

Hans Hermes

# Aufzählbarkeit Entscheidbarkeit Berechenbarkeit

Einführung  
in die Theorie der rekursiven Funktionen

Dritte Auflage

Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg New York 1978

## Inhaltsverzeichnis

|   |     |
|---|-----|
| Erstes Kapitel. <i>Einführende Betrachtungen über Algorithmen</i> . . . . .                                   | 1   |
| § 1. Der Begriff des Algorithmus . . . . .  | 1   |
| § 2. Die grundlegenden Begriffe der Theorie des Konstruktiven . . . . .                                       | 9   |
| § 3. Turingmaschinen als Präzisierung des Begriffs eines Algorithmus . . . . .                                | 18  |
| § 4. Historische Bemerkungen . . . . .  | 28  |
| Zweites Kapitel. <i>Turingmaschinen</i> . . . . .   | 33  |
| § 5. Definition der Turingmaschinen . . . . .   | 33  |
| § 6. Präzisierung konstruktiver Begriffe mittels Turingmaschinen. Beispiele . . . . .                         | 38  |
| § 7. Zusammensetzung von Turingmaschinen . . . . .  | 45  |
| § 8. Spezielle Turingmaschinen . . . . .  | 48  |
| § 9. Beispiele für Turing-Berechenbarkeit und Turing-Entscheidbarkeit . . . . .                               | 56  |
| Drittes Kapitel. <i><math>\mu</math>-rekursive Funktionen</i> . . . . .                                       | 59  |
| § 10. Primitiv-rekursive Funktionen . . . . .   | 60  |
| § 11. Primitiv-rekursive Prädikate . . . . .  | 67  |
| § 12. Der $\mu$ -Operator . . . . .   | 75  |
| § 13. Beispiel einer berechenbaren Funktion, die nicht primitiv-rekursiv ist . . . . .                        | 83  |
| § 14. $\mu$ -rekursive Funktionen und Prädikate . . . . .   | 90  |
| Viertes Kapitel. <i>Die Äquivalenz von Turing-Berechenbarkeit und <math>\mu</math>-Rekursivität</i> . . . . . | 95  |
| § 15. Übersicht. Normierte Turing-Berechenbarkeit . . . . .   | 95  |
| § 16. Die Turing-Berechenbarkeit der $\mu$ -rekursiven Funktionen . . . . .                                   | 99  |
| § 17. Gödelisierung von Turingmaschinen . . . . .   | 104 |
| § 18. Die $\mu$ -Rekursivität der Turing-berechenbaren Funktionen. Die Kleenesche Normalform . . . . .        | 109 |
| Fünftes Kapitel. <i>Rekursive Funktionen</i> . . . . .  | 114 |
| § 19. Definition der rekursiven Funktionen . . . . .  | 114 |
| § 20. Die Rekursivität der $\mu$ -rekursiven Funktionen . . . . .   | 120 |
| § 21. Die $\mu$ -Rekursivität der rekursiven Funktionen . . . . .   | 132 |
| Sechstes Kapitel. <i>Unentscheidbare Prädikate</i> . . . . .  | 142 |
| § 22. Einfache unentscheidbare Prädikate . . . . .  | 143 |
| § 23. Die Unlösbarkeit des Wortproblems für Semi-Thue-Systeme und Thue-Systeme . . . . .                      | 147 |
| § 24. Die Prädikatenlogik . . . . .   | 157 |
| § 25. Die Unentscheidbarkeit der Prädikatenlogik . . . . .  | 165 |
| § 26. Die Unvollständigkeit der Prädikatenlogik der zweiten Stufe . . . . .                                   | 172 |
| § 27. Die Unentscheidbarkeit und die Unvollständigkeit der Arithmetik . . . . .                               | 176 |

|  |     |
|--|-----|
| Siebentes Kapitel. <i>Verschiedenes</i> . . . . .                              | 188 |
| § 28. Aufzählbare Prädikate . . . . .  | 188 |
| § 29. Arithmetische Prädikate . . . . .  | 192 |
| § 30. Universelle Turingmaschinen . . . . .                                    | 203 |
| § 31. $\lambda$ -K-Definierbarkeit . . . . .                                   | 207 |
| § 32. Die Minimallogik von Fitch . . . . .                                     | 220 |
| § 33. Aufzählbare Mengen über beliebigen Alphabeten. Chomsky-Sprachen. . . . . | 232 |
| § 34. Das Korrespondenzproblem von Post . . . . .                              | 238 |
| § 35. Weitere Präzisierungen des Begriffs des Algorithmus . . . . .            | 243 |
| § 36. Rekursive Analysis . . . . .   | 246 |
| Namen- und Sachverzeichnis . . . . .   | 253 |