

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Artifizielle Zufallsgeneratoren</b>	<b>17</b>
1.1	Einleitung . . . . .	18
1.2	Zufallsvariablen . . . . .	18
1.2.1	Ausgangspunkt: Gleichverteilung . . . . .	18
1.2.2	Konstruktion beliebiger Verteilungen . . . . .	19
1.2.3	Wahrscheinlichkeiten und Häufigkeiten . . . . .	20
1.2.4	Charakterisierungen von Verteilungen . . . . .	21
1.2.5	Funktionen von Zufallsvariablen . . . . .	21
1.2.6	Unendliche Wertebereiche . . . . .	21
1.3	Eine Erweiterung . . . . .	22
1.3.1	Dichtefunktionen . . . . .	22
1.3.2	Eine stetige Gleichverteilung . . . . .	23
1.3.3	Charakterisierungen stetiger Verteilungen . . . . .	24
1.3.4	Die Normalverteilung . . . . .	24
1.3.5	Funktionen stetiger Zufallsvariablen . . . . .	25
1.4	Algorithmische Zufallsgeneratoren . . . . .	26
1.4.1	Simulation eines Würfels . . . . .	26
1.4.2	Die Inversionsmethode . . . . .	27
1.5	Aufgaben . . . . .	29
1.6	R-Code . . . . .	31
<b>2</b>	<b>Schätzen von Verteilungsparametern</b>	<b>33</b>
2.1	Einleitung . . . . .	34
2.2	Unabhängige Wiederholungen . . . . .	34
2.2.1	Stichprobenvariablen . . . . .	34
2.2.2	Stichprobenfunktionen . . . . .	35
2.3	Die Maximum-Likelihood-Methode . . . . .	36
2.3.1	Likelihoodfunktionen . . . . .	36
2.3.2	Ein einziger Parameter . . . . .	37
2.3.3	Mehrere Parameter . . . . .	38
2.4	Stetige Zufallsvariablen . . . . .	40
2.4.1	Likelihoodfunktionen . . . . .	40
2.4.2	Parameter der Normalverteilung . . . . .	41
2.5	Annahmen über Verteilungen . . . . .	42

2.6	Aufgaben . . . . .	45
2.7	R-Code . . . . .	46
3	Schätzfunktionen und Konfidenzintervalle	49
3.1	Einleitung . . . . .	50
3.2	Schätzfunktionen . . . . .	50
3.2.1	Definition und Beispiele . . . . .	50
3.2.2	Erwartungstreue Schätzfunktionen . . . . .	51
3.3	Die Binomialverteilung . . . . .	51
3.4	Verteilungen von Schätzfunktionen . . . . .	53
3.4.1	Die Schätzfunktion für $\pi$ . . . . .	54
3.4.2	Die Schätzfunktion für $\mu$ . . . . .	55
3.5	Konfidenzintervalle . . . . .	57
3.6	Formelanhang . . . . .	60
3.7	Aufgaben . . . . .	62
3.8	R-Code . . . . .	63
4	Testen von Hypothesen	65
4.1	Einleitung . . . . .	66
4.2	Signifikanztests . . . . .	66
4.2.1	Einfache Hypothesen . . . . .	66
4.2.2	Festlegung des kritischen Bereichs . . . . .	67
4.2.3	Fehler erster und zweiter Art . . . . .	67
4.2.4	Zusammengesetzte Hypothesen . . . . .	69
4.2.5	Signifikanztests und Konfidenzintervalle . . . . .	70
4.2.6	Werden Nullhypothesen bestätigt? . . . . .	71
4.3	Likelihood-Ratio-Tests . . . . .	71
4.3.1	Schematische Darstellung . . . . .	71
4.3.2	Ist der Würfel fair? . . . . .	73
4.3.3	Bedeutung des Stichprobenumfangs . . . . .	75
4.3.4	Zusammengesetzte Hypothesen . . . . .	76
4.4	Aufgaben . . . . .	78
4.5	R-Code . . . . .	79
5	Stichproben aus realen Gesamtheiten	81
5.1	Einleitung . . . . .	82
5.2	Zufallsstichproben . . . . .	83
5.2.1	Stichprobendesign und Stichproben . . . . .	83
5.2.2	Inklusions- und Ziehungswahrscheinlichkeiten	84

5.2.3	Einfache Zufallsstichproben . . . . .	85
5.3	Schätzfunktionen . . . . .	86
5.3.1	Der theoretische Ansatz . . . . .	86
5.3.2	Schätzfunktionen für Mittelwerte . . . . .	87
5.3.3	Schätzfunktionen für Anteilswerte . . . . .	88
5.3.4	Schätzfunktionen für Varianzen . . . . .	89
5.3.5	Konfidenzintervalle . . . . .	90
5.4	Eine Computersimulation . . . . .	91
5.5	Aufgaben . . . . .	92
5.6	R-Code . . . . .	93
6	Ergänzungen und Probleme . . . . .	95
6.1	Einleitung . . . . .	96
6.2	Unterschiedliche Stichprobendesigns . . . . .	96
6.2.1	Partitionen der Grundgesamtheit . . . . .	96
6.2.2	Geschichtete Auswahlverfahren . . . . .	97
6.2.3	Mehrstufige Auswahlverfahren . . . . .	98
6.3	Stichprobenausfälle . . . . .	99
6.3.1	Illustration der Problematik . . . . .	99
6.3.2	Konditionierende Variablen . . . . .	101
6.4	Designgewichte . . . . .	103
6.5	Aufgaben . . . . .	105
6.6	R-Code . . . . .	106
7	Deskriptive Modelle . . . . .	107
7.1	Einleitung . . . . .	108
7.2	Anpassen theoretischer Verteilungen . . . . .	108
7.2.1	Häufigkeiten von Arztbesuchen . . . . .	108
7.2.2	Interpretation des Schätzverfahrens . . . . .	110
7.3	Gruppierte Einkommensdaten . . . . .	111
7.4	Anpassungstests . . . . .	114
7.5	Wie gut muss das Modell passen? . . . . .	116
7.6	Aufgaben . . . . .	118
7.7	R-Code . . . . .	119
8	Probabilistische Regressionsmodelle . . . . .	121
8.1	Einleitung . . . . .	122
8.2	Eine binäre abhängige Variable . . . . .	123
8.2.1	Der theoretische Ansatz . . . . .	123

8.2.2	Beispiel: Schulabschluss Abitur . . . . .	124
8.2.3	Zustände und Ereignisse . . . . .	125
8.2.4	Quantitative Regressorvariablen . . . . .	125
8.2.5	Interaktion zwischen Regressorvariablen . . . . .	127
8.3	Standardfehler der Parameterschätzungen . . . . .	127
8.4	Aufgaben . . . . .	131
8.5	R-Code . . . . .	132
<b>9</b>	<b>Polytome abhängige Variablen</b> . . . . .	<b>133</b>
9.1	Einleitung . . . . .	134
9.2	Eine quantitative abhängige Variable . . . . .	134
9.2.1	Beispiel: Anzahl Arztbesuche . . . . .	134
9.2.2	Parametrisierung der Erwartungswerte . . . . .	137
9.3	Eine kategoriale abhängige Variable . . . . .	138
9.3.1	Beispiel: Internetnutzung . . . . .	138
9.3.2	Ein multinomiales Logitmodell . . . . .	139
9.3.3	Vereinfachungen des Modells . . . . .	140
9.3.4	Referenzkategorie und Standardfehler . . . . .	141
9.3.5	Quantitative Regressorvariablen . . . . .	142
9.4	Aufgaben . . . . .	144
9.5	R-Code . . . . .	145
<b>10</b>	<b>Regression mit Dichtefunktionen</b> . . . . .	<b>147</b>
10.1	Einleitung . . . . .	148
10.2	Gruppierte Einkommensdaten . . . . .	148
10.2.1	Modellspezifikation und ML-Schätzung . . . . .	148
10.2.2	Bedingte Erwartungswerte . . . . .	151
10.3	Zeitdauern bis zu Ereignissen . . . . .	153
10.3.1	Beispiel: Heiratsalter . . . . .	153
10.3.2	Ein Modell für Heiratsraten . . . . .	154
10.3.3	ML-Schätzung der Parameter . . . . .	157
10.3.4	Verknüpfung mit Regressorvariablen . . . . .	158
10.4	Aufgaben . . . . .	162
10.5	R-Code . . . . .	163
<b>11</b>	<b>Regression mit Erwartungswerten</b> . . . . .	<b>165</b>
11.1	Einleitung . . . . .	166
11.2	Der theoretische Ansatz . . . . .	166
11.2.1	Modelle für bedingte Erwartungswerte . . . . .	166

11.2.2 Die Methode der kleinsten Quadrate . . . . .	167
11.3 Lineare Regressionsmodelle . . . . .	168
11.3.1 Schematische Darstellung . . . . .	168
11.3.2 Standardfehler . . . . .	170
11.3.3 Beispiele . . . . .	172
11.4 Nichtlineare Regressionsmodelle . . . . .	173
11.5 Wozu dienen Regressionsmodelle? . . . . .	175
11.5.1 Voraussagen für Erwartungswerte . . . . .	175
11.5.2 Voraussagen für individuelle Werte . . . . .	176
11.5.3 Vergleiche unterschiedlicher Modelle . . . . .	177
11.6 Aufgaben . . . . .	179
11.7 R-Code . . . . .	180
<b>Formelsammlung</b>	<b>181</b>
<b>Probeklausuren</b>	<b>187</b>
<b>Lösungshinweise</b>	<b>205</b>
<b>Literaturangaben</b>	<b>229</b>
<b>Index</b>	<b>231</b>