

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	ix
0.1 Logik – Wozu?	ix
0.2 Logik als Schlüssel zum wissenschaftlichen Denken	xii
0.3 Logik und Wissen	xii
0.4 Zur Vorgehensweise der Logik	xiv
0.5 Zu diesem Buch	xv
0.6 Lernhilfen und Lernziele	xvii
0.7 Danke!	xix
I Aussagenlogik	1
1 Grundlagen der Aussagenlogik	3
1.1 Übersicht	3
1.2 Logik und Sprache	4
1.3 Atomare Aussagen	5
1.4 Wahrheitswerte	5
1.4.1 Sinn und Bedeutung nach Frege	5
1.4.2 Sinn und Bedeutung atomarer Aussagen	7
1.5 Mögliche Welten	8
1.6 Mögliche Welten und Zustandsbeschreibungen	9
1.7 Aussagenlogische Verknüpfungen	12
1.8 Aussagenlogische Formeln	14
1.9 Tautologie und Kontradiktion	16
1.10 Satzverknüpfungen in der Umgangssprache	17
1.11 Anwendungen	19
2 Logisches Folgern und logische Äquivalenz	22
2.1 Übersicht	22
2.2 Begriff der logischen Folgerung	23
2.3 Logische und inhaltliche Implikation	24
2.4 Tautologieprüfung	26
2.5 Logische Äquivalenzen	32
2.5.1 Umformung von Implikationen	32
2.5.2 De-Morgan-Regeln	33
2.5.3 Die Distributivsätze	33
2.5.4 Nützliche Eigenschaften einiger Verknüpfungen	34

2.6	Komplexität logischer Beschreibungen	35
2.7	Logische Folgerung als Ordnungsrelation	36
2.8	Das Problem des Lügners	41
3	Ableitungen und Argumentationen	43
3.1	Übersicht	43
3.2	Grundbegriffe des logischen Schlussfolgerns	43
3.3	Inferenzregeln	45
3.4	Ableitungen	47
3.5	Die Nutzung logischer Äquivalenzen in Ableitungen	48
3.6	Komplexe Zustandsbeschreibungen	49
3.7	Normalformen	50
3.8	Ausklammern und Einbeziehen irrelevanter Alternativen	51
3.9	Normalformen und Wissensrepräsentation	52
3.10	Kombinierte Implikationen	55
3.10.1	Disjunktion oder Konjunktion als Nachsatz einer Implikation	55
3.10.2	Disjunktion oder Konjunktion als Vordersatz einer Implikation	57
3.10.3	Zusammenfassung	58
3.11	Erfüllbarkeit von Zustandsbeschreibungen	59
3.12	Resolution	60
4	Axiomatische Fundierung	64
4.1	Übersicht	64
4.2	Grundbegriffe axiomatischer Theorien	64
4.3	Axiomatisierung der Aussagenlogik	66
4.4	Abgeleitete Inferenzregeln	67
4.5	Das Deduktionstheorem	68
4.6	Die Vollständigkeit der Aussagenlogik	71
4.6.1	Korrektheit und Vollständigkeit	71
4.6.2	Korrektheit und Vollständigkeit des Tableau-Verfahrens	74
4.6.3	Korrektheit und Vollständigkeit der aussagenlogischen Resolution	75
4.6.4	Korrektheit und Vollständigkeit der axiomatischen Theorie der Aussagenlogik	76
4.7	Unendlich viele mögliche Welten	78
4.8	Logik und Ungewissheit	79
II	Prädikatenlogik	83
5	Einführung: Prädikatenlogische Sprachen	85
5.1	Übersicht	85
5.2	Die Sprache der Prädikatenlogik	85
6	Syntax und Semantik der Prädikatenlogik	90
6.1	Übersicht	90
6.2	Syntax und Semantik	90
6.2.1	Terme	92
6.2.2	Atomare Formeln	94
6.2.3	Wohl geformte Formeln – wuff!	97

6.3	Freie Substituierbarkeit	98
6.4	Sprachen der Prädikatenlogik erster Stufe	99
6.4.1	Zusammenfassende Definition der Interpretation	102
6.4.2	Geschachtelte Interpretationen	102
6.5	Durchlaufungen	103
6.6	Erfüllung von Sätzen in Interpretationen	105
6.7	Modelle	106
6.8	Ad-hoc-Theorien	107
6.8.1	Einfache All- und Existenzsätze	107
6.8.2	Darstellung von Satzobjekten	108
6.8.3	Konkretisierung und Typisierung	109
6.8.4	Abhängige Satzaussagen	110
7	Typenbeschreibungen	115
7.1	Übersicht	115
7.2	Prädikatenlogische mögliche Welten	115
7.3	Mögliche Welten mit Eigenschaftsmustern	116
7.4	Mögliche Welten mit Beziehungsmustern	121
7.5	Tiefere mögliche Welten	123
7.6	Unendliche mögliche Welten	124
8	Folgerungen und Axiome	126
8.1	Übersicht	126
8.2	Logische Folgerungen	126
8.3	Der einfachste Fall – syllogistisches Schließen	129
8.4	Venn-Diagramme	130
8.5	Prädikatenlogische Theorien	132
8.6	Das Deduktionstheorem in der Prädikatenlogik	135
8.7	Abgeleitete Folgerungsregeln	135
8.8	Theorien mit Gleichheitsaxiomen	136
8.9	Die Einführung neuer Prädikate und Funktionen	137
9	Ableiten in der Prädikatenlogik	139
9.1	Übersicht	139
9.2	Der Syllogismus FESPAMO	139
9.3	Vorgehensweisen	140
9.4	Ableitungen mit geschachtelten Quantoren	142
9.5	Das Freundschaftstheorem	143
9.6	Argumentationen in Gutachten	149
9.7	Logische Schritte in Gutachten	152
10	Vollständigkeit der Prädikatenlogik	153
10.1	Übersicht	153
10.2	Prädikatenlogische Theorien	153
10.3	Die Aufzählbarkeit prädikatenlogischer Formeln	155
10.4	Konsistenz und Erfüllbarkeit	156
10.5	Nachweis der Vollständigkeit	161

11 Normalformen und Resolution	168
11.1 Übersicht	168
11.2 Pränexe Normalformen	169
11.3 Abhängige Quantoren und Skolemisierung	171
11.4 Resolution	172
11.5 Unifizierung	174
11.6 Eine Fuge der Resolutionen	176
11.7 Spekulatives Nachwort	184
12 Objektorientierte Modellierung	186
12.1 Übersicht	186
12.2 Individuum, Attribut, Objekt	186
12.2.1 Einfache Objekte	188
12.2.2 Verhaltensmerkmale von Objekten	191
12.3 Begriffssysteme	192
12.3.1 Spezialisierung und Generalisierung	193
12.3.2 Begriffssysteme	196
12.4 Kapselung und Polymorphismus	197
12.5 Knowledge Engineering	199
13 Epistemische Logiken	202
13.1 Übersicht	202
13.2 Logik und Wissensmanagement – Epistemische Logik	202
13.3 Abhängige Sätze zum Wissen	203
13.4 Epistemische Logik in partiellen Modellen	204
13.5 Subjektive mögliche Welten	208
13.6 Unwissen als unvollständige Information	212
14 Selbstreferenz und Unentscheidbarkeit	215
14.1 Übersicht	215
14.2 Diagonalisierung	215
14.3 Unvollständigkeit	217
14.4 Die Unentscheidbarkeit der Prädikatenlogik	224
14.5 Höherstufige Logiken	226
14.6 Conclusio	227
Literaturverzeichnis	229
Index	236