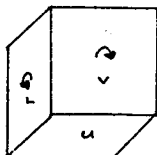


# ZAUERWUERFEL

Es wurde nach einer Lösung gefragt, mit der die Mitten auch in die richtige Position gebracht werden können.

Zuerst dreht man den Würfel in die Ausgangsposition, ohne sich um die Richtung der Pfeile zu kümmern.



Mit dieser Drehfolge können die Mitten richtiggestellt werden:

$$L'R'V'L'R'D'U'V'H'L'V'H'D'U = A$$

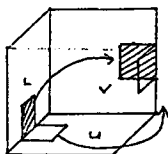
$$[X' = X^{-1}]$$

Hier noch mein Lösungssystem für den Würfel:

Zuerst wird der Deckel des Würfels richtig gemacht.

Wer ein wenig Übung hat, bringt das schnell fertig.

Jetzt wird die mittlere Etage gebaut:

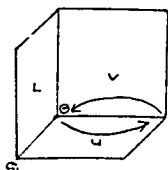


$$R'U'R'U'V'U'V' = B$$

Diese Drehung ist wichtig!  
(Beherrscht man sie rückwärts und spiegelverkehrt, könnte man den Würfel allein damit fertig machen.)

Hier nützt man zuerst einmal aus, dass nur ein Seitenwürfel in der mittleren Etage vom Geschehen betroffen ist.

Die mittlere Etage ist nun fertig! Jetzt kommen die untern Ecken. Es soll zunächst nur auf die Farbe der Unterseite geachtet werden.



Immer noch Drehung B

- ⊕ : Der Eckwürfel wird im Uhrzeigersinn gedreht.
- ⊖ : Der Eckwürfel wird im Gegen-  
uhrzeigersinn gedreht.

Hier noch eine Lösung der Aufgabe mit 6 Farben auf jeder Fläche:

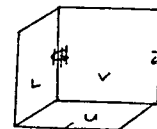
Man geht von der Ausgangsstellung aus.

Nun wird  $(L'R'U')(V'H'U')$  gedreht. ( $L' = L^{-1}$ )

Auf 4 Flächen ist nun ein + zu erkennen, nachdem  $[D'U]$  gedreht worden ist.

Jetzt werden alle Seitenwürfel um  $180^\circ$  gedreht.

Je 2 Würfel können so die gewünschte Position erhalten:

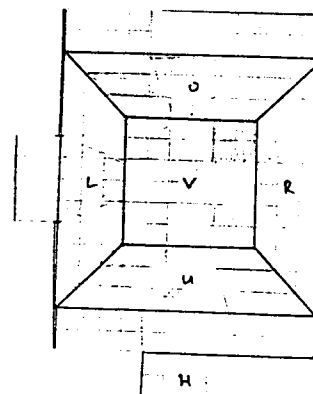


$$D'D' = D$$

( $D' = D$ , seitenverkehrt,  
also:  $R'U'R'D'U'R'U'L'D'U$ )

Nachdem alle 12 Seitenwürfel so behandelt worden sind, wird eine der 4 Flächen, auf der schon 6 Farben sind, um  $180^\circ$  gedreht. (Hier:  $L'$ )

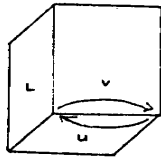
Jetzt sehen wir folgenden Würfel:



Statt dem oberen Verfahren zu folgen, könnte man auch direkt versuchen, die Lösung nachzubauen!

Es ist übrigens ein hübscher Zeitvertreib, verdrehte Würfel nachzubauen, wenn einem das normale Wiederherstellen in die Grundstellung verleidet ist!

Haben alle Ecken der Unterseite die richtige Farbe,  
müssen die Ecken noch gerichtet werden.

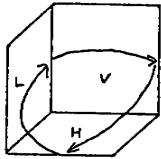


$$U R' U R U' V U V' U' R' U R = C$$

(Dieser Effekt kann aber auch, wie schon gesagt, mit der mehrmaligen Anwendung von B erzielt werden.)

Alle Ecken sind nun am richtigen Ort.

Mit der drehung D wird nun fertig gemacht.

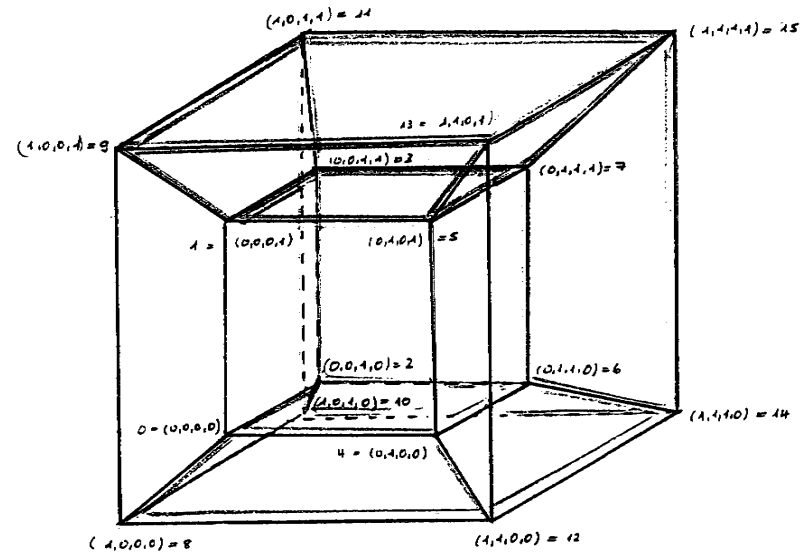


$$L U L' O' U L U' L' O U' = D$$

(Auch diese Drehung könnte durch B substituiert werden. Allerdings ist der Aufwand grösser.)

Dieses System ist sehr leicht zu lernen und lässt Zeiten zum Lösen des Würfels von unter einer Minute zu. Der Nachteil liegt darin, dass man im Durchschnitt doch 100 Drehungen machen muss.

### Der 2x2x2x2 - Würfel



Der 4-dim Würfel besteht aus 8 Würfeln, 24 Flächen, 32 Kanten und 16 Ecken. Obige Zeichnung stellt eine Projektion des 4-dim Würfels in die Ebene dar. Hätten wir ein Modell aus Draht, so stellten das eine Projektion des Würfels in den dreidim Raum dar. Die Ecken werden dual codiert.

#### Erzeugende:

|   |    |   |                               |   |                                  |   |    |
|---|----|---|-------------------------------|---|----------------------------------|---|----|
| z | xy | ① | (11, 15, 13, 9) (3, 7, 5, 1)  | ③ | (10, 8, 12, 14) (2, 0, 4, 6)     | z | xy |
| y | ux | ② | (1, 9, 13, 5) (3, 11, 15, 7)  | ④ | (10, 4, 12, 8) (2, 6, 14, 10)    | y | ux |
| x | xy | ⑤ | (18, 15, 14, 12) (5, 7, 6, 4) | ⑥ | (19, 8, 10, 11) (1, 0, 2, 3)     | x | xy |
| y | uz | ⑥ | (13, 12, 4, 5) (15, 14, 6, 7) | ⑦ | (1, 0, 8, 9) (3, 2, 10, 11)      | y | uz |
| y | zx | ⑧ | (9, 13, 17, 8) (1, 5, 14, 0)  | ⑪ | (15, 11, 10, 14) (7, 3, 2, 6)    | y | zx |
| x | uz | ⑩ | (12, 13, 5, 4) (8, 9, 11, 0)  | ⑫ | (7, 15, 14, 6) (3, 11, 7, 10)    | x | uz |
| z | xy | ⑬ | (1, 3, 7, 5) (0, 4, 6, 2)     | ⑮ | (9, 11, 15, 13) (8, 10, 14, 12)  | z | xy |
| y | zx | ⑭ | (1, 5, 14, 0) (3, 7, 6, 2)    | ⑯ | (18, 13, 12, 8) (11, 15, 14, 10) | y | zx |