

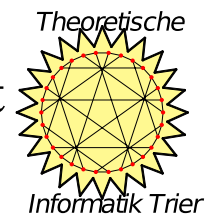


---

Forschungsprojekt

# Wie viele Hinweise braucht man für Rikudo?

---



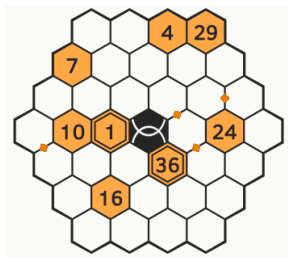
## Zusammenfassung

Die Frage, ob eine Instanz eindeutig lösbar ist, spielt eine wichtige Rolle bei Puzzle-Spielen wie Sudoku, Latin Square, Nonogramme und vielen anderen. All diese Spiele geben dem Spieler das Versprechen, dass die gegebene Instanz eine eindeutige Lösung hat und ein cleverer Spieler nie gezwungen ist zu *raten*. Doch wie werden diese Instanzen überhaupt gefunden und wie viel Information ist nötig um eine eindeutige Lösbarkeit zu garantieren? Diese Fragestellungen sollen am japanischen Puzzle-Spiel Rikudo untersucht werden.

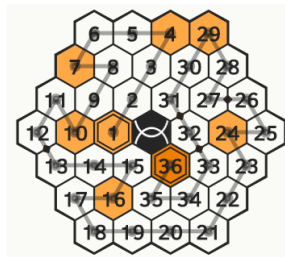
Eine Rikudo-Instanz hat die Form eines Hexagons, welches wiederum aus einzelnen Hexagonen (genannt Felder) aufgebaut ist. Manche Felder beinhalten bereits Zahlen, während die anfänglich leeren Felder vom Spieler mit Zahlen gefüllt werden müssen. Dabei muss jedes Feld genau eine Zahl erhalten und keine Zahl darf doppelt vorkommen. Zwei benachbarte Zahlen (beispielsweise 4 und 5) müssen hierbei in benachbarten Felder stehen (die Felder müssen eine gemeinsame Kante teilen). Neben den vorausgefüllten Feldern enthält eine Instanz noch durch einen Punkt markierte Kanten. Ist die Kante zwischen zwei Felder markiert, so müssen die anliegenden Felder benachbarte Zahlen enthalten. Eine Instanz gilt als gelöst, wenn alle Felder den Hinweisen entsprechend ausgefüllt wurden. Die Zahlen in einer gelösten Instanz mit 36 Feldern beschreiben immer einen kreuzungsfreien Pfad der Länge 35 vom Feld 1 zum Feld 36. Das Spiel Rikudo kann unter <http://www.rikudo-puzzle.com/> selbst ausprobiert werden.

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es herauszufinden, wie viele anfängliche Hinweise benötigt werden um eine eindeutig lösbare Instanz zu beschreiben. Eine ähnliche Fragestellung für das Spiel Sudoku war lange Zeit offen und wurde 2012 von Gary McGuire et al. durch einen computerbasierten Nachweis gelöst. Die minimale Anzahl an vorausgefüllten Feldern bei Sudoku beträgt demzufolge 17. McGuire gelang es effizient alle Sudokus mit 16 anfänglichen Hinweisen aufzuzählen und nachzuweisen, dass keines davon eine eindeutige Lösung besitzt.

Dieses Forschungsprojekt gliedert sich in mehrere Forschungsschwerpunkte, die an mehrere Studierende gemäß ihres Studienfortschrittes verteilt werden können und richtet sich somit sowohl an Bachelor als auch an Master-Studierende. Es können Themen für folgende Module vergeben werden: Großes Studienprojekt (Bachelor), Bachelorarbeit im BSc Informatik, Forschungsprojekt (Master), Masterarbeit im MSc Informatik.



(a) Instanz mit 8 Zahl-Hinweisen und 4 Kanten-Hinweisen.



(b) Vollständig gelöste Instanz.



(c) Link zur Android-Version.

Abbildung 1: Rikudo-Instanz mit eindeutiger Lösung.

Bildquelle: <http://www.rikudo-puzzle.com/>

### Forschungsschwerpunkte:

- Programmieren eines Solvers für Rikudo, der auch die Eindeutigkeit einer Lösung überprüfen kann.
- Entwickeln eines Programms, welches für eine feste Anzahl an anfänglichen Hinweisen  $i$  und  $j$  alle Instanzen mit  $i$  ausgefüllten Zahlenfeldern und  $j$  Kanten-Hinweisen aufzählt, die nicht isomorph zueinander sind.
- Berechnung der minimalen Werte für  $i$  und  $j$  in Abhängigkeit der Instanzgröße (durch Programmausführung).

Neben diesen Hauptzielen können folgende weitere Fragestellungen untersucht werden:

- Was ist die Komplexität einer verallgemeinerten Form von Rikudo (NP-vollständig)?
- Wie viele essenziell verschiedene eindeutig lösbare Instanzen gibt es pro Hinweisanzahl?
- Kann man die *empfundene* Schwierigkeit einer Instanz formal klassifizieren?
- Wie viele Hinweise müssen mindestens zu einer Instanz hinzu gefügt werden um sie eindeutig lösbar zu machen? Untersuchung der Fragestellung mittels parametrisierter Komplexitätstheorie.

Die genannten Forschungsfragen wurden für das Spiel Sudoku bereits untersucht. Die Studierenden sollen sich zunächst mit den jeweiligen Publikation zu Sudoku vertraut machen und anschließend die präsentierten Lösungskonzepte im Team auf das Spiel Rikudo übertragen.

Bei Interesse melden Sie sich bitte bei Petra Wolf ([wolfp@uni-trier.de](mailto:wolfp@uni-trier.de)).