

Wolfgang Schlageter / Thorsten Oliver Rauhut

Einführung in die Theoretische Informatik

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2002 GRIN Verlag
ISBN: 9783656369516

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/207880>

Wolfgang Schlageter, Thorsten Oliver Rauhut

Einführung in die Theoretische Informatik

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

W. Schlageter

T.O. Rauhut

Einführung
in die
Theoretische Informatik

Heilbronn 2002

W. Schlageter

T.O. Rauhut

Einführung
in die
Theoretische Informatik

Heilbronn 2001

Vorwort

Die Theorie einer Wissenschaft beschreibt und erklärt die allgemeinen Strukturen, die dieser zugrunde liegen und die die jeweiligen konkreten Anwendungen logisch rechtfertigen. Für die Informatik nennen die grundlegenden Standardwerke (siehe Literaturhinweise) hierzu im Wesentlichen die Formalen Sprachen, die Automatentheorie, sowie hierauf aufbauend die Entscheidungs- und Komplexitätstheorie.

Ziel der vorliegenden Abhandlung ist es, eine Einführung in die schwierige und komplexe Thematik zu geben. Dabei werden hauptsächlich folgende Ziele angestrebt.

1. Den Leser mit den wesentlichen Denk- und Schlussweisen, so wie sie in der Theoretischen Informatik üblich sind vertraut zu machen.
2. Die wichtigsten Ergebnisse der Entscheidungs- und Komplexitätstheorie zu vermitteln.

Hierdurch sollte der Leser dann im Stande sein, sowohl die allgemeinen Ergebnisse der Informatik als auch sein eigenes Tun kritisch zu reflektieren. Darüber hinaus aber auch in der Lage sein, sich die weiterführende Literatur selbständig anzueignen.

Im einzelnen haben wir hierzu folgenden Weg gewählt: Nach einer kurzen allgemeinen Betrachtung über Theorie und Praxis wurden die wichtigsten Grundlagen aus der Logik, Mengenlehre und Algebra zusammengestellt. Diese sind, zumindest vom Inhalt her aus der Schule bekannt, so dass sich hier eine erste Möglichkeit bietet, mit der unter erstens angesprochenen Schlussweise vertraut zu werden.

Um den Zusammenhang zur Thematik nicht all zu sehr aus den Augen zu verlieren, bietet sich im weiteren der konkrete Bezug zur Boole'schen Algebra und dann als Anwendung die Schaltalgebra an. Für das zweite genannte Ziel haben wir uns exemplarisch auf den Algorithmusbegriff beschränkt. Einerseits wird hiermit auch der "reine" Praktiker täglich

konfrontiert, andererseits glauben wir, dass das genannte Ziel hierdurch am "anschaulichsten" vermittelt werden kann. Wer darüber hinaus an Detailfragen interessiert ist, wird auf die weiterführende Literatur verwiesen.

Die Ausarbeitung und Gestaltung der vorliegenden Abhandlung übernahm Herr Rauhut, für die Auswahl und die Richtigkeit des Inhaltes zeichnet Herr Dr. Schlageter verantwortlich.

Heilbronn, im September 2001

T. O. Rauhut
Dr. W. Schlageter

Inhaltsverzeichnis

0. WARUM SOLLTEN WIR UNS MIT THEORETISCHER INFORMATIK BESCHÄFTIGEN?	1
0.1 EINIGE BEMERKUNGEN ZU DEN BEGRIFFEN "THEORIE" UND "PRAXIS".....	1
0.2 BEMERKUNGEN ZUR THEORETISCHEN INFORMATIK.....	3
1. GRUNDLAGEN	5
1.1. DIE GRUNDBEGRIFFE DER AUSSAGELOGIK.....	5
1.2. MENGEN.....	17
1.3. GRUNDLAGEN DER ALGEBRA.....	28
2. EINFÜHRUNG IN DIE BOOLE`SCHE ALGEBRA	35
2.1. DEFINITION UND EINFACHE EIGENSCHAFTEN.....	35
2.2. INTERPRETATIONEN DER BOOLE`SCHEN ALGEBRA.....	48
2.2.1. DIE AUSSAGEALGEBRA.....	48
2.2.2. DIE MENGENTALGEBRA.....	54
2.2.3. DIE SCHALTALGEBRA.....	55
3. ALGORITHMEN	70
3.1. DER INTUITIVE ALGORITHMUSBEGRIFF.....	70
3.2. DIE TURINGMASCHINE ALS PRÄZISER ALGORITHMUSBEGRIFF.....	74
3.3. ALGORITHMISCHE ENTSCHEIDBARKEIT.....	85
3.4. GRENZEN DER ALGORITHMISIERUNG: ALGORITHMISCHE NICHTENTSCHEIDBARKEIT.....	89
3.5. EINFÜHRUNG IN DIE KOMPLEXITÄTSTHEORIE.....	100
3.5.1. PROBLEMSTELLUNG.....	100
3.5.2. KOMPLEXITÄTSMASSE.....	102
3.5.3. DIE KLASSEN P UND NP.....	108
3.5.4. NP-VOLLSTÄNDIGKEIT.....	110
LITERATURHINWEISE	115

0. Warum sollten wir uns mit Theoretischer Informatik beschäftigen?

0.1 Einige Bemerkungen zu den Begriffen "Theorie" und "Praxis".

Wir verstehen unter einer *Theorie ein System von Sätzen, die in einem bestimmten wissenschaftlich begründeten Zusammenhang stehen*. Konkret wird sich diese auf gewisse Elemente bzw. Fakten beziehen, wobei die Aussagen hierüber mehr oder weniger logisch verknüpft sind. So analysieren wir in der Physik die Bewegungen von Körpern, die diese unter dem Einfluß bestimmter Kräfte ausführen. Dabei ergeben sich die Bewegungsgleichungen aus dem allgemeinen Newton'schen Kraftgesetz (Körper fallen unter dem Einfluß der Gravitation gemäss der Gleichung $s = g/2 * t^2$).

Wir werden nun eine *Theorie als umso leistungsfähiger ansehen, je mehr Fakten des betreffenden Problembereichs durch sie erklärt werden*. Besonders eindrucksvolle Beispiele finden wir in der Physik: Die Maxwell'schen Gleichungen erklären das Licht als eine elektromagnetische Welle und erfassen somit das bis dahin getrennte Gebiet der Optik als einen Teil der Elektrodynamik.

Als weiteres Kriterium für die *Aussagefähigkeit einer Theorie gilt, in wie weit sie in der Lage ist, zukünftige Geschehensabläufe vorauszusagen*. "Savoir pour prévoir!" (A. Comte¹). Auch hier liefert wieder die Physik bewundernswerte Beispiele: 1931 sagte W. Pauli (1900–1958) auf Grund theoretischer Überlegungen die Existenz eines Elementarteilchens, des Neutrinos, voraus und beschrieb dessen Eigenschaften. 1956 wurde es dann tatsächlich in exakt dieser Form entdeckt.

Eine *Theorie wird nun die genannten Forderungen umso besser erfüllen, je weniger konkrete Elemente sie grundsätzlich enthält*, anders gesagt: je abstrakter sie in ihrer Anlage ist. Denn sie soll ja gerade für prinzipiell Neues offen sein. So wußte George Boole (1815–1864) natürlich nichts von elektronischen Schaltungen, trotzdem beschreibt seine Algebra deren Operationen. Allerdings bedeutet nun gerade dieser hohe Grad von

¹ Französischer Philosoph, *1798, †1857, Begründer des Positivismus.

Abstraktion für denjenigen, der sich in eine solche Theorie neu einarbeitet, ein nicht unbeträchtliches Hindernis und fordert neben dem entsprechenden intellektuellen Vermögen ein großes Maß an Beharrlichkeit und Konsequenz.

Es ist somit verführerisch, mit dem britischen Ökonomen R. F. Harrod (*1938) zu sagen: "Stop talking and get on with the job!" und sich der *Praxis* zuzuwenden. Verstehen wir hierunter allgemein *jedes konkrete Handeln im Dasein eines bestimmten Lebensvollzuges*, so zeigt es sich aber, dass eine derartige Einstellung zu kurz greift. Denn *jedes* solches *Handeln setzt eine bestimmte Theorie*, zumindest *in einem gewissen Umfang*, voraus. Als Robinson auf seine Insel verschlagen wurde hat er beim Bau seiner ersten Hütte sich irgendeine Theorie der Statik zugrunde gelegt. Vermutlich keine sehr gute! Als seine Hütte zusammenbrach wird er sich für seine nächste einen verbesserten Ansatz überlegt haben, bis er schließlich glaubte, über die für ihn bestmögliche Theorie zu verfügen. Damit war er dann in der Lage, bei Bedarf schnell und ohne grössere Komplikationen sich einen neuen Bau zu erstellen. In der Tat: Kein konkretes Handeln geschieht planlos. Auch die einfachste Form der Problemfindung, der Versuch und Irrtum kann nie theorielos erfolgen: Der Versuch erfolgt nicht "blind", sondern nach Maßgabe allgemeiner Regeln, der Irrtum kann nur an Hand eines Kriteriums, das einer Theorie entstammt, überprüft werden.

Es erhebt sich die Frage, inwieweit der Handelnde sich seiner Theorie bewusst sein soll? Der Delphin, bei dem die Gesetze der Strömungslehre ideal realisiert sind, weiss nichts von Physik. Der Mond braucht die Gesetze der Astronomie nicht zu kennen, um seit jeher seine Bahn perfekt durchlaufen zu können. Genügt aber diese Auffassung für den aufgeklärten Menschen? Aristoteles (*384 v. Chr. †322 v. Chr.) sagt, der Baumeister stehe höher als der Arbeiter, denn jener kenne die Gründe seines Tuns, dieser nicht! Natürlich können wir nicht in jedem Augenblick und in jeder Situation das Rad quasi neu erfinden; *diejenigen Vorgänge* aber, *die uns fundamental bestimmen, sollten wir zumindest exemplarisch durchschauen*. Hinzu kommt auch wieder ein durchaus praktisches Argument: wer neue Probleme lösen will, wer offen sein will für andere Aufgaben, der kann dies sinnvoll nur tun, wenn er das Beziehungsgeflecht in dem diese stehen durchschaut, wenn er also bewußt über eine Theorie verfügt.