



TURING ENTDECKEN

Die Turingmaschine und ihr
Erfinder im Informatikunterricht

WARUM HABEN SIE SICH FÜR DIESEN WORKSHOP ENTSCHIEDEN?

- Wer unterrichtet gerade in der Oberstufe?
- Wie haben sie das Thema Turing Maschine bisher unterrichtet?

RAHMENPLAN

Meilensteine der Informatik
[BNE] [DRF] [BTV] [PG] [MD] [BO]

integrativ

Verbindliche Ziele und Inhalte	Hinweise und Anregungen
Einblick in die Geschichte der Informatik anhand konkreter Bezüge zu Unterrichtsinhalten gewinnen Wegbereiter der Informatik und ihre Leistungen würdigen	Es bieten sich Exkursionen in technische Museen oder Sammlungen an. Mögliche Bezüge sind Rechentechnik, Programmiersprachen, Software oder Ergonomie. Das Wirken der Persönlichkeiten sollte auch kritisch im gesellschaftlichen oder militärischen Kontext betrachtet werden. Geeignete Persönlichkeiten sind z. B.: • Alan M. Turing • Konrad Zuse • John von Neumann • Charles Babbage, Ada Lovelace • Grace M. Hopper • Tim Berners-Lee • Noam Chomsky • Joseph Weizenbaum

UMSETZUNG UNTERRICHT TURING — ALS PERSON

- fächerübergreifende Auseinandersetzung mit der Person Alan Turing
- Möglichkeit der Präsentationsleistung durch SchülerINNEN im Informatikunterricht
- Material:
 - Little People Big Dreams
 - Reclam: Alan M. Turing Computing Machinery and Intelligence, Können Maschinen Denken
 - Film Imitation Game: <https://wissenschaftsjahr-2019.visionkino.de/the-imitation-game-ein-streng-geheimes-leben/>
 - Podcast: <https://www.deutschlandfunknova.de/podcasts/download/eine-stunde-history>

Alan Turing

23.06.1912 –
07.06.1954



Sek I/II
Künstliche Intelligenz



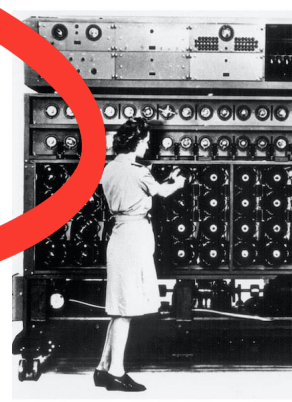
SEK I
Verschlüsselung

1938 arbeitete mit
Government Code and
Cypher School zusammen
1939-1940 in Bletchley Park
**Arbeit an Entschlüsselung
Enigma Code**

SEK II
Turing Maschine
1912 in London
geboren



1931 Studium
Mathematik Kings
College, Cambridge
1936 Turing Maschine



Rückkehr nach Cambridge

1950 Turing Test

1952 **Anklage wegen
Homosexualität** → „Behandlung“
statt Haftstrafe

1954 Tod durch Cyanidvergiftung

RAHMENPLAN

Endliche Automaten [MDS]

ca. 14/20 Unterrichtsstunden

Verbindliche Ziele und Inhalte	Hinweise und Anregungen
Mealy-Automat $MA = (X, Y, Z, \delta, \lambda, z_0)$ - Überführungs- und Ausgabefunktion tabellarisch und grafisch darstellen - einen Mealy-Automaten modellieren Akzeptor $A = (X, Z, \delta, z_0, Z_E)$ - Überführungsfunktion tabellarisch und grafisch darstellen - einen Akzeptor anhand einer gegebenen Sprache modellieren - eine Grenze von Akzeptoren erläutern Turingmaschine $TM = (X, Z, \Gamma, \delta, z_0, \\$, Z_E)$ - den Wert des Modells anhand der Church-Turing-These begründen - die Grenzen einer Turingmaschine anhand des Halteproblems erklären	Eine Analyse realer Automaten bildet den Ausgangspunkt für die Abstraktion zum Mealy-Automaten. z. B. anhand der Sprache $L(A) = \{a^n b^n \mid n \in \mathbb{N}\}$ Die Turingmaschine ist sowohl als Akzeptor als auch als rechnende Maschine mit Ausgabe zu betrachten.
<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i> Kellerautomat $KA = (X, Z, \Gamma, \delta, z_0, k_0, Z_E)$ - das Prinzip eines Kellerspeichers und die Kelleroperationen push, pop und nop erläutern - einen Kellerautomaten anhand einer gegebenen Sprache modellieren - Prinzip des Nichtdeterminismus anhand der Erkennung von Palindromen erläutern - eine Grenze von Kellerautomaten erläutern Turingmaschine - eine Turingmaschine anhand einer gegebenen Sprache modellieren	Es wird von folgender Variante eines Kellerautomaten ausgegangen: Ein Wort wird akzeptiert, wenn das Eingabewort vollständig gelesen wurde, der Keller leer ist und ein Endzustand erreicht wurde. z. B. anhand der Sprache $L(A) = \{a^n b^n c^n \mid n \in \mathbb{N}\}$

PROBLEME FÜR SCHÜLERINNEN MIT TURINGMASCHINE

- Turingmaschine mathematisches Modell → Vorstellung der Turingmaschine schwierig, da konkrete Maschine nicht existiert
- Brücke zwischen Theorie und Praxis schwer zu Erfassung → Fragen nach Nutzen
- Gedankliche Herausforderung → Nachvollziehbarkeit der Arbeitsweise
- **Mangelnde Motivation, Alltagsbezug oft schwierig**
- **Abstrakt, theoretisch**

BEGEGNUNG DIESER PROBLEME

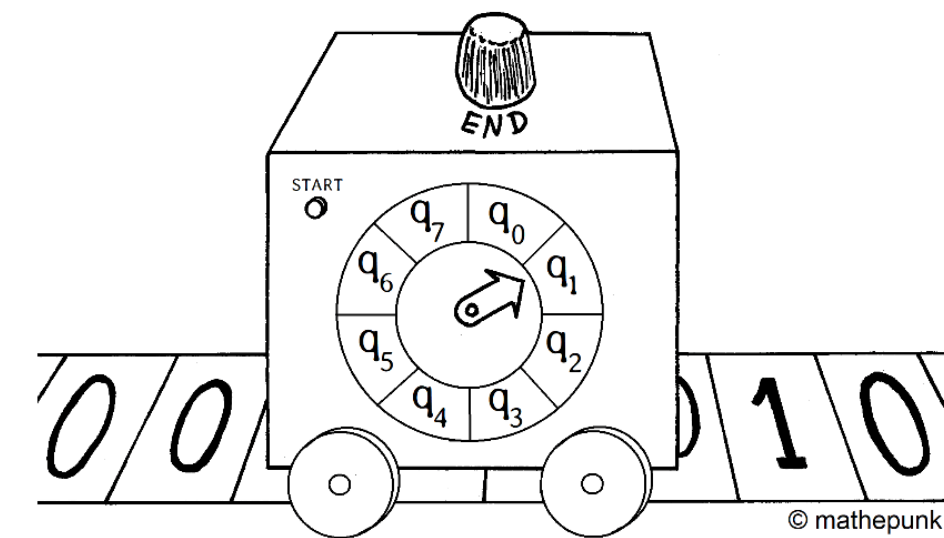
- TM durch Simulation oder Spiel greifbarer machen
- Alltagsbezug/Anwendung für SchülerInnen sichtbar machen
- Motivation über Turing als Persönlichkeit

IDEE EINER UNTERRICHTSEINHEIT: TURING MASCHINE

- Einführung mit Forscherfrage Spiel und Informatik
- Turing wer war das & warum große Rolle in Informatik
- Theoretische Auseinandersetzung mit Turing Maschine
- Zurück zum Spiel Anwenden des Wissens durch identifizieren von fehlenden Zusammenhängen



$\equiv ?$

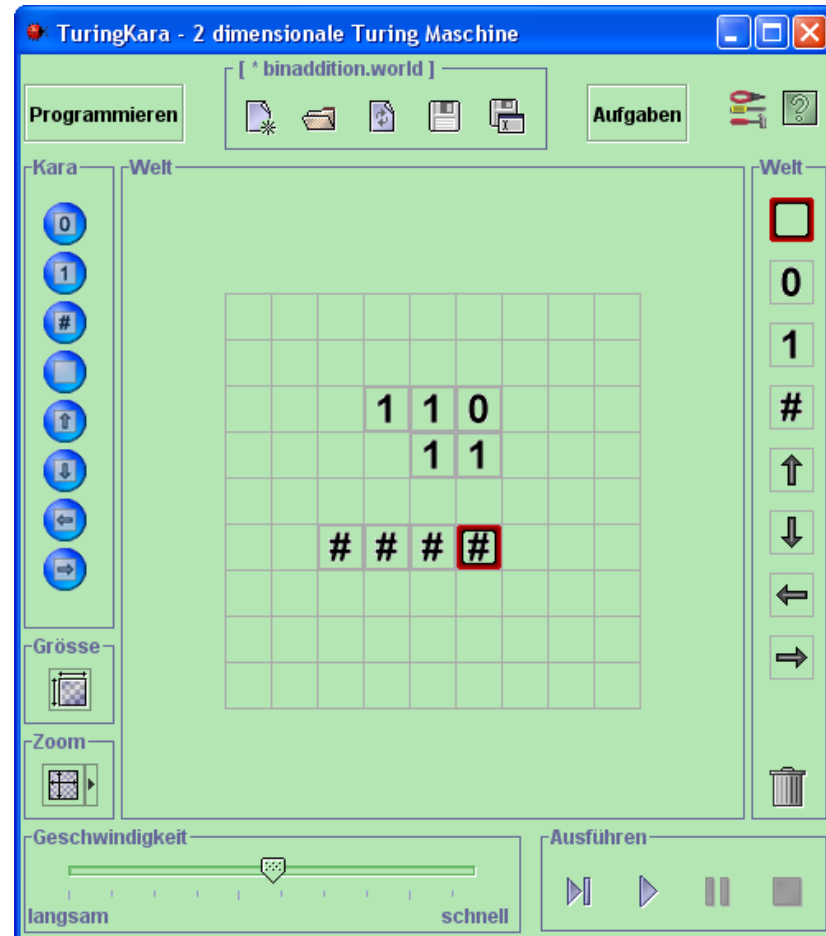


TURING MASCHINE ERARBEITEN

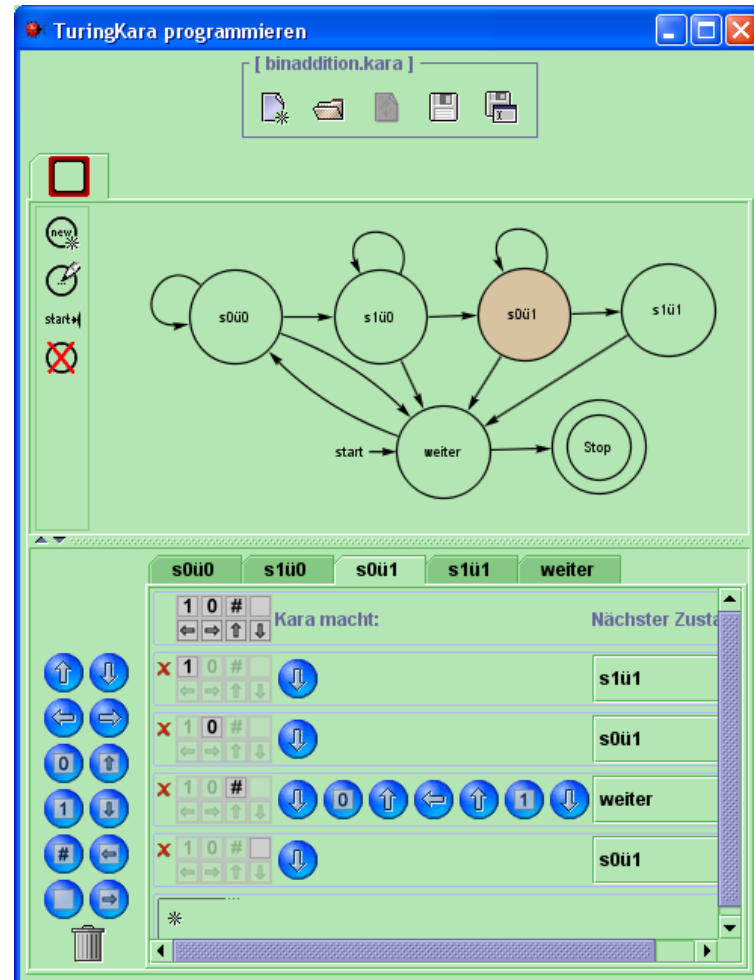
	5	2	6
	9	4	6
1		1	
1	4	7	2

	1	1	0
		1	1
1	1		
1	0	0	1

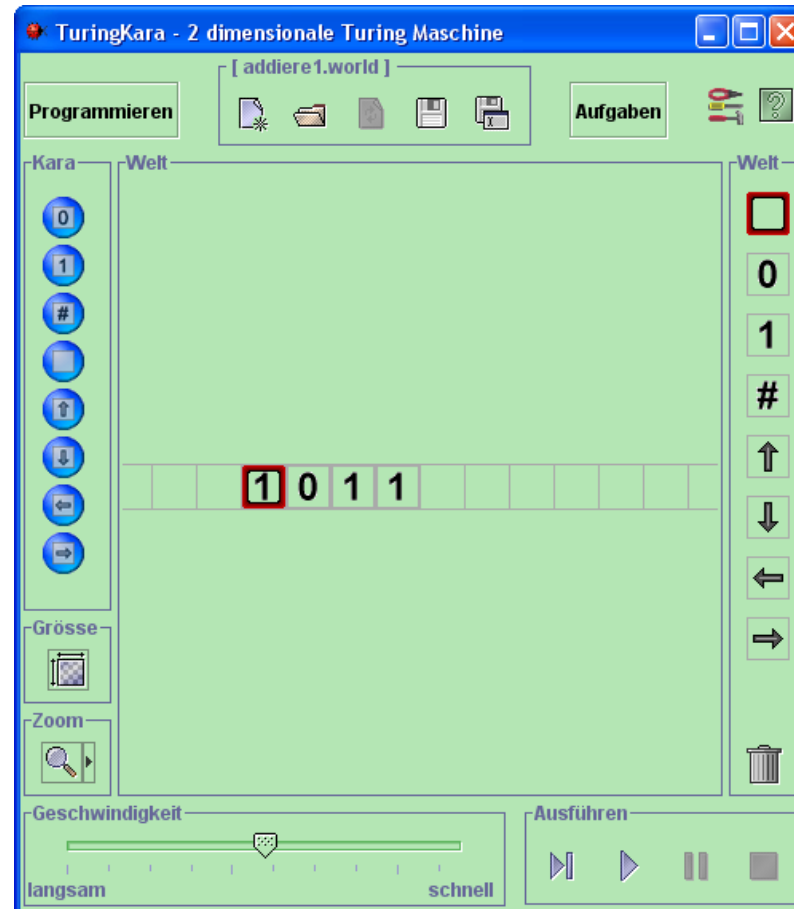
TURING MASCHINE ERARBEITEN



TURING MASCHINE ERARBEITEN



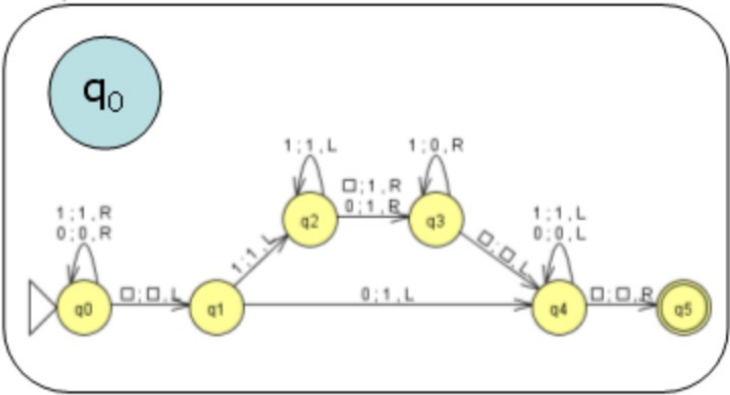
TURING MASCHINE ERARBEITEN



PRÄZISIERUNG TURING MASCHINE

$$TM = (X, Z, \Gamma, \delta, z_0, \$, Z_E)$$

- Z eine nichtleere, endliche Menge von **Zuständen**
- X eine nichtleere, endliche Menge von **Eingabesymbolen**, die das Symbol $\$$ (für ein leeres Feld) nicht enthält
- Γ eine nichtleere, endliche Menge von **Bandsymbolen**, die alle Eingabesymbole, gegebenenfalls weitere Hilfssymbole und das Symbol $\$$ für ein leeres Feld enthält
- δ eine **Überföhrungsfunktion**, die dem aktuellen Zustand in Abhängigkeit von einem gelesenen Symbol den Folgezustand zuordnet, zudem das zu schreibende Symbol und die Bewegung des Lese-Schreibkopfes festlegt
- z_0 einen ausgezeichneten Zustand - den **Anfangszustand** -
- Z_E eine Menge von **Endzuständen**



TURING MASCHINE SIMULATION



Turingmaschinen-Simulator

Geschwindigkeit

⏮

▶

⏭

⏸

■

↺

Zustand: q1 (nicht gestartet)

☰

<

>

+ Feld links

Leeren

Feld rechts +

⬆

Spezifikationen

Eingabealphabet $\Sigma =$

{1}

▼

Leerzeichen =

B

Speichern

Bandalphabet $\Gamma =$

{1,B}

Zustandsmenge $Q =$

{q1}

-

+

Anfangszustand $q_0 =$ q1

q1

▼

Endzustände $F = \{$

Wähle

▼

$\}$

Zustandsüberföhrungsfunktion $\delta =$

$\delta: Q \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{R, L, N\}$

⬆

Hilfswerkzeuge

ZAHL 1

Binär

▼

0

Einfügen

WÄHLE EIN BEISPIEL:

Wähle

▼

Wenn... Zustand

Lese

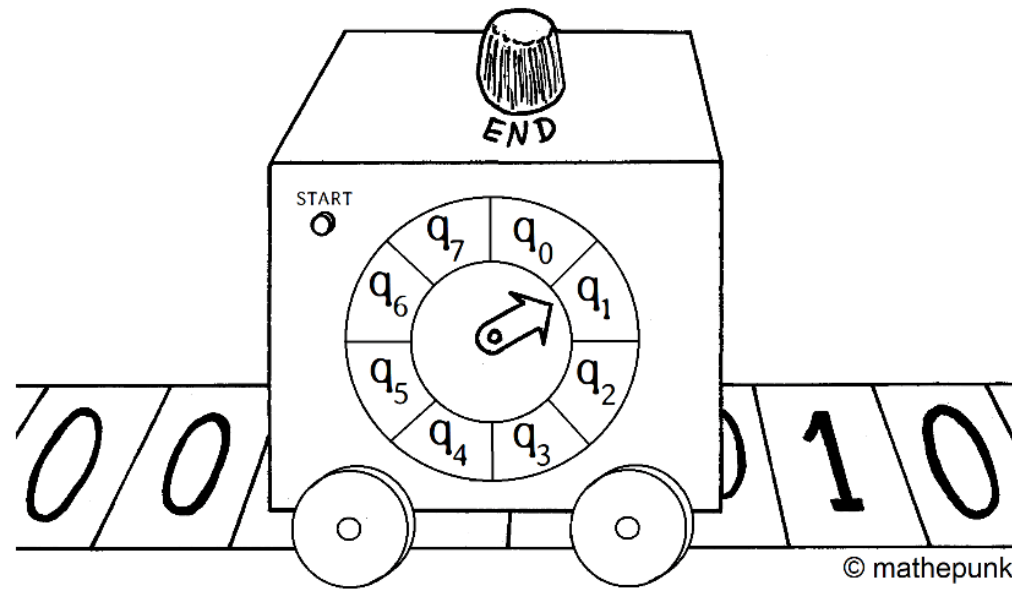
Dann... Neuer Zustand

Schreibe

Gehe nach

+

TURING MASCHINE ROLLENSPIEL



CHURCH-TURING-THESE

- 1936 von Alonzo Church und Alan M. Turing (unabhängig voneinander)



„Die Klasse der Turing-berechenbaren Funktionen stimmt mit der Klasse der intuitiv berechenbaren Funktionen überein.“

IST TURING DRIN, WO TURING DRAUFSTEHT?



AUSWERTUNG SPIELPHASE

QUELLEN

<https://inf-schule.de/algorithmen/berechenbarkeit>

<https://www.swisseduc.ch/informatik/karatojava/turingkara/>

<https://www.einstieg-informatik.de/alan-turing/>

https://mathepauker.com/Musterex/Benedict/Projektarbeiten/Uebung_Turing_Maschine.pdf

María Isabel Sánchez Vegara, Alan Turing, 2020, Little People Big Dreams