

Theoretische Informatik für Lehrer

Vorlesungsscriptum Wintersemester 2004/05

DR. BERND REICHEL¹

DR. RALF STIEBE²

Fakultät für Informatik

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

¹Tel.: +49'391'67'12851, e-mail: reichel@iws.cs.uni-magdeburg.de, URL: theo.cs.uni-magdeburg.de

²Tel.: +49'391'67'12457, e-mail: stiebe@iws.cs.uni-magdeburg.de, URL: theo.cs.uni-magdeburg.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Literatur	4
1 Mathematische Grundlagen	5
1.1 Elementare Aussagenlogik	5
1.2 Elementare Mengenlehre	9
1.3 Relationen und Funktionen	13
1.4 Über die Mächtigkeit von Mengen	17
1.5 Algebraische Strukturen	18
1.6 Alphabete, Wörter, Sprachen	19
2 Berechenbarkeit	21
2.1 Intuitiver Berechenbarkeitsbegriff	21
2.2 Turing-Berechenbarkeit	22
2.3 LOOP-, WHILE- und GOTO-Berechenbarkeit	28
2.4 Die Churchsche These	37
2.5 Halteproblem und Unentscheidbarkeit	38
3 Komplexitätstheorie	43
3.1 Komplexitätsklassen	43
3.2 Das Domino-Problem	45
3.3 Nichtdeterministische Turingmaschinen und die Klasse NP	45
3.4 NP-Vollständigkeit	47
4 Formale Sprachen	53
4.1 Einführung	53
4.2 Grammatiken	54
4.2.1 Chomsky-Hierarchie	58
4.2.2 Wortproblem	60
4.2.3 Syntaxbäume	62
4.3 Reguläre Sprachen	63
4.3.1 Endliche Automaten	63
4.3.2 Nichtdeterministische endliche Automaten	67
4.3.3 Reguläre Ausdrücke	73
4.3.4 Das Pumping Lemma	80
4.3.5 Abschlusseigenschaften	82
4.3.6 Wortproblem und andere Entscheidbarkeitsprobleme	82
4.4 Kontextfreie Sprachen	84
4.4.1 Normalformen	84
4.4.2 Das Pumping Lemma	86
4.4.3 Abschlusseigenschaften	87
4.4.4 Entscheidbarkeit und der Algorithmus von Cocke, Younger und Kasami	88
4.4.5 Kellerautomaten	90
4.5 Rekursiv aufzählbare Sprachen	94
4.6 Kontextabhängige Sprachen	96
4.7 Tabellarischer Überblick	97

Vorwort

Das vorliegende Scriptum soll dem Leser eine Hilfe zum Studium und beim Besuch der gleichnamigen Vorlesung geben. Es orientiert sich an [9], aus dem auch wesentliche Teile übernommen wurden.

Für weitergehende oder vertiefende Studien ist [5] sehr geeignet und zu empfehlen. Auch die Lehrbücher [4, 10, 12, 13, 14] sind zu empfehlen.

Das Scriptum ist (wie jedes solches Werk) unfertig und wird ständig weiterbearbeitet. Dazu nehmen die Autoren Anregungen und Meinungen nicht nur gern entgegen, sondern wünschen sich von allen Lesern solche ausdrücklich.

Bernd Reichel, Ralf Stiebe

Magdeburg, im Oktober 2004

Literatur

- [1] J. Albert and Th. Ottmann. *Automaten, Sprachen und Maschinen für Anwender*. Bibliographisches Institut, Mannheim, 1983.
- [2] W. Brauer. *Automatentheorie*. B.G. Teubner, Stuttgart, 1984.
- [3] W. Brecht. *Theoretische Informatik – Grundlagen und praktische Anwendungen*. Vieweg, Braunschweig, 1995.
- [4] W. Bucher and H. Maurer. *Theoretische Grundlagen der Programmiersprachen*. B.I.-Wissenschaftsverlag, Mannheim, 1984.
- [5] E. Hopcroft J. and D. Ullman J. *Einführung in die Automatentheorie, Formale Sprachen und Komplexitätstheorie*. Addison Wesley, Reading, Bonn, 1990.
- [6] Ch. Posthoff and K. Schulz. *Grundkurs Theoretische Informatik*. B. G. Teubner, Stuttgart, 1992.
- [7] A. Salomaa. *Formale Sprachen*. Springer-Verlag, Berlin, 1978.
- [8] U. Schöning. *Logik für Informatiker*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1995.
- [9] U. Schöning. *Theoretische Informatik kurz gefaßt*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1995.
- [10] V. Sperschneider and B. Hammer. *Theoretische Informatik – Eine problemorientierte Einführung*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1996.
- [11] Th. A. Sudkamp. *Languages and Machines*. Addison-Wesley, Reading, 1988.
- [12] K. Wagner. *Einführung in die Theoretische Informatik*. Springer-Verlag, Berlin, 1994.
- [13] D. Wätjen. *Theoretische Informatik*. Oldenbourg, München, 1994.
- [14] I. Wegener. *Theoretische Informatik*. B. G. Teubner, Stuttgart, 1993.