

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Aufbau des Buches	2
1.2	Programmversionen von R	2
1.3	Hinweise zur Nutzung des R-Codes	3
1.3.1	Nutzungsvereinbarung	3
1.3.2	Lizenz zur Nutzung der Programmbeispiele	3
1.3.3	Beschränkungen der Nutzung	3
1.3.4	Änderungen an der Anwendung	3
1.3.5	Fragen zur Nutzung des R-Codes	4
1.3.6	Haftungsausschluss	4
1.3.7	Download der Programmbeispiele	4
1.4	Literaturempfehlungen zur Einführung in R	5
2	Einführung in die faszinierende Welt des Zufalls	7
2.1	Der Zufall in der Stochastik	10
2.1.1	Traue keiner Statistik, die du nicht selbst gefälscht hast!	10
2.1.2	Geronimo Cardano, einer der letzten Universalgelehrten der Renaissance	11
2.1.3	Blaise Pascal: Geburtsstunde der klassischen Wahrscheinlichkeitsrechnung	12
2.1.4	Jakob Bernoulli, entwickelt das „Gesetz der großen Zahl“	14
2.1.5	Pierre-Simon Laplace, (Mit-) Entwickler der Wahrscheinlichkeitsrechnung	15
2.1.6	Johann Carl Friedrich Gauß, ein Wunderkind revolutioniert die Mathematik	15
2.1.7	Zufälle und ihre Zufälligkeit	17
	Literatur	22

3	Grundbegriffe	25
3.1	Grundbegriffe des Chancen- und Risikomanagements	26
3.1.1	Risiko	26
3.1.2	Chance	28
3.1.3	Risikomanagement	28
3.1.4	Chancenmanagement	30
3.1.5	Schwankungsrisiken	31
3.1.6	Ereignisrisiken	33
3.1.7	Eintrittswahrscheinlichkeit	36
3.1.8	Häufigkeit	37
3.1.9	Auswirkung	39
3.1.10	Schadenspotential	39
3.1.11	Zufallsexperiment	39
3.1.12	Stochastische Szenarioanalyse	40
3.2	Grundbegriffe der deskriptiven Statistik	42
3.2.1	Statistische Verfahren	43
3.2.2	Statistische Analyse	43
3.2.3	Statistische Daten	44
3.2.3.1	Nominale Daten	45
3.2.3.2	Ordinale Daten	45
3.2.3.3	Metrische Daten	46
3.2.3.4	Maße und Kennzahlen	46
3.2.3.4.1	Lagemaße in der deskriptiven Statistik	46
3.2.3.4.2	Schiefe einer Verteilung (Skewness)	47
3.2.3.4.3	Streuung von Ergebniswerten	47
3.2.3.4.4	Regression	49
3.2.3.4.5	Korrelation	50
3.2.3.5	Das Gesetz der großen Zahlen	52
3.2.3.6	Axiome der Wahrscheinlichkeitsrechnung	53
3.2.3.7	Satz der totalen Wahrscheinlichkeit	54
3.3	Grundbegriffe der Inferenzstatistik	55
3.3.1	Alltagsvermutungen	57
3.3.2	Wissenschaftliche Hypothese	57
3.3.3	Wissenschaftliche quantitative/statistische Hypothese	58
3.3.4	Statistische Tests/Anpassungstests	59
3.3.5	Signifikanzniveau	59
3.3.6	Schätzverfahren/Schätztheorie	60
3.3.7	Formalisierung/Normalisierung	61
3.3.8	Stichprobenfunktion	61

3.3.9	Zentraler Grenzwertsatz	62
3.3.10	Distribution Fitting	62
	Literatur	64
4	Risiken und Chancen als Wahrscheinlichkeitsverteilungen darstellen	65
4.1	Quantitative Verfahren	66
4.1.1	Aus qualitativ wird quantitativ	70
4.1.2	Schätzung von Volatilitäten.	75
4.1.2.1	Punkt-Schätzung	76
4.1.2.2	Mehrpunkt-Schätzung	77
4.1.2.3	Schätzung von Szenarien	81
4.1.2.4	Schätzung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen	82
4.1.2.4.1	Wahrscheinlichkeitsfunktion diskreter Verteilungen	82
4.1.2.4.2	Dichtefunktion stetiger Verteilungen	83
4.1.2.4.3	Verteilungsfunktion	84
4.1.2.4.4	Typische Verteilungsformen	86
4.1.2.4.5	Schätzfehler bei Risiken, die durch Substitution mit einer Dreiecksverteilung erfolgen.	90
4.2	Kalibrierung von Verteilungsfunktionen	93
4.2.1	Predictive Analytics und Zeitreihenanalyse	94
4.2.1.1	Saison-Trend-Zerlegung	96
4.2.1.2	Exponentielles Glätten	97
4.2.2	Expertenschätzung	99
4.2.2.1	Erwartungen an den Experten einer quantitativen Risikoeinschätzung	100
4.2.2.2	Identifikation relevanter Risiken	101
4.2.2.3	Kenntnis der Wirkungszusammenhänge	101
4.2.2.4	Subjektivität eines Schätzers	102
4.2.2.5	Schätzung von Verteilungen	102
4.3	In der Praxis verbreitete Verteilungsfunktionen	104
4.3.1	Diskrete Verteilungsfunktionen	104
4.3.1.1	Binomialverteilung	104
4.3.1.1.1	Eigenschaft der Binomialverteilung	105
4.3.1.1.2	Anwendung	106
4.3.1.2	Bernoulli-Verteilung (Null-Eins-Verteilung)	106
4.3.1.2.1	Eigenschaft der Bernoulli-Verteilung	107
4.3.1.2.2	Anwendung	108

4.3.1.3	Geometrische Verteilung	108
4.3.1.3.1	Eigenschaft der geometrischen Verteilung.	109
4.3.1.3.2	Anwendung	110
4.3.1.4	Poisson-Verteilung	110
4.3.1.4.1	Eigenschaft der Poisson Verteilung	111
4.3.1.4.2	Anwendung	111
4.3.1.5	Diskrete Gleichverteilung	112
4.3.1.5.1	Eigenschaft der diskreten Gleichverteilung.	112
4.3.1.5.2	Anwendung	113
4.3.2	Stetige Verteilungsfunktionen	113
4.3.2.1	Stetige Gleichverteilung	114
4.3.2.1.1	Eigenschaft der stetigen Gleichverteilung.	115
4.3.2.1.2	Anwendung	115
4.3.2.2	Dreiecksverteilung	116
4.3.2.2.1	Eigenschaft der Dreiecksverteilung	117
4.3.2.2.2	Anwendung	118
4.3.2.3	PERT-Verteilung	118
4.3.2.3.1	Eigenschaft der PERT-Verteilung	121
4.3.2.3.2	Anwendung	122
4.3.2.4	Normalverteilung (Gauß-Verteilung)	122
4.3.2.4.1	Eigenschaft der Normalverteilung	126
4.3.2.4.2	Anwendung	126
4.3.2.5	Logarithmische Normalverteilung (Log-Normalverteilung)	127
4.3.2.5.1	Eigenschaft der Lognormalverteilung	129
4.3.2.5.2	Anwendung	129
4.3.2.6	Exponentialverteilung	129
4.3.2.6.1	Eigenschaft der Exponentialverteilung	131
4.3.2.6.2	Anwendung	131
4.3.2.7	Weibull-Verteilung	131
4.3.2.7.1	Eigenschaften der Weibull-Verteilung	133
4.3.2.7.2	Anwendung	133
4.3.2.8	Gamma-Verteilung	136
4.3.2.8.1	Eigenschaften der Gamma-Verteilung	137
4.3.2.8.2	Anwendung	137
4.3.2.9	Pareto-Verteilung	138
4.3.2.9.1	Eigenschaften der Pareto-Verteilung	140
4.3.2.9.2	Anwendung	141

4.3.3	Compound-Verteilung.	142
4.3.3.1	Compound-Verteilung ohne Downside-Begrenzung	142
4.3.3.2	Compound-Verteilung mit Downside-Begrenzung	150
4.3.3.3	Versicherung von Schadensfällen	153
4.3.4	Schätzfehler in der Praxis	158
4.3.4.1	Beschreibung der Risiken durch deren Eigenschaft	159
4.3.4.2	Bestimmung der Verteilung für Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit und Auswirkung	161
4.3.4.3	Bestimmung der Schätzzuverlässigkeit (Shape-Parameter).	162
4.3.4.4	Schätzfehler durch Substitution der originären Verteilung	163
4.3.4.4.1	Normalverteilung	164
4.3.4.4.2	Log-Normalverteilung	167
4.3.4.4.3	Weibull-Verteilung	172
4.3.4.4.4	Dreiecksverteilung	176
4.3.4.5	Multivariate Verteilungen	179
Literatur		180
5	Risiken in der Unternehmensplanung	183
5.1	Die Unternehmensplanung	184
5.1.1	Ist eine Pandemie ein unplanbares Ereignis?	184
5.1.2	Planungshorizont	186
5.1.2.1	Einjahres-Simulation	187
5.1.2.2	Mehrjahres-Simulation	188
5.1.3	Die Planung, ein Korridor zum Ziel	189
5.1.3.1	Integrierter, risikoadjustierter Planungsprozess	190
5.1.3.2	Risikoadjustierter Betriebsprozess	191
5.1.4	Risikoadjustierter Geschäftsplan	191
5.1.5	Die risikoadjustierte Plan-GuV	193
5.1.5.1	Absolute und relative Risiken eines Planungswerts	196
5.1.5.2	Mehrfachrisiken eines Planungswerts	199
5.1.5.3	Mehrfache absolute und relative Risiken eines Planungswerts	201
5.2	Risiken vor und nach der Maßnahmenumsetzung	204
5.2.1	Risikosteuerung	205

5.2.1.1	Methoden der Risikosteuerung	206
5.2.1.2	Risiken begrenzen oder übertragen	207
	Literatur	209
6	Stochastische Prozesse	211
6.1	Definition	212
6.2	Markow-Prozess	212
6.3	Wiener-Prozess/Brownsche Bewegung	215
6.4	Random Walk	218
6.5	Multi Periode Risk Analysis (MPRA)	222
6.5.1	Der Finanz- oder Projektplan	222
6.5.2	Ein Projekt – ein stochastischer Prozess	223
6.5.3	Konzept der Multi Periode Risk Analysis	225
6.5.3.1	Perioden und „Zeitscheiben“	225
6.5.3.2	Abhängigkeiten von Vorperioden	226
6.5.3.3	Stochastischer Prozess und Random Walk	227
6.5.3.4	Kumulative oder beeinflussende Vererbung	228
6.5.3.5	Lern- und Erfahrungswerte	229
6.5.3.6	Regression zur Mitte	232
	Literatur	233
7	Risikomaße	235
7.1	Einführung in die Welt der KPIs	236
7.1.1	Interpretation von Kennzahlen	237
7.1.2	Absolut ermittelte Kennzahlen	238
7.1.3	Relativ berechnete Verhältniskennzahlen	238
7.1.4	Risikokennzahlen als Frühwarnindikatoren	239
7.2	Risikomaße aus der Statistik	241
7.2.1	Lageabhängige bzw. lageunabhängige Risikomaße	242
7.2.2	Allgemeine Risikomaße aus der Verteilung	243
7.2.2.1	Besondere Werte der Verteilung	243
7.2.2.2	Momente einer Verteilung	245
7.2.3	Spezielle Risikomaße	247
7.2.3.1	Value at Risk (VaR)	247
7.2.3.2	Conditional Value at Risk (CVaR) und Expected Shortfall (ES)	247
7.2.3.3	Deviation Value at Risk ($VaR\Delta$)	248
7.2.3.4	Deviation Conditional Value at Risk ($CVaR\Delta$)	249
7.2.3.5	Length of Tail Ratio (LoT)	249
7.2.4	Performance- bzw. Rendite-Risikokennzahlen	250
7.2.4.1	Risikoadjustierte Rentabilität / Rendite	253
7.2.4.1.1	Risk adjusted Capital (RaC)	254

7.2.4.1.2	Return on Risk adjusted Capital (RoRaC)	255
7.2.4.1.3	Risk adjusted Return on Capital (RaRoC)	255
7.2.4.1.4	Risk adjusted Return on Risk adjusted Capital (RaRoRaC)	256
7.2.4.1.5	Risk adjusted Return on Capital Employed (RaRoCE)	256
7.2.5	Risikoindikatoren	257
7.2.5.1	Risk oriented Budget Reliability (RoBR)	257
7.2.5.2	Risk oriented Probability of Loss (RoPoL)	258
7.2.5.3	Risk oriented Probability of Bankruptcy (RoPoB)	259
Literatur		260
8	Abhängigkeiten modellieren	263
8.1	Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge abbilden	264
8.1.1	Ursachen-Wirkungs-Diagramme	264
8.1.1.1	Ishikawa-Diagramm	265
8.1.1.2	Bow-Tie-Diagramm	266
8.1.2	Fehlerbaumanalyse nach DIN 25424	269
8.2	Korrelationen	277
8.2.1	Korrelation von Risiken	279
8.2.1.1	Korrelationsmatrix für neutrale Korrelation	279
8.2.1.2	Korrelationsmatrix für streng positive Korrelation	280
8.2.1.3	Korrelationsmatrix für streng negative Korrelation	281
8.2.1.4	Programmcode für die einzelnen Korrelationsszenarien	282
8.2.2	Aggregieren von Risiken als Vektoraddition	284
8.2.3	Korrelation im Risikomanagement	289
8.3	Copulas	291
8.3.1	Konzept der Copula	291
8.3.1.1	Transformation gleichverteilter Zufallszahlen in eine kumulative Dichtefunktion	292
8.3.1.2	Erstellen der Copula-Funktion	292
8.3.2	Ermitteln der multivariaten Verteilung mit ihren beliebigen Randverteilungen	295
Literatur		297

9	Sensitivitätsanalyse in der Praxis	301
9.1	Zweck	302
9.2	Kritische Betrachtung der Sensitivitätsanalyse	302
9.3	Verfahren der Sensitivitätsanalyse	304
9.3.1	Beispielannahme	304
9.3.2	Der gerichtete Zusammenhang – Regression	304
9.3.3	Die Kraft der Kopplung – Korrelation	309
9.3.4	Visualisierung der Sensitivität	309
	Literatur	312
10	Simulation und Optimierung von Maßnahmen	313
10.1	Inhärentes Risiko, Ziel- und Restrisiko	314
10.2	Maßnahmenwirkung	315
10.2.1	Nettonutzen der Maßnahme	316
10.3	Maßnahmeneffizienz	317
10.4	Optimierung von Maßnahmen	317
11	Fallstudien	319
11.1	Einführung in die Fallstudien	320
11.2	Bandbreitenplanung in der Praxis	321
11.2.1	Einjahres-Simulation	323
11.2.2	Mehrjahres-Simulation	333
11.2.3	Auswertung und Aufbereitung von Kennzahlen	335
11.2.4	Simulation mehrphasiger Projekte	347
11.2.4.1	Projektplanung	347
11.2.4.2	Multi Period Risk Analysis (MPRA)	348
11.2.4.3	Einfluss der Regression zur Mitte	358
11.2.4.4	Einfluss des Reifegrads der Projektorganisation	359
11.2.4.5	Einfluss möglicher Projektstopps – Dead-Ends	362
11.3	Simulation eines Betriebsunterbrechungsszenarios	363
11.3.1	Einführung	363
11.3.2	Parametrisierung der Risiken	365
11.3.3	Ergebnis der Simulation	367
11.3.4	Simulation von Maßnahmen	370
11.4	Simulation von Rohstoffpreisvolatilitäten	375
11.4.1	Rohstoff-Cashflow-Exposure	375
11.4.2	Rohstoffpreisrisiken der RiskNET Inntal AG	377
11.4.3	Zeitreihenanalyse der Dieselpreisentwicklung	378
11.4.4	EBT@Risk	381
11.4.5	Schwankung der Bedarfsmengen	382
11.4.6	Berücksichtigung von Währungsrisiken	383

11.5	Stochastische Investitionssimulation in der Praxis	389
11.5.1	„Best Guess“-Annahmen in der klassischen Investitionsrechnung	389
11.5.2	Berücksichtigung von Unsicherheit bei Investitionsentscheidungen	392
11.5.3	Stochastische Investitionssimulation	393
11.5.4	Unsichere Parameter und potenzielle Maßnahmensimulation	397
11.5.5	Maßnahmensimulation zur Optimierung von Investitionsentscheidungen	399
11.6	Simulation von Informationssicherheitsrisiken	406
11.6.1	Stochastische Simulation	408
11.6.1.1	Business Impact Analyse	408
11.6.1.2	Verknüpfung von aggregierten Zuverlässigkeitswerten	411
11.6.1.3	Aggregation von IT-Risiken	414
11.6.2	Simulation Cyberangriff (Mærsk-Szenario)	417
11.6.2.1	Hintergrund zum Not-Petya-Angriff	417
11.6.2.2	Parameter für Szenario-Simulation	418
11.6.2.3	Ergebnis der Simulation	420
11.6.2.4	Simulation von Maßnahmen	421
	Literatur	427
12	Einführung in R	429
12.1	Download und Installation von R	430
12.2	Die wichtigsten R-Befehle im Überblick	430
	Literatur	437
	Stichwortverzeichnis	445