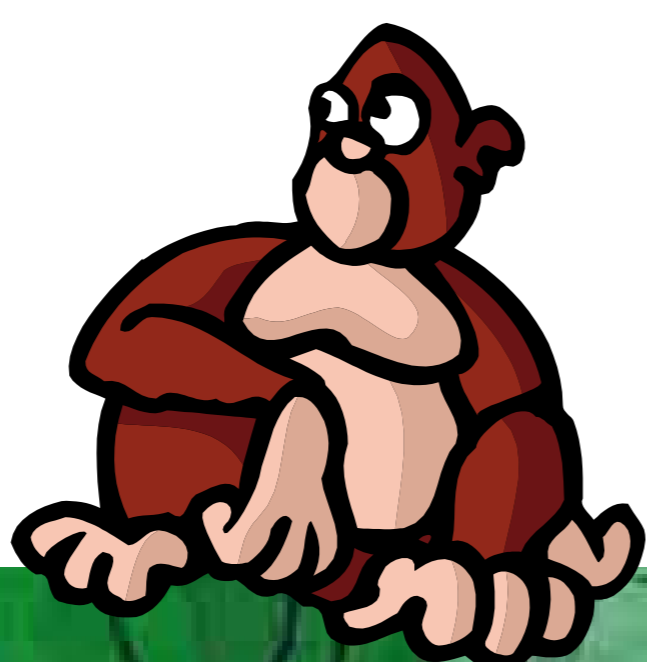
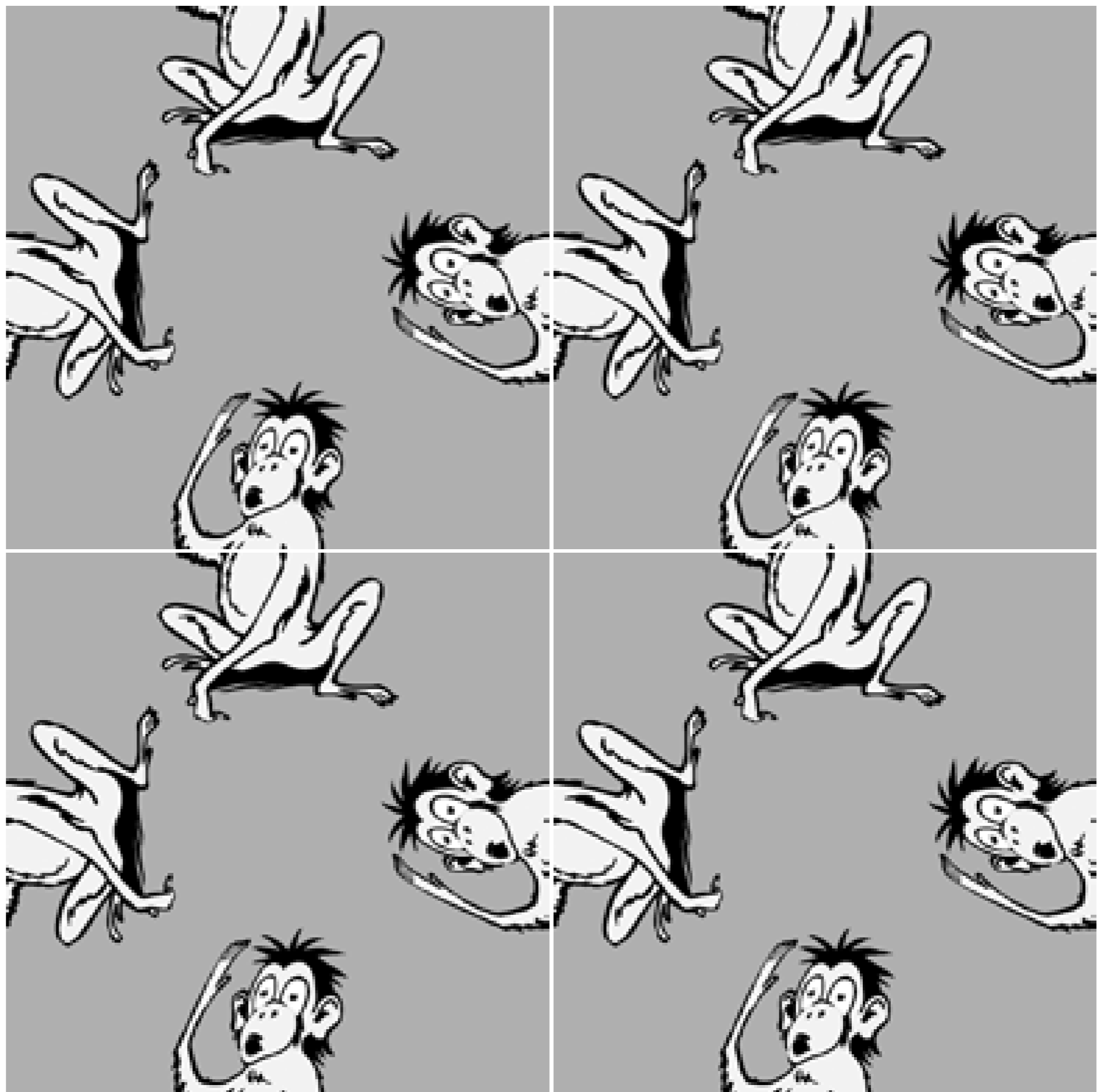


# 1 Das Affenpuzzle



Sie sehen hier Affen in vier Farben. Bringen Sie die Ober- und Unterteile der Affen farblich korrekt zur Deckung! Das sollte Ihnen doch nicht schwer fallen, oder?

Es wäre übrigens schön, wenn Sie am Ende die Teile wieder durchmischen, damit der nächste Besucher auch noch seinen Puzzlespaß hat.



Im Durchschnitt erfordert die Lösung der Aufgabe das Anfassen von 126 Puzzleteilen.

Ein moderner Computer ist in der Lage, etwa 200 Millionen Puzzleteile pro Sekunde auszuprobieren. Für die Lösung des 2x2-Puzzles benötigt er im Schnitt gerade einmal 630ns. In einer einzigen Sekunden könnte er also etwa 1,5 Millionen solcher Aufgaben bewältigen.



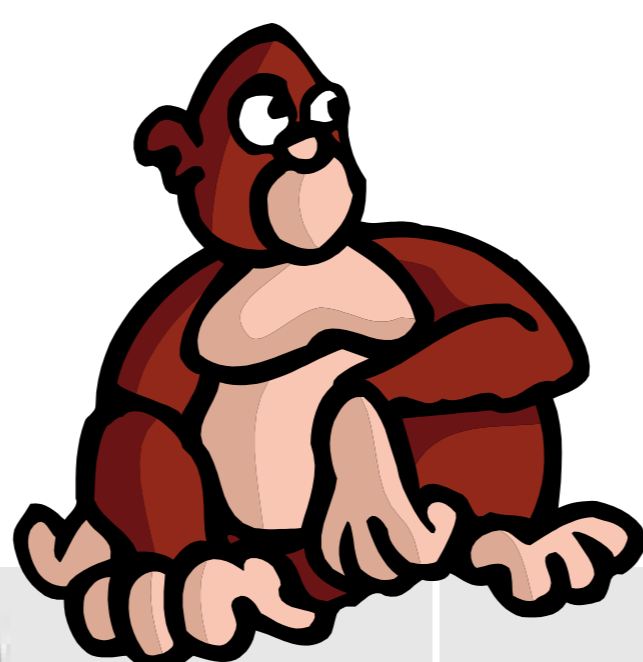
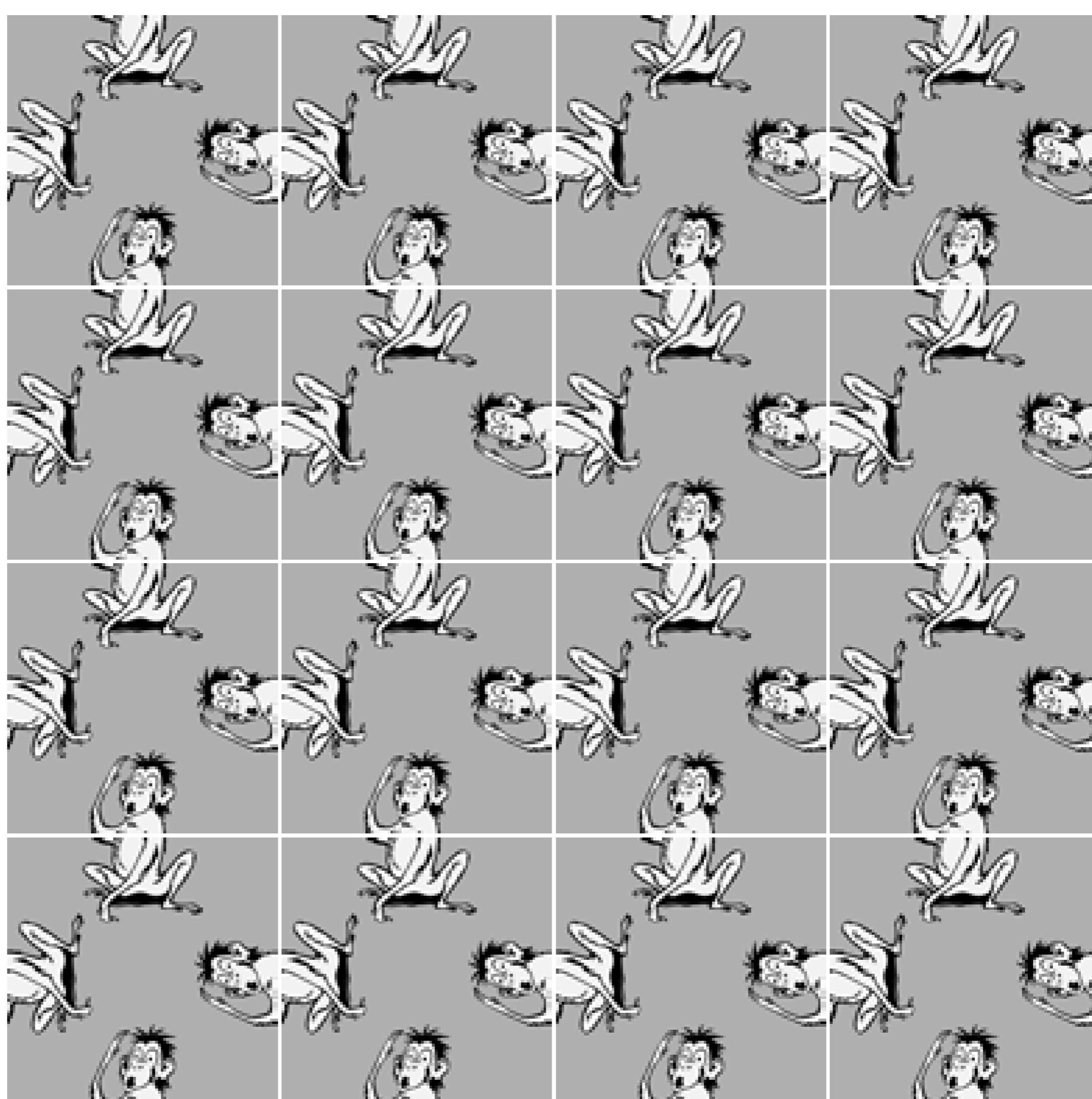
## 2 Das 4x4 Affenpuzzle

Das 4x4 Affenpuzzle ist schon deutlich komplizierter. Aber Sie schaffen das doch...

Achten Sie 'mal auf die Zeit, die Sie zur Lösung benötigen. Es sind vier mal so viele Puzzleteile, schaffen Sie das Puzzeln auch in etwa der vierfachen Zeit?

Bevor Sie verzweifeln: Eine deutlich leichtere Übung ist, ein 3x3-Feld aus 9 der 16 Puzzleteile zu basteln.

Auch hier bitten wir Sie, am Ende die Teile wieder durchzumischen, damit der nächste Besucher auch noch seinen Puzzlespaß hat.



Beim 4x4 Puzzle müssen deutlich mehr, nämlich im Durchschnitt knapp 2 Millionen Möglichkeiten ausprobiert werden. Hier schafft der Computer lediglich etwa 100 Puzzles pro Sekunde.

Der Aufwand für das Lösen eines Puzzles ist also nicht nur 4-fach zum Löseaufwand des 2x2-Puzzles, sondern 16.000-fach!

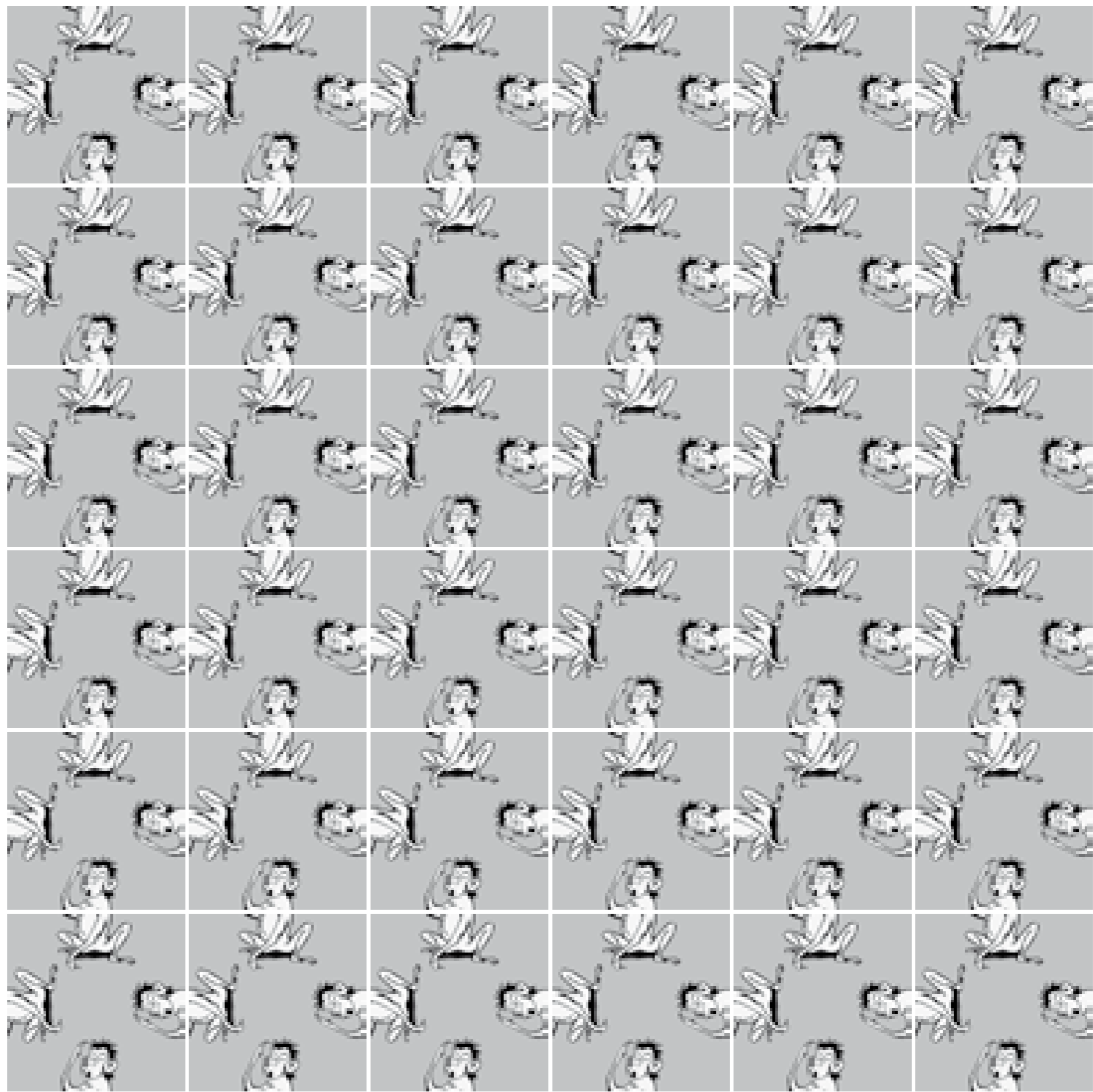


### 3 Das 6x6 Affenpuzzle

Sie sehen hier ein weiteres Affenpuzzle. Es ist noch größer und damit komplizierter als das letzte und hat mit 36 Teilen etwas mehr als doppelt so viele Teile als das mit 4x4. Wollen Sie sich daran versuchen?

Wenn Sie als Erster alle Affen des 6x6 Puzzle korrekt einander zuordnen, dürfen Sie sich am Empfang ein Exemplar des Buches „Abenteuer Informatik“ als Preis abholen!

Eine Mini-Version aller drei Affenpuzzles für Zuhause können Sie am Empfang bekommen!



„Hallo Professor Informaticus, kann man sowas nicht ganz toll mit dem Computer herausknobeln lassen?“



„Naja - wie man's nimmt: Das Problem gehört zu einer Gruppe von Problemen, die man nicht viel besser als durch intelligentes Ausprobieren lösen kann! Schätzen Sie 'mal, wieviele Möglichkeiten ein Computer durchprobieren muß!“



„Hmmm - vielleicht können unsere Besucher helfen? Schätzen Sie: Wie lange dauert es, per Computer das 2x2, das 4x4 und das 6x6 Affenpuzzle zu lösen? Wir setzen dabei schon einen sehr guten Lösungsansatz voraus!“

Die richtigen Antworten finden Sie unter jedem Affenpuzzle, wenn Sie die Klappe hochheben.

Lassen Sie sich übrigens beim Puzzeln bitte nicht dadurch entmutigen, dass ein Computer zur Lösung etwas länger braucht! Zeigen Sie, dass menschliche Intelligenz der künstlichen immer noch überlegen ist...

Für ein 5x5-Puzzle müßten wir bereits etwa 11.385.685.549 Puzzleteile bewegen, also etwa 1 Minute auf das Ergebnis warten.

Beim 6x6-Puzzle sind es bereits durchschnittlich 4.482.556.343.409.343 Teile, der Computer benötigt knapp ein Jahr Rechenzeit.





# 4 Was hat das Affenpuzzle mit Informatik zu tun?

### Sie haben es selbst ausprobiert



Viele Lösungsansätze der Informatik „skalieren“ nicht. Das bedeutet, zur Lösung einer doppelt so großen Aufgabe benötigt man weit mehr als doppelt so viel Zeit. Das gilt für das Sortieren von Karteikarten nach der Versicherungsnummer genauso wie für die Berechnung des kürzesten Wegs von Berlin nach München. In vielen Anwendungen muß die Aufgabengröße quadriert werden, um die zur Lösung benötigte Zeit abzuschätzen.

### Das verflixte NP



Einige Aufgaben sind aber so schwer, daß sie mit Verdopplung der Aufgabengröße gleich unermeßlich viel mehr Rechenzeit beanspruchen. So benötigt man beim Affenpuzzle mit 16 Kacheln bereits über 16.000 mal so viele Rechenschritte wie für das Affenpuzzle mit 4 Kacheln. Das Hinzufügen einer einzigen Kachel zur Aufgabe kann dann bedeuten, daß das Problem mit dem Computer gar nicht mehr lösbar wird, weil er eine absurd lange Zeit mit der Lösung beschäftigt wäre! So könnte man die 36 Kacheln unseres 6x6-Affenpuzzle mit einem Aufwand von etwa einem halben Jahr Rechenzeit noch gerade so per Computer platzieren lassen. In wenigen Jahren ist die Rechenleistung der Computer so hoch, daß es noch viel schneller geht. Bereits bei 7x7 Puzzleteilen wird die Sache mit ca. 51 Millionen Jahren Wartezeit dann sehr unattraktiv! Selbst eine deutlich verbesserte Computerleistung kann hier nicht mehr helfen! Es gibt auch immer wieder geschickte Informatiker, die ein Lösungsverfahren entwickeln, das deutlich schneller ist. Aber Sie können sich vorstellen, daß selbst eine Verbesserung um Faktor 1.000 hier nicht viel bringt, denn man möchte auch nicht 51.000 Jahre auf eine Antwort warten. Informatiker bezeichnen entsprechende Aufgaben daher als „**nicht praktisch lösbar**“. Die „**NP-vollständigen Probleme**“ sind davon abgeleitet. Sie sind einerseits so schwierig, daß man sie momentan nicht praktisch lösen kann, aber gleichzeitig so einfach, daß man bisher nicht weiß, ob es doch noch ein schnelles, praktisch anwendbares Lösungsverfahren gibt.

### Nichtskalierender Brückenbau

Auch andere Disziplinen kennen Probleme, die nicht skalieren: Planen Sie eine Brücke über einen Graben von 1 m Breite, legen Sie einfach eine Platte aus Metall oder Stein darüber - fertig. Eine Brücke über eine 10 m breite Kluft kann aber nicht einfach mit 10 solcher Platten gebaut werden. Hier ist eine statisch genau berechnete Konstruktion erforderlich mit deutlich höherem als dem 10fachen Aufwand.

Wenn Sie nun per Brücke über 100 m überwinden möchten, ist der erforderliche Aufwand wiederum um ein Vielfaches höher. Die größte bisher erreichte Spannweite einer Brücke ist ca. 2.000 m. Jeder weitere Meter hat unermeßlich viel Planungsaufwand und immense Material- und Baukosten.



### 1 Million Dollar Preisgeld...



...bekommt derjenige, der für unser Affenpuzzle ein Verfahren herausfindet, mit dem der Computer auch mit vielen Kacheln in kurzer Zeit eine Lösung findet. Alternativ dürfen Sie auch mathematisch beweisen, daß es kein solches Verfahren geben kann. Damit hätten Sie nämlich eines der sieben sogenannten „Millennium Problems“ gelöst. Das Clay Mathematics Institute in Cambridge hat auf die Lösung ein Preisgeld von 1.000.000 US-Dollar ausgesetzt.

### Was hat man nun von diesem Wissen?

Auch wenn die meisten Informatiker nicht zu denjenigen zählen, die sich ernsthaft Hoffnung auf das Preisgeld machen, können sie von dem Wissen um NP-Probleme profitieren: Für eine Aufgabenstellung, die dieser Gattung zuzuordnen ist, brauchen sie erst gar keine Zeit mit der Lösung verschwenden - es geht sowieso nicht! Daher ist für einen Informatiker wichtig, Aufgaben und Lösungsansätze bewerten zu können.

### Und die Alternative?



Oft bedeutet die Zuordnung zur Gruppe der NP-Probleme lediglich, daß eine spezielle Aufgabenstellung in absehbarer Zeit nicht optimal mit dem Computer lösbar ist. Eine kleine Veränderung der Aufgabe sorgt in vielen Fällen für die praktische Lösbarkeit: Man kann sich mit einer Näherungslösung zufrieden geben (und zum Beispiel zulassen, daß zwei Affen nicht ganz korrekt zusammengesetzt sind) oder man kann die Aufgabe vereinfachen (und zum Beispiel zwei „Joker-Kacheln“ ausgeben, die man an jede Position legen darf).

### Schwierige Aufgaben...

...haben in der Informatik übrigens noch einen weiteren positiven Aspekt: Moderne Verschlüsselungsverfahren, wie sie zum Beispiel für Online-Banking verwendet werden, beruhen darauf. Auch Spitzbuben haben keine Chance, den Code in einer vernünftigen Zeit zu knacken, falls das Codeknacken in die Kategorie NP fällt.

### Übrigens ...

... auf die Lösung eines schwierigen 10x10-Affenpuzzles würden wir mit dem besten bekannten Lösungsverfahren immer noch 50 Sextillion mal so lange warten, wie das Universum existiert! Die Anzahl zu probierender Puzzlestücke ist 4.265.326.330.573.335.142.293.854.240.283.428.951.958.671.066.972.613.909.968.375.819

