

Inhaltsverzeichnis

1	Schnellkurs	1
1.1	Programme	1
1.2	Interpreter	2
1.2.1	Mehrfachdeklaration	4
1.2.2	Ergebnisbezeichner	4
1.2.3	Fehlermeldungen	5
1.3	Prozeduren	5
1.4	Vergleiche und Konditionale	7
1.5	Lokale Deklarationen und Hilfsprozeduren	8
1.6	Tupel	9
1.7	Kartesische Muster	10
1.8	Ganzzahlige Division: Div und Mod	12
1.9	Rekursion	13
1.10	Natürliche Quadratwurzeln und Akkus	16
1.11	Endrekursion	18
1.12	Divergenz	19
1.13	Festkomma- und Gleitkommazahlen	21
1.13.1	Festkommazahlen	21
1.13.2	Gleitkommazahlen	22
1.13.3	Rundungsfehler	23
1.13.4	Beispiel: Newtonsches Verfahren	24
1.14	Standardstrukturen	25
2	Programmiersprachliches	29
2.1	Darstellung und Aufbau von Phrasen	29
2.2	Syntaxübersicht	31
2.2.1	Wörter	32
2.2.2	Phrasen	32
2.3	Klammern	35
2.4	Freie Bezeichner und Umgebungen	37
2.5	Tripeldarstellung von Prozeduren	38
2.6	Semantische Zulässigkeit	40
2.7	Ausführung	41
2.7.1	Ausführung von Ausdrücken	42
2.7.2	Ausführung von Prozeduraufrufen	42

2.7.3	Ausführung von Deklarationen	43
2.7.4	Ausführung von Programmen	43
2.8	Verarbeitungsphasen eines Interpreters	44
2.9	Semantische Äquivalenz	45
3	Höherstufige Prozeduren	49
3.1	Abstraktionen und kaskadierte Prozeduren	49
3.2	Tripeldarstellung und Rekursion	51
3.3	Höherstufige Prozeduren	52
3.3.1	Bestimmte Iteration: Iter	54
3.3.2	Unbestimmte Iteration: First	55
3.4	Bestimmte Iteration: Polymorphes Iter	55
3.5	Polymorphe Typisierung	57
3.5.1	Monomorphe und polymorphe Bezeichner	58
3.5.2	Ambige Deklarationen	59
3.6	Typinferenz	61
3.7	Typen und Gleichheit	63
3.8	Bezeichnerbindung	64
3.8.1	Lexikalische Bindungen	64
3.8.2	Konsistente Umbenennung und Bereinigung	65
3.8.3	Statische und dynamische Bindungen	67
3.9	Spezifikation polymorpher Prozeduren	68
3.10	Abgeleitete Formen: Andalso, Orelse, Op	68
3.11	Beispiel: Primzahlberechnung	70
3.12	Komposition von Prozeduren	71
3.13	Bestimmte Iteration: Iterup und Iterdn	72
4	Listen und Strings	75
4.1	Die Datenstruktur der Listen	75
4.1.1	Listentypen	76
4.1.2	Nil und Cons	77
4.1.3	Regelbasierte Prozeduren	78
4.2	Append, Rev, Concat und Tabulate	79
4.3	Map, Filter, Exists und All	81
4.4	Faltung	83
4.5	Hd, Tl, Null, Nth und das Werfen von Ausnahmen	86
4.6	Regelbasierte Prozeduren und Musterabgleich	88
4.6.1	Disjunkte und überlappende Regeln	90
4.6.2	Erschöpfende Regeln	91
4.6.3	Regelbasierte Abstraktionen und Case-Ausdrücke	92
4.6.4	Kaskadierte Prozedurdeklarationen mit mehreren Regeln	92
4.7	Strings	93
4.7.1	Zeichenstandards	94
4.7.2	Lexikalische Ordnung	96

5	Sortieren	99
5.1	Sortieren durch Einfügen	99
5.2	Polymorphes Sortieren	101
5.3	Inverse und lexikalische Ordnungen	102
5.4	Sortieren durch Mischen	103
5.5	Endliche Mengen und strikte Sortierung	105
5.6	Primzerlegung	108
5.7	Ein überraschender Laufzeitunterschied	110
6	Konstruktoren und Ausnahmen	113
6.1	Konstruktoren	113
6.2	Enumerationstypen	115
6.3	Typsynonyme	116
6.4	Darstellung arithmetischer Ausdrücke	117
6.4.1	Komponenten und Teilausdrücke	118
6.4.2	Darstellung von Umgebungen	119
6.5	Ausnahmen	122
6.5.1	Werfen von Ausnahmen	123
6.5.2	Fangen von Ausnahmen	123
6.5.3	Ausführungsreihenfolge und Sequenzialisierung	124
6.5.4	Konvention für die Spezifikation von Ausnahmen	125
6.5.5	Beispiel: Test auf Mehrfachauftreten	125
6.6	Typkonstruktoren	126
6.7	Optionen	126
7	Bäume	131
7.1	Reine Bäume	131
7.1.1	Unterbäume	133
7.1.2	Gestalt arithmetischer Ausdrücke	133
7.1.3	Lexikalische Baumordnung	134
7.2	Teilbäume	135
7.3	Adressen	136
7.3.1	Nachfolger und Vorgänger	138
7.4	Größe und Tiefe	139
7.5	Faltung	141
7.6	Präordnung und Postordnung	141
7.6.1	Teilbaumzugriff mit Pränummern	143
7.6.2	Teilbaumzugriff mit Postnummern	144
7.6.3	Linearisierungen	144
7.7	Balanciertheit	145
7.8	Finitäre Mengen und gerichtete Bäume	146
7.9	Markierte Bäume	149
7.10	Projektionen	151

8 Mengenlehre	155
8.1 Mengen	155
8.2 Aussagen	158
8.3 Tupel	160
8.4 Gerichtete Graphen	162
8.5 Binäre Relationen	166
8.5.1 Umkehrrelationen	167
8.5.2 Funktionale und injektive Relationen	167
8.5.3 Totale und surjektive Relationen	168
8.5.4 Komposition von Relationen	168
8.5.5 Reflexivität, Transitivität und Ordnungen	169
8.6 Funktionen	170
8.6.1 Lambda-Notation	171
8.6.2 Funktionsmengen	171
8.6.3 Klammersparregeln	172
8.6.4 Adjunktion	172
8.6.5 Bijektionen und Darstellungen	173
8.7 Terminierende Relationen	173
8.8 Strukturelle Terminierungsfunktionen	175
9 Mathematische Prozeduren	179
9.1 Beschreibung	179
9.2 Ausführung	181
9.3 Rekursionsfunktionen	184
9.4 Rekursionsbäume	185
9.5 Rekursionsrelationen	186
9.6 Ergebnisfunktionen	188
9.7 Der Korrektheitssatz	190
9.7.1 Endrekursive Bestimmung von Potenzen	191
9.7.2 Endrekursive Bestimmung von Fakultäten	191
9.8 Größte gemeinsame Teiler	193
9.9 Gaußsche Formel	194
9.10 Geschachtelte Rekursion	196
10 Induktive Korrektheitsbeweise	199
10.1 Induktion	199
10.2 Bestimmte Iteration	201
10.2.1 Iterative Bestimmung von Potenzen	202
10.2.2 Iterative Bestimmung der Fakultäten	203
10.2.3 Iterative Bestimmung der Fibonacci-Zahlen	203
10.3 Unbestimmte Iteration	204
10.4 Listen und strukturelle Induktion	206
10.5 Verstärkung der Korrektheitsaussage	208

10.6	Größenverhältnisse in Bäumen	210
10.7	Binäre Charakterisierung von Bäumen	213
11	Laufzeit rekursiver Prozeduren	217
11.1	Laufzeitfunktionen	217
11.2	Beispiele	218
11.2.1	Konkatenation von Listen	218
11.2.2	Faltung von Listen	219
11.2.3	Elementtest für Listen	219
11.3	Rekursive Darstellung von Laufzeitfunktionen	220
11.4	Laufzeiten und Komplexitäten	221
11.5	Komplexität von Laufzeitfunktionen	224
11.6	Naïve Komplexitätsbestimmung	226
11.7	Nebenkosten	228
11.7.1	Beispiel: Aufteilen von Listen	229
11.7.2	Beispiel: Sortieren durch Einfügen	229
11.8	Polynomieller Rekurrenzsatz	232
11.9	Exponentieller Rekurrenzsatz	233
11.10	Logarithmischer Rekurrenzsatz	234
11.10.1	Beispiel: Schnelles Potenzieren	234
11.10.2	Beispiel: Euklidischer Algorithmus	235
11.11	Linear-logarithmischer Rekurrenzsatz	237
12	Statische und dynamische Semantik	241
12.1	Abstrakte Syntax	241
12.2	Abstrakte Grammatiken	243
12.3	Statische Semantik	244
12.4	Elaborierung	247
12.5	Dynamische Semantik und Evaluierung	250
12.6	Rekursive Prozeduren	255
13	Konkrete Syntax	259
13.1	Lexikalische Syntax für Typen	259
13.2	Phrasale Syntax für Typen	261
13.2.1	Affinität	262
13.2.2	Eindeutigkeit	263
13.3	Parsing durch rekursiven Abstieg	263
13.4	Parser für Typen	266
13.5	Arithmetische Ausdrücke	269
13.5.1	Lexer	269
13.5.2	Parser	271
13.6	Konkrete Syntax für F	274

14 Datenstrukturen	279
14.1 Strukturen	279
14.2 Implementierung von Datenstrukturen	280
14.3 Abstrakte Datenstrukturen	283
14.4 Vektoren	286
14.5 Binäre Suche	288
14.6 Schlangen und Darstellungsinvarianten	290
14.7 Funktoren	292
15 Speicher und veränderliche Objekte	297
15.1 Zellen und Referenzen	298
15.2 Speichereffekte	300
15.3 Imperative Prozeduren	302
15.4 Reihungen	304
15.5 Reversieren und Sortieren von Reihungen	307
15.6 Agenden	309
15.7 Effiziente imperative Schlangen	310
15.8 Schleifen	311
15.9 Lineare Speicher	314
15.10 Lineare Darstellung von Listen	316
15.11 Lineare Darstellung von Bäumen	318
15.12 Lineare Darstellung von Ausdrücken	320
15.13 Speicherplatzbedarf bei der Programmausführung	321
16 Stapelmaschinen und Übersetzer	325
16.1 Eine Stapelmaschine	325
16.2 Arithmetische Befehle	327
16.3 Sprungbefehle und Konditionale	330
16.4 Imperative Variablen und Schleifen	331
16.5 Verwendung der Halde	333
16.6 Ein Übersetzer	335
16.7 Prozedurbefehle	339
16.8 Aufrufrahmen	341
16.9 Endaufrufe	344
16.10 Dynamische Prozeduren	346
16.11 Automatische Speicherbereinigung	347
16.12 Voll- und Halbübersetzung	349
A Klammersparregeln	353
Literaturverzeichnis	355
Index	357