

Rubiks 3x3-Zauberwürfel

Fridrich-Methode Teil I.: F2L

Ralph Hahn
06.06.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	3
2	Kantenstein-Vorabkontrolle: Passende Seitenfarben?	3
3	Allgemeine Vorgehensweise	3
4	Schritt 1: Eckstein und passenden Kantenstein hochbringen	4
4.1	Fall A: Eckstein oben rechts, Kantenstein steht farbgleich in Mittelebene	5
4.2	Fall B: Eckstein oben rechts, Kantenstein steht farbdifferent in Mittelebene	7
4.3	Fall C: Eckstein oben links, Kantenstein steht farbgleich in Mittelebene	9
5	Die Hauptfälle	11
5.1	Hauptfall 1: Kaputtes Pärchen	11
5.2	Hauptfall 2: Autoscheinwerfer	11
5.3	Hauptfall 3: L-Hochstrahler	11
5.4	Hauptfall 4: L-Frontstrahler	11
5.5	Hauptfall 5: L-Seitenstrahler	11
6	Kaputte Pärchen reparieren	12
7	Eine Denkfalle vermeiden!	15
8	Formationen auf der Würfeloberseite	16
9	Explizit gebildete Fridrich-Pärchen einsetzen: Der Autoscheinwerfer	17
9.1	Vorarbeiten zum Einsetzen des Autoscheinwerfers	18
9.2	Linksseitiger Autoscheinwerfer einsetzen (Strahler zeigt nach links)	19
9.3	Rechtsseitiger Autoscheinwerfer einsetzen (Strahler zeigt nach rechts)	20
10	Behandlung der L-Formationen auf der Würfeloberseite	21
10.1	L-Hochstrahler: Vorbereitungen	21
10.2	L-Hochstrahler, farbgleich → Autoscheinwerfer	22
10.3	L-Hochstrahler, farbdifferent → Einsetzen mit impliziter Paarbildung	25
10.4	L-Frontstrahler, farbgleich → Autoscheinwerfer	26
10.5	L-Frontstrahler, farbdifferent → Einsetzen mit impliziter Paarbildung	29
10.6	Der L-Seitenstrahler: Was ist das?	31
10.7	L-Seitenstrahler, farbgleich → Autoscheinwerfer	31
10.8	L-Seitenstrahler, farbdifferent → Frontstrahler, farbdifferent	34
11	Zusammenfassung / Überblick zur Auflösung von L-Formationen	36
12	Zusammenfassende Strategie (Kurzform)	37
13	Ergebnis: F2L	37

Zusammenfassung

Um die Geschwindigkeit beim Lösen des Rubik-Zauberwürfels nachhaltig zu steigern, kann man die Fridrich-Methode anwenden. Ein Teilbereich hiervon ist das Lösen der ersten beiden Layer auf simultane Weise und nicht nacheinander, wie bei Layer by Layer (LbL). Hierzu werden etliche Algorithmen benötigt, um das Zwischenziel F2L (First two layers) zu erreichen. Diese Anleitung baut auf der Anfängeranleitung auf, insbesondere auf meiner Notation der Moves. Auch wird vorausgesetzt, dass der Leser den 3x3x3-Zauberwürfel von Rubik nach der LbL-Methode eigenständig lösen kann und den Würfelaufbau kennt und weiß, was Mittel-, Kanten- und Ecksteine sind.

1 Vorbemerkungen

Voraussetzungen: Es wird vorausgesetzt dass das **weiße Kreuz auf der Würfel-Unterseite bereits gelöst** ist. Das hat zur Folge, dass es keine (sonstigen) weißen Kantensteine mehr gibt, sondern nur noch Ecksteine mit einer weißen und zwei Flächen sonstiger Farbe. Der gelbe Mittelstein ist immer oben, die gelbe Ebene bildet sozusagen die „Transportebene“. Unsere Aufgabe ist es nun, die vier leeren Slots mit je einem Eck- und einem dazu passenden Kantenstein zu füllen - natürlich passend zum Mittelstein der jeweiligen Seite des Zauberwürfels!

2 Kantenstein-Vorabkontrolle: Passende Seitenfarben?

Falls wir nicht direkt (z. B. ausgehend von dem Motiv „Gänseblümchen“ die Seitenfarben der gelben Ebene durch Drehung der Oberseite des Zauberwürfels nicht explizit passend gemacht haben, kontrollieren wir schnell, ob alle 4 Seitenfarben der Kantensteine zur jeweiligen Mittelsteinfarbe passen und justieren ggf. nach. Vergessen wir dies, kann eine Divergenz existieren und wir bekommen Probleme mit dem Lösen. Daher ist dieser Rundumblick gut investierte Zeit :-)

3 Allgemeine Vorgehensweise

Die Idee ist, dass man zum Lösen der F2L so genannte „**Fridrich-Pärchen**“ bildet. Diese Pärchen bestehen aus einem Eckstein mit einer weißen und zwei andersfarbigen Flächen sowie einem dazu passenden Kantenstein mit eben diesen beiden Farben. Ziel ist es, diese gleichen Farben „übereinander zu stellen“ und auf der Unterseite die weiße Fläche hinzubekommen, so dass auf einen Schlag die weiße Ebene vervollständigt wird und der unterste und zweitunterste Layer farblich passend zum Mittelstein der Seitenebene ist.

Allgemein gehen wir wie folgt vor:

1. Eckstein u. Kantenstein hochbringen	2. Paare bilden	3. Einsetzen
--	-----------------	--------------

(Idee: Wenn wir dieses Vorgehen 4 mal ausführen, haben wir F2L gelöst.)

Wichtig ist, zu betonen, dass Schritt 2 manchmal implizit dadurch geschieht, dass man Schritt 3 macht. Siehe dazu auch die Anmerkungen im Kapitel: *Eine Denkfalle vermeiden!*

4 Schritt 1: Eckstein und passenden Kantenstein hochbringen

Idealerweise befinden sich die weißen Ecksteine und „zugehörigen“ Kantensteine bereits in der gelben Ebene. Soweit dies der Fall ist, können wir mit dem nächsten Schritt weitermachen. Ist dies nicht der Fall, muss man diese Eck- und/oder Kantenstein in die gelbe Ebene bringen, um daraus im weiteren Verlauf ein Pärchen bilden zu können. Da wir die erste und zweite Ebene lösen wollen, interessieren uns also nur die 4 Ecksteine, die eine weiße Fläche haben. Passend zu den zwei anderen (nicht-weißen Farbseiten) wollen wir die Kantensteine in die obere (gelbe) Ebene bringen. Dieses Vorgehen wird nun anhand von Fallbeispielen dargestellt:

Vorarbeit:

Erstens: Bevor man den Eck- oder Kantenstein hochdreht, muss man darauf achten, dass dieser Stein **nicht direkt** neben dem farblich dazu passenden Co-Stein auf der gelben Oberfläche eingelocked wird, denn die Gefahr besteht, dass man **kaputte Pärchen** erhält, die man erst wieder auseinander reißen muss, mit der Folge, das Pärchen erneut bilden zu müssen!

Zweitens: Wir drehen den Zauberwürfel global so, dass der Eckstein immer frontal zu uns zeigt.

Drittens: *Bei den Kantensteinen, die wir zur Paarbildung auswählen wollen, gehen wir im Nachfolgenden immer davon aus, dass sie mit den nicht-weißen Farbflächen „irgendwie“ - also auch farbverdreh - zum Eckstein passen.*

4.1 Fall A: Eckstein oben rechts, Kantenstein steht farbgleich in Mittelebene

Nehmen wir an, wir haben an der rechten oben Seite des Zauberwürfels einen weiß-rot-blauen Eckstein und in der Mittelebene den passenden rot-blauen Kantenstein (ob die weiße Fläche nach vorne oder nach oben „hinstrahlt“ ist dabei erst einmal egal. Sollte die weiße Fläche jedoch zur Seite strahlen, drehen wir den Würfel global zu uns her, ggf. müssen wir dann noch die Mittelebene verdrehen, falls sich der Kantenstein zufällig auch auf der Frontseite befindet, und zwar so, dass er auf derjenigen Seite des Zauberwürfels liegt, auf der der Eckstein nun liegt):

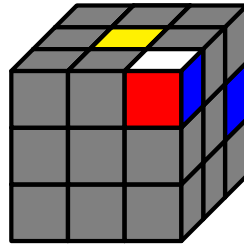


Abbildung 1:
Fall A: Eckstein oben rechts und farbgleicher Kantenstein
steht in rechter Mittelebene (Nicht sichtbar: Die rote Fläche
des Kantensteins ist auf der Würfelrückseite)

Als erstes wollen wir den rot-blauen Kantenstein, der noch in der Mittelebene steht, nach oben bewegen. Damit uns das leicht fällt, drehen zuvor wir den Würfel global im Raum nach links, so dass wir auf den Kantenstein, der sich nun auf der rechten Seite der Mittelebene befindet, frontal draufsehen können:

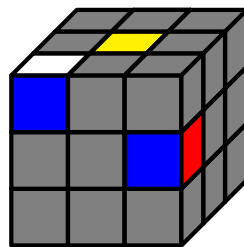


Abbildung 2:
Dasselbe Fallbeispiel A: Würfel
global im Raum nach links gedreht

Nun ergänzen wir den bisherigen Y-Move und bringen wir den Kantenstein mit der geklammerten Move-Sequenz nach oben:

$$\bar{Y} \quad (\quad R\uparrow \quad \overset{\circlearrowleft}{O} \quad R\downarrow \quad)$$

(Der 2. Move zerstört das weiße Kreuz auf der Unterseite, bringt aber den blau-roten Kantenstein aus der Mittelebene in die obere gelbe Ebene. Mit dem 3. Move sichern wir diesen Stein und mit dem 4. Move machen wir unser zerstörtes weißes Kreuz wieder heil.)

Im Ergebnis haben wir damit folgende Situation erreicht: der weiß-blau-rote Eckstein und der blau-rote Kantenstein befinden sich beide in der oberen gelben Transportebene:

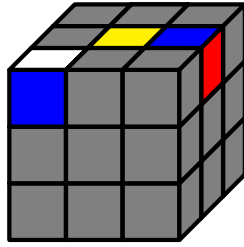


Abbildung 3:
Fallbeispiel A: Weiß-blau-roter Eckstein steht links und der
blau-rote Kantenstein steht rechts in der oberen (gelben) Ebene.

4.2 Fall B: Eckstein oben rechts, Kantenstein steht farbdifferent in Mittelebene

Nehmen wir an, wir haben an der rechten oben Seite des Zauberwürfels einen weiß-rot-blauen Eckstein (wie Fall A) und in der Mittelebene den passenden rot-blauen Kantenstein, auch hier ist es erst einmal egal, ob die weiße Fläche nach oben oder nach vorne „strahlt“. Allerdings sind dieses Mal im Gegensatz zum Fall A die Farben auf der Seite unterschiedlich:

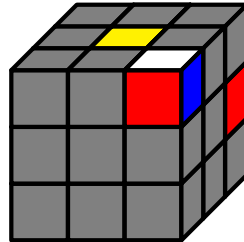


Abbildung 4:
Fall B: Eckstein oben rechts und farbdifferent Kantenstein
steht in rechter Mittelebene (Nicht sichtbar: Die blaue Fläche
des Kantensteins ist auf der Würfelrückseite)

Auch hier wollen wir den rot-blauen Kantenstein, der noch in der Mittelebene steht, nach oben bewegen. Damit uns das leicht fällt, drehen zuvor wir den Würfel global im Raum nach links, so dass wir auf den Kantenstein, der sich nun auf der rechten Seite der Mittelebene befindet, frontal draufsehen können:

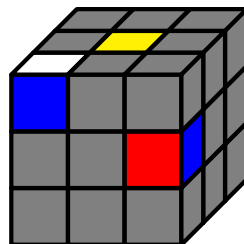


Abbildung 5:
Dasselbe Fallbeispiel B: Würfel
global im Raum nach links gedreht

Auch hier ergänzen wir den bisherigen Y-Move und bringen wir den Kantenstein mit der geklammerten Move-Sequenz nach oben:

$$\bar{Y} \quad (\quad R\uparrow \quad \overset{\circ}{O} \quad R\downarrow \quad)$$

(Der 2. Move zerstört das weiße Kreuz auf der Unterseite, bringt aber den blau-roten Kantenstein aus der Mittelebene in die obere gelbe Ebene. Mit dem 3. Move sichern wir diesen Stein und mit dem 4. Move machen wir unser zerstörtes weißes Kreuz wieder heil.)

Im Ergebnis haben wir damit folgende Situation erreicht: der weiß-blau-rote Eckstein und der blau-rote Kantenstein befinden sich beide in der oberen gelben Transportebene:

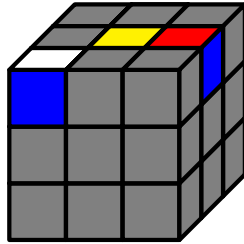


Abbildung 6:
Fallbeispiel B: Weiß-blau-roter Eckstein steht links und der
blau-rote Kantenstein steht rechts in der oberen (gelben) Ebene,
im Gegensatz zu Fall A sind die Farben vertauscht.

4.3 Fall C: Eckstein oben links, Kantenstein steht farbgleich in Mittelebene

Nehmen wir an, wir haben an der linken oberen Seite des Zauberwürfels einen weiß-blau-roten Eckstein und in der Mittelebene den passenden blau-roten Kantenstein. Ob die weiße Seite nach oben oder nach vorne zeigt ist dabei erst einmal egal. Sollte die weiße Fläche jedoch zur Seite strahlen, drehen wir den Würfel global zu uns her, ggf. müssen wir dann noch die Mittelebene verdrehen, falls sich der Kantenstein zufällig auch auf der Frontseite befindet, und zwar so, dass er auf derjenigen Seite des Zauberwürfels liegt, auf der der Eckstein nun liegt: *Kurz und gut: Im wesentlichen ist das der vertikal spiegelverkehrte Fall zum Fall A:*

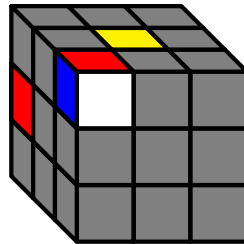


Abbildung 7:

Fall C: Eckstein oben links und farbgleicher Kantenstein steht in linker Mittelebene (Nicht sichtbar: Die blaue Fläche des Kantensteins ist auf der Würfelrückseite)

Als erstes wollen wir den blau-roten Kantenstein, der noch in der Mittelebene steht, nach oben bewegen. Damit uns das leicht fällt, drehen zuvor wir den Würfel global im Raum nach rechts, so dass wir auf den Kantenstein, der sich nun auf der linken Seite der Mittelebene befindet, frontal draufsehen können:

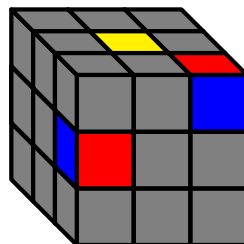


Abbildung 8:

Dasselbe Fallbeispiel C: Würfel global im Raum nach rechts gedreht

Nun ergänzen wir den bisherigen Y-Move und bringen wir den Kantenstein mit der geklammerten Move-Sequenz nach oben:

$\overrightarrow{Y} \ (\uparrow L \ \overleftrightarrow{O} \ \downarrow L \)$

(Der 2. Move zerstört das weiße Kreuz auf der Unterseite, bringt aber den blau-roten Kantenstein aus der Mittelebene in die obere gelbe Ebene. Mit dem 3. Move sichern wir diesen Stein und mit dem 4. Move machen wir unser zerstörtes weißes Kreuz wieder heil.)

Im Ergebnis haben wir damit folgende Situation erreicht: der weiß-blau-rote Eckstein und der blau-rote Kantenstein befinden sich beide in der oberen gelben Transportebene:

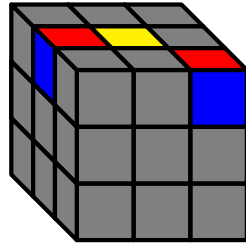


Abbildung 9:

Fall C: Weiß-rot-grüner Eckstein steht links und der rot-blaue Kantenstein steht in der oberen (gelben) Ebene auf der Würfelseite rechts

(Nicht sichtbar: Die weiße Seite des Ecksteins zeigt hier nach rechts).

5 Die Hauptfälle

Die Hauptfälle entstehen durch die Art der Behandlung bzw. durch die Formationen, die an der Würfeloberseiten entstehen. Wir unterscheiden:

5.1 Hauptfall 1: Kaputtes Pärchen

Diese müssen repariert werden, weil sie nicht einsetzbar sind: Entweder passen die Farbseiten nicht direkt beim Einsetzen zueinander oder die weiße Fläche steht verkehrt herum usw. usf. Details siehe weiter unten.

5.2 Hauptfall 2: Autoscheinwerfer

Dieser Fall entsteht in der Regel bei Bildung eines expliziten Fridrich-Pärchens an der Würfeloberseite. Erst danach wird durch weiteren Move das (perfekt gebildete) Pärchen in den freien Ziel-Slot (dort wo es hingehört) eingesetzt. Dieser Fall kann auch durch die Ausgangskonstellation des Zauberwürfels, direkt nach dem „Hochbringen“ der beteiligten Eck- bzw. Kantensteine zufällig auftreten. Liegt ein Autoscheinwerfer vor, muss man ihn nur noch passend einsetzen.

5.3 Hauptfall 3: L-Hochstrahler

Hier steht die weiße Oberfläche des Ecksteins an der Würfeloberseite. Der zum zu bildenden Fridrich-Pärchen zugehörige Kantenstein befindet sich ebenfalls an der Würfeloberseite. Dieser Hauptfall wird in zwei Unterfälle unterteilt: Farbgleich und farbdifferent (näheres weiter unten)

5.4 Hauptfall 4: L-Frontstrahler

Hier erkennt man an der Würfeloberseite eine Formation, die dem Buchstaben „L“ entspricht. Auf der Seite des kurzen (gedachten) L-Strichs befindet sich die weiße Fläche („der Strahler“), der auf der Würfelunterseite einzusetzen ist. Wenn man sich den Buchstaben „L“ als eine L-förmige Taschenlampe vorstellt, ist der lange Teil der Griff und an der kurzen Seite das (weiße) Licht, das sozusagen „frontal“ (daher der Name) aus der L-Taschenlampe herausstrahlt. Dieser Fall meint nicht, dass die weiße Fläche zwingend an der Frontseite des Zauberwürfels vorhanden ist, sie kann auch an der Seite stehen. Es wäre auch unerheblich, da man ja durch Drehung der Würfeloberseite die weiße Fläche in beide Richtungen (frontal oder eben seitlich) zeigen lassen könnte. Auch hier unterscheiden wir zwischen farbgleichen und farbdifferenten Varianten.

5.5 Hauptfall 5: L-Seitenstrahler

Hier erkennt man an der Würfeloberseite eine Formation, die dem Buchstaben „L“ entspricht. Auf der Seite des kurzen (gedachten) L-Strichs befindet sich die weiße Fläche („der Strahler“), der auf der Würfelunterseite einzusetzen ist. Allerdings steht dieser nicht frontal, sondern seitlich. Wenn man sich eine L-Taschenlampe vorstellt, bei der es dort wo die Birne (die weiße Fläche) ist, ein Scharnier gäbe, das man seitlich aufklappen kann, um an die Birne heranzukommen und auszutauschen, dann entspricht das Schutzglas, das vor der Birne in Taschenlampen verbaut ist, so ziemlich diesem Bild. Auch hier unterscheiden wir zwischen farbgleichen und farbdifferenten Varianten.

6 Kaputte Pärchen reparieren

Es kann sein, dass durch das Hochbringen von Steinen oder durch den Ausgangszustand des Zauberwürfels **zufällig ein kaputtes Paar** entsteht. Ein kaputtes Pärchen liegt unter anderem genau dann vor, wenn ein Eckstein **direkt** neben einem „farblich passenden“ Kantenstein liegt, aber die **Farbflächen nicht übereinstimmen** und eine gemeinsame größere gleichfarbige Fläche (bestehend aus 2 Einzelflächen des Eck- sowie Kantensteins bilden). Vielmehr liegen die Farbflächen sozusagen „verkehrt herum“ aneinander. Ein weiterer kaputter Fall ist, wenn durch das „Hochbringen“ von Steinen die weiße Oberfläche des Ecksteins über dem einzusetzenden Slot steht und die weiße Seite nach oben zeigt und der dazu passende Kantenstein direkt darunter steht.

Da wir mit einem kaputten Pärchen nichts anfangen können, muss es in jedem Fall repariert werden!

Was vielleicht am Anfang etwas komisch anmutet: Das Reparieren besteht zunächst im Auseinanderreißen des Pärchens! - Danach wird das Pärchen aber neu und passend zusammengefügt: *Alles wird gut :-)*

Machen wir hierzu ein Fallbeispiel:

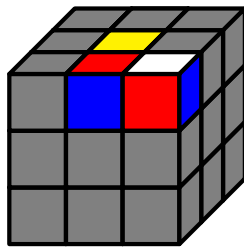


Abbildung 10:
Beispiel eines „kaputten Pärchens“:
Rote Farbflächen liegen nicht aneinander!

Achtung Falle!

Es kann Fälle geben, bei dem man ein Pärchen trennen möchte. Unglücklicherweise steht aber **unter dem zu trennenden Pärchen bereits ein vollständig gelöstes Pärchen :-)**

Dieses gelöste Pärchen besteht dabei aus dem Kantenstein in der 2. Ebene und einem darunter liegenden, farbgleichen Eckstein in der 1. (weißen) Ebene, dessen weiße Seite auch noch korrekt nach unten zeigt.

Was ist das Problem dabei?

Wenn man dann den Algorithmus zum Pärchen-Trennen (siehe weiter unten) anwendet, macht man damit das darunter schon gelöste Pärchen **kaputt!** - Ergo: man gewinnt gar nichts - im Gegenteil!

→ **Abhilfe:** In solchen Fällen muss man einfach die obere Ebene weiterdrehen, bis sich unter dem aufzutrennenden Pärchen kein anderes gelöstes Pärchen bildet!

Woran erkennt man einen solchen Fall?

Ein starker Indikator ist, wenn beide Seiten der 1. und 2. Ebene der betreffenden Ecke farbgleich sind. Dann kontrolliert man kurz durch Umdrehen des Würfels, ob darunter eine weiße Fläche auf der weißen Ebene ist. Ist das der Fall, müssen wir zunächst unser kaputtes Pärchen durch Drehen der oberen Ebene „weitschieben“ - und erneut prüfen (!)

Der gerade beschriebene Problemfall soll nun beispielhaft dargestellt werden. Ich verwende, der Einfachheit halber zur Kennzeichnung des bereits gelösten Pärchens die Farben rosa und violett, um das Problem zu skizzieren:

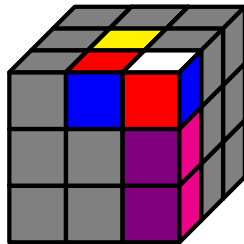


Abbildung 11:

Problemfall: Unter dem kaputten Pärchen steht bereits ein korrekt gelöstes Pärchen → Das kaputte Pärchen muss daher weitergedreht werden, bevor man es auseinanderreißen darf!

Normalfall / unproblematischer Fall: Heilung eines „kaputten Pärchens“:

Ausgehend vom unproblematischen Fall eines kaputten Pärchens (siehe vor-voriges Bild): Um ein solches, unproblematisch stehendes, kaputtes Pärchen zu „heilen“ reißen wir es zunächst mit folgender Sequenz auseinander:

R↓ ↺ R↑

Move zur „Pärchenheilung“ - **bei weißem Kantenstein an der rechten Würfelseite**: Auch hier zerstört der 1. Move das weiße Kreuz, denn der untere Kantenstein der rechten Würfelunterseite (der das weiße Kreuz ja mitbildet) wandert von der Würfelunterseite nach hinten an die Würfelrückseite. Für den 2. Move, der das kaputte Pärchen trennt, ziehen wir im Falle des oben rechts stehenden weißen Kantensteins mit dem **rechten Zeigefinger** die Oberseite des Zauberwürfels nach rechts zu uns her. Hier ist die richtige Drehrichtung wichtig, sonst, „wandert“ der Kantenstein zurück auf die Mittelebene :- (Der letzte Move schließt den Slot und repariert dabei wieder das weiße Kreuz :-)

Im Ergebnis bleibt der rot-blaue Kantenstein in der gelben Ebene, er „wandert“ jedoch an die linke Würfeloberseite, wo er ganz gut hinpasst. Ausgehend von dieser Situation können wir damit das Pärchen neu bilden:

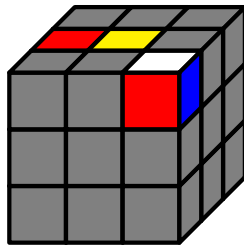


Abbildung 12:

Beispiel eines ehemals „kaputten Pärchens“ - das getrennt worden und neu zusammenfügbar ist!

(Nicht sichtbar: Die blaue Kantensteinseite auf der linken Würfelseite)

7 Eine Denkfalle vermeiden!

Ganz kurz soll auf eine Denkfalle hingewiesen werden, in die man leicht hineinrennen kann. Es geht dabei um die explizite Paarbildung, die im übernächsten Kapitel beschrieben wird. Die Betonung liegt dabei auf dem Wort „explizit“: Denn es ist nicht immer so, dass man zuerst den Kantenstein und Eckstein quasi „aneinanderklebt“ (nebeneinander stellt = explizite Paarbildung) und diese dann im letzten Schritt *zusammen einsetzt*. Manchmal wedelt quasi auch der Schwanz mit dem Hund: Man *setzt den richtigen Stein ein und nimmt geschickterweise den richtigen Co-Stein gleich mit - und das ganze auch noch farblich passend!*

Worauf ich hinauswill:

Man muss die Sache vom Ende her, also vom Einsetzen her betrachten. Und da gibt es zwei verschiedene Konstellationen.

Erstens: *Den Autoscheinwerfer:* Das ist der Fall, an dem wir **an der Würfeloberseite** einen Kantenstein an einen Eckstein „kleben“ (nebeneinander stellen). Beide Steine setzt man dann *en bloc* ein.

Zweitens: Es gibt aber auch die Fälle der „L-Formation“, *bei dem der Eck- und Kantenstein ein gedachtes „L“ bilden.* Hier haben wir nicht nur drei verschiedene Fälle zu begutachten (L-Hochstrahler, L-Frontstrahler, L-Seitenstrahler), sondern es gibt jeweils auch noch dazu die Unterfälle: *farbgleich und farbdifferent* - und das ganze kann auch noch spiegelverkehrt auftreten :-)

In diesen Fällen ist es dann nicht so, dass wir *immer und ausnahmslos* diese L-Formation zuerst in einen Autoscheinwerfer verwandeln, um das Pärchen einzusetzen, sondern es kommt auf den jeweiligen Fall an: Mal setzen wir den Kantenstein der „L“-Formation ein und setzen den zweiten Stein darüber. Man könnte auch sagen, wir betreiben die Pärchenbildung *implizit*. Ein anderes Mal bilden wir explizit ein Fridrich-Pärchen, nämlich genau dann, wenn wir den Autoscheinwerfer als „Zwischenlösung“ brauchen.

8 Formationen auf der Würfeloberseite

Um die Lösung der verschiedenen Kombinationen, die auf der Würfeloberseite auftreten können, leichter handhaben zu können, kann man sich verschiedene Motive dazu ausdenken. Wir werden daher folgende Motive verwenden:

- **Autoscheinwerfer:** Hier stehen Kanten- und Eckstein farblich passend zueinander und die weiße Fläche ist der Strahler, der nach links oder rechts zeigt.
- **Der L-Hochstrahler (farbgleich oder farbdifferent):** Hier stehen Kanten- und Eckstein an der Würfeloberseite und bilden eine gedachte „L-Formation“. Auf der kurzen Seite des gedachten „L“ steht die weiße Fläche und strahlt nach oben zur Würfeloberseite heraus. Die sichtbaren nichtweißen Farbflächen können gleich oder unterschiedlich sein und führen zu unterschiedlicher Behandlungsweise.
- **Der L-Frontstrahler (farbgleich oder farbdifferent):** Hier stehen Kanten- und Eckstein an der Würfeloberseite und bilden eine gedachte „L-Formation“. Auf der kurzen Seite des gedachten „L“ steht die weiße Fläche und strahlt seitlich (aber frontal zur kurzen Seite des gedachten „L“) zum Würfel heraus. Die sichtbaren nichtweißen Farbflächen können gleich oder unterschiedlich sein und führen zu unterschiedlicher Behandlungsweise.
- **Der L-Seitenstrahler (farbgleich oder farbdifferent):** Hier stehen Kanten- und Eckstein an der Würfeloberseite und bilden eine gedachte „L-Formation“. Auf der kurzen Seite des gedachten „L“ steht ebenfalls (wie im Fall des Frontstrahlers) die weiße Fläche. Sie steht aber nicht frontal zur kurzen Seite des gedachten „L“, sondern strahlt seitlich zur kurzen Seite des gedachten „L“ zum Würfel heraus. Die sichtbaren nichtweißen Farbflächen können gleich oder unterschiedlich sein und führen zu unterschiedlicher Behandlungsweise.

Alle Formationen können auch seitenverkehrt auftreten.

9 Explizit gebildete Fridrich-Pärchen einsetzen: Der Autoscheinwerfer

Wir sprechen vom Fall des „Autoscheinwerfers“, wenn Eck- und Kantenstein unmittelbar nebeneinander stehen und die weiße Fläche des Ecksteins seitlich steht, bzw. der „Strahler“ nicht nach oben, sondern zur Seite zeigt (egal wohin seitlich - man kann den Würfel global ja entsprechend drehen.)

Im trivialsten Fall kann es sein, dass wir diesen Schritt gar nicht ausführen müssen. Das ist nämlich dann der Fall (best case), wenn - bedingt durch die Ausgangskonstellation bzw. das Hochbringen - der Kanten- und Eckstein schon nebeneinander stehen - und zwar farblich passend zueinander und der weiße Strahler zur Seite zeigt. Dann können wir direkt zum letzten Schritt gehen, nämlich dem Einsetzen. Ist das der Fall, kann das Kapitel hier übersprungen werden und man macht gleich mit dem Einsetzen des Autoscheinwerfers weiter.

Wichtig:

In diesem Kapitel gehen wir immer davon aus, dass Eckstein und Kantenstein bereits farblich nebeneinander sind. Ist das nicht der Fall, haben wir noch keinen Autoscheinwerfer! Dann kann es nur sein, dass wir den Fall eines kaputten Pärchens, oder einer L-Formation haben - oder die beiden Steine sind noch nicht (wie vorausgesetzt) auf der Würfeloberseite. Siehe dazu die entsprechenden Kapitel.

Ebenfalls wird hier nicht dargestellt, wie man einen Autoscheinwerfer „baut“ - hier wird nur dargestellt, wie man einen schon bestehenden Autoscheinwerfer **einsetzt**. Das „Bauen“ eines Autoscheinwerfers wird in den Kapiteln, die sich mit der jeweiligen L-Formation-Behandlung befassen mit dargestellt, weil dies situationsabhängig geschehen muss.

Warum beginnen wir nicht „von vorne“, sondern setzen den Autoscheinwerfer hier am Anfang der Erklärungen voraus?

Aus erklärungsökonomischen Gründen: Wir zeigen hier, wie man Autoscheinwerfer final in den passenden Slot einsetzt und verweisen in den anderen Kapiteln, die sich mit den L-Formationen befassen, nur noch auf dieses Kapitel. Damit wird in etlichen Fällen der abschließende Teil-Move des Einsetzens des Autoscheinwerfers Bestandteil des Gesamtalgorithmus. Das ist dann nicht nur schneller erklärt, sondern man merkt es sich dieses intuitive Vorgehen auch leichter. Natürlich geht dies zu Lasten der Geschwindigkeit, weil man bestimmte Abkürzungen dabei nicht nutzt, die man bei einer für jede mögliche Ausgangssituation optimierten Zugabfolge machen würde das ist aber zunächst einmal egal.

Beim **Einsetzen** eines perfekten Fridrich-Pärchen, bei dem die frontalen Farben und die oben sichtbaren Farben des Kant- und Ecksteins gleich sind („Autoscheinwerfer“), gibt es nur zwei Fälle zu unterscheiden:

- 1. Fall: Die weiße Fläche des Ecksteins scheint oben links zur Würfelseite heraus
- 2. Fall: Die weiße Fläche des Ecksteins scheint oben rechts zur Würfelseite heraus

9.1 Vorarbeiten zum Einsetzen des Autoscheinwerfers

Wenn wir den Fall eines Autoscheinwerfers haben, müssen wir zunächst den Würfel global so drehen, dass der Kanten- und Eckstein (also das Fridrich-Pärchen) **an der gelben Würfeloberseite frontal sichtbar sind. Weiters muss die weiße Seite des Ecksteins seitlich rechts oder seitlich links zum Würfel „herausscheinen“**.

Als nächstes drehen wir die Würfeloberseite so, dass die seitliche Farbe des Kantensteins **nicht zum Mittelstein** der Seite des Zauberwürfels passt, sondern zur anderen Farbe (auf der Oberseite des Kantensteins befindlichen Farbe) passt. Man kann sich auch bildlich vorstellen, dass wir auf der Frontalseite des Würfels ein zweifarbiges, auf dem Kopf stehendes „L“ erzeugen. (Dieses „L“ ist nicht mit den L-Formationen zu verwechseln).

9.2 Linksseitiger Autoscheinwerfer einsetzen (Strahler zeigt nach links)

Ausgangslage: Wir haben ein perfektes Fridrich Pärchen und der freie Slot, in den das Pärchen einzusetzen ist, befindet sich frontal rechts am Würfel. Sehr gut kann man das auf der frontalen Würfelseite sichtbare, auf dem Kopf stehende rot-blaue „L“ erkennen:

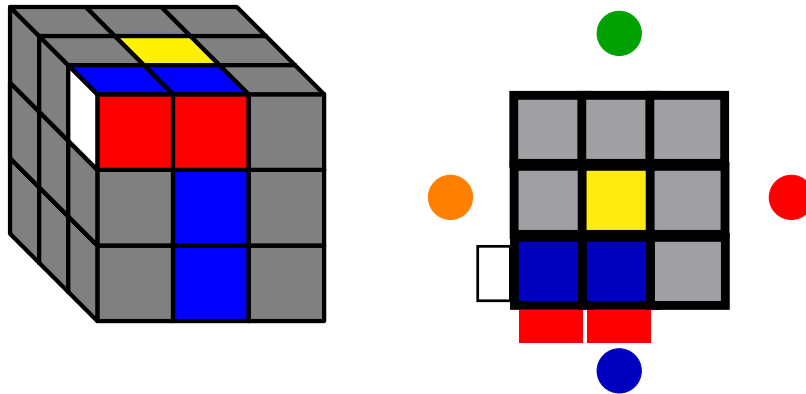


Abbildung 13:

Linksseitiger Autoscheinwerfer: Frontal- und Draufsicht: Die Farbkreise entsprechen den (oft abgerundeten) Mittelsteinen auf der jeweiligen Würfelseite.

Vorgehensweise:

Das Einsetzen geschieht wie folgt: Wir öffnen mit der rechten Hand den auf der rechten Würfelseite befindlichen Ziel-Slot (obiges Bild: der graue Bereich) - der weiße Mittelstein kommt dabei an der Frontseite des Zauberwürfels hoch. Danach ziehen wir mit dem linken Zeigefinger die Würfeloberseite zu uns her. Dies ergibt eine Drehung der Würfeloberseite nach links und die weißen Flächen verbinden sich. Danach drehen wir mit der rechten Hand die rechte Würfelseite wieder nach unten (bzw. zu uns her) und schließen den Slot wieder. Dadurch setzen wir gleichzeitig das Pärchen ein („lock in“), was ja unser Ziel war.

Einsetz-Move:

R↑ ↺ R↓

9.3 Rechtsseitiger Autoscheinwerfer einsetzen (Strahler zeigt nach rechts)

Ausgangslage: Wir haben ein perfektes Fridrich Pärchen und der freie Slot, in den das Pärchen einzusetzen ist, befindet sich frontal links am Würfel. Sehr gut kann man das auf der frontalen Würfelseite sichtbare, auf dem Kopf stehende rot-blaue „L“ erkennen:

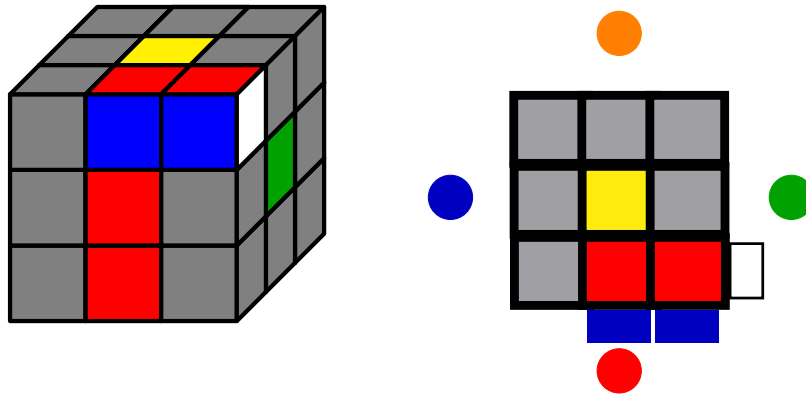
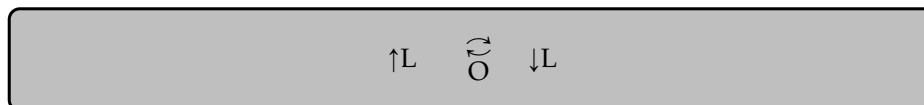


Abbildung 14:
Rechtsseitiger Autoscheinwerfer:
Frontal- und Draufsicht

Vorgehensweise:

Das Einsetzen geschieht wie folgt: Wir öffnen mit der linken Hand den auf der linken Würfelseite befindlichen Ziel-Slot (obiges Bild: der graue Bereich) - der weiße Mittelstein kommt dabei an der Frontseite des Zauberwürfels hoch. Danach ziehen wir mit dem rechten Zeigefinger die Würfeloberseite zu uns her. Dies ergibt eine Drehung der Würfeloberseite nach rechts und die weißen Flächen verbinden sich. Danach drehen wir mit der linken Hand die linke Würfelseite wieder nach unten (bzw. zu uns her) und schließen den Slot wieder. Dadurch setzen wir gleichzeitig das Pärchen ein („lock in“), was ja unser Ziel war.

Einsetz-Move:



10 Behandlung der L-Formationen auf der Würfeloberseite

10.1 L-Hochstrahler: Vorbereitungen

Ausgangslage: Eck- und farblich zugehöriger Kantenstein sind beide in der gelben Ebene. Die weiße Fläche des Ecksteins strahlt zur Würfeloberseite heraus.

Vorbereitungen: *Fixierung des Kantensteins:* Wir drehen die Würfeloberseite so, dass der Kantenstein **farbgleich zum Mittelstein der Würfelseite steht**. Das Ziel ist damit, dass wir den Eckstein zum Kantenstein hinbewegen (paaren). *Liegt der Kantenstein über dem farbgleichen Mittelstein der Seite, drehen wir den Zauberwürfel **ausnahmslos und immer erst einmal** global so, dass der Eckstein an der Würfelvorderseite liegt, d.h. frontal zu uns zeigt und gleichzeitig Kantenstein auf der **linken oder rechten Würfelseite** liegt.* - Keinesfalls darf der Kantenstein an der Würfelrückseite liegen, sonst müssen wir den Zauberwürfel global weiterdrehen!

Haben wir dieses geschafft, ergeben sich daraus zwei Dinge:

Erstens: Wir können unterscheiden, ob es sich um einen farbgleichen oder farbdifferenten Fall handelt (mehr dazu weiter unten)

Zweitens: Je nachdem ob der Eckstein vorne links oder vorne rechts steht, haben wir für jeden der beiden Fälle zwei Unterfälle, die wir unterschiedlich handhaben.

Hier also noch einmal das Kochrezept der Preparation von Hochstrahlern:

1. Zunächst beide Steine in die obere Ebene bringen
2. Würfeloberseite so drehen, dass der Kantenstein des Pärchens mit der Farbe des seitlichen Mittelsteins übereinstimmt.
3. Würfel global so drehen, dass:
 - (a) Eckstein frontal links oder frontal rechts zu uns zeigt und
 - (b) der Kantenstein auf der linken oder rechten Würfelseite in der oberen Ebene ist (auf keinen Fall jedoch an der Würfelrückseite, sonst ggf. nochmals Würfel global weiterdrehen)
4. Beurteilen, ob es sich um einen farbgleichen oder farbdifferenten Fall handelt

10.2 L-Hochstrahler, farbgleich → Autoscheinwerfer

Fallbetrachtungen: Wenn wir von zusammengehörigen Kanten- und Eckstein ausgehen, gibt es nur 2 Möglichkeiten, die wir erhalten können. Der Grund ist folgender: Wenn - wie in den Vorbereitungen erwähnt - der Kantenstein links ist, dann müssen wir ja nur noch die Fälle der Ecksteinvarianten betrachten. Der Eckstein kann aber nicht direkt neben dem Kantenstein liegen, denn dann hätten wir ja schon den Autoscheinwerfer (und würden den nur noch einsetzen) oder wir haben den Fall eines kaputten Pärchens. Beide Fälle sind hier irrelevant. Und damit kann der Eckstein nur noch an zwei anderen, nämlich dem Kantenstein gegenüberliegenden Eck-Positionen sein. Damit haben wir für farbgleiche L-Hochstrahler die zwei erwähnten Fallmöglichkeiten:

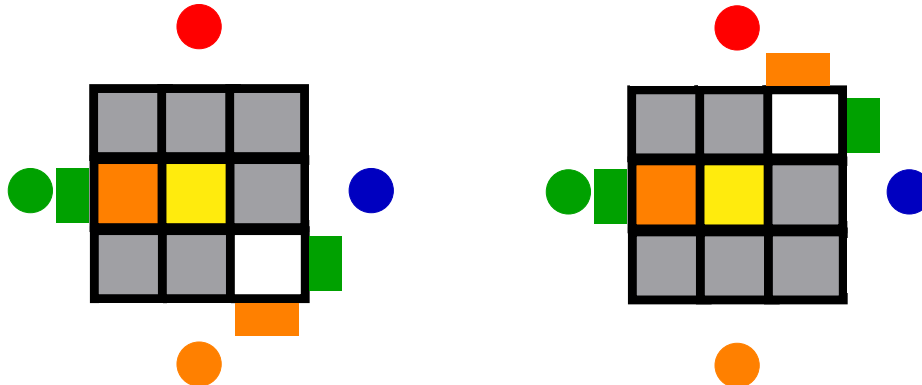


Abbildung 15:
L-Hochstrahler, farbgleich (Draufsicht):
Fall 1 (links) und Fall 2 (rechts)

Wichtig ist hierbei: Das obige Bild zeigt nur die beiden möglichen Konstellationen. Es ist **kein Bild, wie wir mit der Auflösung beginnen!**

Warum ist das nicht der Fall?

Wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, ist es wichtig, dass erstens der Eckstein vorne steht und zweitens der Kantenstein auf der linken oder rechten Seite - das ist hier aber im obigen Fall 2 gar nicht gegeben! Das Bild soll also nur die Möglichkeiten des Vorkommens der Situation veranschaulichen! Um zu beginnen müsste man den Fall 2 zweimal nach links drehen, dann stünde der Eckstein vorne links und der Kantenstein rechts.

Was bedeutet „farbgleich“ und was „farbdifferent“ ?

Da dieses Kapitel nur die farbgleichen L-Hochstrahler behandelt, müssen wir erst einmal definieren, was wir unter „farbgleich“ verstehen: Farbgleich ist ein L-Hochstrahler, wenn wir den Zauberwürfel so halten, dass der Eckstein frontal zu uns steht (nicht etwa der Ziel-Slot wie bei den anderen L-Formationen!) Dann blicken wir auf die Vorderseite und prüfen, ob die zu sehende Farbe mit der Oberseite des links befindlichen Kantensteins übereinstimmt. Ist das so, handelt es sich um einen farbgleichen Fall. Und das sollte der Fall sein, da wir ja in diesem Kapitel von der farbgleichen Variante ausgehen.

Gleiche Farben → Wir tauchen den **Kantenstein** nach hinten ab.

Auflösung Fall 1:

Wir tauchen den Kantenstein (nicht den Eckstein) ab und drehen **zweimal** die Oberseite des Zauberwürfels, so dass sich der Eckstein über dem Kantenstein befindet. Dadurch entsteht das Abbild eines Autoscheinwerfers, den wir dann gemäß der hierfür separaten Anleitung (siehe weiter oben) auflösen.

$\uparrow L \quad \overset{2}{\curvearrowright} O \quad \downarrow L$

Move zum Bauen des Fridrich-Pärchens (noch ohne Einsetzen) - Der
1. Move zerstört das weiße Kreuz und der letzte Move repariert es wieder.

Auflösung Fall 2:

Hier müssen wir zunächst die Preparation nachholen: Wenn wir das tun, haben wir folgenden Fall:

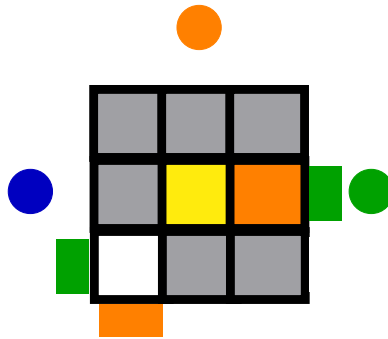


Abbildung 16:
L-Hochstrahler, farbgleich (Draufsicht):
Erneut Fall 2 - aber vorbereitet

Auch hier tauchen wir den Kantenstein (nicht den Eckstein) auf der rechten Seite ab und die Oberseite des Zauberwürfels, so dass sich der an der Frontseite stehende Eckstein durch 2-malige Rechtsdrehung der Würfeloberseite über dem Kantenstein befindet. Der entsprechende Algorithmus zur Pärchenbildung lautet hierfür:

$R \uparrow \quad \overset{2}{\curvearrowright} O \quad R \downarrow$

Move zur Pärchenbildung (noch ohne Einsetzen) - Auch hier zerstört der
1. Move das weiße Kreuz und der letzte Move repariert es wieder.

Kleiner Exkurs zur Veranschaulichung:

Wenn wir den Würfel global nach rechts drehen, können wir beim vorletzten Move beobachten, was wir am bisherigen rechten Würfelrand erreicht haben:

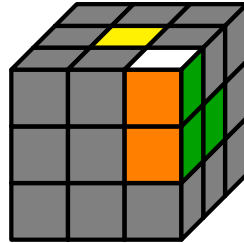


Abbildung 17:

Ergebnis: Nach dem 2. Move bildet sich an der Würfelrückseite (!) das blau-rot-weiße Pärchen

(Ende des Exkurs.)

Das obige Bild diene ja nur der Veranschaulichung, von daher drehen wir den Würfel global wieder so zurück, dass wir die eigentliche Situation wieder vor Augen haben. Es folgt ja noch der letzte Move des Algorithmus zur Pärchenbildung, der das weiße Kreuz wieder heil macht. Damit sieht der Würfel dann von vorne so aus:

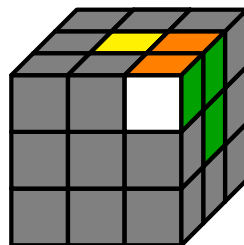


Abbildung 18:

Ergebnis: Einsetzbereites Pärchen

10.3 L-Hochstrahler, farbdifferent → Einsetzen mit impliziter Paarbildung

Ausgangslage: Kanten- und Eckstein sind beide in der gelben Ebene. Die sichtbare Farbe des Ecksteins ist ungleich der des Kantensteins

Dann: Wir bilden das Paar, indem wir **zuerst den Kantenstein versenken** und **danach den Eckstein darüber schieben**. Hierbei müssen wir folgende Regel beachten:

Unleiche Farben → Wir versenken den Kantenstein nach vorne.

Um die Situation richtig zu beurteilen, gehen wir wie folgt vor: Wir blicken frontal auf den Eckstein und sehen auf der Vorderseite des Zauberwürfels seine farbige Fläche. Dann blicken wir von vorne auf den Kantenstein und prüfen, ob auf der Oberseite dieselbe Farbe vorhanden ist. Dabei gehen wir davon aus, dass wir keine der beiden Würfel-seite sehen, sondern wir blicken nur von vorne (zentral) auf den Zauberwürfel und dann auf die gelbe Oberfläche (sonst kommen wir durcheinander!)

Das Fallbeispiel B kann als Grundlage für diesen Fall herangezogen werden: Wir sehen frontal auf die blaue Seite des Ecksteins, bemerken aber, dass die Farbe des Kantensteins auf der Oberseite nicht blau, sondern rot ist:

Im ersten Schritt **drehen wir die Oberfläche so, dass die seitliche Farbe des Kantensteins mit dem Mittelstein übereinstimmt:**

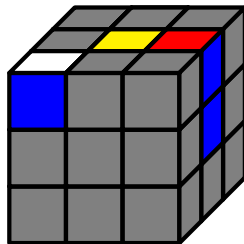


Abbildung 19:
Ausgangslage: Weiße Fläche strahlt nach oben,
sichtbare Farben ungleich → Kantenstein nach vorne versenken

Unser Ziel:

Wir wollen jetzt den rechts stehenden blau-rotten Kantenstein nach vorne versenken und danach den noch links vorne an der Frontseite stehenden Eckstein durch 1-malige Rechtsdrehung der Oberseite über den Kantenstein schieben. Der entsprechende Algorithmus zur Pärchenbildung lautet hierfür:

$R\downarrow \quad \begin{array}{c} \curvearrowright \\ O \end{array} \quad R\uparrow$

Move zur Pärchenbildung (noch ohne Einsetzen) - Auch hier zerstört der
1. Move das weiße Kreuz und der letzte Move repariert es wieder.

10.4 L-Frontstrahler, farbgleich → Autoscheinwerfer

Vorsicht Falle:

Die Bezeichnung „Front“strahler bedeutet nicht, dass die weiße Fläche (der „Strahler“) sich zwingend an der Würfelvorderseite (also der Frontalseite F) befindet. Das kann zwar so sein, muss aber nicht. Vielmehr bedeutet es, dass die weiße Fläche sich am Ende des kurzen Strich (der gedachten L-Formation auf der Würfeloberseite) steht und nicht etwa seitlich an diesem kurzen Strich, was wir dann als Seitenstrahler bezeichnen wollen:

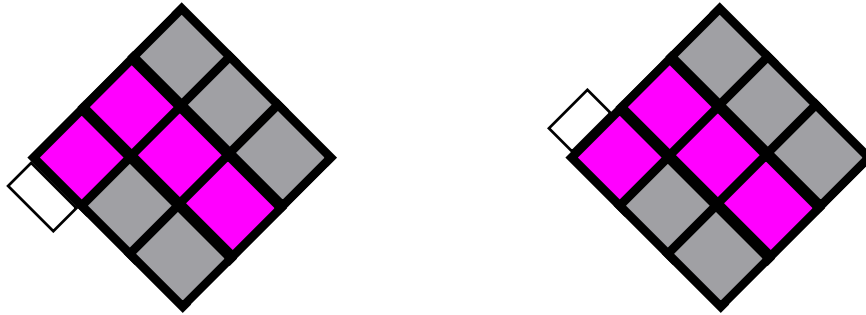


Abbildung 20:
Frontstrahler versus Seitenstrahler

Links: Draufsicht Frontstrahler, rechts: Draufsicht Seitenstrahler
(Die L-Formation kann auch anders rotiert sein.)

Ausgangslage: Eck- und farblich zugehöriger Kantenstein sind beide in der gelben Ebene. Die weiße Fläche des Ecksteins strahlt zur Frontseite des kurzen Strichs der auf der Würfeloberseite gedachten L-Formation heraus. Die Farben beider Steine sind auf der Würfeloberseite **gleich = farbgleicher Fall**.

Vorbereitungen: Fixierung des Ecksteins: Wir drehen die Würfeloberseite so, dass der Eckstein zunächst über demjenigen Slot steht, wo er später eingesetzt werden soll (das ist diejenige Würfecke mit den beiden zum Eckstein passenden Farben). Um das Zwischenziel „Autoscheinwerfer“ zu erreichen, wollen wir danach den Kantenstein zum Eckstein hinbewegen. Ist der Eckstein über den freien bzw. passenden Slot gedreht, drehen wir den Zauberwürfel global so, dass die Würfecke frontal zu uns zeigt und die Seiten im 45-Grad-Winkel von uns wegzeigen. Aus dieser Lage drehen wir die Würfeloberseite einmal von uns so weg, dass die weiße Fläche sichtbar bleibt. (Abkürzung: Freien Slot zu uns herdrehen und Ecke gleich sichtbar auf die passende Seite drehen, so dass sie sichtbar bleibt.) Im Ergebnis sollte sich damit ein Bereich aufspannen, entweder:

A. Eckstein - Würfelkante (Ziel-Slot) - Kantenstein:

→ Hier zeigt die weiße Fläche nach links

- oder der dazu seitenverkehrte Fall:

B. Kantenstein - Würfelkante (Ziel-Slot) - Eckstein:

→ Hier zeigt die weiße Fläche nach rechts.

Fall A. - Die weiße Fläche zeigt nach *nach dem Vorbereitungs-Move* nach links:

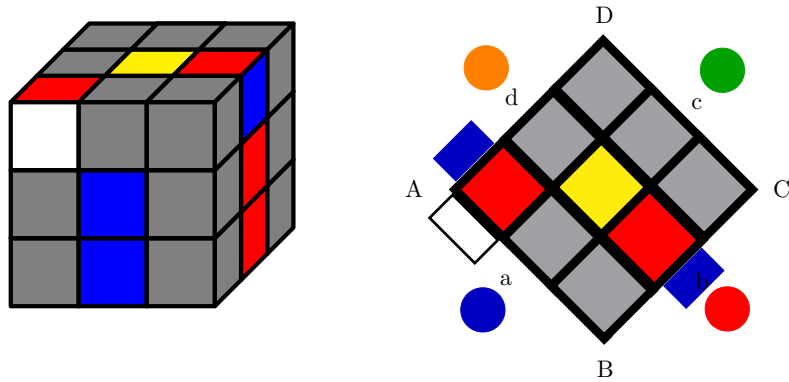


Abbildung 21:
Fall A. Frontstrahler, farbgleich:
Frontal- und Draufsicht

Gleiche Farben → Wir tauchen den Eckstein nach hinten ab.

Auflösung: Die linke Hand hält den Würfel mit Seite *a* (bei der die weiße Fläche der L-Formation herausstrahlt). Danach machen wir folgenden Algorithmus, um den Autoscheinwerfer zu erhalten:

$\uparrow L \quad \overset{2}{\curvearrowright} O \quad \downarrow L$

Move zum Autoscheinwerfer - Auch hier zerstört der
1. Move das weiße Kreuz und der letzte Move repariert es wieder.

Fall B. - Die weiße Fläche zeigt nach *nach dem Vorbereitungs-Move* nach rechts:

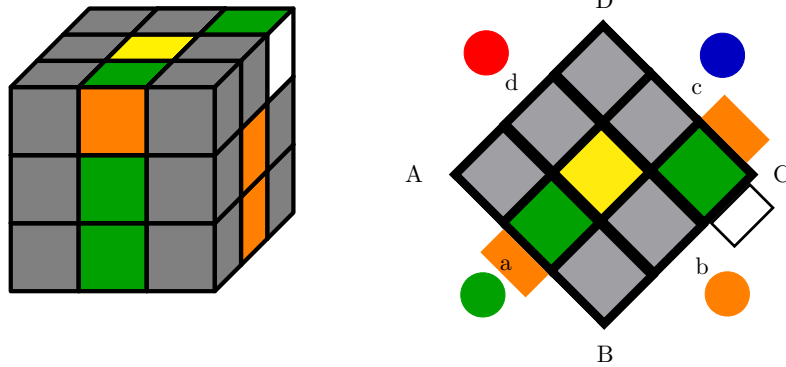


Abbildung 22:
Fall B. Frontstrahler, farbgleich:
Frontal- und Draufsicht

Gleiche Farben → Wir tauchen den Eckstein nach hinten ab.

Auflösung: Die rechte Hand hält den Würfel mit Seite *b* (bei der die weiße Fläche der L-Formation herausstrahlt). Danach machen wir folgenden Algorithmus, um den Autoscheinwerfer zu erhalten:

$R\uparrow \quad \overset{2}{\curvearrowright}_O \quad R\downarrow$

Move zum Autoscheinwerfer - Auch hier zerstört der
1. Move das weiße Kreuz und der letzte Move repariert es wieder.

Ergebnis: An der rechten hinteren Würfelseite ist ein Autoscheinwerfer entstanden, den wir jetzt einsetzen können!

10.5 L-Frontstrahler, farbdifferent → Einsetzen mit impliziter Paarbildung

Vorsicht Falle:

Die Bezeichnung „Front“strahler bedeutet nicht, dass die weiße Fläche (der „Strahler“) sich zwingend an der Würfelvorderseite (also der Frontseite F) befindet. Das kann zwar so sein, muss aber nicht. Vielmehr bedeutet es, dass die weiße Fläche sich am Ende des kurzen Strich (der gedachten L-Formation auf der Würfeloberseite) steht und nicht etwa seitlich an diesem kurzen Strich, was wir dann als Seitenstrahler bezeichnen wollen (siehe auch Vergleichsbild im vorigen Unterkapitel).

Ausgangslage: Eck- und farblich zugehöriger Kantenstein sind beide in der gelben Ebene. Die weiße Fläche des Ecksteins strahlt zur Frontseite des kurzen Strichs der auf der Würfeloberseite gedachten L-Formation heraus. Die Farben beider Steine sind auf der Würfeloberseite **unterschiedlich = farbdifferent**er Fall.

Vorbereitungen: Fixierung des Ecksteins: Wir drehen die Würfeloberseite so, dass der Eckstein zunächst über demjenigen Slot steht, wo er später eingesetzt werden soll (das ist diejenige Würfecke mit den beiden zum Eckstein passenden Farben) - **mehr nicht!** Danach drehen wir den Zauberwürfel global so, dass der Ziel-Slot frontal zu uns steht (der Würfel ist damit im 45-Grad-Winkel sichtbar). **Tipp: Den Eckstein nicht weiterbewegen = wir kürzen hier ab!** Jetzt kann die weiße Fläche nach links oder nach rechts zeigen, so dass wir diese beiden Fälle gesondert auflösen müssen:

Fall A. Die weiße Fläche zeigt nach links:

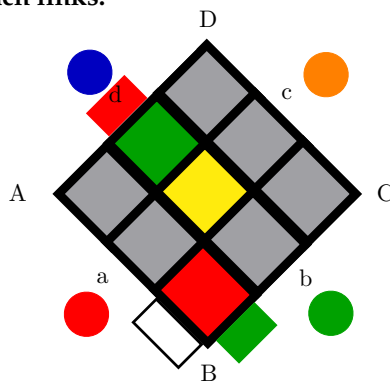
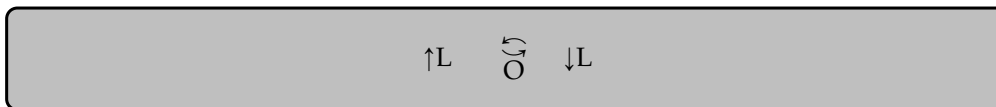


Abbildung 23:
Fall A. Frontstrahler farbdifferent:
Draufsicht

Auflösung: Die linke Hand hält den Würfel mit Seite *a*. Dann:



Paar wird gebildet und sofort eingesetzt - Auch hier zerstört der 1. Move das weiße Kreuz und der letzte Move repariert es wieder.

Fall B. Die weiße Fläche zeigt nach rechts:

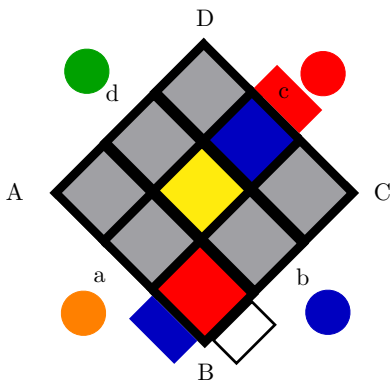


Abbildung 24:
Fall B. Frontstrahler farbdifferent:
Draufsicht

Auflösung: Die rechte Hand hält den Würfel mit Seite *b*. Dann:

$R\uparrow$ $\overset{\curvearrowright}{O}$ $R\downarrow$

Paar wird gebildet und sofort eingesetzt - Auch hier zerstört der 1. Move das weiße Kreuz
und der letzte Move repariert es wieder.

10.6 Der L-Seitenstrahler: Was ist das?

Als Seitenstrahler bezeichnen wir die Konstellation, wenn man (gedanklich ausgehend von einem L-Frontstrahler) die weiße Fläche (den „Strahler“) nicht „frontal“ am Ende des kurzen Striches (der gedachten, lila markierten „L-Formation“ auf der Würfeloberseite) befindet, sondern seitlich versetzt dazu. Es zeigt sich folgender Unterschied:

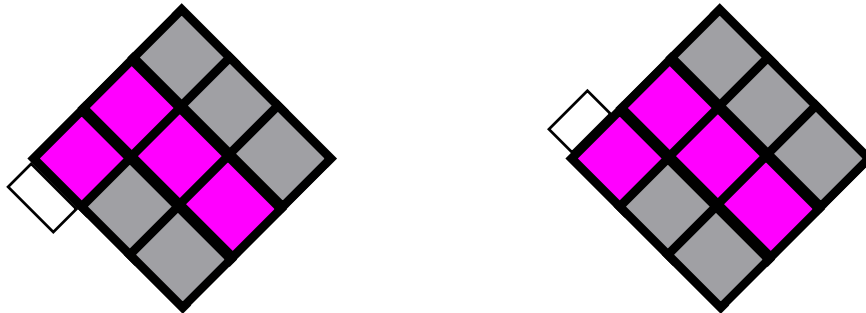


Abbildung 25:
Frontstrahler versus Seitenstrahler

Links: Draufsicht Frontstrahler, rechts: Draufsicht Seitenstrahler
(Die L-Formation kann auch anders rotiert sein.)

10.7 L-Seitenstrahler, farbgleich → Autoscheinwerfer

Ausgangslage: Eck- und farblich zugehöriger Kantenstein sind beide in der gelben Ebene. Die weiße Fläche des Ecksteins strahlt *seitlich der Frontseite* des kurzen Striches der auf der Würfeloberseite gedachten L-Formation heraus.

Die Farben beider Steine auf der Würfeloberseite sind dabei **gleich = farbgleicher Fall**.

Vorbereitungen: Fixierung des Ecksteins: Wir drehen die Würfeloberseite so, dass der Eckstein zunächst über demjenigen Slot steht, wo er später eingesetzt werden soll (das ist diejenige Würfecke mit den beiden zum Eckstein passenden Farben). Um das Zwischenziel „Autoscheinwerfer“ zu erreichen, wollen wir danach den Kantenstein zum Eckstein hinbewegen. Ist der Eckstein über den freien bzw. passenden Slot gedreht, drehen wir den Zauberwürfel global so, dass die Würfecke frontal zu uns zeigt und die Seiten im 45-Grad-Winkel von uns wegzeigen. Aus dieser Lage drehen wir die Würfeloberseite einmal von uns so weg, dass die weiße Fläche sichtbar bleibt. (Abkürzung: Freien Slot zu uns herdrehen und Ecke gleich sichtbar auf die passende Seite drehen, so dass sie sichtbar bleibt.) Im Ergebnis sollte sich damit ein Bereich aufspannen, entweder:

A. Eckstein - Würfelkante (Slot) - Kantenstein

- oder der dazu seitenverkehrte Fall:

B. Kantenstein - Würfelkante (Slot) - Eckstein

Fall A. Die weiße Fläche zeigt *nach dem Vorbereitungs-Move* nach links:

Situation Fall A:

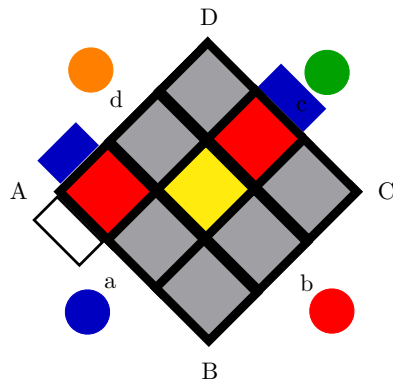


Abbildung 26:
Fall A. Seitenstrahler, farbgleich:
Draufsicht

Auflösung: Die linke Hand hält den Würfel mit Seite *a*. Dann:

$\uparrow L$ $\begin{smallmatrix} \curvearrowright \\ O \end{smallmatrix}$ $\downarrow L$ (weiter mit: Autoscheinwerfer-Alg.)

Da die Farben auf Oberfläche gleich \rightarrow wir tauchen den Eckstein auf der rechten Würfelseite nach hinten ab und erhalten an der rechten Würfelhinterseite einen Autoscheinwerfer. Auch hier zerstört der 1. Move das weiße Kreuz und der letzte Move repariert es wieder.

Fall B. Die weiße Fläche zeigt *nach dem Vorbereitungs-Move* nach rechts:

Situation Fall B:

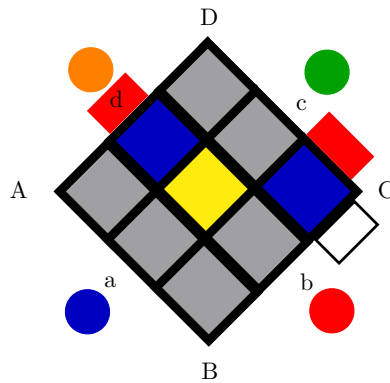


Abbildung 27:
Fall B. Seitenstrahler, farbgleich:
Draufsicht

Auflösung: Die rechte Hand hält den Würfel mit Seite *b*. Dann:

$R\uparrow$ $\begin{smallmatrix} \curvearrowright \\ O \end{smallmatrix}$ $R\downarrow$ (weiter mit: Autoscheinwerfer-Alg.)

Da die Farben auf Oberfläche gleich \rightarrow wir tauchen den Eckstein auf der rechten Würfelseite nach hinten ab und erhalten an der rechten Würfelhinterseite einen Autoscheinwerfer. Auch hier zerstört der 1. Move das weiße Kreuz und der letzte Move repariert es wieder.

10.8 L-Seitenstrahler, farbdifferent → Frontstrahler, farbdifferent

Ausgangslage: Eck- und farblich zugehöriger Kantenstein sind beide in der gelben Ebene. Die weiße Fläche des Ecksteins strahlt *seitlich der Frontseite* des kurzen Strichs der auf der Würfeloberseite gedachten L-Formation heraus.

Die Farben beider Steine auf der Würfeloberseite sind dabei **ungleich** = **farbdifferentener Fall**.

Ziel: Wir versuchen, aus dem Seitenstrahler ein farbdifferenten Frontstrahler zu machen, weil der farbdifferenten Frontstrahler mit nur drei Moves einsetzbar ist. Hierzu drehen wir den Würfel zunächst global so, dass der Ziel-Slot, in den das Fridrich-Pärchen gehört, frontal zu uns zeigt, d.h. der ganze Würfel ist wie in der nachfolgenden Abbildung gezeigt, zu uns um 45 Grad gedreht, so dass der Punkt B (der Ziel-Slot) direkt zu uns zeigt. **Wie beim farbdifferenten L-Frontstrahler bewegen wir den Eckstein nicht weiter, sondern belassen ihn so wie er ist!** Dem entsprechend gibt es dann zwei Fälle:

Fall A. Die weiße Fläche zeigt nach links:

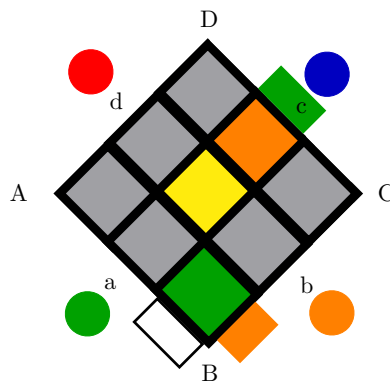
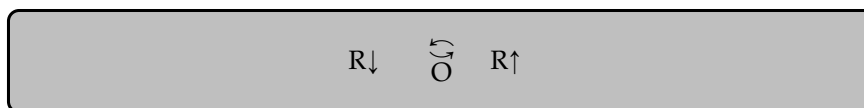


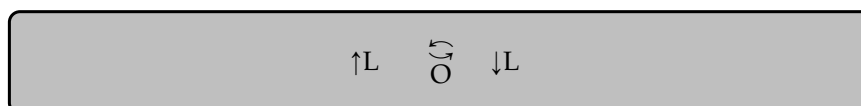
Abbildung 28:
Fall A: Seitenstrahler, farbdifferent:
Draufsicht

Auflösung: Die rechte Hand hält den Würfel mit Seite *b*. Dann:



Durch diesen Move erhalten wir einen farbdifferenten Frontstrahler mit weißem Strahler auf der linken Seite...

Dann auflösen mit dem Algorithmus des farbdifferenten Frontstrahlers - analog dem Vorgehen in Kapitel 10.4 (Fall a):



Fall B. Die weiße Fläche zeigt nach rechts:

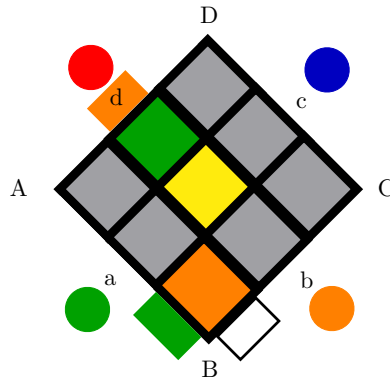
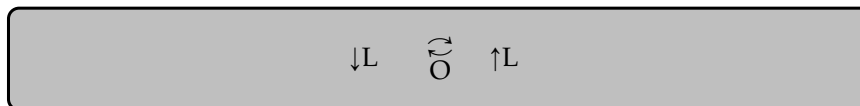


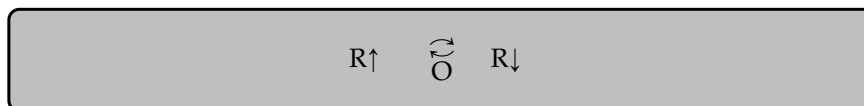
Abbildung 29:
Fall B: Seitenstrahler, farbdifferent:
Draufsicht

Auflösung: Die linke Hand hält den Würfel mit Seite *a* und zieht diese herunter. Der Algorithmus lautet:



Durch diesen Move erhalten wir einen farbdifferenten Frontstrahler mit
weißem Strahler auf der rechten Seite...

Dann auflösen mit dem Alogrithmus des farbdifferenten Frontstrahlers - analog dem Vorgehen in Kapitel 10.4
(Fall b):



11 Zusammenfassung / Überblick zur Auflösung von L-Formationen

Fall (nach dem ggf. erforderlichen Vorbereitungs-Move)	Würfelpos. vor Move	Abtauchen des	Abtauchen nach	Move	Ergebnis
L-Hochstrahler, farbgleich: (Kante farbg. über Mittelstein + li./re. Seite)					
-Eckstein ist vorne links (weiße Fläche zeigt nach oben)	□	Kantensteins	hinten	$R\uparrow \overset{2}{\circlearrowleft} O R\downarrow$	Autoscheinwerfer
-Eckstein ist vorne rechts (weiße Fläche zeigt nach oben)	□	Kantensteins	hinten	$\uparrow L \overset{2}{\circlearrowleft} O \downarrow L$	Autoscheinwerfer
L-Hochstrahler, farbdifferent: (Kante farbg. über Mittelstein + li./re. Seite)					
-Eckstein ist vorne links (weiße Fläche zeigt nach oben)	□	Kantensteins	vorne	$R\downarrow \overset{2}{\circlearrowleft} O R\uparrow$	Locked-in
-Eckstein ist vorne rechts (weiße Fläche zeigt nach oben)	□	Kantensteins	vorne	$\downarrow L \overset{2}{\circlearrowleft} O \uparrow L$	Locked-in
L-Frontstrahler, farbgleich:					
-weiße Fläche links (nach zuvoriger Ausrichtung: $W \swarrow W$)	◇	Ecksteins	hinten	$\swarrow L \overset{2}{\circlearrowleft} O \searrow L$	Autoscheinwerfer
-weiße Fläche rechts (nach zuvoriger Ausrichtung: $W \nearrow W$)	◇	Ecksteins	hinten	$R \nearrow \overset{2}{\circlearrowleft} O R \swarrow$	Autoscheinwerfer
L-Frontstrahler, farbdifferent:					
-weiße Fläche links (SpeedUp: Ausrichtung weglassen)	◇	Ecksteins	hinten	$\swarrow L \overset{2}{\circlearrowleft} O \searrow L$	Locked-in
-weiße Fläche rechts (SpeedUp: Ausrichtung weglassen)	◇	Ecksteins	hinten	$R \nearrow \overset{2}{\circlearrowleft} O R \swarrow$	Locked-in
L-Seitenstrahler, farbgleich:					
-weiße Fläche links (nach zuvoriger Ausrichtung: $W \swarrow W$)	◇	Ecksteins	hinten	$\swarrow L \overset{2}{\circlearrowleft} O L \searrow$	Autoscheinwerfer
-weiße Fläche rechts (nach zuvoriger Ausrichtung: $W \nearrow W$)	◇	Ecksteins	hinten	$R \nearrow \overset{2}{\circlearrowleft} O R \swarrow$	Autoscheinwerfer
L-Seitenstrahler, farbdifferent:					
-weiße Fläche links (SpeedUp: Ausrichtung weglassen)	◇	Ecksteins <small>Re. Hand zieht Seite herunter</small>	vorne	$R \swarrow \overset{2}{\circlearrowleft} O R \nearrow$	Farbdiff. Frontstr.
-weiße Fläche rechts (SpeedUp: Ausrichtung weglassen)	◇	Ecksteins <small>Li. Hand zieht Seite herunter</small>	vorne	$\searrow L \overset{2}{\circlearrowleft} O \swarrow L$	Farbdiff. Frontstr.

Weitere Hinweise:

- Buchstabe **W**: steht für den **weißen** Strahler
- Symbol □ bedeutet: Der Würfel steht mit einer **Würfelseite** **frontal** zum Betrachter (im 0-Grad-Winkel)
- Symbol ◇ bedeutet: Der Würfel steht mit einer **Würfelkante** **frontal** zum Betrachter (im 45-Grad-Winkel)

12 Zusammenfassende Strategie (Kurzform)

- Hochstrahler → Kante zu passendem Mittelstein schieben. Dann: Kantenstein kippen (farbgleich: nach hinten, sonst nach vorne) und Ecke über Kante stellen.
- Front- und Seitenstrahler → *Farbgleich?*
→ Erst mal weiße Seite des Ecksteins (weiß noch sichtbar) ausrichten. Dann Eckstein **nach hinten** kippen
- *Farbdifferenter* Frontstrahler? → Eckstein nach hinten kippen
- *Farbdifferenter* Seitenstrahler? → Eckstein nach vorne kippen

13 Ergebnis: F2L

Im Ergebnis haben wir damit schnell die beiden ersten Ebenen gelöst (F2L).