

# TURINGMASCHINEN – FLEIßIGE BIBER

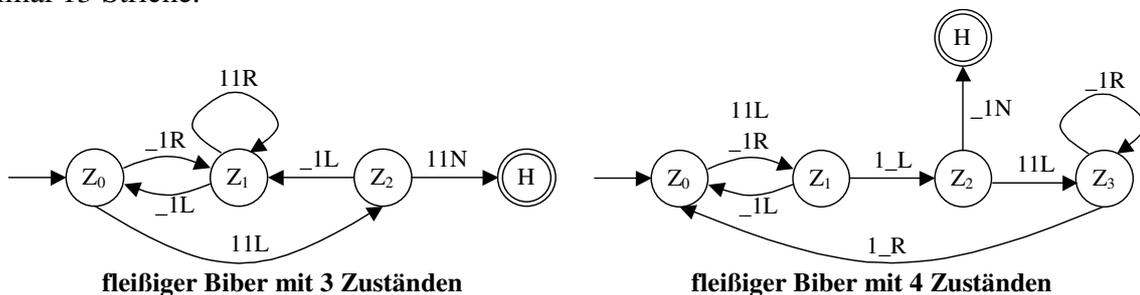
Mit allem, mit dem gespielt werden kann, wird auch gespielt. So dachte sich der ungarische Mathematiker Tibor Rado 1962 das **busy-beaver- Problem** aus. Die gestellte Frage lautet:

**Busy- Beaver- Problem:**

Gesucht ist eine Turingmaschine mit dem Bandalphabet  $\{ |, \_ \}$  und  $n$  Zuständen, welche auf einem leeren (  $\_$  ) Turingband die maximale Anzahl an Strichen (  $|$  ) schreibt.

**Bemerkung:** Es ist überhaupt kein Problem, eine Turingmaschine zu entwerfen, die unendliche viele Zeichen schreibt. Aber die Turingmaschine soll ja irgendwann anhalten und genau das macht das Problem so schwierig.

Eine Turingmaschine mit 1 Zustand kann maximal 1 Strich schreiben, eine mit 2 Zuständen maximal 4 Striche, eine mit 3 Zuständen maximal 6 Striche und eine mit 4 Zuständen maximal 13 Striche.



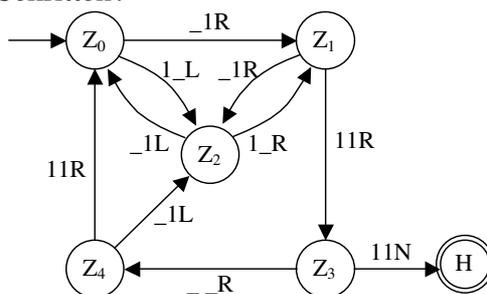
Im Jahr 1982 wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben, um den fleißigsten Biber mit fünf Zuständen zu finden. Der Sieger des Wettbewerbs war der deutsche Informatiker Uwe Schult, dessen Turingmaschine 501 Striche produzierte. Allerdings wurde dieser Rekord noch zwei mal überboten, bis schließlich 1989 die deutschen Heiner Marxen und Jürgen Buntrock mit Hilfe von Hochgeschwindigkeitscomputern einen fleißigen Biber entdeckten, der 4098 Striche lieferte.

**Es ist bis heute unbekannt, wie viele Zeichen eine Turingmaschine mit 5 geschweige denn mit 6 oder mehr Zuständen maximal schreiben kann!**

**Aufgabe 1:** Teste die oben angegebenen fleißigen Biber für drei und vier Zustände.

**Aufgabe 2:** Entwickle einen fleißigen Biber mit 2 Zuständen.  
Finde eine andere Möglichkeit für einen fleißigen Biber mit 3 Zuständen. Dieser soll ebenfalls 6 Striche produzieren.

**Aufgabe 3:** Nachfolgend ist der fleißige Biber von Uwe Schult angegeben. Hält der Biber nach 134 467 Schritten?

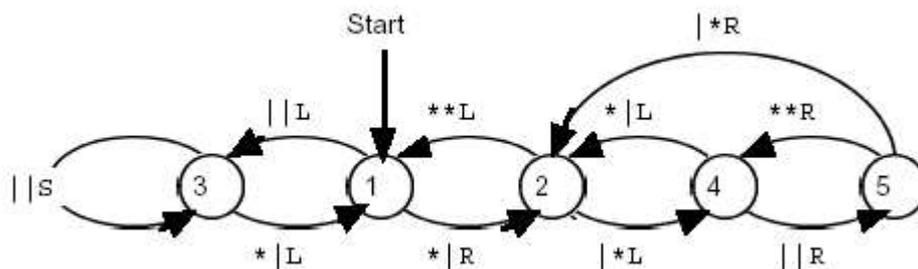


**Aufgabe 4:** Suche im Internet nach fleißigen Bibern mit 5 und mehr Zuständen. Teste sie.

Die folgende Turing-Maschine ist ein Kandidat für den Titel **busy beaver mit 6 Zuständen**:

|   |           |           |
|---|-----------|-----------|
|   |           | *         |
| 1 | (1, l, R) | (2, l, R) |
| 2 | (2, l, L) | (3, l, L) |
| 3 | (4, l, L) | (6, *, R) |
| 4 | (5, *, L) | (1, l, R) |
| 5 | (6, l, L) | (H, l, L) |
| 6 | (3, *, L) | (1, *, L) |
| H | --        | --        |

Sie sollten einmal überprüfen, daß dieser Biber 95.524.079 Striche produziert und nach 8.690.333.381.690.951 Schritten anhält. Das ist zwar eine ganze Menge, aber immer noch endlich...



- 3.1 Erstellen Sie am Rand die zugehörige TuringTafel.
- 3.2 Wie sieht das Leere Band nach 11 Schritten aus und wo steht dann der Lesekopf, wenn er zu Beginn hier " v " steht ?

.....  
 ^

- 3.3 Wie viele Turingmaschinen mit 5 Zuständen gibt es, wenn das Bandalphabet nur aus { | , \* } besteht ?