

1	Einleitung	1
2	Klassifikation von Callcenter-Systemen	5
2.1	Kommunikationsrichtung	5
2.1.1	Inbound-Callcenter	6
2.1.2	Outbound-Callcenter	8
2.1.3	Anfragegesteuerte Outbound-Callcenter	9
2.1.4	Gemischte Inbound- und Outbound-Callcenter	11
2.2	Kommunikationsform	11
2.3	Organisatorische Einordnung	12
2.3.1	In-House-Callcenter	13
2.3.2	Ausgelagertes Callcenter	13
2.3.3	Virtuelles Callcenter	14
2.4	Kostenstruktur	16
2.4.1	Cost-Center	16
2.4.2	Profit-Center	16
2.5	Thematische Untergliederung	17
2.5.1	Komplexität der Anfragen	17
2.5.2	Skill-Level	17
2.6	AKL-Typologie	18
3	Komponenten eines Inbound-Callcenters	19
3.1	Das Callcenter als Warteschlangensystem	19
3.2	Kundenankunftsstrom	20

3.2.1	Kundentypen	20
3.2.2	Anzahl an Anrufern	21
3.2.3	Anrufer ist nicht gleich Anrufer	21
3.3	Warteschlange	22
3.3.1	Verfügbare Anzahl an Telefonleitungen	23
3.3.2	Künstliche Verknappung von Warteplätzen	23
3.4	Automated Call Distributor	23
3.4.1	Priorisierung der Kunden	25
3.4.2	Priorisierung der Agenten	27
3.5	Callcenter und Agenten	29
3.5.1	Technische Bereitzeit	29
3.5.2	Gesprächszeit	31
3.5.3	Nachbearbeitungszeit	31
3.5.4	Weiterleitungen und Wiederanrufer	32
3.6	Schema eines Inbound-Callcenter-Systems	33
4	Parameter eines Inbound-Callcenters	35
4.1	Anrufer	36
4.1.1	Erstanrufer, Wiederholer und Wiederanrufer	36
4.1.2	Anruferanzahl	37
4.1.3	Forecasting	39
4.2	Wartezeittoleranz	45
4.2.1	Annahme der mittleren Abbruchzeit als mittlere Wartezeittoleranz aller Kunden	48
4.2.2	Annahme der Wartezeit als Wartezeittoleranz der erfolgreichen Kunden	49
4.2.3	Annahme der Exponentialverteilung für die Wartezeittoleranzverteilung	49
4.2.4	Die Kaplan-Meier-Methode	50
4.2.5	Simulationsstudie zur Wartezeittoleranz	56
4.2.6	Parameterkalibrierung	58
4.2.7	Gewöhnungseffekte	58
4.2.8	Zurückschreckende Kunden	59
4.3	Wiederholwahrscheinlichkeit und -abstände	59
4.4	Bedienzeiten und Nachbearbeitungszeiten	60

4.5	Weiterleitungen	62
4.6	Wiederanrufwahrscheinlichkeit und Wiederanrufabstände	63
5	Kenngrößen eines Inbound-Callcenters	65
5.1	Gewichtete Mittelwerte	65
5.2	Erreichbarkeit	67
5.2.1	Erreichbarkeit auf Kundenbasis	68
5.2.2	Erreichbarkeit auf Anrufbasis	68
5.2.3	Messung der Erreichbarkeit bei Kontakt-Centern	69
5.3	Wartezeiten und Verweilzeiten	70
5.4	Service-Level	73
5.5	Auslastung	75
6	Analyse des Systemverhaltens	79
6.1	Stochastik – oder: Kunden rufen an, wann sie wollen	79
6.1.1	Getaktete Bediensysteme	80
6.1.2	Stochastische Bedienzeiten	81
6.1.3	Stochastische Zwischenankunftszeiten	81
6.1.4	Erste Ergebnisse	82
6.2	Grundbegriffe der Warteschlangentheorie	83
6.2.1	Das Grundmodell der Warteschlangentheorie	84
6.2.2	Die Kendall-Notation	87
6.2.3	Stationär und transient	90
6.2.4	Wichtige Warteschlangenmodelle	91
6.3	Die Formel von Little	94
6.4	Die Erlang-B- und die Erlang-C-Formel	97
6.4.1	Markov-Modelle	98
6.4.2	Das M/M/1-System	101
6.4.3	Das M/M/c-System	105
6.4.4	Das M/M/c/K+M-System	116
6.4.5	Das M/M/c/c-System	129
6.4.6	Berechnung der Modelle	131
6.5	Die Pollaczek-Chintschin-Formel	132
6.5.1	Das M/G/1-System	133
6.5.2	Beziehung zum M/M/1-System	135

6.5.3	Das M/D/1-System	136
6.6	Die Allen-Cunneen-Formel	137
6.6.1	Das GI/G/1-System	138
6.6.2	Das GI/G/c-System	141
6.6.3	Beziehung zum M/M/c-System	143
6.6.4	Vergleich verschiedener Wartestrategien	145
7	Simulation	151
7.1	Mathematische Optimierung	152
7.2	Ist Simulation nicht zu langsam?	155
7.3	Analytische Modelle versus Simulation	157
7.3.1	Wiederholer	158
7.3.2	Weiterleitungen	159
7.3.3	Kundentypen und Skill-Level	160
7.3.4	Bedienzeitverteilungen und Wartezeittoleranzen	162
7.3.5	Eingeschwungener Zustand	164
7.3.6	Gesprächsbindungszeit	165
7.4	Klassifikation von Simulationsmethoden	166
7.4.1	Deterministische Simulation	166
7.4.2	Stochastische Simulation	167
7.4.3	Statische oder dynamische Simulation	168
7.4.4	Kontinuierliche und diskrete Simulation	168
7.4.5	Lokale oder verteilte Simulation	169
7.4.6	Ereignisorientierte Simulation und ereignisorientierte stochastische Simulation	169
7.5	Ereignisorientierte stochastische Simulation	170
7.5.1	Ereignisse und Regeln	170
7.5.2	Regelsatz für ein einfaches Callcenter-System	171
7.5.3	Ablauf des Simulationsprozesses	173
7.5.4	Komponenten eines ereignisorientierten stochastischen Simulators	176
7.6	Simulationswerkzeuge	180
7.6.1	Programmiersprachen und Bibliotheken	180
7.6.2	Allgemeine Software zur ereignisorientierten stochastischen Simulation	183
7.6.3	Programm „Mini Callcenter Simulator“	185

7.6.4	Programm „Callcenter Simulator“	188
7.7	Genauigkeit der Simulationsergebnisse	192
7.7.1	Monte-Carlo-Simulation	192
7.7.2	Konvergenzgeschwindigkeit	196
7.7.3	Konfidenzintervalle	204
7.7.4	Simulation konkreter historischer Tage	206
7.8	Parameterkalibrierung	207
7.8.1	Funktionsweise der Parameterkalibrierung	207
7.8.2	Anwendung der Wartezeittoleranzkalibrierung	208
8	Optimierungsstrategien	213
8.1	Optimierungsziel	213
8.2	Zeithorizont	218
8.2.1	Strategische Planung	219
8.2.2	Taktische Planung	219
8.2.3	Operative Planung	220
8.2.4	Optimierungsmöglichkeiten	220
8.3	Analyse der Kundenströme und der Ursachen für Kosten	221
8.3.1	Internes Callcenter	222
8.3.2	Ausgelagertes Callcenter	223
8.3.3	Abstraktion des Callcenter-Systems	225
8.4	Anzahl an Agenten	225
8.4.1	Abbrecher und Wiederholer	225
8.4.2	Rückkopplung durch Wiederholer	228
8.4.3	Ertragsgesetz	228
8.4.4	Erstanruferanzahl	231
8.4.5	Agentenanzahl pro Intervall	233
8.4.6	Vollzeit- und Teilzeit-Agenten	234
8.4.7	Bestimmung des planerischen Agentenbedarfs	240
8.5	Economy of Scale	240
8.5.1	Service-Qualität	240
8.5.2	Multi-Skill-Agenten	241
8.6	Streuung der Bedienzeiten und der Wartezeittoleranzen	243
8.6.1	Variation der Standardabweichungen der Bediendauern	245
8.6.2	Variation der Standardabweichungen der Wartezeittoleranzen	245

8.6.3	Vergleich von Simulation mit der Allen-Cunneen-Näherungsformel	249
8.7	Lastdifferenzierung zwischen mehreren Teil-Callcentern	250
8.7.1	Lastdifferenzierung ohne Mindestwartezeiten	253
8.7.2	Lastdifferenzierung mit Mindestwartezeiten	254
8.7.3	Kostenoptimierung	256
8.7.4	Regionale Callcenter	259
8.8	Anteil an Multi-Skill-Agenten	261
8.8.1	Multi-Skill-Agenten versus Single-Skill-Agenten	264
8.8.2	Abhängigkeiten durch Multi-Skill-Agenten	265
8.8.3	Optimaler Multi-Skill-Agenten Anteil in Abhängigkeit von der Größe des Callcenters	267
8.8.4	Optimaler Multi-Skill-Agenten Anteil in Abhängigkeit von den Bedienzeiten und der Weiterleitungsquote	268
8.8.5	Bestimmung der Anzahl an Single-Skill- und Multi-Skill-Agenten in der Praxis	271
8.9	Routing-Strategien in einem Multi-Skill-Umfeld	271
8.10	Vertragsgestaltung beim Outsourcing	275
8.10.1	Berechnung des Ertrags eines internen Callcenters	278
8.10.2	Berechnung des Ertrags eines ausgelagerten Callcenters	280
8.10.3	Vertragsmodell: Pay per call offered	281
8.10.4	Vertragsmodell: Piecemeal	284
8.10.5	Vertragsmodell: Pay per call resolved	286
8.10.6	Vertragsmodell: Pay per call resolved + cost sharing	290
8.10.7	Vertragsmodell: Partnership	292
8.11	Schicht- und Personalplanung	293
8.11.1	Schritte der Personaleinsatzplanung	293
8.11.2	Was ist ein Agent?	294
8.11.3	Schichtplanung in der Simulation	296
9	Zusammenfassung der Ergebnisse	301
	Anhang	305
A	Grundlagen der Statistik	307
A.1	Ausgangsdaten	307
A.1.1	Grundgesamtheit und Stichprobe	307

A.1.2	Häufigkeit	308
A.1.3	Klassen	310
A.2	Kenngroßen	311
A.2.1	Mittelwert	311
A.2.2	Streuumaße	314
A.3	Wahrscheinlichkeiten	319
A.3.1	Bedingte Wahrscheinlichkeiten	320
A.3.2	Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Kenngroßen	320
A.3.3	Stochastische Unabhängigkeit	321
A.4	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	321
A.4.1	Gleichverteilung	322
A.4.2	Exponentialverteilung	323
A.4.3	Normalverteilung	325
A.4.4	Log-Normalverteilung	329
A.4.5	Gammaverteilung	332
A.4.6	Erlangverteilung	334
A.4.7	Weitere Wahrscheinlichkeitsverteilungen	335
A.5	Konfidenzintervalle	336
B	Herleitung der Erlang-B- und Erlang-C-Formeln	339
B.1	Exponentialverteilung	340
B.2	Faltung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen	345
B.3	Erlangverteilung	345
B.4	Geburts- und Todesprozesse	349
B.5	Gamma-Funktion	354
B.6	Erweiterte Erlang-C-Formel	357
B.7	Erlang-C-Formel	359
B.8	Erlang-B-Formel	362
C	Glossar	365
D	Formelsammlung	399
D.1	Absolute und relative Häufigkeiten	399
D.2	Klassen	399
D.3	Kenngroßen einer Stichprobe	400
D.4	Wahrscheinlichkeiten	401

D.5	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	402
D.6	Konfidenzintervalle	404
D.7	Grundbegriffe Warteschlangentheorie	404
D.8	Schätzen der Wartezeitoleranz	405
D.9	Formel von Little	405
D.10	Warteschlangensysteme	406
E	Bezeichnungen	411
E.1	Stochastik und Statistik	411
E.2	Warteschlangentheorie	412
E.3	Abkürzungen	413
	Literaturverzeichnis	415
	Abbildungsverzeichnis	421
	Tabellenverzeichnis	429
	Sachverzeichnis	431