

K. Justen

**Turbo Prolog –
Einführung in die Anwendung**

Programmieren von Mikrocomputern

Die Bände dieser Reihe geben den Benutzern von Heimcomputern, Hobbycomputern bzw. Personalcomputern über die Betriebsanleitung hinaus zusätzliche Anwendungshilfen. Der Leser findet wertvolle Informationen und Hinweise mit Beispielen zur optimalen Ausnutzung seines Gerätes, besonders auch im Hinblick auf die Entwicklung eigener Programme.

Bisher erschienene Bände

- | | | | |
|----------------|--|----------------|--|
| Band 1 | Einführung in BASIC
von W. Schneider | Band 17 | Einführung in die Anwendung des UCSD p-Systems
von K. Buckner/M. J. Cookson/
A. I. Hinxman/A. Tate |
| Band 3 | BASIC für Fortgeschrittene
von W. Schneider | Band 18 | Mikrocomputer-COBOL
von W. Kähler |
| Band 4 | Einführung in Pascal
von W. Schneider | Band 19 | Fortgeschrittene Programmier-
techniken in Turbo Pascal
von E. Hering und K. Scheurer |
| Band 6 | BASIC-Programmierbuch zu den
grundlegenden Ablaufstrukturen
der Datenverarbeitung
von E. Kaier | Band 20 | Einführung in die Anwendung des
Betriebssystems Apple DOS
(Apple II)
von H. R. Behrendt und
H. Junghans |
| Band 7 | Lehr- und Übungsbuch für
Commodore-Volkscomputer
von G. Oetzmann | Band 22 | Einführung in Turbo Pascal unter
CP/M 80
von G. Harbeck |
| Band 9 | Einführung in die Anwendung des
Betriebssystems CP/M
von W. Schneider | Band 23 | Pascal mit der Turtle
von K. und K. H. Beelich |
| Band 10 | Datenstrukturen in Pascal und
BASIC
von D. Herrmann | Band 24 | Programmieren mit UNIX
von G. Martin und M. Trostmann |
| Band 11 | Programmierprinzipien in BASIC
und Pascal
von D. Herrmann | Band 25 | Murmeltierwelt und Pascal
von H. Pinke |
| Band 13 | Strukturiertes Programmieren in
BASIC
von W. Schneider | Band 26 | Rechenstrukturen und
Geometrie mit LOGO
von G. Moll |
| Band 14 | Logo-Programmierkurs für
Commodore 64 Logo und
Terrapin Logo (Apple II)
von B. Schuppar | Band 27 | Sprachverarbeitung mit LISP
und Prolog auf dem PC
von J. Handke |
| Band 15 | Entwerfen von Programmen
(Commodore 64)
von G. Oetzmann | Band 28 | Probleme und Lösungen
mit Turbo Prolog
von D. Herrmann |
| Band 16 | Einführung in die Anwendung des
Betriebssystems MS-DOS
von W. Schneider | Band 29 | Turbo Prolog –
Einführung in die Anwendung
von K. Justen |

Programmieren von Mikrocomputern Band 29

Konrad Justen

**Turbo Prolog -
Einführung in die Anwendung**



Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig / Wiesbaden

Das in diesem Buch enthaltene Programm-Material ist mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Der Autor, die Übersetzerin und der Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieses Programm-Materials oder Teilen davon entsteht.

ISBN 978-3-528-04561-6 ISBN 978-3-322-91754-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-322-91754-6

Der Verlag Vieweg ist ein Unternehmen der Verlagsgruppe Bertelsmann
Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>.
Alle Rechte vorbehalten
© Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig 1988



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort

Die *Künstliche Intelligenz* befaßt sich mit der Nachbildung von intelligentem menschlichen Verhalten durch Computer.

Eines ihrer Teilgebiete ist das *Automatische Beweisen*, wo die Tätigkeit des Beweisens mathematischer Aussagen, die Tätigkeit von Mathematikern also, simuliert werden soll. Hier stellt man sich die Frage, ob eine Formel (eine Aussage, ein Satz) der Prädikatenlogik aus gewissen vorgegebenen Formeln mechanisch, durch ein Computerprogramm, ableitbar ist.

Ein Prolog-Interpreter oder -Compiler (ein Prolog-System) kann aufgefaßt werden als ein solches Ableitungs- oder Beweisprogramm, als ein *Inferenzmechanismus*, das Prolog-Programm selbst als eine Reihe vorgegebener Formeln, als *Wissensbasis*.

Prolog ist ein dialogorientiertes System: Der Benutzer stellt ein Problem, eine Frage (zu einer Wissensbasis) und erhält eine Antwort, nachdem das Inferenzverfahren die Ableitbarkeit aus der Wissensbasis untersucht hat, usw.

Prolog ist eine *deskriptive (deklarative)* Programmiersprache. Ein Programm in Prolog beschreibt ein Problem nur, nennt nur seine Grundregeln und -bedingungen, gibt nur das Problemwissen an. Es schreibt nicht – wie das in konventionellen Programmiersprachen der Fall ist – Schritt für Schritt vor, wie man mit Hilfe des Problemwissens zu einer Problemlösung gelangt.

Ein *Wissensbasiertes System* ist ein Problemlösungsprogramm, das als Komponenten mindestens eine Wissensbasis und einen Inferenzmechanismus beinhaltet.

Danach können wir jedes Prolog-Programm zusammen mit seinem Interpreter oder Compiler als Wissensbasiertes System auffassen: Das Programm bildet die Wissensbasis, und das Prolog-System liefert den Inferenzmechanismus.

Ein *Expertensystem* ist ein Wissensbasiertes System, das die Problemlösefähigkeit eines Experten simuliert.

Die Programmiersprache *Prolog* entstand um 1970 aus der Künstlichen Intelligenz heraus, als Sprache zur *Programmierung in Logik*. Seit etwa 1980 gewinnen die Wissensbasierten Systeme und insbesondere die Expertensysteme zunehmend an praktischer Bedeutung. Prolog ist für Anwendungen aus diesen Gebieten hervorragend geeignet. In Japan wurde Prolog in dem aufsehenerregenden nationalen Projekt zur Entwicklung von Computern der fünften Generation als grundlegende Systemsprache gewählt.

Wie für die meisten Programmiersprachen, so gibt es auch für Prolog mehrere Implementierungen, die alle ihre syntaktischen und semantischen Besonderheiten haben. Ein Standard wurde durch das Lehrbuch „Programming in Prolog“ von W. F. Clocksin und C. S. Mellish gesetzt.

Turbo Prolog ist eine Prolog-Implementierung der Firma Borland für den IBM PC und kompatible Computer unter dem Betriebssystem PC-DOS oder MS-DOS, die im wesent-

lichen über alle Eigenschaften von Standard Prolog verfügt. Der Hauptunterschied besteht in der Verwendung eines Typen-Systems. Turbo Prolog ist ein Compiler; die erstellten Programme sind – verglichen mit interpretierten Programmen – schnell in der Ausführung.

Dieses Buch ist als einführendes Lehrbuch für den Anfänger geschrieben. Es will keine vollständige Beschreibung von Turbo Prolog liefern. Stattdessen will es den Leser in die Lage versetzen, mit Hilfe von Turbo Prolog geeignete Probleme zu lösen.

Dazu muß der Einsteiger in Turbo Prolog zwei Dinge lernen: *Erstens* muß er *das zur Problemlösung notwendige Wissen* darstellen und *sprachlich formulieren* können. Das ist nicht allzu schwierig; denn die Sprache von Turbo Prolog und die natürliche Sprache sind nicht sehr verschieden. – *Zweitens* muß er *verstehen, wie aus dem Problemwissen die Lösung abgeleitet wird*. Er braucht diese Ableitung zwar nicht selbst durchzuführen, sondern kann sie dem Inferenzmechanismus – über den das Turbo Prolog-System verfügt – überlassen. Aber zum Schreiben guter Programme und insbesondere für die Fehlersuche ist das Verständnis dennoch notwendig. Im übrigen wird allein die Neugierde dazu treiben, das Geheimnis des Inferenzmechanismus durchschauen zu wollen. Das ist schon schwieriger. Hier helfen auch eventuelle Erfahrungen mit anderen Programmiersprachen wenig. Die Schlußweisen des Inferenzmechanismus sind dem natürlichen Schließen zwar verwandt. Aber letzteres geschieht kaum bewußt.

Wir werden letzterem Punkt besondere Aufmerksamkeit schenken, indem wir anhand des Konzepts eines *Ableitungssuchbaumes* den Inferenzmechanismus anschaulich darstellen und in vielen Beispielen immer wieder verdeutlichen.

Diese Zweiteilung prägt auch die ersten drei Kapitel des Buches. Ausgehend von der „Mutter“ Automatisches Beweisen gelangen wir über die „Tochter“ Prolog zu der „Enkelin“ Turbo Prolog. Die Grundideen und -strukturen von Prolog werden eingeführt und gefestigt. Überhaupt spielen Verwandtschaftsbeziehungen eine wichtige Rolle in diesem Buch. So wird uns der Stammbaum einer Franziska S. immer wieder begegnen und Beispiele liefern. Kapitel 4 behandelt die für den Anfänger wichtigen Sprachelemente von Turbo Prolog. Der bedeutsamste Anwendungsbereich von Prolog sind Wissensbasierte Systeme, insbesondere Expertensysteme. In Kapitel 5 wird Schritt für Schritt ein Beispiel-Expertensystem entwickelt, das den Benutzer bei der Auswahl eines BMW aus der 3er-Serie berät.

Einige Möglichkeiten von Turbo Prolog werden nicht besprochen. So fehlt eine Diskussion der Fenster- und Grafikeigenschaften, des Dateisystems und der modularen Programmentwicklungsumgebung.

Meinem Kollegen Ekbert Hering danke ich herzlich für seine spontane und ausdauernde Hilfsbereitschaft und dem Vieweg-Verlag für die freundliche Betreuung.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Automatisches Beweisen	1
1.1 Wissensrepräsentation mit Hornklauseln	1
1.1.1 Der Stammbaum der Franziska S.	2
1.1.2 Die Klauselschreibweise der Prädikatenlogik	4
1.1.3 Natürliche Sprache und Klauselsprache	5
1.2 Inferenzverfahren für Hornklauseln	6
1.2.1 Einige Folgerungen aus dem Stammbaum der Franziska S.	6
1.2.2 Ableitungen	9
1.2.3 Ableitungssuchbäume	12
2 Grundelemente von Prolog	17
2.1 Problembeschreibung	17
2.2 Problemlösung	19
3 Grundelemente von Turbo Prolog	23
3.1 Programme	23
3.2 Programmablauf	25
4 Turbo Prolog	30
4.1 Einfache Programme	30
4.2 Terme	36
4.2.1 Zusammengesetzte Objekte	36
4.2.2 Rekursive Objekte	44
4.2.3 Listen	45
4.3 Rekursion	48
4.3.1 Rekursive Prädikate	48
4.3.2 Rekursion und Listen	52
4.3.3 Rekursion und Endlosschleifen	56
4.4 Cut	57
4.5 Arithmetik	66
4.6 Einfache Ein- und Ausgabe	70
5 Ein Expertensystem mit Turbo Prolog	74
Literaturverzeichnis	93
Sachwortverzeichnis	94