

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>I.</b>   | <b>Einführung in die Theorie der formalen Sprachen</b>                        | <b>1</b>  |
| I.1         | Natürliche Sprachen   | 1         |
| I.2         | Die grundlegenden Definitionen  | 9         |
| I.3         | Auswertung arithmetischer Ausdrücke und (kontextfreie) Grammatiken            | 18        |
| I.4         | Definition von Programmiersprachen durch kontextfreie Grammatiken             | 21        |
| I.5         | Formale Erreichbarkeit von Prozeduren   | 27        |
| I.6         | Fragestellungen   | 28        |
| I.6.1       | Wort- und Äquivalenzprobleme  | 29        |
| I.6.2       | Eindeutigkeit und Mehrdeutigkeit  | 30        |
| I.6.3       | Hierarchiefragen und Abschlußeigenschaften                                    | 30        |
| I.6.4       | Mathematische Maschinen und Grammatiken                                       | 31        |
| I.6.5       | Strukturuntersuchungen  | 31        |
| <br>        |   |           |
| <b>II.</b>  | <b>Regelsprachen</b>  | <b>33</b> |
| II.1        | Die Chomsky-Hierarchie  | 33        |
| II.2        | Der Hierarchie-Nachweis   | 35        |
| II.3        | Struktursätze   | 48        |
| II.3.1      | Die Klasse Ch-1   | 48        |
| II.3.2      | Chomsky-reduzierte Grammatiken  | 52        |
| II.3.3      | Die Chomsky-Normalform  | 58        |
| II.3.4      | Der Satz von Bar'Hillel-Perles-Shamir   | 60        |
| II.3.5      | Der Hierarchie-Nachweis   | 65        |
| <br>        |   |           |
| <b>III.</b> | <b>Mathematische Maschinen</b>  | <b>72</b> |
| III.1       | Die Turing-Maschine   | 73        |
| III.1.1     | Definition der Turing-Maschine  | 73        |
| III.1.2     | Turing-Maschinen, Regelsysteme und Ch-O-Sprachen                              | 76        |
| III.2       | Der linear beschränkte Automat  | 82        |
| III.2.1     | Der deterministische und der nichtdeterministische linear beschränkte Automat | 82        |
| III.2.2     | dlba, nlba und kontextsensitive Sprachen                                      | 85        |
| III.3       | Der Kellerautomat   | 91        |
| III.3.1     | Definition des Automaten  | 91        |
| III.3.2     | Kellerautomaten und kontextfreie Sprachen                                     | 95        |
| III.4       | Der endliche Akzeptor   | 107       |
| III.4.1     | Definition des endlichen Akzeptors  | 107       |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| <b>IV.</b>  | <b>Abschlußeigenschaften</b>                                       | 120 |
| IV.1        | Reguläre Mengen  | 120 |
| IV.2.       | Der Substitutionssatz  | 125 |
| IV.3        | Der Abschluß gegen Durchschnitt und Komplement                     | 131 |
| IV.4        | Zusammenfassung der Ergebnisse                                     | 138 |
| IV.5        | Automateninduzierte Abbildungen                                    | 138 |
| IV.5.1      | Sequentielle Übersetzer  | 139 |
| IV.5.2      | Kellerübersetzer   | 145 |
| <b>V.</b>   | <b>Entscheidbarkeit</b>  | 152 |
| V.1         | Entscheidbare Probleme   | 152 |
| V.1.1       | Das Wortproblem für kontextsensitive Sprachen                      | 152 |
| V.1.2       | Das Wortproblem und verwandte Probleme bei kontextfreien Sprachen  | 154 |
| V.1.3       | Das Äquivalenzproblem für einseitig lineare Grammatiken            | 156 |
| V.2         | Nichtentscheidbare Probleme  | 157 |
| V.2.1       | Das Wortproblem für Semi-Thue-Systeme und für Ch-O-Sprachen        | 157 |
| V.2.2       | Das Postsche Korrespondenzproblem                                  | 158 |
| V.2.3       | Unentscheidbare Probleme bei kontextfreien Grammatiken             | 159 |
| V.2.4       | Zwei nichtentscheidbare Probleme bei kontextsensitiven Grammatiken | 167 |
| <b>VI.</b>  | <b>Eindeutigkeit</b>   | 170 |
| VI.1        | Die Problemstellung  | 170 |
| VI.2        | Formalisierung des Ableitungsprozesses                             | 171 |
| VI.3        | Nicht wesentlich verschiedene Ableitungen                          | 174 |
| VI.4        | Veranschaulichung durch Bäume                                      | 177 |
| VI.5        | Weitere Eigenschaften der Relation „ $\equiv$ “                    | 181 |
| VI.6        | Eindeutige Grammatiken und eindeutige Sprachen                     | 184 |
| VI.7        | Inhärente Mehrdeutigkeit   | 189 |
| <b>VII.</b> | <b>Eine Einführung in die syntaktische Analyse</b>                 | 201 |
| VII.1       | Die Problemstellung  | 201 |
| VII.2       | Ein Turingmaschinenmodell zur Syntaxanalyse                        | 205 |
| VII.3       | Die Greibach-Normalform  | 212 |
| VII.4       | Die „schwierigste“ kontextfreie Sprache                            | 221 |
| VII.5       | Der Satz von Chomsky-Schützenberger                                | 227 |
|             | <b>Lösungen der Übungsaufgaben</b>                                 | 234 |
|             | <b>Literaturverzeichnis</b>  | 264 |
|             | <b>Symbole und Bezeichnungen</b>                                   | 266 |
|             | <b>Stichwortverzeichnis</b>  | 268 |