der „minimax alpha-beta brute force“ Methode (Shannon-Typ A), was im wesentlichen heißt, daß alle Züge bis zu einer bestimmten Ebene untersucht werden.

SCHACH 2.2 machte rasche Fortschritte. Eine verbesserte Version nahm im September an den 2. Europameisterschaften im Computerschach teil und konnte einen dritten Platz belegen.

Das Programm ist in FORTRAN IV geschrieben und läuft auf dem Rechner Burroughs 7800 am Rechenzentrum der Bundeswehrhochschule in Neubiberg bei München.

Es besteht im wesentlichen aus zwei Teilen: Erstens dem Ein- und Ausgabeteil, der Züge auf Regelwidrigkeit überprüft und ausführt, das Spiel und die Zeiten protokolliert und das aktuelle Spielfeld mit diversen Kommentaren auf einem Bildschirm ausgibt. Zum zweiten der Teil, der die Baumsuche und die Bewertung vollzieht, also der eigentliche schachspielende Teil. Dieser sei nachfolgend beschrieben.

#### Die Baumsuche

Das Programm führt bis zu einer vorher festgelegten Ebene (Tiefe) alle Züge aus, darüber hinaus noch eine tiefere selektive Suche.

In dieser selektiven Suche werden alle Schlagzüge und alle Bauernumwandlungen bis in unbegrenzte Tiefe (wegen derzeitiger Speicherdimensionierung bis maximal 35 Halbzüge, was aber in der Praxis nie vorkommt), Züge aus einem Schachgebot drei und schachbietende Züge bis zwei Halbzüge weiterverfolgt.

Ein ausgefeiltes alpha-beta-Verfahren sorgt dafür, daß die Anzahl der zu untersuchenden Stellungen recht gering bleibt, ohne daß sich das Ergebnis von dem einer vollständigen minimax-Suche unterscheiden würde. Da das alpha-beta-Verfahren um so effizienter arbeitet, je besser die Züge - in allen Tiefen - vorsortiert sind, wird im Programm erheblicher Aufwand betrieben, um eine möglichst optimale Reihenfolge der Züge zu gewährleisten. Bevor die eigentliche Suche beginnt, werden daher alle Züge der ersten Ebene (von denen der Rechner nachher im aktuellen Spiel einen ausführen wird) mit Hilfe der Bewertungsfunktion vorsortiert.

Die Baumsuche selbst arbeitet „iterativ“, es werden anstelle nur einer Suche mehrere durchgeführt. Die erste geht über zwei Halbzüge, jede folgende über einen Halbzug mehr. Es mag zunächst widersinnig erscheinen, anstelle nur einer Suche über beispielsweise sechs Halbzüge insgesamt fünf Suchen über erst zwei, dann drei, vier, fünf und sechs Halbzüge durchzuführen.

Dieses Verfahren bietet aber zwei wichtige Vorteile:

Zum einen ermöglicht es eine gute Zeitkontrolle. Man stelle sich vor, ein Programm beginnt eine einfache Suche über sechs Halbzüge. Nach drei Minuten hat das Programm eventuell noch immer keinen vernünftigen Zug gefunden, und es hat noch nicht einmal eine Vorstellung davon, wie lange die Suche noch dauern wird. Bei der iterativen Suche findet das Programm schon nach kürzester Zeit einen Zug, der auf zwei Halbzüge untersucht und für optimal befunden wurde, etwas später hat es einen Zug, der auf drei Halbzüge untersucht wurde etc. Wird jetzt die zulässige

Zeit überschritten, so liegt zumindest das Ergebnis der letzten Iteration vor, welches verwendet werden kann.

Zum zweiten sorgt die iterative Suche für ein hervorragendes Sortieren der Züge. Die Züge der ersten Ebene werden gemäß ihrem Ergebnis aus einer gerade beendeten Iteration umsortiert. Zudem wird für jeden Zug der ersten Ebene eine „Hauptvariante“ gespeichert, eine Zugfolge, die der Rechner für optimal hält. Bei der nächsten Iteration folgt nun auf jeden Zug der ersten Ebene in allen weiteren Ebenen - soweit vorhanden - die vorher gespeicherte Hauptvarianten-Fortsetzung. In den meisten Fällen behauptet sich dieser Hauptvarianten-Zug, es hat also eine gute Vorsortierung stattgefunden. So sind die fünf Iterationen, die bei einer Suche über sechs Halbzüge notwendig sind, erheblich schneller als eine einfache Suche.

Nach dem Hauptvarianten-Zug werden in jeder Ebene die möglichen Schlagzüge erzeugt und ausgeführt. Dies geschieht aus naheliegenden Gründen: Sämtliche Schlagzüge müssen spätestens in der selektiven Suche ausgeführt werden. Je früher man also einen guten Schlagzug findet, desto besser. Schlagzüge führen außerdem zu einer Verminderung der weiter zu untersuchenden Stellungen, da sie Figuren vom Brett nehmen. Am wichtigsten ist aber, daß Schlagzüge sehr oft eine Widerlegung vorangegangener unsinniger Züge sind. Die Untersuchung dieser Züge kann dann vorzeitig abgebrochen werden. Schlagzüge werden sortiert nach Differenz aus geschlagener Figur und, falls diese gedeckt war, aus schlagender Figur.

Ein weiteres Verfahren, die Suche zu beschleunigen, sind sogenannte Killerzüge. Das sind Züge, die früher in der gleichen Ebene zu einer Widerlegung mehrerer vorangegangener Züge geführt haben.

Kann beispielsweise eine Springergabel aufgebaut werden, so werden dadurch alle vorangehenden Züge widerlegt, die diese Springergabel nicht verhindern. Solche Züge (außer Schlagzügen, die ja bereits ausgeführt sind) werden gespeichert und das nächste Mal direkt nach den Schachzügen ausgeführt. Anschließend werden alle übrigen Züge ausgeführt. Zuerst werden bedrohte und ungedeckte Figuren gezogen, dann bedrohte und gedeckte, zuletzt der Rest.

Für die selektive Suche existieren Routinen, die schachbietende Züge generieren, sowie Züge, die aus einem Schachgebot herausführen. (Diese Routine wird immer verwendet, wenn eine Seite im Schach steht). Es werden also nur die Züge erzeugt, die den gewünschten Zweck erfüllen.

Liegt eine Stellungswiederholung oder ein Patt vor, so wird der Stellung der Wert für Remis zugewiesen. Dieser Wert wird zu Beginn der Untersuchung berechnet. Ist beispielsweise der berechnete Gesamtwert einer Stellung 1000 Punkte zugunsten des Rechners, so ergibt sich der Wert für Remis zu -660 Punkten. Der Rechner wird also ein Remis vermeiden, der Gegner wird bestrebt sein, Remis zu erreichen.

Eine Zeitkontrollroutine sorgt dafür, daß das Programm die im Schachspiel üblichen Zeitgrenzen einhält. Zu diesem Zweck wird eine Durchschnittszeit eingegeben, an die sich der Rechner dann gemäß den Schachregeln hält. Um einen Zug zu ermitteln, kann er die Zeit nach Ermessen der Kontrollroutine unter- oder überschreiten. Das wird dann entsprechend auf die dem Rechner zur Verfügung stehende Gesamtzeit angerechnet. So werden die eingegebenen Durchschnittszeiten mit hoher Genauigkeit eingehalten, die Zeitgrenzen (nach dem 40. Zug und jedem 10. folgenden Zug) aber nicht überschritten. Weiterhin sorgt die Zeitkontrollroutine dafür, daß Züge, die zum Matt des Rechners führen von weiteren Iterationen ausgeschlossen werden und daß, sobald nur ein möglicher Zug existiert, dieser unverzüglich ausgeführt wird. Sieht der Rechner, daß er mattsetzen kann, wird ebenfalls die Suche sofort abgebrochen.

Neben der Zeitkontrolle kann man natürlich auch die Anzahl der Halbzüge eingeben, die der Rechner untersuchen soll. Ist die Suche beendet, liegen dem Rechner ein bester Zug, die Bewertung dieses Zuges und die daran anschließende Hauptvariante vor. Im Turnier wird, nachdem der Rechner seinen Zug ausgeführt hat, die gegnerische Zeit zur weiteren Analyse benutzt. Dazu wird der in der Hauptvariante enthaltene Antwortzug des Gegners ausgeführt und mit der daraus resultierenden Stellung eine neue Baumsuche nach oben beschriebenem Verfahren durchgeführt. Die Zeitkontrollroutine wird jetzt natür-

## Matthias Engelbach: Das Programm SCHACH 2.2

(Quelle: <https://rochadeuropa.com/> Nr. 189 – April 1980) (photo copyright © by <http://www.schaakcomputers.nl/>) (600 dpi)

lich ausgeschaltet. Wird der gegnerische Zug eingegeben, vergleicht der Rechner, ob er diesen Zug erwartet hat. Ist dies der Fall, wird ganz normal weiteruntersucht und die Zeitkontrollroutine wieder eingesetzt. Führt der Gegner einen unerwarteten Zug aus, so waren die Berechnungen umsonst, es beginnt eine neue Baumsuche. Durchschnittlich werden 30-40% aller gegnerischen Züge richtig vorhergesagt, überwiegend bei taktischen Abwicklungen.

Derzeit ist das Programm in der Lage, pro Sekunde 600-1.200 Stellungen durchzurechnen. Unter Turnierbedingungen reicht dies für eine Suche über 6-7 Halbzüge im Mittelspiel und bis zu 12 Halbzügen im Endspiel. Für ein Programm, das in einer höheren Programmiersprache geschrieben wurde und auf einem vergleichsweise langsamen Großrechner läuft, sind dies recht beachtliche Werte.

#### Die Bewertung

Es liegen zur Bewertung von Stellungen zwei Funktionen vor. Beide beinhalten bekannte Faustregeln wie Beweglichkeit, Zentrumskontrolle und Kontrolle von Schlüsselfeldern und natürlich Material.

Die erste Funktion ist sehr umfangreich und ausführlich und wird dazu verwendet, den Zügen der ersten Ebene einen Wert zuzuweisen und sie vorzusortieren. Die zweite Funktion wird während der Suche verwendet um Endstellungen zu bewerten. In ihr kommt es hauptsächlich auf Effizienz an, daher beinhaltet sie nur einen Teil der ersten Funktion. Im wesentlichen besteht sie aus einer Analyse der Bauernstruktur und der Materialbewertung. Die Gewichtung der einzelnen Figuren ist wie folgt: Bauer = 100, Springer = 340, Läufer = 360, Turm = 550 und Dame = 930 Punkte.

#### Eröffnungsbibliothek

Um die ersten Züge schnell spielen zu können und um zu einer soliden Ausgangsstellung für das Mittelspiel zu kommen, verfügt SCHACH 2.2 über eine Eröffnungsbibliothek. In ihr sind zur Zeit etwa 3.000 Stellungen bis maximal zum zwölften Zug gespeichert. Bis zum zweiten Zug ist die Eröffnungsbibliothek vollständig, das heißt die ersten beiden Züge können immer ohne Berechnungen ausgeführt werden. Können so beispielsweise die ersten acht Züge aus der Eröffnungsbibliothek übernommen werden, so stehen bis zum vierzigsten Zug pro Zug je zwanzig Prozent mehr Zeit zur Verfügung. Dies führt zwar nicht zu einer wesentlich ausführlicheren Suche, ist aber eine solide Zeitreserve.

#### Aussichten

„SCHACH 2.2“ ist noch ein sehr junges Programm und verfügt - mit Ausnahme der Europameisterschaften - über keinerlei Turniererfahrung. Daher konnten bisher noch keine tiefgreifenden Verbesserungen vorgenommen werden, da solche eine Reihe von Spielen gegen gleichwertige oder bessere Gegner unter Turnierbedingungen voraussetzen. Mein nächstes Ziel ist es daher, SCHACH 2.2 gegen andere Programme und, wenn sich dazu irgendwie die Möglichkeit bietet, gegen gute Schachspieler antreten zu lassen. Aus der Analyse solcher Spiele erhoffe ich mir die Möglichkeiten zu weiteren Verbesserungen, besonders bei einer geplanten Erweiterung der selektiven Suche und bei der Bewertungsfunktion.

Weiterhin ist es geplant, eine sogenannte Zugumstellungs-Tabelle einzuführen. Diese ermöglicht es bei Stellungswiederholungen, die während der Baumsuche auftreten, die nachfolgende Untersuchung abzukürzen oder zu verhindern. Die Zugfolge 1. e4 d5 2. d4 führt zu der gleichen Stellung wie 1. d4 d5 2. e4. Diese Stellung ist schon beim ersten Mal weiteruntersucht worden. Normalerweise würde der Rechner die gleiche Stellung bei der zweiten Zugfolge genauso weiteruntersuchen. Ist die Bewertung dieser Stellung aber beim ersten Mal gespeichert worden, kann dieser Wert beim zweiten Mal abgerufen werden und es findet keine weitere Untersuchung statt. Dies kann nach Slate und Atkin (Chess 4.8) im Mittelspiel 10-50% und im Endspiel bis zu 90% aller Stellungen einsparen (2). Beachtet werden müssen hierbei aber Dinge wie alpha-beta Werte zum Zeitpunkt der Speicherung und zum Zeitpunkt der Abfrage, welche Seite bei der Speicherung am Zug war etc. Nur bei genauer Übereinstimmung kann auf eine weitere Untersuchung völlig verzichtet werden.

Matthias Engelbach  
Ferd.-Kobell-Straße 6, 8013 Haar

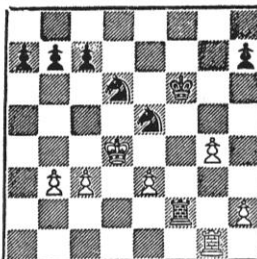
## Programmierer Matthias Engelbach: Das Programm SCHACH 2.2

(Quelle: <https://rochadeuropa.com/> Nr. 189 – April 1980) (photo copyright © by <http://www.schaakcomputers.nl/>) (600 dpi)

#### Verweise:

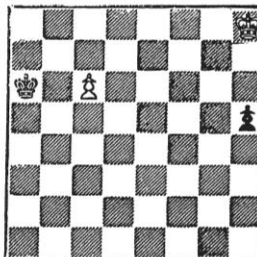
- 1) Reinhard Zunkeller (Ed.). Erstes GI Computer-Schach-Turnier, Dortmund 1975, Seite 11-12
- 2) Peter W. Frey (Ed.). Chess skill in man and machine. Springer Verlag, New York, 1977. Seite 82-118

#### Einige Spielproben von SCHACH 2.2



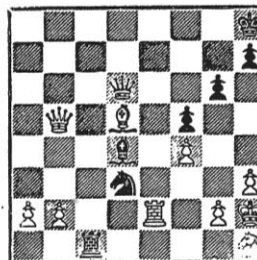
Partie: Fischer-Appelt gegen CHESSE 4.8, Hamburg 17.3.79  
Schwarz zieht und setzt in vier Zügen matt. Nach 11 Sekunden findet SCHACH 2.2 das vierzellige Matt, eingeleitet durch Tf2-d2+. Es werden insgesamt 9300 Stellungen analysiert.

#### Eine Position von Reti



Weiß zieht und kann Remis halten.  
Nach einer Suche über zwei Halbzüge und 0.1 Sekunden zieht SCHACH 2.2 noch Bc6-c7, entscheidet sich nach drei Halbzügen und 0.2 Sekunden für den richtigen Zug Kh8-g7, erkennt aber erst nach 12 (!) Halbzügen und 5 Minuten Rechenzeit, daß es Remis halten kann.

#### Partie: Hübner – Petrosian, Interzonenturnier Biel 1976



Weiß zieht und gewinnt. (Hübner zog Bg2-g3 und verlor.)  
Auf Turnierspiel eingestellt, spielt SCHACH 2.2 wie folgt:  
1. De8+ Kg7 2. Te7+ Dxe7 (nicht Kh6, sonst matt in zwei Zügen)  
3. Dxe7+ Kh6 4. Lg8 und Schwarz kann aufgeben.

Weiß: Schach 2.2 – Schwarz: ELSA

1. g4 d5 2. Lg2 Lxg4 3. c4 c6 4. cxd5 cxd5 5. Sc3 Sc6 6. Lxd5 Tc8 7. Db3 e6 8. Lxc6+ Txc6 9. Dxb7 Db6? 10. Da8+ Ke7 11. b3 Dc7? 12. La3+ Kf6 13. Dxf8 Db7 14. f3 Tc8 15. Se4+ Kg6 16. Dd6 Sf6 17. Sxf6 gxf6 18. Dg3 f5 19. h3 h5 20. Dh4 Lx h3 21. Sxh3 Thg8 22. Sf4+ Kg7 23. Dg5+ Kh7 24. Txxh5 ♯

Schach 2.2. berechnete ca. 60.000 Stellungen pro Zug und benötigte für das Spiel 37 Minuten.

Im 22. Zug kündigte Schach 2.2 Matt in drei Zügen an. 35 % der gegnerischen Züge wurden vorhergesehen und trugen – da Schach 2.2 die gegnerische Zeit ausnützt – zu einer ausführlicheren Suche bei.

#### Weiteres über SARGON 2.5

Die Firma Sandy Exports, München, Importeur der SARGON-Geräte „MGS“ und „ARB“ schreibt zu unserem Bericht in der März-Ausgabe, daß

- das MGS-System inzwischen zum selben Preis auf den Markt gebracht worden ist, wie der Hauptkonkurrent „Challenger Voice“;
- der Preis für das ARB-System um ca. 15% gesenkt wurde;
- jeglicher Termin für das Erscheinen einer verbesserten Nachfolge-Version des Programms SARGON 2.5 reine Spekulation sei.

#### Internet

<https://chessprogramming.wikispaces.com/Schach>