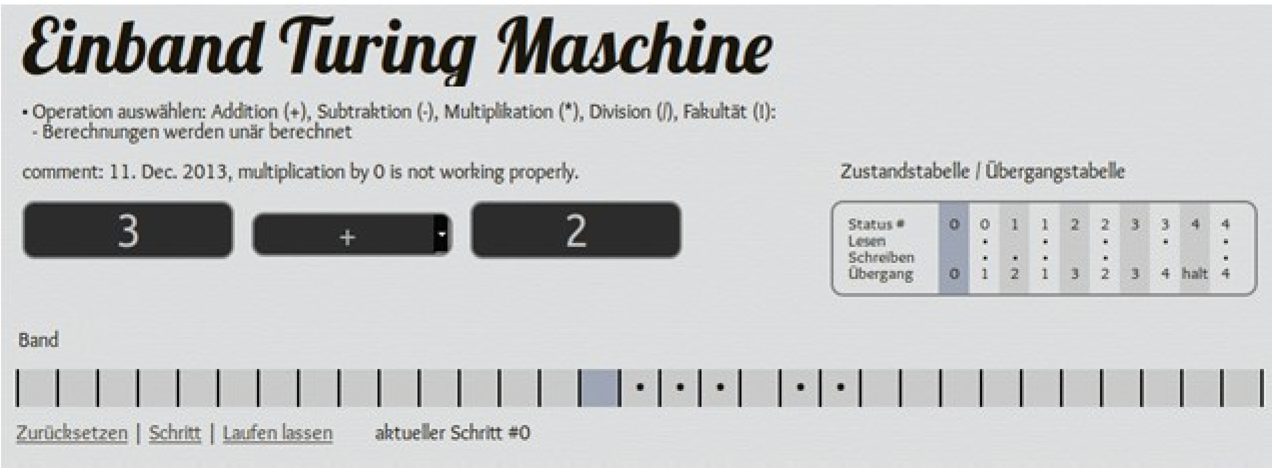
Turing-Maschine

Eine **Turingmaschine** ist ein wichtiges Rechnermodell der Theoretischen Informatik. Sie ist benannt nach dem Mathematiker Alan Turing, der sie 1936 einführte.

Eine Turingmaschine modelliert die Arbeitsweise eines Computers, insbesondere des Mikroprozessors, auf besonders einfache und mathematisch gut zu analysierende Weise. Sie machen die Begriffe des *Algorithmus* und der *Berechenbarkeit* mathematisch fassbar, das heißt, sie formalisieren diese Begriffe. Im Gegensatz zu einem realen Computer ist eine Turingmaschine damit ein mathematisches Objekt und kann anhand mathematischer Methoden untersucht werden. Mit diesem mathematischen Modell kann die Logik jedes mit einem Computer berechenbaren Algorithmus simuliert werden. Eine Funktion, die anhand einer Turingmaschine berechnet werden kann, wird *Turing-berechenbar* oder auch einfach *berechenbar* genannt.

Eine Turingmaschine repräsentiert einen Algorithmus bzw. ein Programm (Zustandsübergangstabelle). Eine Berechnung besteht dabei aus schrittweisen Manipulationen von Symbolen bzw. Zeichen (genau eines pro Schritt), die nacheinander nach bestimmten Regeln von einem (unbegrenzten) **Speicherband** gelesen (Input, Ereignisse), verarbeitet (Aktion gemäss Regeln der Zustandsübergangstabelle) und darauf geschrieben (Output) werden. Ketten dieser Symbole können verschieden interpretiert werden, unter anderem als Zahlen. Zusätzlich zum **Lesen des Inputs** und **Schreiben des Outputs** verschiebt die Maschine bei jedem Schritt das Speicherband um eine Position **vorwärts oder rückwärts**, abhängig von der **Regel in der Zustandstabelle**.

Damit beschreibt eine Turingmaschine eine Funktion, die Zeichenketten (die am Anfang auf dem Band stehen) auf Zeichenketten (die nach Abschluss der Arbeit auf dem Band stehen) abbildet. Diese Funktion (Zustandsübergangstabelle) bestimmt das Verhalten (Output, Aktion) der Maschine basierend auf dem pro Schritt gelesenen Symbol und als Gesamtes (Algorithmus).



http://turingmaschine.klickagent.ch/einband/?lang=de

- Sie können die mit einer auszuwählenden Operation zu verknüpfenden Zahlen (auf dem Band als unäre Punkte dargestellt) eingeben.
- Auf dem Band ist die Position markiert, welche der Lesekopf (Arbeitsregister) als Nächstes liest.
- In der Zustandstabelle ist der zum aktuellen Schritt (unter dem Band angezeigt) gehörende Zustand markiert.

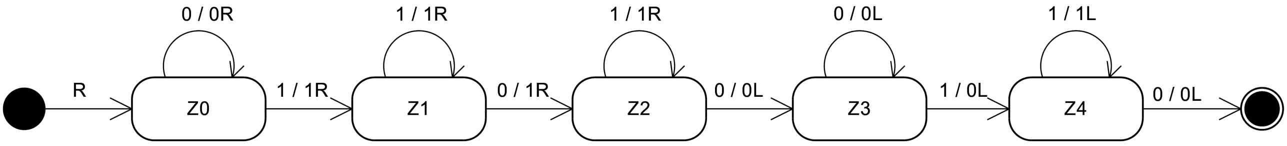
Turing-Maschine für unäre Addition

Zustandsübergangstabelle

Zustand ist	Ereignis (gelesen)	Aktion (schreibe, gehe)	Zustand neu
0	0	0, R	0
0	1	1, R	1
1	0	1, R	2
1	1	1, R	1
2	0	0, L	3
2	1	1, R	2
3	0	0, L	3
3	1	0, L	4
4	0	0, L	halt
4	1	1, L	4

Zeichnen Sie das zur nebenstehenden Zustandsübergangstabelle (unäre Addition) passende Diagramm.

State-Event-Diagramm



Die unäre Addition erfolgt in folgenden 14 Schritten (Zustände):

Schritt #	Zustand ist	Ereignis (gelesen)	Aktion (schreibe, gehe)	Zustand neu	Anmerkung
0	0	0	0, R	0	Ausgangslage: 3 + 2 Punkte
1	0	1	1, R	1	
2	1	1	1, R	1	
3	1	1	1, R	1	
4	1	0	1, R	2	Leer-/Trennzeichen → füllen → 6 Punkte (1 zuviel)
5	2	1	1, R	2	
6	2	1	1, R	2	
7	2	0	0, L	3	Ende erreicht → Richtung ändern
8	3	1	0, L	4	Anstelle mit Punkt gefülltem Leerzeichen Hier am Schluss eines entfernen-> 5 Punkte
9	4	1	1, L	4	
10	4	1	1, L	4	
11	4	1	1, L	4	
12	4	1	1, L	4	
13	4	1	1, L	4	
14	4	0	0, halt	halt	Punkte sind als zusammenhängende Anzahl dargestellt

Gehen sie die unäre Addition Schritt für Schritt durch, um die Funktionsweise zu verstehen.

Versuchen Sie dasselbe auch mit einer Subtraktion (Hinweis: das Ergebnis 1 wird fälschlicherweise als -1 angezeigt) und/oder einer Multiplikation.