

# Quads

Denksport und Denkspiel für Modellbauer

## Fragestellungen für die Forschung

### Autor / Erfinder / Urheber:

Ernst Lier  
Adlerstrasse 1  
CH-8600 Dübendorf

ernst\_lier (@) hotmail.com  
Fixnet: +41 44 837 26 47  
Mobile: +41 76 328 01 84

### Fragestellungen

#### Grundlagen

Wieviele Anordnungen der Quads gibt es pro Bauplan?  
(wahrscheinlich:  $12! \times 2^{12} = 1.96$  Billionen)

Wieviele verschiedene Baupläne gibt es?  
extrem viele – kaum berechenbar – nicht sinnvoll, deshalb:

- Wieviele und welche Baupläne mit 20 und mehr Verbindungen gibt es? (wahrscheinlich etwa 100 = Bauchschätzung)
- Heute bekannt:
  - 1x24, davon abgeleitet mehrmals 22 und 20
  - 1x20 Version kompakt
  - 8x20 Version zweiteilig
  - 1x21 zweidimensional

Wie können die Baupläne des Quads-Spiels im ComputermodeLL dargestellt werden?  
(wahrscheinlich in Raum aus Würfeln, pro Quad 2 zusammenhängende Würfel und davon 4 Flächen)

Applikationsteile davon sind:

- Datenspeicherung im Modell
- User-Interface zur Manipulierung der Quads im Modell
- Verwalten des Vorrats an Quads
- Display des 3D-Modells auf Bildschirm
- Archiv von Bauplänen und deren Belegung durch verschiedene Anordnungen

#### Einzelspiel Schritt 1 / Erstellung Bauplan

Gesucht: Algorithmus, welcher n Schritte voraus Varianten prüft (anhand einer formulierten Zielsetzung) und dann einen Weg zur Zielerreichung auswählt

Durch die Einfügung von Einzelteilen wird die bereits vorhandene Struktur immer wieder verändert. Verschiedene gedankliche Ansätze für die heute bekannten Baupläne sind vorhanden.

Analogie / Anwendungsbereiche:

- Suche nach Molekülen in der Pharma-Forschung und Materialwissenschaft
- Erstellung von Netzwerken für den Transport von Personen, Gütern oder Energie

## **Einzelspiel Schritt 2 / Anordnung der Quads im Bauplan zur Optimierung der farbengleichen Verbindungen**

Eine simple Permutation dauert zu lange.

Heute bekannt:

- 1 x 24 mit 24 gleichfarbigen Verbindungen, davon abgeleitet mehrmals 22/22 und 20/20
- 1x20 mit 20 gleichfarbigen Verbindungen
- 1x20 in mehreren Varianten mit 18 gleichfarbigen Verbindungen
- 1x21 mit 21 gleichfarbigen Verbindungen

Gesucht: Algorithmus zur optimierten (zeitsparenden, abkürzenden) Berechnung von grossen Permutationen. Dazu müssen der Zielsetzung entsprechende Bedingungen verwendet werden (eine korrekte Analyse führt zur Formulierung dieser Bedingungen)

Analogie / Anwendungsbereiche:

- Netzwerk-Durchfluss-Optimierungen
- Fahrplan-Optimierungen
- Dechiffriermethoden

Resultate:

Wieviele farbengleiche Verbindungen sind in einem Bauplan möglich?

(insbesondere in den Bauplänen ab 20 Verbindungen)

(wahrscheinlich mehrere Varianten pro Bauplan, weil die Farben ersetzt werden können)

### **Erweiterung / Zweierspiel**

Zweierspiel per Computer: 2 Programme treten gegeneinander an und greifen abwechselnd auf das gemeinsame Modell zu

Erforderliche Applikationen:

- API zur Andockung neuer Applikationen
- Situationsanalyse des vorhandenen Modells
- Optimierte Entscheidungsfindung für den nächsten Spielzug
- Steuerung (Überwachung / Schiedsrichter)

Analogie / Anwendungsbereiche:

- Ergänzung / Weiterentwicklung von bestehenden Strukturen unter Berücksichtigung ihrer Eigenschaften

### **Ergänzende Fragen**

Sind die gefundenen Algorithmen allgemeingültig?

- Bei anderen Formen
- Bei mehr als 4 Flächen (Variablen) pro Element
- Bei mehr als 12 Elementen



# Varianten pro Bauplan

Anzahl Quads 12  
Anzahl Möglichkeiten zu drehen 2 (vorwärts und rückwärts)

Anzahl Varianten in der Reihenfolge		Anzahl Varianten (vorwärts und rückwärts)	Anzahl Varianten pro Bauplan
Anzahl Quads	Varianten (n Fakultät)	2 hoch n	$n! \cdot 2^n$
1	1	2	2
2	2	4	8
3	6	8	48
4	24	16	384
5	120	32	3'840
6	720	64	46'080
7	5'040	128	645'120
8	40'320	256	10'321'920
9	362'880	512	185'794'560
10	3'628'800	1024	3'715'891'200
11	39'916'800	2048	81'749'606'400
12	479'001'600	4096	1'961'990'553'600

	0=vorwärts	1=rückwärts	
1	0	1	
2	0	0	0
	0	1	1
	1	0	0
	1	1	1
3	0	0	0
	0	0	1
	0	1	0
	0	1	1
	1	0	0
	1	0	1
	1	1	0
	1	1	1
4	0	0	0
	0	0	1
	0	0	0
	0	0	1
	0	1	0
	0	1	1
	0	1	0
	0	1	1
	1	0	0
	1	0	1
	1	0	0
	1	0	1
	1	1	0
	1	1	1
	1	1	0
	1	1	1

## Beispiele für Berechnung Permutationen

Anzahl pro Sekunde 1000  
Anzahl Sekunden 1'961'990'554  
Anzahl Stunden 544'997  
Anzahl Tage 22'708  
Anzahl Jahre 62