

# Informatik – Fachberichte

---

- Band 189: B. Wolfinger (Hrsg.), Vernetzte und komplexe Informatik-Systeme. Industrieprogramm zur 18. Jahrestagung der GI, Hamburg, Oktober 1988. Proceedings. X, 229 Seiten. 1988.
- Band 190: D. Maurer, Relevanzanalyse. VIII, 239 Seiten. 1988.
- Band 191: P. Levi, Planen für autonome Montageroboter. XIII, 259 Seiten. 1988.
- Band 192: K. Kansy, P. Wißkirchen (Hrsg.), Graphik im Bürobereich. Proceedings, 1988. VIII, 187 Seiten. 1988.
- Band 193: W. Gotthard, Datenbanksysteme für Software-Produktionsumgebungen. X, 193 Seiten. 1988.
- Band 194: C. Lewerentz, Interaktives Entwerfen großer Programmsysteme. VII, 179 Seiten. 1988.
- Band 195: I. S. Bátori, U. Hahn, M. Pinkal, W. Wahlster (Hrsg.), Computeringuistik und ihre theoretischen Grundlagen. Proceedings. IX, 218 Seiten. 1988.
- Band 197: M. Leszak, H. Eggert, Petri-Netz-Methoden und -Werkzeuge. XII, 254 Seiten. 1989.
- Band 198: U. Reimer, FRM: Ein Frame-Repräsentationsmodell und seine formale Semantik. VIII, 161 Seiten. 1988.
- Band 199: C. Beckstein, Zur Logik der Logik-Programmierung. IX, 246 Seiten. 1988.
- Band 200: A. Reinefeld, Spielbaum-Suchverfahren. IX, 191 Seiten. 1989.
- Band 201: A. M. Kotz, Triggermechanismen in Datenbanksystemen. VIII, 187 Seiten. 1989.
- Band 202: Th. Christaller (Hrsg.), Künstliche Intelligenz. 5. Frühjahrsschule, KIFS-87, Günne, März/April 1987. Proceedings. VII, 403 Seiten. 1989.
- Band 203: K. v. Luck (Hrsg.), Künstliche Intelligenz. 7. Frühjahrsschule, KIFS-89, Günne, März 1989. Proceedings. VII, 302 Seiten. 1989.
- Band 204: T. Härder (Hrsg.), Datenbanksysteme in Büro, Technik und Wissenschaft. GI/SI-Fachtagung, Zürich, März 1989. Proceedings. XII, 427 Seiten. 1989.
- Band 205: P. J. Kühn (Hrsg.), Kommunikation in verteilten Systemen. ITG/GI-Fachtagung, Stuttgart, Februar 1989. Proceedings. XII, 907 Seiten. 1989.
- Band 206: P. Horster, H. Isselhorst, Approximative Public-Key-Kryptosysteme. VII, 174 Seiten. 1989.
- Band 207: J. Knop (Hrsg.), Organisation der Datenverarbeitung an der Schwelle der 90er Jahre. 8. GI-Fachgespräch, Düsseldorf, März 1989. Proceedings. IX, 276 Seiten. 1989.
- Band 208: J. Retti, K. Leidlmair (Hrsg.), 5. Österreichische Artificial-Intelligence-Tagung, Igls/Tirol, März 1989. Proceedings. XI, 452 Seiten. 1989.
- Band 209: U. W. Lipeck, Dynamische Integrität von Datenbanken. VIII, 140 Seiten. 1989.
- Band 210: K. Drost, Termersetzungssysteme. IX, 152 Seiten. 1989.
- Band 211: H. W. Meuer (Hrsg.), SUPERCOMPUTER '89. Mannheim, Juni 1989. Proceedings. 1989. VIII, 171 Seiten. 1989.
- Band 212: W.-M. Lippe (Hrsg.), Software-Entwicklung. Fachtagung, Marburg, Juni 1989. Proceedings. IX, 290 Seiten. 1989.
- Band 213: I. Walter, Datenbankgestützte Repräsentation und Extraktion von Episodenbeschreibungen aus Bildfolgen. VIII, 243 Seiten. 1989.
- Band 214: W. Görke, H. Sörensen (Hrsg.), Fehlertolerierende Rechensysteme / Fault-Tolerant Computing Systems. 4. Internationale GI/ITG/GMA-Fachtagung, Baden-Baden, September 1989. Proceedings. XI, 390 Seiten. 1989.
- Band 215: M. Bidjan-Irani, Qualität und Testbarkeit hochintegrierter Schaltungen. IX, 169 Seiten. 1989.
- Band 216: D. Metzger (Hrsg.), GWAI-89. 13th German Workshop on Artificial Intelligence. Eringerfeld, September 1989. Proceedings. XII, 485 Seiten. 1989.
- Band 217: M. Zieher, Kopplung von Rechnernetzen. XII, 218 Seiten. 1989.
- Band 218: G. Stiege, J. S. Lie (Hrsg.), Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen und Netzen. 5. GI/ITG-Fachtagung, Braunschweig, September 1989. Proceedings. IX, 342 Seiten. 1989.
- Band 219: H. Burkhardt, K. H. Höhne, B. Neumann (Hrsg.), Mustererkennung 1989. 11. DAGM-Symposium, Hamburg, Oktober 1989. Proceedings. XIX, 575 Seiten. 1989.
- Band 220: F. Stetter, W. Brauer (Hrsg.), Informatik und Schule 1989: Zukunftsperspektiven der Informatik für Schule und Ausbildung. GI-Fachtagung, München, November 1989. Proceedings. XI, 359 Seiten. 1989.
- Band 221: H. Schelhowe (Hrsg.), Frauenwelt – Computerräume. GI-Fachtagung, Bremen, September 1989. Proceedings. XV, 284 Seiten. 1989.
- Band 222: M. Paul (Hrsg.), GI-19. Jahrestagung I. München, Oktober 1989. Proceedings. XVI, 717 Seiten. 1989.
- Band 223: M. Paul (Hrsg.), GI-19. Jahrestagung II. München, Oktober 1989. Proceedings. XVI, 719 Seiten. 1989.
- Band 224: U. Voges, Software-Diversität und ihre Modellierung. VIII, 211 Seiten. 1989.
- Band 225: W. Stoll, Test von OSI-Protokollen. IX, 205 Seiten. 1989.
- Band 226: F. Mattern, Verteilte Basisalgorithmen. IX, 285 Seiten. 1989.
- Band 227: W. Brauer, C. Freksa (Hrsg.), Wissensbasierte Systeme. 3. Internationaler GI-Kongreß, München, Oktober 1989. Proceedings. X, 544 Seiten. 1989.
- Band 228: A. Jaeschke, W. Geiger, B. Page (Hrsg.), Informatik im Umweltschutz. 4. Symposium, Karlsruhe, November 1989. Proceedings. XII, 452 Seiten. 1989.
- Band 229: W. Coy, L. Bonsiepen, Erfahrung und Berechnung. Kritik der Expertensystemtechnik. VII, 209 Seiten. 1989.
- Band 230: A. Bode, R. Dierstein, M. Göbel, A. Jaeschke (Hrsg.), Visualisierung von Umweltdaten in Supercomputersystemen. Karlsruhe, November 1989. Proceedings. XII, 116 Seiten. 1990.
- Band 231: R. Henn, K. Stieger (Hrsg.), PEARL 89 – Workshop über Realzeitsysteme. 10. Fachtagung, Boppard, Dezember 1989. Proceedings. X, 243 Seiten. 1989.
- Band 232: R. Loogen, Parallele Implementierung funktionaler Programmiersprachen. IX, 385 Seiten. 1990.
- Band 233: S. Jablonski, Datenverwaltung in verteilten Systemen. XIII, 336 Seiten. 1990.
- Band 234: A. Pfitzmann, Dienstintegrierende Kommunikationsnetze mit teilnehmerüberprüfbarem Datenschutz. XII, 343 Seiten. 1990.
- Band 235: C. Feder, Ausnahmebehandlung in objektorientierten Programmiersprachen. IX, 250 Seiten. 1990.
- Band 236: J. Stoll, Fehlertoleranz in verteilten Realzeitsystemen. IX, 200 Seiten. 1990.
- Band 237: R. Grebe (Hrsg.), Parallele Datenverarbeitung mit dem Transputer. Aachen, September 1989. Proceedings. VIII, 241 Seiten. 1990.
- Band 238: B. Endres-Niggemeyer, T. Hermann, A. Kobsa, D. Rösner (Hrsg.), Interaktion und Kommunikation mit dem Computer. Ulm, März 1989. Proceedings. VIII, 175 Seiten. 1990.
- Band 239: K. Kansy, P. Wißkirchen (Hrsg.), Graphik und KI. Königs winter, April 1990. Proceedings. VII, 125 Seiten. 1990.
-

## Informatik-Fachberichte 284

---

Herausgeber: W. Brauer  
im Auftrag der Gesellschaft für Informatik (GI)

Rolf Stadler

# Ausführbare Spezifikation von Directory-Systemen in einer logischen Sprache



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

**Autor****Rolf Stadler****Universität Zürich-Irchel, Institut für Informatik****Winterthurerstraße 190, CH-8057 Zürich****CR Subject Classification (1991): C.2.1, D.2.1, D.1.6, C.2.4****ISBN 978-3-540-54546-0      ISBN 978-3-662-05930-2 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-05930-2**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, bei auch nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1991  
Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1991

Satz: Reproduktionsfertige Vorlage vom Autor

2133/3140-543210 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als Assistent am Institut für Informatik der Universität Zürich und wurde von den Professoren K. Bauknecht von der Universität Zürich und B. Plattner von der ETH Zürich betreut. Beide gewährten mir jederzeit grosszügige Unterstützung für meine Arbeit, wofür ich ihnen an dieser Stelle herzlich danke.

Die Arbeit ist aus einem Forschungsprojekt über Directory-Systeme hervorgegangen, das von Prof. Bauknecht und Prof. Plattner initiiert und von der KWF (Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in der Schweiz), den Schweizerischen PTT, Alcatel STR sowie Digital Equipment Corp. unterstützt wurde. Im Rahmen dieses Projektes wurden mehrere Studentenarbeiten verfasst, deren Ergebnisse in diese Arbeit einfließen. Erwähnen möchte ich die Beiträge von Philipp Grosjean, Pascal Burkhardt und René Schaad.

Ich bedanke mich besonders bei Norbert Fuchs, Markus Fromherz und Christoph Draxler vom Institut für Informatik der Universität, sowie bei Cuno Lanz, Andreas Zogg, Thomas Walter und Hannes Lubich von der Fachgruppe Kommunikationssysteme der ETH Zürich für anregende Diskussionen und Vorschläge. Bei der Durchsicht des Textes in fachlicher und sprachlicher Hinsicht waren mir zudem Hendrik Decker und Jens Hanker behilflich.

Diese Arbeit wurde im Wintersemester 90/91 von der Philosophischen Fakultät II der Universität Zürich als Dissertation angenommen.

Zürich, im Juni 1991  
Rolf Stadler

## Zusammenfassung

Directory-Systeme sind spezialisierte verteilte Computersysteme. Sie verwalten Daten für andere verteilte Systeme und bieten auf diese Weise Hilfsdienste für Rechnernetze an. In erster Linie werden Directory-Systeme für Auskunftsdienste benutzt. Mögliche Anwendungen sind die Realisierung verteilter elektronischer Telefonbücher oder die Verwaltung von Benutzerverzeichnissen für elektronische Meldungsübermittlungssysteme.

Die Darstellung von Directory-Systemen in der aktuellen Literatur ist unbefriedigend. Es fehlt eine Methode, die eine exakte Beschreibung und damit eine Spezifikation der Architektur solcher Systeme ermöglicht, die das Erstellen gut lesbarer und kompakter Darstellungen erlaubt und die zudem auf einer deklarativen, ausführbaren Sprache basiert.

Dieser Arbeit liegt der Ansatz zugrunde, Architekturen von Directory-Systemen mit Hilfe einer ausführbaren logischen Sprache zu spezifizieren. Als Basis dieser Sprache bietet sich Prolog als die zurzeit am meisten verbreitete, ausführbare logische Sprache an.

Die Architektur eines Directory-Systems wird als konzeptionelles Modell definiert, welches die "wesentlichen Merkmale" eines solchen Systems enthält. Dieses Modell lässt sich in unabhängige Teilmodelle gliedern, nämlich in das Informationsmodell, das Modell der Gliederung des Systems, die Strategie der Verteilung der Objekte, das Modell der Metadaten und das Modell der Sicherheitsmechanismen. Diese modulare Definition, zusammen mit einer zugehörigen Terminologie, bildet einen Raster zur Spezifikation und Klassifikation von Directory-Systemen.

Eine Spezifikationsmethode zur Beschreibung einer Architektur wird in dieser Arbeit vorgestellt. Dazu gehören die Festlegung einer Spezifikationssprache, die Angabe einer Abbildung der Architektur in diese Sprache und das Aufzeigen von Vorgehensweisen bei der Spezifikation.

Als Spezifikationssprache dient die Sprache der Hornklausellogik, welche durch Negation erweitert wird. Die Vervollständigung eines logischen Programms bildet die Basis für die deklarative Semantik, und die SLDNF-Resolution bestimmt die prozedurale Semantik der Spezifikationen. Die Spezifikationssprache wird durch das "reine Prolog", erweitert um ein Systemprädikat für die Negation, dargestellt. Damit sind die erstellten Spezifikationen ausführbar.

In der Arbeit werden eine von D.B. Terry entwickelte Architektur und die Architektur des internationalen Standards X.500 spezifiziert. Dabei zeigen sich die Vorteile der vorgeschlagenen Methode: Die Spezifikationen sind im Vergleich zu den bekannten Darstellungen dieser Architekturen kompakter und wesentlich besser lesbar. Zudem sind sie exakt, deklarativ und ausführbar.

Erfahrungen bei der Anwendung der Methode zeigen, dass Spezifikationen oft schrittweise entwickelt werden können. Ein Beispiel dazu ist die Herleitung der Namensauflösung eines Directory-Systems aus Prädikaten, welche die Verteilung der Objekte im System bestimmen. Vielfach lässt sich ein Merkmal einer Architektur auf einzelne Klauseln eines Prädikats abbilden, was in hohem Mass zur Modularität und Übersichtlichkeit einer Spezifikation beiträgt. Ein solches Merkmal ist das Alias-Konzept der X.500-Architektur, das sich in wenigen Klauseln lokalisieren lässt.

Die Eigenschaft der Ausführbarkeit einer Spezifikation erweist sich als vielseitig anwendbar. So lässt sich ein Directory-System, dessen Architektur in der Spezifikationssprache dargestellt und dessen Konfiguration in dieser Sprache angegeben ist, in einer Prolog-Umgebung simulieren. Die Tatsache, dass die Spezifikation eines Directory-Systems ein ausführbares Modell dieses Systems darstellt, kann zur Präsentation und zur Überprüfung (Verifikation, Validierung) der Architektur eingesetzt werden. Ausserdem eröffnen sich neue Möglichkeiten für die Entwicklung einer Architektur, beispielsweise nach dem Ansatz des "explorativen Prototyping".

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Directory-Systeme.....	2
1.2	Spezifikation von Directory-Systemen .....	5
1.3	Die Zielsetzungen der Arbeit .....	12
1.4	Der Aufbau der Arbeit .....	13
<b>2</b>	<b>Die Architektur von Directory-Systemen .....</b>	<b>14</b>
2.1	Das Informationsmodell eines Directory-Systems .....	14
2.2	Anforderungen an Directory-Systeme .....	28
2.3	Die Definition der Architektur eines Directory-Systems.....	32
<b>3</b>	<b>Eine Prolog-basierte Spezifikationsprache .....</b>	<b>45</b>
3.1	Prolog .....	45
3.2	Eine logische Programmiersprache.....	46
3.3	Prolog als Realisierung einer logischen Programmiersprache.....	49
3.4	Die Spezifikationsprache .....	50
<b>4</b>	<b>Eine Architektur nach Terry .....</b>	<b>52</b>
4.1	Das Informationsmodell.....	53
4.2	Die Komponenten des Directory-Systems .....	56
4.3	Das Kommunikationssystem.....	57
4.4	Das Schichtenmodell.....	58
4.5	Die Verteilung der Daten und die Metadaten .....	65
4.6	Die Namensauflösung .....	73
4.7	Die Directory-Operationen .....	85
4.8	Unterschiede zur Darstellung in [Terry 85] .....	89
<b>5</b>	<b>Die Spezifikationsmethode .....</b>	<b>91</b>
5.1	Das Informationsmodell.....	91
5.2	Die Gliederung des Systems .....	92
5.3	Die Verteilung der Objekte und die Modellierung der Metainformation .....	93
5.4	Die Semantik der Spezifikation einer Operation .....	93
5.5	Das Entwickeln der Spezifikation einer Operation .....	97

<b>6</b>	<b>Die Simulation eines Directory-Systems .....</b>	<b>98</b>
6.1	Das Simulationssystem .....	98
6.2	Die Art der Simulation eines Systems .....	99
6.3	Simulationsbeispiele .....	102
<b>7</b>	<b>Die Architektur von X.500 .....</b>	<b>106</b>
7.1	Das Informationsmodell.....	107
7.2	Die Gliederung eines X.500-Systems .....	109
7.3	Die Verteilung der Daten .....	110
7.4	Die Modellierung der Metadaten .....	110
7.5	Die Directory-Operationen .....	112
7.6	Die Spezifikation der Operationen.....	113
7.7	Die Namensauflösung der X.500-Architektur .....	117
7.8	Resultate.....	123
<b>8</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>126</b>
8.1	Erfahrungen und Resultate.....	126
8.2	Fragestellungen für Forschungsarbeiten .....	130
<b>Literatur</b>	<b>.....</b>	<b>134</b>
<b>Index</b>	<b>.....</b>	<b>139</b>