

# Ein Algorithmus zur Lösung des MATLAB-Rubik-Würfels

Stefan Krause\*

16. Juni 2009

## Zusammenfassung

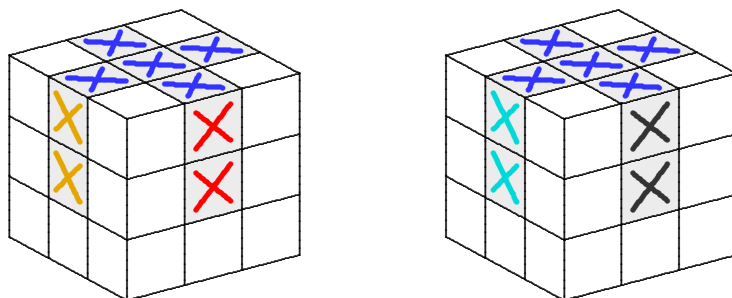
In diesem Paper beschreiben wir die vollständige Lösung des MATLAB-Rubik-Würfels, startend von irgendeiner vorgegebenen Position. Es ist gegliedert in sieben Abschnitte, die kanonisch den Algorithmen entsprechen, nämlich zwei für die erste Ebene, einen für die zweite und vier für die dritte. Um die Kanten der dritten Ebene zu drehen, wurde ein neuer Algorithmus entwickelt, weil der weit verbreitete Standard-Algorithmus die Mittelsteine von einigen anderen Flächen verdreht.

## Einleitung

Die Lösung besteht aus sieben Abschnitten, wobei die drei Ebenen nacheinander aufgebaut werden. Intuitiverweise steigt der Schwierigkeitsgrad mit zunehmender Ebene an. Im Allgemeinen ist es nicht möglich, einen vorherigen Schritt auszulassen, weil das Nachholen dieses Schritts alle folgenden wieder zerstören kann. Die Schwierigkeit des MATLAB-Würfels im Vergleich zum normalen Würfel besteht zusätzlich darin, die richtigen Steine zu erkennen und zu finden.

## 1 Kanten der ersten Ebene

Wir beginnen immer mit der blauen Fläche, die den weißen Schriftzug „Matlab & Simulink“ enthält. Der Grund dafür ist, dass das Mittelstück der gegenüberliegenden Fläche (in den Algorithmen grün dargestellt) nahezu punktsymmetrisch ist. Die blaue Fläche halten wir bis auf Weiteres nach oben.



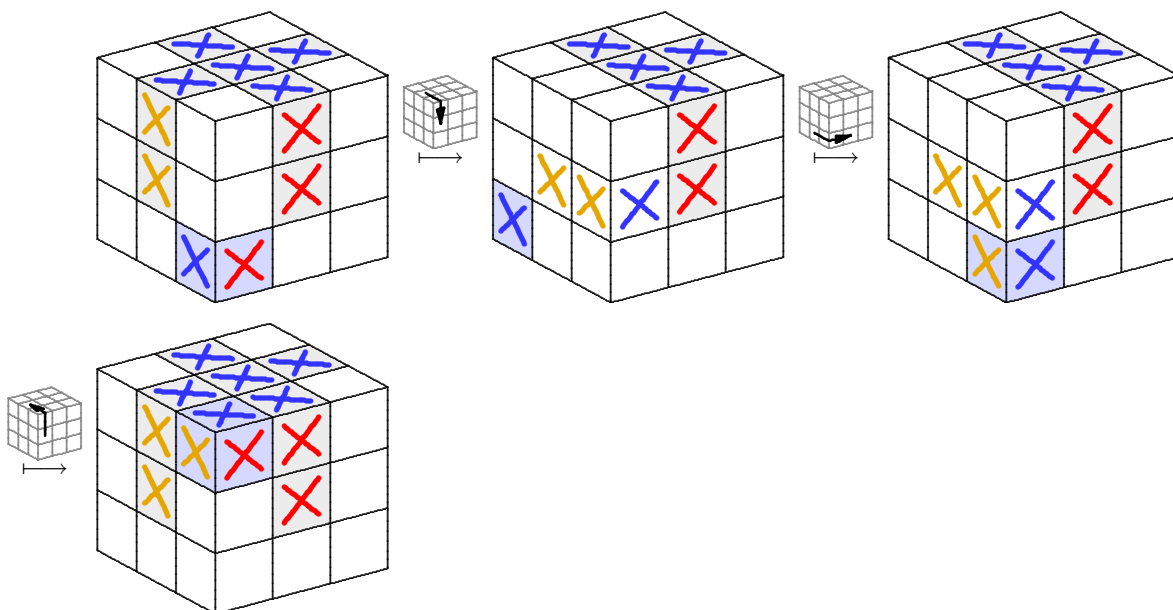
---

\*Stefan Krause, TU Wien, Wiedner Hauptstraße 8–10, 1040 Wien, [stefan.krause@tuwien.ac.at](mailto:stefan.krause@tuwien.ac.at)

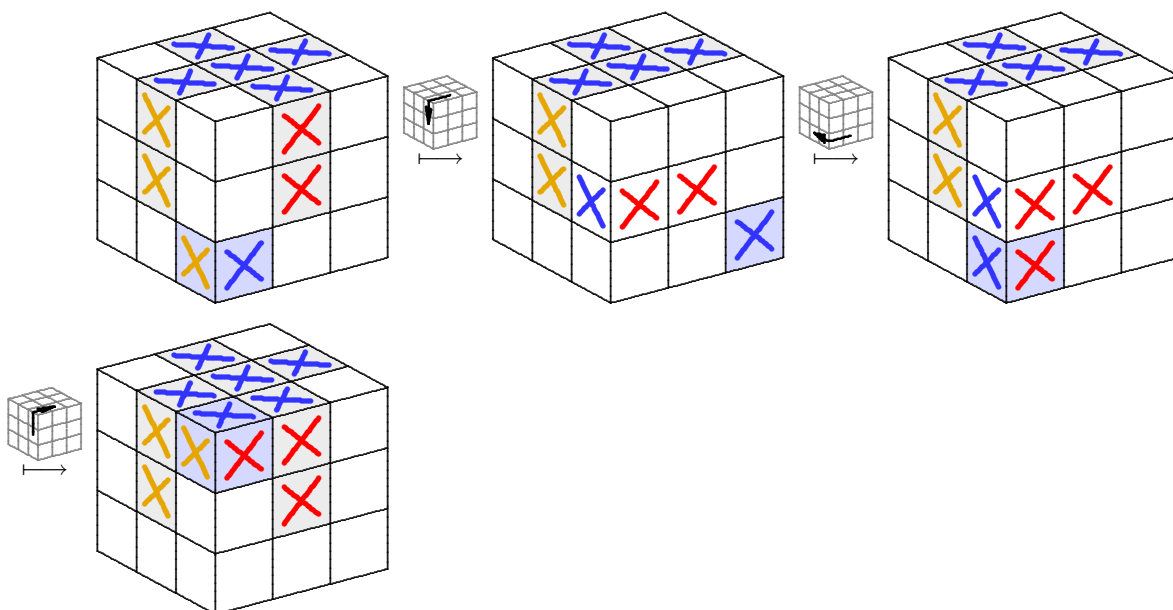
Wir drehen den Würfel in den oben angegebenen Zustand. Dies ist trivial, allerdings etwas schwieriger als beim normalen Würfel ohne Muster bzw. Orientierung der Mittelstücke. Beim MATLAB-Würfel ist schon jetzt darauf zu achten, dass die vier blauen und die jeweils zwei roten, gelben, schwarzen und hellblauen Quadrate auch vom Muster her zusammenpassen.

## 2 Ecken der ersten Ebene

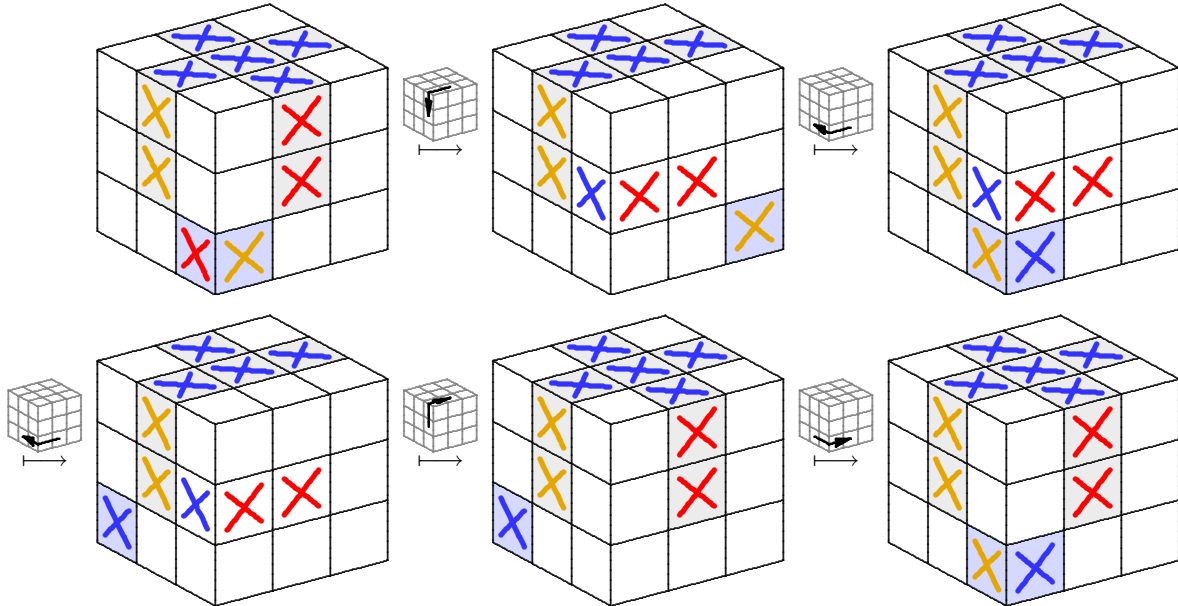
Wir suchen eine Ecke mit einem blauen Quadrat auf der dritten Ebene und drehen die dritte Ebene derart, dass die Ecke unter ihrer richtigen Position liegt. Dann benutzen wir den folgenden Algorithmus:



Oder statt dessen den folgenden gespiegelten Algorithmus:



Gibt es keine solchen blauen Quadrate mehr, dann suchen wir eine Ecke, die ein blaues Quadrat „ganz unten“ besitzt, und drehen wieder die dritte Ebene derart, dass die Ecke unter ihrer richtigen Position liegt. Dann benutzen wir den folgenden Algorithmus:

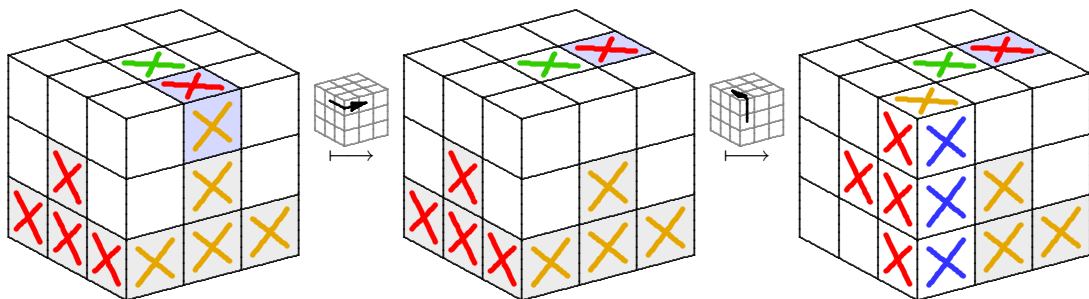


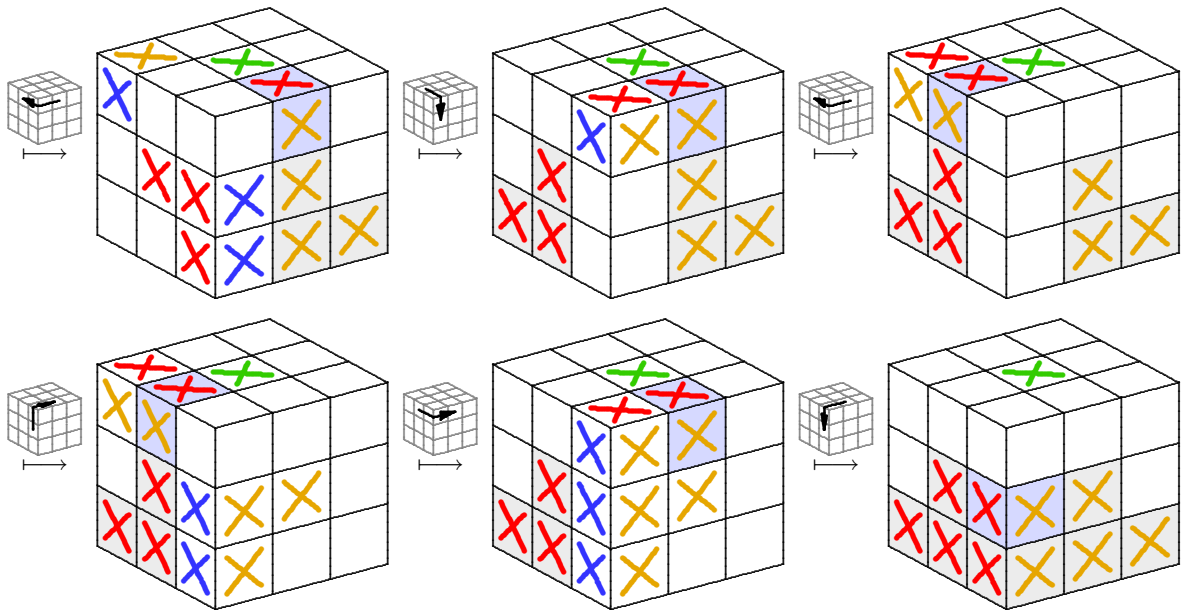
Nun liegt der vorherige Fall vor.

Sobald es keine Ecken mehr auf der dritten Ebene gibt, die ein blaues Quadrat besitzen, sind entweder alle Ecken richtig einsortiert oder noch einige vertauscht. Tritt der zweite Fall ein, dann sortieren wir irgendeine falsche Ecke aus der dritten Ebene ein, wodurch die richtige Ecke auf die dritte Ebene wandert.

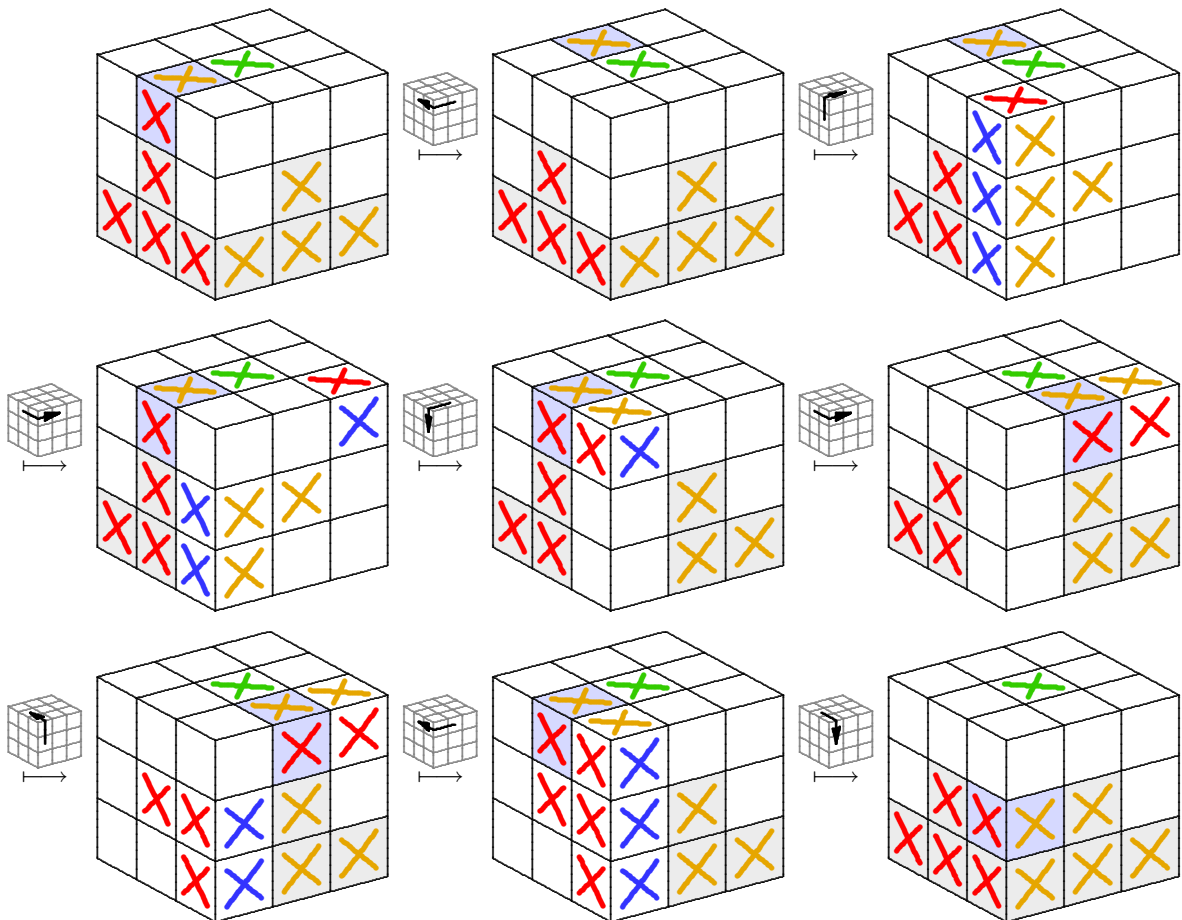
### 3 Kanten der zweiten Ebene

Wir drehen nun den Würfel um, so dass die blaue Fläche unten ist. Wir suchen in der dritten Ebene (die jetzt oben ist) eine Kante, die aus zwei Quadraten der zweiten Ebene besteht. Wir drehen die dritte Ebene derart, dass diese Kante auf der Seitenfläche passt. Dann benutzen wir diesen Algorithmus:





Oder den gespiegelten, falls die Kante in die andere Richtung sortiert werden muss:



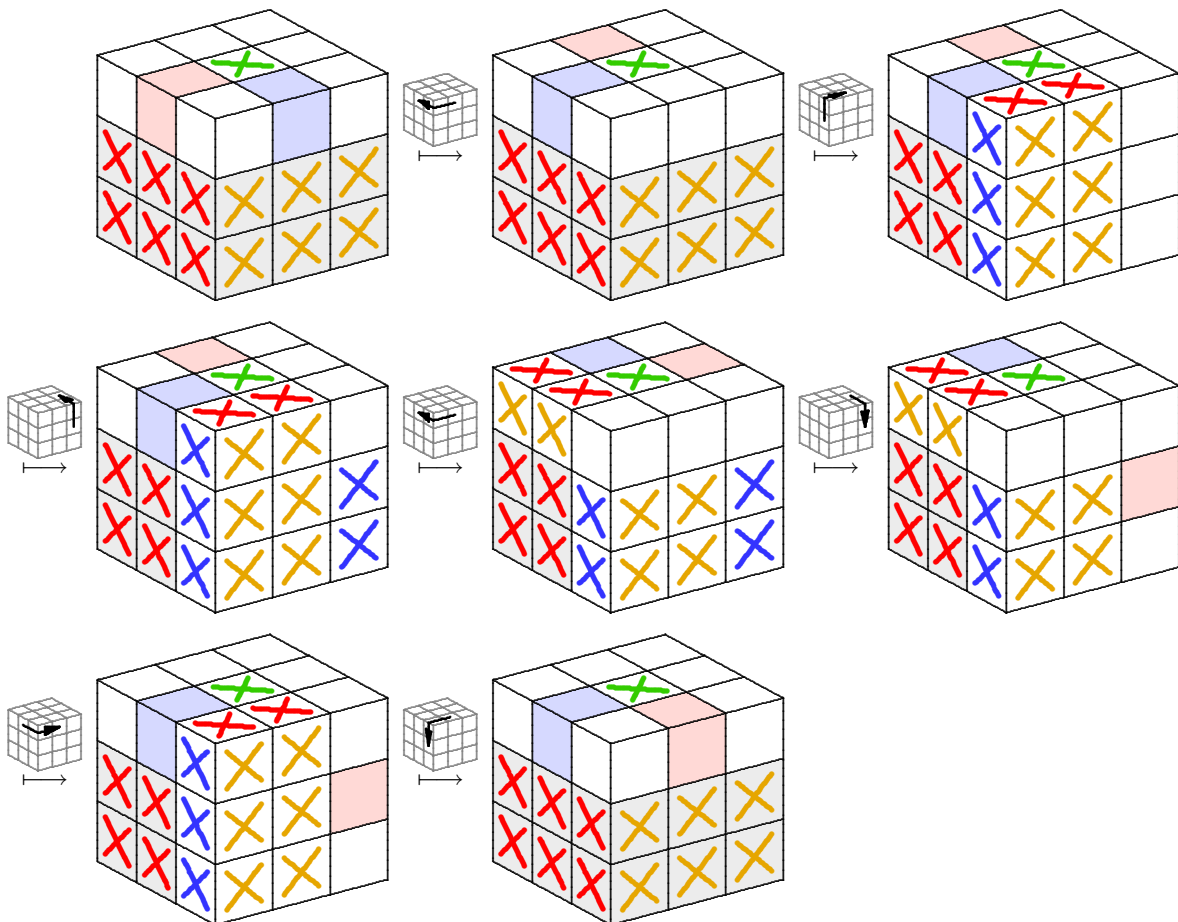
Wir wiederholen einen dieser beiden Algorithmen, bis keine geeignete Kante mehr auf der dritten Ebene vorhanden ist. Sind dennoch nicht alle Kanten in der zweiten Ebene richtig, etwa weil eine schon an der richtigen Position aber verdreht sitzt, dann sortieren wir irgendeine falsche Kante dort ein, wodurch die richtige Kante auf die dritte Ebene wandert. Mit dieser wiederholen wir einen der beiden vorigen Algorithmen.

### 4 Kanten der dritten Ebene tauschen

Wir drehen die dritte Ebene so lange, bis für jede der vier Kanten gilt: Entweder sie ist an der richtigen Position oder ihre richtige Position liegt um  $90^\circ$  links oder rechts von ihr. Dies ist immer möglich. Es darf also keine Kanten mehr geben, deren richtige Position gegenüber wäre. Dann tritt genau einer der folgenden Fälle ein:

- Alle vier Kanten sind an der richtigen Position: Wir gehen zum nächsten Abschnitt.
- Zwei Kanten sind an der richtigen Position, die anderen beiden sind vertauscht: Wir benutzen den folgenden Algorithmus einmal.
- Je zwei Kanten sind vertauscht: Wir benutzen den folgenden Algorithmus zweimal.

Wir halten den Würfel so, dass die zu vertauschenden Kanten vorne und links sind:

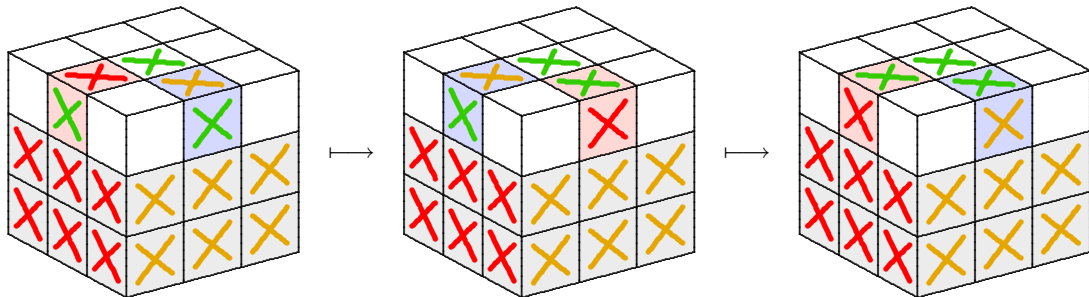


## 5 Kanten der dritten Ebene drehen

Es liegt genau einer der folgenden Fälle vor:

- Alle vier Kanten sind richtig gedreht: Wir gehen zum nächsten Abschnitt.
- Zwei nebeneinander liegende Kanten sind falsch, die anderen beiden richtig: Wir benutzen den folgenden Algorithmus einmal.
- Zwei gegenüber liegende Kanten sind falsch, die anderen beiden richtig: Wir benutzen den folgenden Algorithmus für irgendein Paar von Kanten; danach liegt der vorherige Fall vor.
- Alle vier Kanten sind falsch: Wir benutzen den folgenden Algorithmus zweimal.

Wir führen den Algorithmus des letzten Abschnitts zweimal direkt hintereinander durch. Dieser vertauscht dann die beiden Kanten hin und zurück, dreht sie aber jeweils nur einmal:



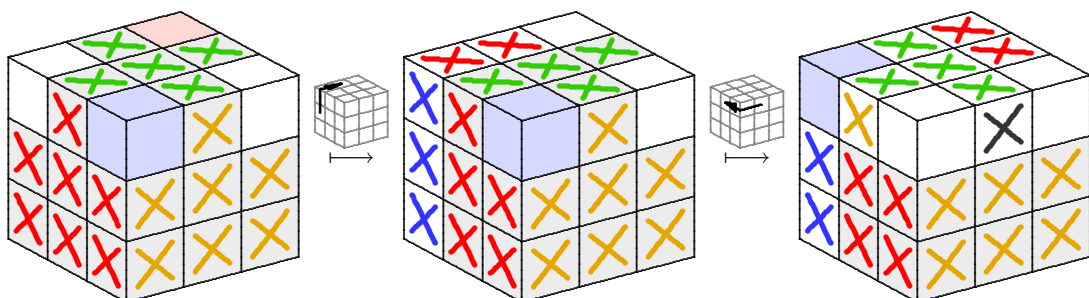
Die anderen beiden Kanten der dritten Ebene bleiben dabei unverändert.

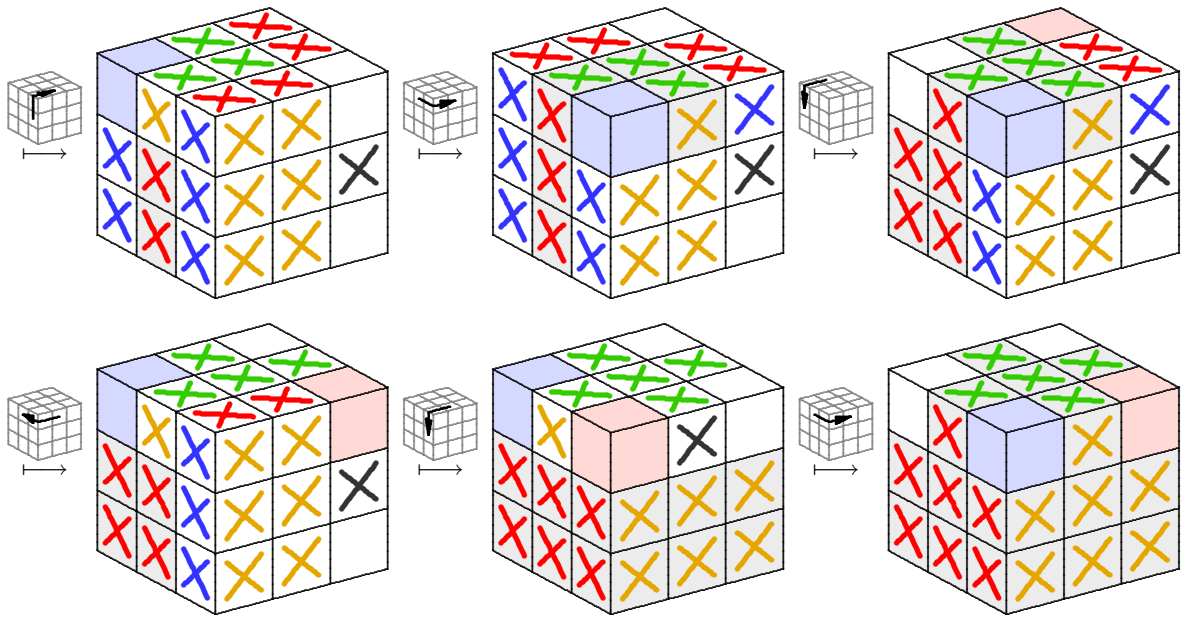
## 6 Ecken der dritten Ebene tauschen

Es liegt genau einer der folgenden Fälle vor:

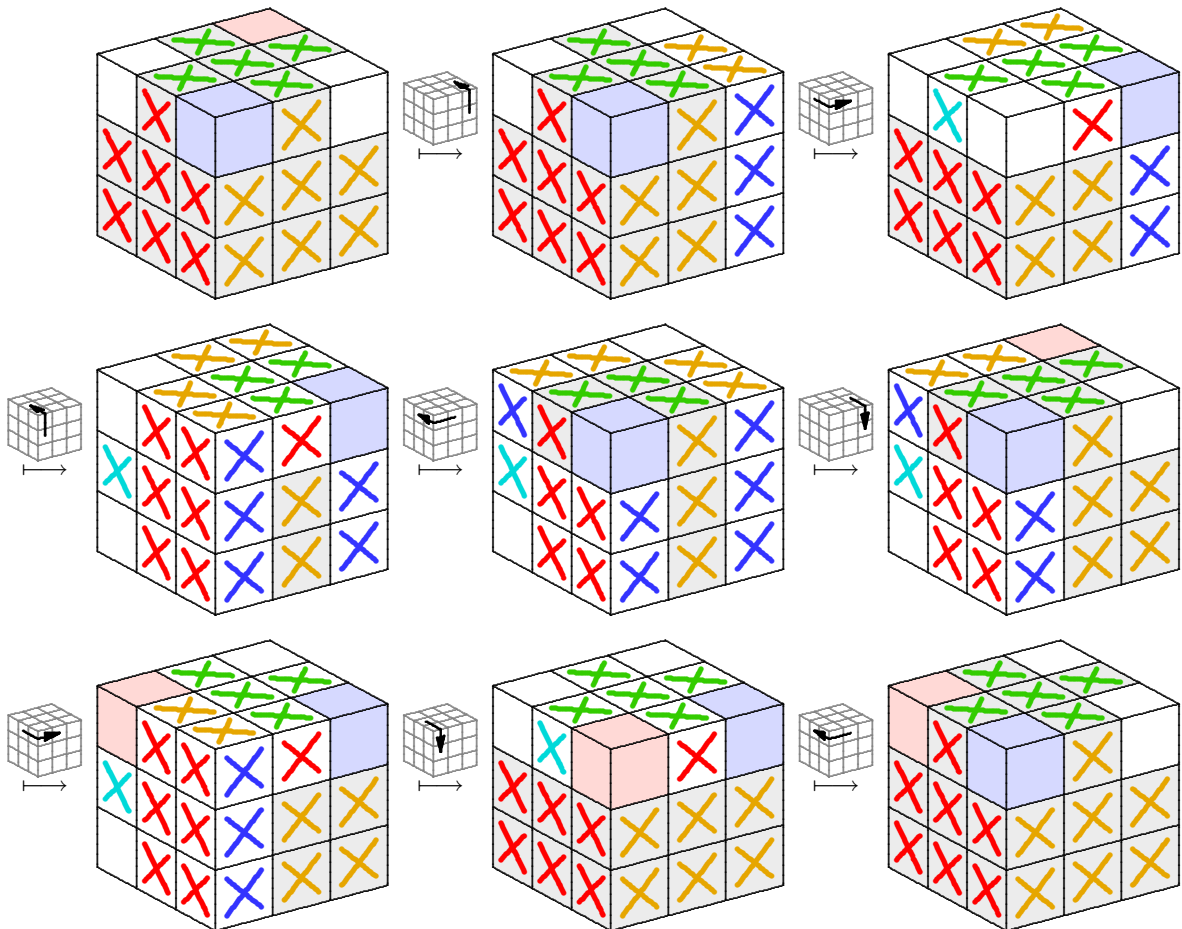
- Alle vier Ecken sind an der richtigen Position: Wir gehen zum nächsten Abschnitt.
- Eine Ecke ist an der richtigen Position, die anderen drei nicht: Dann sind diese drei Ecken zyklisch vertauscht, und wir benutzen den richtigen der beiden folgenden Algorithmen einmal.
- Alle vier Ecken sind an der falschen Position: Wir benutzen einen der beiden folgenden Algorithmen mit irgendeiner Ecke; danach liegt der vorherige Fall vor.

Die richtige Ecke nehmen wir nach vorne links. Um die anderen drei Ecken im Uhrzeigersinn (von oben betrachtet) zu vertauschen, benutzen wir den folgenden Algorithmus:



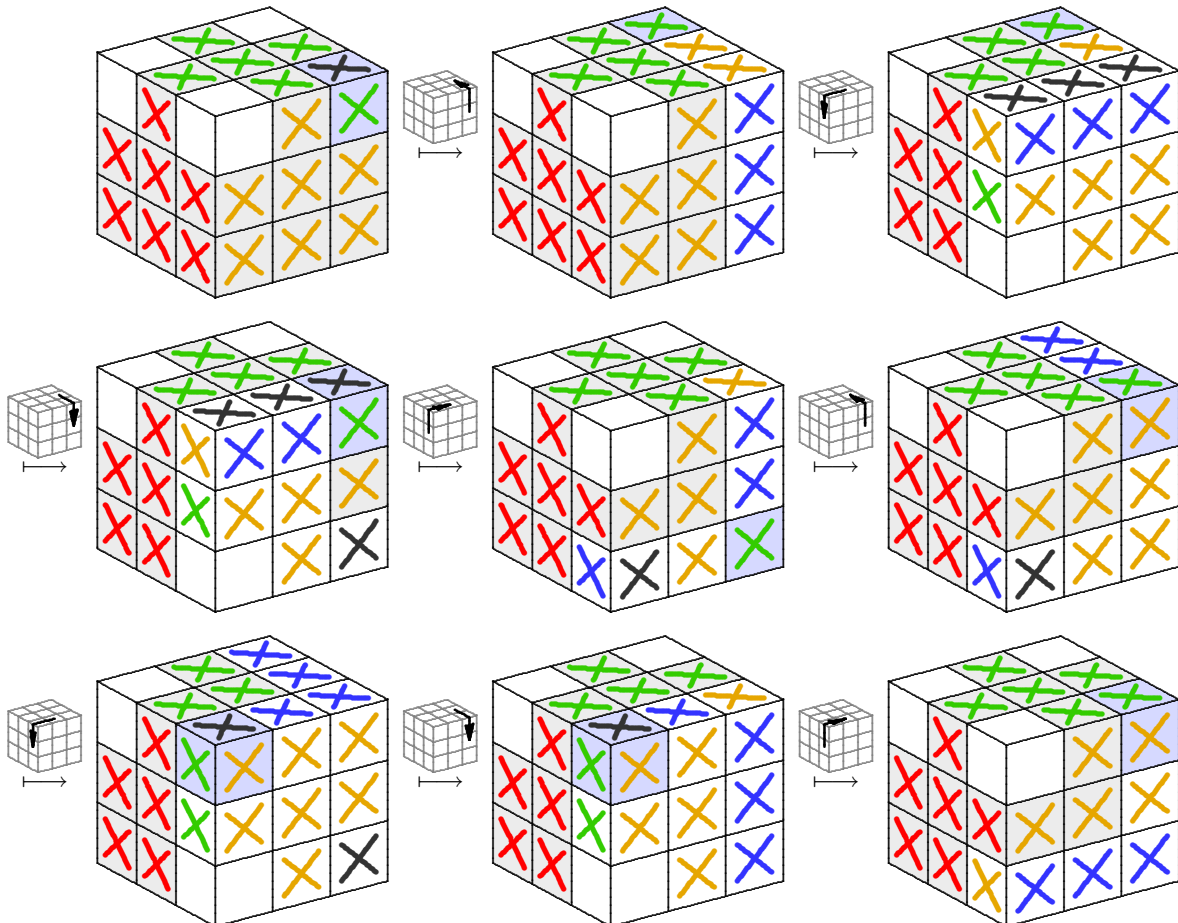


Um die anderen drei Ecken statt dessen gegen den Uhrzeigersinn (von oben betrachtet) zu vertauschen, benutzen wir den folgenden gespiegelten Algorithmus:

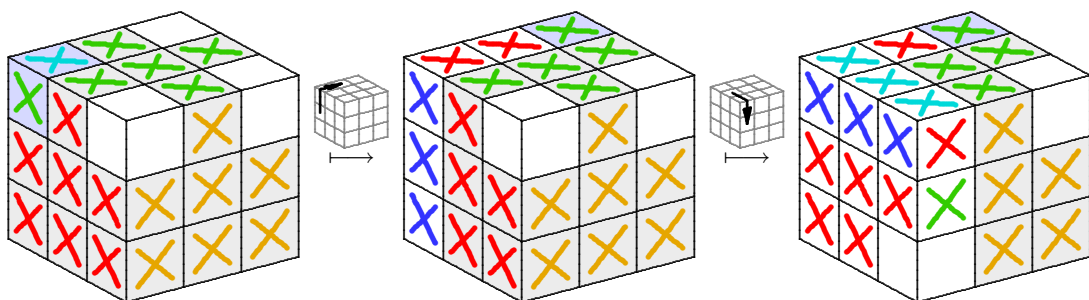


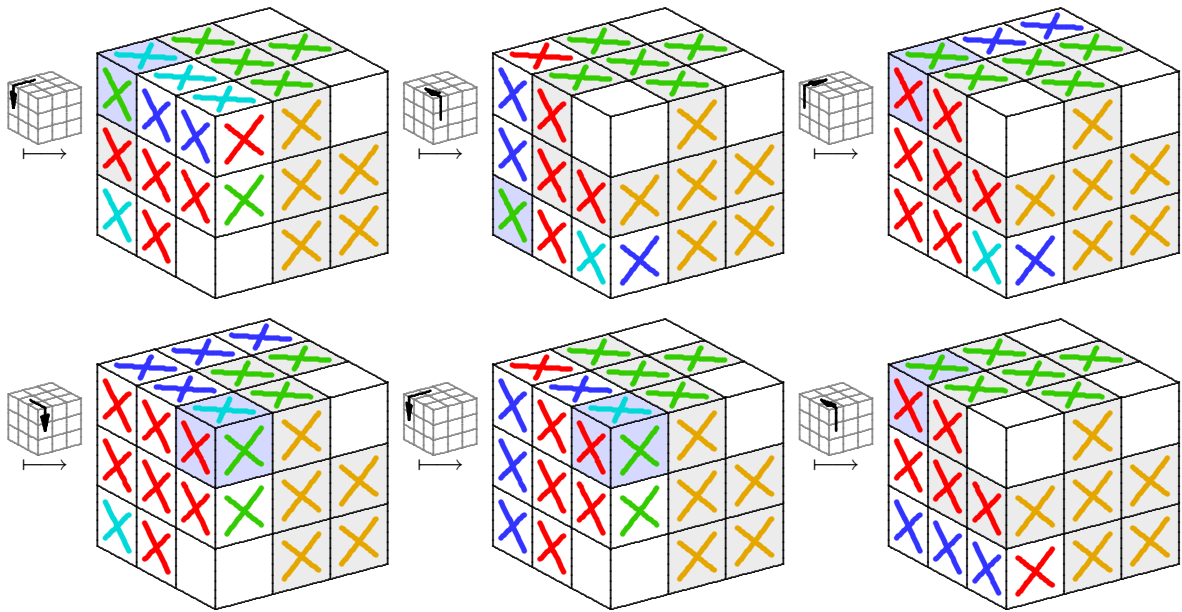
## 7 Ecken der dritten Ebene drehen

Wir halten den Würfel derart, dass wir den folgenden Algorithmus benutzen können. Sollte es keine solche Ecke geben, überspringen wir ihn:



Dass der Rest des Würfels – vor allem die blaue erste Ebene – wieder zerstört ist, ist normal; man muss sich nur merken, mit welcher Ecke man gearbeitet hat. Wir drehen nur die dritte Ebene (!) so lange, bis an der Stelle, an der zuvor die verdrehte Ecke war, eine genauso verdrehte Ecke erscheint. Mit dieser wiederholen wir den letzten Algorithmus. Gibt es keine solche Ecke, so ist der Würfel entweder fertig oder es gibt andersherum verdrehte Ecken. Mit diesen kann der letzte Algorithmus zweimal hintereinander durchgeführt werden; oder der folgende, der nur eine Spiegelung des letzten ist:





Wieder ist der Rest des Würfels zerstört. Die Ecke wurde korrekt gedreht, und die erste Ebene ist möglicherweise immer noch oder wieder durcheinander. Wir drehen wieder nur die dritte Ebene (!) so lange, bis an der Stelle, an der zuvor die verdrehte Ecke war, eine genauso verdrehte Ecke erscheint. Mit dieser wiederholen wir den letzten Algorithmus. Gibt es keine solche Ecke, so ist der Würfel bis auf Drehen der dritten Ebene fertig.