

Seminar 12

Theoretische Informatik

Theoretische Informatik und allgemeine Bildung

Lukas Sellin

Seminar **Didaktik der Informatik** vom 18. Januar 2016

Version: 4e1ea1
 Stand: 2016-01-17 19:50
 Bearbeitet von: sellin
 Lizenz : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> – 

Fachgebiet Didaktik der Informatik
 Bergische Universität Wuppertal



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
 informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
 Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
 Grundschule

Literatur



- 1 Ausgewählte Elemente der theoretischen Informatik vor dem Hintergrund der Didaktik kriteriengestützt bzgl. der informatischen Allgemeinbildung einordnen.
- 2 Ein Teilgebiet (Automaten) der theoretischen Informatik für die schulische Umwelt darstellen.
- 3 Verschiedene Unterrichtsaufgaben für den Unterricht beurteilen und weiterentwickeln.
- 4 Die Teilgebiete der theoretischen Informatik mit den Bildungsdokumenten vergleichen.
- 5 Über weitere Gestaltungsoptionen der Automatentheorie in der Primarstufe diskutieren.

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



1 Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik im Unterricht

2 Theoretische Informatik und informatische Allgemeinbildung

3 Theoretische Informatik: Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

4 Theoretische Informatik in den Bildungsdokumenten

5 Theoretische Informatik in der Grundschule

Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



Zwei Fragen am Anfang

- 1 Was verstehen Sie unter *Theorie* und unter *theoretischer Informatik*?
- 2 Was ist dann die Praxis der Informatik und die praktische Informatik?

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik
Automatentheorie
Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat
NRW-Zentralabituraufgabe 2008
Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur

Definition - Theorie:

» **Theorie** [griech. >Betrachtung<, zu theorein >anschauen<, >betrachten<, >erwägen<]:

- 1 rein gedankl. Betrachtungs- und Erklärungsweise im Unterschied zur prakt. Anwendung bzw. im Ggs. zur Praxis als tätig veränderndem Bezug zur Wirklichkeit [...]
- 2 ein System von Aussagen oder Sätzen, das in gewissem Umfang der Zusammenfassung, Beschreibung, Erklärung und Vorhersage von Phänomenen dient. [...]
- 3 ist auch Bezeichnung [...] für die Lehre über die Grundlagen, Gesetze und Prinzipien eines bestimmten Bereichs der Wissenschaft, Technik oder Kunst. [...]

(nach Brockhaus Die Enzyklopädie in vierundzwanzig Bänden 2001, S. 14).



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



Definition - theoretische Informatik:

»[Die theoretische Informatik] beschäftigt sich mit den abstrakten Konzepten und Methoden, die sich hinter den Fassaden moderner Computersysteme verbergen« (nach Hoffmann 2011, S. 11).

Die *theoretische Informatik* formalisiert Erkenntnisse in Aussagen und Sätzen und ist dadurch die Lehre über die Grundlagen, Gesetze und Prinzipien der Informatik.

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur

Grundlage - theoretische Informatik:

Einige der theoretischen Informatiker sehen ihr Fachgebiet als Grundlage anderer Fachgebiete. Dadurch entwickelte Herold die Abbildung und folgende These:

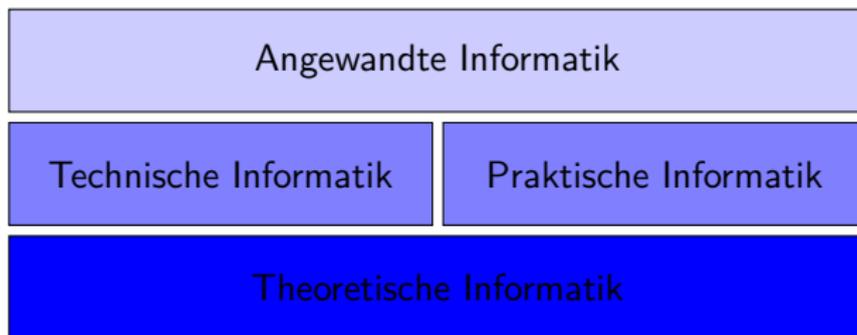


Abbildung: Die vier Hauptgebiete der Informatik

»Die Theoretische Informatik ist die Basis für die technische und praktische Informatik [...]« (nach Helmut Herold 2012, S. 42).



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

- *Logik und Deduktion* beschäftigt sich mit Fragestellungen mathematischer Theorien und hauptsächlich mit der Untersuchung formaler Systeme (Kalküle).
- Die Theorie der *Formalen Sprachen* analysiert, klassifiziert und erzeugt Wortmengen aus einem endlichen Alphabet und bildet somit eine formale Grammatik für künstliche Sprachen.
- Die **Automatentheorie** beschäftigt sich mit abstrakten Maschinenmodellen, die sich zur Modellierung, zur Analyse und zur Synthese zustandsbasierter Systeme eignen.
- *Berechenbarkeitstheorie* untersucht Probleme nach ihrer algorithmischen Lösbarkeit.
- *Komplexitätstheorie* versucht quantitativ die Eigenschaften einer Lösungsstrategie zu erfassen und beurteilt die Effizienz der Lösungsstrategie (Laufzeit, Speicherplatzverbrauch).

(vgl. Hoffmann 2011, S. 12f).



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



Theoretische Informatik ...

- ist abstrakt und hat ihren Ursprung in der Mathematik,
- hat einen gefestigten Stoffumfang, sodass die Erkenntnisse und Methoden stabil sind und sich nicht kontinuierlich wandeln wie bei der Softwaretechnik,
- ist trotzdem sehr umfangreich und keine tote Wissenschaft, da noch Probleme ungelöst sind (siehe 7-Millennium-Probleme)

(vgl. Hoffmann 2011, S. 11 und 32f).

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur



Theoretische Informatik ...

- ist die *bessere Mathematik*, da sie mathematische und logische Grundlagen vermittelt, aber auch die Modellierung der Realität und die Problemlösung fördert.
- ist stark *interdisziplinär*, z. B. in der medizinischen Diagnostik, automatischen Spracherkennung oder der Weltraumforschung usw.
- und deren Erkenntnisse sind *längerfristig aktuell* im Gegensatz zu den Produkten der berufs-praktischen Informatik.
- ist aber auch *praxisrelevant*. Sie liefert Konzepte und Methoden, die sofort in die Praxis umgesetzt werden können und ohne die viele Anwendungen unmöglich wären

(vgl. Hromkovič 2007, S. 22).

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur



Automaten/technische Systeme arbeiten ereignisbasiert. Durch ein äußeres Ereignis (Ursache) reagiert ein Automat mit einer konkreten Aktion (Wirkung). Wie der Automat genau reagiert, hängt von dem äußeren Ereignis selbst und von dem Zustand (Gedächtnis des Systems), in dem sich der Automat aktuell befindet, ab. Allgemein kann ein solcher Automat auf zweierlei Arten reagieren: nach außen sichtbar oder nach außen unsichtbar, indem er intern seinen Zustand ändert. Um die Komplexität bei steigenden Zuständen übersichtlich darzustellen, werden verschiedene Darstellungen verwendet.

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur



Allgemein lassen sich zwei Automatentypen voneinander unterscheiden:

- *Akzeptoren* entscheiden immer mit einer binären Antwort, ob eine Zeichenfolge ein gültiges Eingabewort ist. Die Menge aller Wörter, die vom Automaten A mit »Ja« beantwortet wird, bildet die von A akzeptierte Sprache $L(A)$.
- *Transduktoren* sind abstrakte Maschinen, die eine eingegebene Zeichenfolge lesen und daraus eine Folge von Ausgabezeichen generieren. Somit sind *Transduktoren* Übersetzer

(vgl. Hoffmann 2011, S. 202f).

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur



Definition (Deterministischer endlicher Automat)

Ein deterministischer endlicher Automat (kurz DEA) ist ein 5-Tupel $(Q, \Sigma, \delta, E, s_0)$. Er besteht aus:

- der endlichen Zustandsmenge Q ,
- dem endlichen Eingabealphabet Σ ,
- der Zustandsübergangsfunktion $\delta : Q \times \Sigma \rightarrow Q$,
- der Menge der Endzustände $E \subseteq Q$,
- dem Startzustand $s_0 \in Q$

(nach Hoffmann 2011, S. 204).

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

Beispiel einer Anwendung: Die eingegebene Ziffernfolge wird genau dann akzeptiert, wenn sie einer durch 2 teilbaren Dezimalzahl entspricht. Das entsprechende 5-Tupel $(Q, \Sigma, \delta, E, s_0)$ besteht aus:

$$Q := \{s_0, s_1\}$$

$$\Sigma := \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$\delta(s_0, \sigma) := \begin{cases} s_0 & \text{für } \sigma \in \{0, 2, 4, 6, 8\} \\ s_1 & \text{für } \sigma \in \{1, 3, 5, 7, 9\} \end{cases}$$

$$\delta(s_1, \sigma) := \begin{cases} s_0 & \text{für } \sigma \in \{0, 2, 4, 6, 8\} \\ s_1 & \text{für } \sigma \in \{1, 3, 5, 7, 9\} \end{cases}$$

$$E := \{s_0\}$$



Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

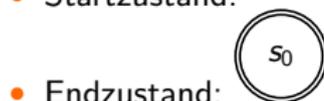
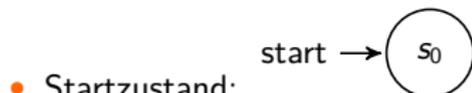
Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

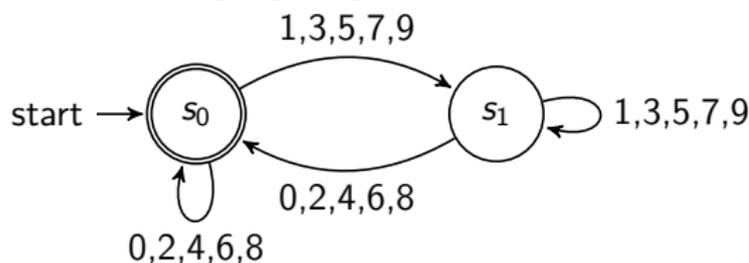
Literatur

Beispiel - graphische Darstellung

- Legende:



- Zustandsübergangsdiagramm:



Wir nehmen als Beispiel die Zahl 276. Dadurch erhalten wir folgende Konfigurationsübergänge:



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

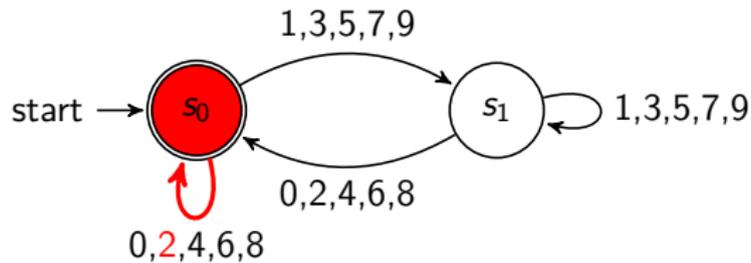
Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

Beispiel - graphische Darstellung

$(s_0, 276) \rightarrow (s_0, 76)$:



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

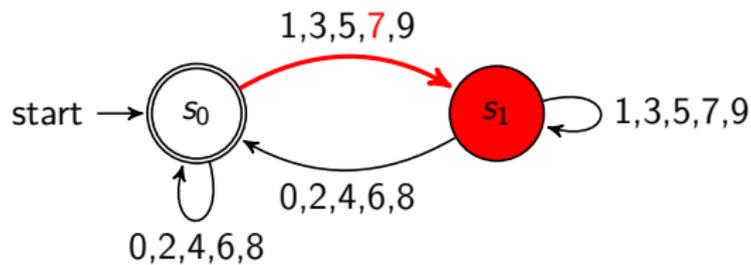
Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

Beispiel - graphische Darstellung

$(s_0, 76) \rightarrow (s_1, 6)$:



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

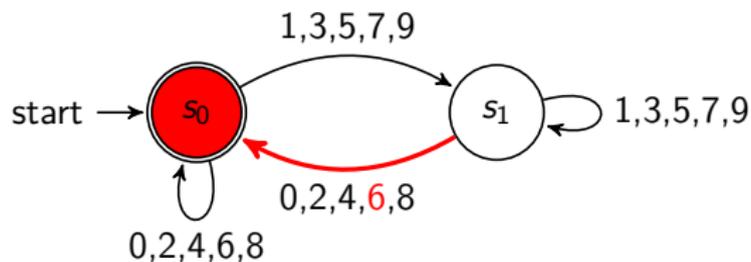
Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

Beispiel - graphische Darstellung

$(s_1, 6) \rightarrow (s_0, \epsilon)$:



Da $s_0 \in E$ gilt, ist die Zahl 276 durch 2 teilbar und ist eine akzeptierte Ziffernfolge.



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: Informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



Arbeitsauftrag

Soll die theoretische Informatik in der Schule unterrichtet werden?
Begründen Sie ihre Antwort!

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur

- Die Theorie und Praxis der Informatik verschmelzen zunehmend, was »Verschränkung von Theorie und Praxis« (vgl. Humbert 2006, S. 15) genannt wird. Durch den praxisorientierten Unterricht rückt die theoretische Informatik in den Hintergrund.
- Da Informatik meistens nur als Wahlfach in den Schulen angeboten wird, muss das Fach durch seine Attraktivität die Schülerinnen und Schüler anziehen. Diese Attraktivität ist aber durch die theoretische Informatik nur schwer zu erreichen, da die theoretischen Inhalte die Schülerinnen und Schüler als langweilig und als zu schwer ansehen und diese bei ihnen sehr unbeliebt sind (vgl. Modrow 2003, S. 177).



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



Dadurch, dass Informatiksysteme heutzutage aus unserem Leben nicht wegzudenken sind und eine zentrale Rolle unserer Lebens- und Arbeitswelt darstellen, müssen Schülerinnen und Schüler auf dessen Möglichkeiten und Probleme entsprechend vorbereitet sein. Diese Anforderung wird nur durch das Schulfach Informatik eingelöst. Die informatische Allgemeinbildung in den Schulen ist Teil der Allgemeinbildung, um die Zukunft verantwortlich in freier Selbstbestimmung zu gestalten. (vgl. Humbert 2006, S. 26 u. 65f). Die informatische Allgemeinbildung sollte vor allem auf den »fundamentalen Ideen« der Informatik aufgebaut sein.

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



Nach Schwill ist es unverzichtbar, dass sich die Inhalte des Informatikunterrichts an den beständigen Grundlagen der Wissenschaft orientieren. Dadurch wird den Schülerinnen und Schülern ein Bild von den grundlegenden Prinzipien, Denkweisen und Methoden der Informatik vermittelt. Diese grundlegenden Prinzipien, Denkweisen und Methoden der Informatik nennt er »fundamentale Ideen« (vgl. Schwill 1993).

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



Ein Prinzip, eine Denkweise oder eine Methode ist erst dann eine »fundamentale Idee«, wenn folgende vier Kriterien erfüllt sind:

- 1 **Horizontalkriterium:** Ist in verschiedenen Bereichen (der Wissenschaft) vielfältig anwendbar oder erkennbar.
- 2 **Vertikalkriterium:** Kann auf jedem intellektuellen Niveau aufgezeigt und vermittelt werden.
- 3 **Zeitkriterium:** Ist in der historischen Entwicklung (der Wissenschaft) deutlich wahrnehmbar und bleibt längerfristig relevant.
- 4 **Sinnkriterium:** Besitzt einen Bezug zu Sprache und Denken des Alltags und der Lebenswelt.

(vgl. Schwill 1993).

Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



Arbeitsauftrag

Warum ist die Automatentheorie eine »fundamentale Idee«?

Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische
Informatik:
informatische
Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische
Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische
Informatik:
Grundschule

Literatur

Die Automatentheorie ist eine »fundamentale Idee«, da sie die vier Kriterien erfüllt.

- 1 Horizontalkriterium:** Die Automatentheorie ist ein Teilgebiet der theoretischen Informatik und wird in weiteren Teilgebieten, wie der Berechenbarkeitstheorie und der Komplexitätstheorie, verwendet. Außerdem spielt die Automatentheorie eine wichtige Rolle in der praktischen Informatik, z. B. im Compilerbau als Sprachakzeptoren. Verschiedene Problemlösungen, Anwendungen und Algorithmen lassen sich durch die Automatentheorie modellieren. Auch wird die Automatentheorie in Rechnersystemen, in Teilworterkennungen und bei Suchmaschinen im Internet verwendet (vgl. Gottfried Vossen 2002, S. 52ff).
- 2 Vertikalkriterium:** Schon im Kindergarten lernen Kinder, wie man über eine Ampel geht, die mit der Automatentheorie leicht modelliert werden. Die Zustände und Übergänge einer Ampel können die Kinder leicht nachvollziehen.



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

- 3 Zeitkriterium:** In den 30er Jahren untersuchte Turing die theoretische Leistung einer Rechenmaschine und entwickelte somit die Turingmaschine, die ein Automat ist. Chomsky entwickelte die Chomsky-Hierarchie, die eng mit den Automaten verbunden ist. Da sich die genannten Bereiche, in denen die Automatentheorie relevant ist, weiterentwickeln und Sprache/Programmiersprache auch in der Zukunft eine große Bedeutung haben wird, ist die Automatentheorie auch zukunftsrelevant.
- 4 Sinnkriterium:** Die Automatentheorie hat direkt mit der Sprache zu tun und bestimmt die Sprache in unseren Informatiksystemen, die aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken sind. Die Automatentheorie beeinflusst auch unsere Denkmuster, z. B.: Ich muss zuerst in meinem Internetbrowser »www.« eingeben, um auf eine Seite zu kommen.



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik
Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

Modrow nennt noch weitere Teilgebiete der theoretischen Informatik als »fundamentale Ideen«, die er allgemein unter dem Oberbegriff »Formalisierung« zusammenfasst.

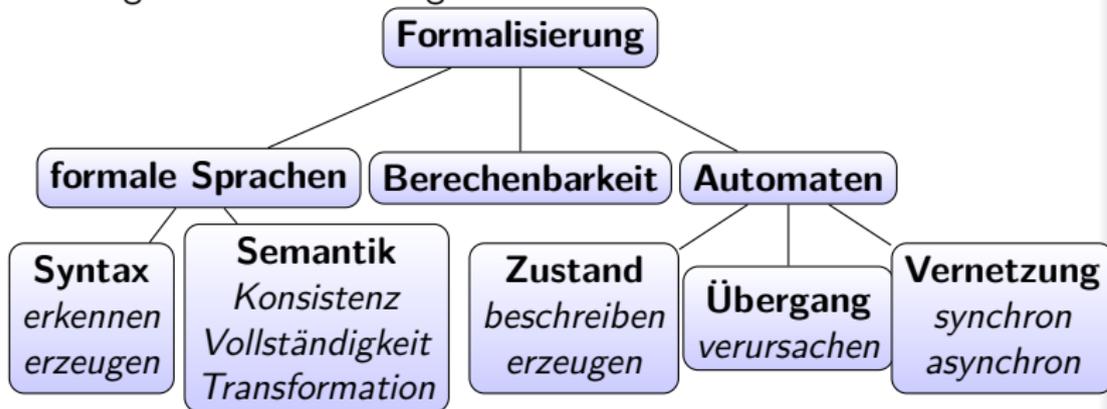


Abbildung: Zur fundamentalen Masteridee »Formalisierung«

(nach Modrow 2003, S. 178).

Die theoretische Informatik soll einen wichtigen Teil im Schulunterricht einnehmen, da es ein Fundament der Informatik ist und eindeutig »fundamentale Ideen« aufweist, die zur informatischen Allgemeinbildung zu zuordnen sind.



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur

Erstes Unterrichtsbeispiel: Fahrkartenautomat

Wir betrachten einen Fahrkartenautomaten und wollen die wesentlichen Bestandteile und seine Arbeitsweise analysieren. Dabei nehmen wir an, dass es sich um einen Automaten für genau eine Sorte Fahrkarten zum Preis von 2,50 Euro handelt. Der Automat hat einen Geldeinwurfschlitzen, in den nacheinander Münzen im Wert von 0,50 Euro oder 1,00 Euro eingeworfen werden können. Sobald jeweils genügend Geld eingeworfen ist, gibt der Automat nacheinander Fahrkarten in ein Warenentnahmefach aus. Zu viel eingeworfenes Geld wird nicht zurückgegeben. Damit der Automat ordnungsgemäß arbeitet, muss er intern auf irgendeine Art speichern, wie viel Geld bereits eingeworfen ist.

Aufgaben

- 1 Welche Eingaben sind möglich?
- 2 Über welche internen Zustände muss der Automat verfügen, um sich die verschiedenen Eingaben zu merken?
- 3 Über welche Ausgabeoptionen verfügt der Fahrkartenautomat?



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur



Lösung

- 1 Es sind zwei verschiedene Eingaben möglich: 0,50 Euro und 1,00 Euro Münzen.
- 2 Es sind folgende interne Zustände möglich: kein Geld eingeworfen, 0,50 Euro eingeworfen, 1,00 Euro eingeworfen, 1,50 Euro eingeworfen, 2,00 Euro eingeworfen.
- 3 Es sind zwei verschiedene Ausgaben möglich: nichts, Fahrkarte zu 2,50 Euro.

Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische
Informatik:
informatische
Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische
Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische
Informatik:
Grundschule

Literatur



Der frühere russische Geheimdienst KGB hörte jahrelang den Nachrichtenstrom des britischen Geheimdienstes MI6 ab. Aus Sicherheitsgründen hatte der MI6 sämtliche Nachrichten so codiert, dass diese nur noch aus einer Folge von Ziffern bestanden. Ziffern in der Originalnachricht wurden unverändert übernommen. Die „Mithörer“ des KGB waren insbesondere an Nachrichten interessiert, in denen es um den britischen Geheimagenten James Bond, genannt 007, ging.

Mitarbeiter des KGB hatten den folgenden Automaten konstruiert, um Nachrichten, in denen das Kürzel 007 enthalten ist, abzufangen (nach Gierhardt 2015, S. 31f).

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

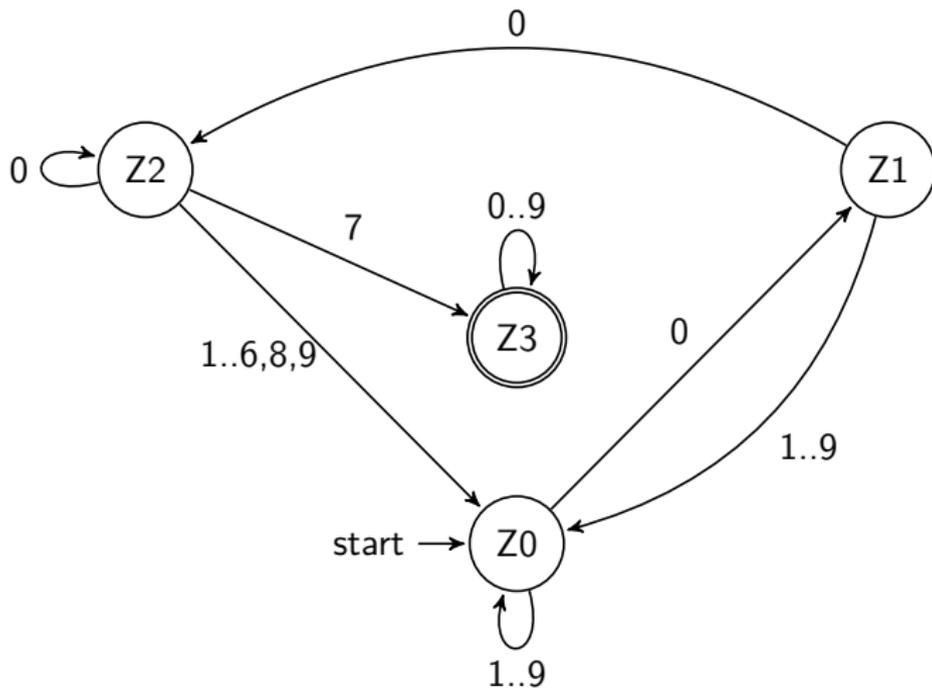
Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

Zweites Unterrichtsbeispiel: Geheimdienst KGB



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik
Automatentheorie
Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

Aufgaben

- 1** Geben Sie das Eingabealphabet, die Menge der Zustände, die Menge der Endzustände und den Startzustand an. Geben Sie drei verschiedene Eingabeworte an, die der oben angegebene Automat akzeptiert. Dabei sollen nicht alle Worte auf der Ziffer 7 enden. Zeigen Sie, dass der Automat das Eingabewort 120006007006 akzeptiert.
- 2** Übertragen Sie den Automaten in die Form einer Zustandstabelle.
- 3** Durch Spione fand der KGB heraus, dass ein weiterer Geheimagent Charlie Brown, genannt 707, sein Unwesen trieb. Auch sein Name tauchte in den abgefangenen Geheimnachrichten des MI6 auf. Erweitern Sie den oben dargestellten Automaten so, dass dieser alle Nachrichten akzeptiert, in denen einer der beiden Agenten oder auch beide erwähnt werden.



Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische
Informatik:
informatische
Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

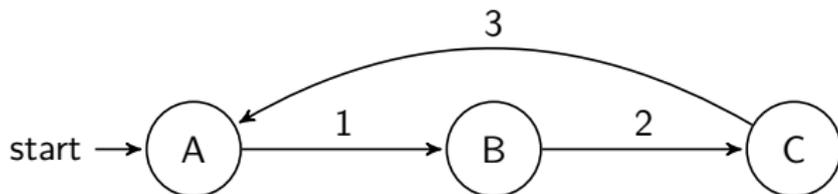
Theoretische
Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische
Informatik:
Grundschule

Literatur

Drittes Unterrichtsbeispiel: Kaugummiautomat

In dieser Aufgabe soll ein Kaugummiautomat mit Hilfe einer Skizze beschrieben werden. Der Kaugummiautomat funktioniert wie folgt: Man schmeißt 10 Cent ein und dreht an dem Rad. Dann fällt der Kaugummi in den Auffangbehälter und kann entnommen werden. Diese Skizze soll die Funktionsweise des Kaugummiautomaten beschreiben:



(nach Anne Schüller 2007, S. 11f).



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



Aufgaben

Ordne die aufgelisteten Punkte den Buchstaben und Ziffern in der Skizze zu:

- 1 Drehknopf wird freigegeben
- 2 Der Drehknopf wird gedreht
- 3 Automat wartet auf Geldeinwurf
- 4 Automat gibt Kaugummi aus
- 5 Kaugummi wird entnommen
- 6 10 Cent werden eingeworfen

Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische
Informatik:
informatische
Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische
Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische
Informatik:
Grundschule

Literatur



Arbeitsauftrag

Welche Unterrichtsaufgaben waren schlecht und welche gut?
Begründen Sie ihre Meinung!
Wo sehen Sie Verbesserungsvorschläge?

Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische
Informatik:
informatische
Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische
Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische
Informatik:
Grundschule

Literatur



Arbeitsauftrag

Untersuchen Sie die Bildungsdokumente auf die theoretische Informatik!

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



- **Inhaltsbereich:** Sprachen und Automaten
- **Allgemeine Anforderungen:** Schülerinnen und Schüler aller Jahrgangsstufen
 - nutzen formale Sprachen zur Interaktion mit Informatiksystemen und zum Problemlösen
 - analysieren und modellieren Automaten
- Theoretische Informatik ist stärker, aber auch versteckt, enthalten in den Prozessbereichen, wie z. B.:
 - Begründen und Bewerten
 - Darstellen und Interpretieren

(vgl. GI 2008).

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur



- **Methodische Kompetenzen:** Erwerb und Strukturierung informatischer Kenntnisse
 - Die Prüflinge verfügen über strukturiertes informatisches Basiswissen.
 - Die Prüflinge haben gefestigte Kenntnisse über Grundprinzipien und Basiskonzepte der Informatik.
- **Fachliche Inhalte:** Zustandsorientierte Modellierung, Sprache als Werkzeug der Kommunikation (Aspekte der formalen Sprachen, Syntax und Semantik), prinzipielle und praktische Grenzen der Berechenbarkeit

(vgl. KMK 2004).

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik
Automatentheorie
Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat
NRW-Zentralabituraufgabe 2008
Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Literatur

Einige Kompetenzerwartungen:

- **Algorithmen zum Suchen und Sortieren:**
 - Die Schülerinnen und Schüler beurteilen die Effizienz von Algorithmen am Beispiel von Sortierverfahren hinsichtlich Zeitaufwand und Speicherplatzbedarf.
- **Syntax und Semantik einer Programmiersprache:** Die Schülerinnen und Schüler
 - interpretieren Fehlermeldungen und korrigieren den Quellcode.
 - beurteilen die syntaktische Korrektheit und die Funktionalität von Programmen.
- **Endliche Automaten:** Die Schülerinnen und Schüler
 - analysieren und erläutern die Eigenschaften endlicher Automaten einschließlich ihres Verhaltens bei bestimmten Eingaben.
 - ermitteln die Sprache, die ein endlicher Automat akzeptiert.
 - zeigen die Grenzen endlicher Automaten im Anwendungszusammenhang auf.

(vgl. Informatiklehrkräfte aus NRW 2015).



Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische
Informatik:
informatische
Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische
Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische
Informatik:
Grundschule

Literatur



Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 2:

- **Thema:** Endliche Automaten und formale Sprachen
- **Unterthemen:** Transduktoren, Akzeptoren, Umsetzung eines Automaten in ein Programm, Grammatiken, Reguläre Ausdrücke, Reguläre Sprachen, Nicht endliche Automaten

(vgl. MSW-NW 2013).

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur



Arbeitsauftrag

Soll die theoretische Informatik in der Grundschule unterrichtet werden? Und, wenn ja, wie?

Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur

Anne Schüller, Anke Honskamp (2007). *Leitprogramm Informatik: Einführung in die Automatentheorie*. URL:

<http://schuelerlabor.informatik.rwth-aachen.de/sites/default/files/materialien/Automatentheorie%20-%20Sch%C3%BClerversion.pdf> (besucht am 29. 01. 2016).

Brockhaus Die Enzyklopädie in vierundzwanzig Bänden (2001). Leipzig.

GI (2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*.

Erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards« – Beschluss des GI-Präsidiums vom 24. Januar 2008 – veröffentlicht als Beilage zur LOG IN 28 (2008) Heft 150/151. URL:

<http://tny.im/eo9Pt> (besucht am 14. 10. 2015).

Gierhardt, Horst (2015). *Formale Sprachen und Automatentheorie*.

URL: http://www.oberstufeninformatik.de/theorie/Formale_Sprachen.pdf (besucht am 29. 01. 2016).



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Gottfried Vossen, Kurt-Ulrich Witt (2002). *Grundlagen der Theoretischen Informatik mit Anwendungen*. ISBN 3-528-13147-0. Vieweg Verlag.

Helmut Herold Bruno Lurz, Jürgen Wohlrab (2012). *Grundlagen der Informatik*. Zweite. ISBN 978-3-86894-111-1. München: Pearson.

Hoffmann, Dirk W. (2011). *Theoretische Informatik*. Zweite. ISBN 978-3-446-42639-9. München: Carl Hanser Verlag.

Hromkovič, Juraj (2007). *Theoretische Informatik. Formale Sprachen, Berechenbarkeit, Komplexitätstheorie, Algorithmik, Kommunikation und Kryptographie*. 3.Aufl. Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag. ISBN: 978-3-8351-0043-5.

Humbert, Ludger (2006). *Didaktik der Informatik – mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial*. 2., überarbeitete und erweiterte Aufl. Leitfäden der Informatik. Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag. ISBN: 3-8351-0112-9.



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik: informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik: Bildungsdokumente

Theoretische Informatik: Grundschule

Informatiklehrkräfte aus NRW (2015). *Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe Informatik (Stand: 15. März 2015).* URL: <http://ddi.uni-wuppertal.de/material/materialsammlung/klp.html> (besucht am 08.04.2015).

KMK, Hrsg. (2004). *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung »Informatik«.* KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland – Beschluss der KMK vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004. Bonn: KMK. URL:

http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01_EPA_Informatik.pdf (besucht am 10.02.2015).

Modrow, Eckart (2003). »Fundamentale Ideen der theoretischen Informatik«. In: *Lecture Notes in Informatics. Informatische Fachkonzepte im Unterricht.* Hrsg. von Peter Hubwieser. Bonn, S. 189–200.



Einführung

Definition - Theorie und theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der theoretischen Informatik

Theoretische Informatik:
informatische Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe 2008

Kaugummiautomat

Theoretische Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische Informatik:
Grundschule

Literatur

MSW-NW (2013). *Kernlehrplan Informatik für die gymnasiale Oberstufe*. MSW-NW – Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. URL: <http://tny.im/6gTy3> (besucht am 23.02.2015).

Schwill, Andreas (1993). »Fundamentale Ideen der Informatik«. In: *ZDM* 25.1. ZDM – Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, S. 20–31. ISSN: 0044-4103. URL: <http://www.informatikdidaktik.de/Forschung/Schriften/ZDM.pdf> (besucht am 01.10.2015).

Dieses Dokument wird unter der folgenden
Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht: 
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Einführung

Definition - Theorie und
theoretische Informatik

Automatentheorie

Stellenwert der
theoretischen Informatik

Theoretische
Informatik:
informatische
Allgemeinbildung

Unterrichtsbeispiele

Fahrkartenautomat

NRW-Zentralabituraufgabe
2008

Kaugummiautomat

Theoretische
Informatik:
Bildungsdokumente

Theoretische
Informatik:
Grundschule

Literatur