

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
1.1. Was ist Statistik?	1
1.2. Kurze Geschichte der Statistik	4
2. Beschreibende Statistik	7
2.1. Das Sammeln von Daten	7
2.1.1. Population und Stichprobe	7
2.1.2. Monovariabel und multivariabel Daten	7
2.1.3. Skalen	7
2.1.4. Wie „genau“ sind unsere Messungen?	8
2.2. Auswertung der Daten	9
2.2.1. Lageparameter	9
2.2.2. Streuungsparameter	10
2.3. Graphische Darstellung	12
2.3.1. Stem-and-Leaf	13
2.3.2. Histogramm und Polygondiagramm	14
2.3.3. Summenkurven	15
2.3.4. Box-and-Whiskers	17
2.3.5. Durchschnitt mit Standardabweichung oder Standardfehler	18
2.4. Weitere Beispiele	18
3. Wahrscheinlichkeit	19
3.1. Beginn der Wahrscheinlichkeitsrechnung	19
3.2. Das Venn-Diagramm	20
3.3. Ein paar Regeln	21
3.4. Lösung des Problems von le Méré	22
3.5. Das Problem von Galilei	23
3.6. Bedingte Wahrscheinlichkeit und die Bayessche Formel	23
3.7. Weitere Anwendungen der bedingten Wahrscheinlichkeit	26
3.8. Wie wird Wahrscheinlichkeit definiert?	27
3.9. Der Erwartungswert	27
3.10. Weitere Beispiele	29
4. Wahrscheinlichkeitsverteilungen	30
4.1. Die Binomialverteilung	30
4.1.1. Empirische Ableitung und der Wahrscheinlichkeitsbaum	30
4.1.2. Die Formel und das Pascalsche Dreieck	31
4.1.3. Durchschnitt und Varianz	32
4.2. Die Normalverteilung	33
4.2.1. Normalverteilungen und Z-Transformation	33
4.2.2. Aussagen über Wahrscheinlichkeiten	34
4.2.3. Gott prophezeit 1969 das Ende der Berliner Mauer	37
4.2.4. Die Normalverteilung als Grenzfall der Binomialverteilung	38
4.2.5. Der zentrale Grenzwertsatz	39
4.3. Die Poissonverteilung	41
4.4. Von der Probe zur Population: Konfidenzschätzungen	41
4.4.1. Das Problem mit Meinungsumfragen	42

4.4.2. Konfidenzintervalle beruhend auf Normalverteilung.....	43
4.4.2.1 Für Stichproben mit $n > 30$	43
4.4.2.2. Für kleine Proben: die t-Verteilung.....	44
4.4.3. Die „Schnürsenkelmethode“.....	46
4. 5. Weitere Beispiele.....	47
5. Qualitätskontrolle.....	48
5.1. Kontrollkarten oder statistische Prozeßkontrolle.....	48
5.2. Acceptance Sampling.....	49
5.3. Der Ansatz nach Bayes.....	50
5.4. Erfolg und Mißerfolg im Sport.....	51
5.5. Weitere Beispiele.....	52
6. Das Formulieren und Testen von Hypothesen.....	53
6.1. Der Ansatz nach Bayes.....	53
6.2. Das Problem der Induktion.....	55
6.3. Signifikanztest und Nullhypothese nach Fisher.....	56
6.4. Entscheidungstheorie von Neyman-Pearson-Wolf.....	58
6.4.1. Übersicht.....	58
6.4.2. Berechnung von β	59
6.5. Computerintensive Methoden.....	62
6.6. Das „Hybridmodell“ der Lehrbücher.....	64
6.7. Bayessche Bewertung einer klinischen Untersuchung: eine Fallstudie.....	65
6.8. Weitere Beispiele.....	67
7. Vergleich zweier Kennwerte: t-test und Alternativen.....	68
7.1. Eine Probe und eine Population.....	68
7.2. Zwei gepaarte Proben.....	69
7.3. Zwei unabhängige Proben.....	70
7.3.1. Varianzen der Proben sind homogen.....	70
7.3.2. Varianzen der Proben sind nicht homogen.....	71
7.4. Vergleich von Proportionen.....	73
7.5. Powerberechnungen.....	74
7.6. Verteilungsunabhängige Prüfverfahren.....	75
7.6.1. Eine Probe und eine Population.....	76
7.6.2. Zwei gepaarte Proben.....	76
7.6.2.1. Fishers Test.....	76
7.6.2.2. Wilcoxon Signed Rank Test.....	78
7.6.3. Zwei unabhängige Proben.....	79
7.7. Weitere Beispiele.....	81
8. Vergleich von mehr als zwei Kennwerten: Varianzanalyse (ANOVA).....	82
8.1. t-Test und Varianzanalyse.....	82
8.2. Feste und zufällige Effekte.....	83
8.3. ANOVA mit 1 Faktor: Modell I.....	84
8.3.1. Unterteilung der Varianz und Bestimmung von F.....	84
8.3.2. Multiple Vergleiche.....	87
8.3.2.1. A-priori-Vergleiche.....	87
8.3.2.2. A-posteriori-Vergleiche.....	88

t-Test mit Bonferroni-Anpassung	88
Duncan-Test und Student-Newman-Keuls-Test	89
Tukeys Test	90
Lineare Kontraste	91
8.3.3. Konfidenzintervalle	92
8.4. ANOVA mit 1 Faktor: Modell II	92
8.5. ANOVA mit Blöcken (gemischtes Modell)	93
8.5.1. Ein fester und ein zufälliger Effekt	93
8.5.2. Ein fester und zwei zufällige Effekte: lateinisches Quadrat	95
8.6. Mehrfaktorielle ANOVA (Modell I)	95
8.7. Fortgeschrittene Modelle	98
8.7.1. Hierarchische Modelle	98
8.7.2. MANOVA	99
8.7.3. Kovarianzanalyse: ANCOVA	99
8.8. Powerberechnungen	100
8.9. Voraussetzungen für ANOVA	101
8.9.1. Zufällige Probenauswahl	101
8.9.2. Unabhängigkeit	101
8.9.3. Normalverteilung der Restfehler	102
8.9.4. Homogenität der Varianzen	102
8.9.5. Additivität	103
8.10. Verteilungsfreie (nichtparametrische) Alternativen	104
8.10.1. Ein Faktor: Kruskal-Wallis-Test	104
8.10.2. Ein Faktor mit Blockbildung: Friedman-Test	106
8.10.3. Mehrere Faktoren mit Interaktionen	108
8.10.4. Multiple Vergleiche	108
8.11. Weitere Beispiele	109
9. Regression und Korrelation	110
9.1. Einfache lineare Regression	110
9.1.1. Ein Beispiel: Cholesterin und Turnübungen	111
9.1.2. Beste Anpassung an Daten: Methode der kleinsten Quadrate	112
9.1.3. Bestimmung von Achsenabschnitt und Steigung	113
9.1.4. Überprüfung des Modelles	114
9.1.5. Korrelationskoeffizient und Bestimmtheitsmaß	116
9.1.6. Konfidenzintervalle	116
9.1.7. Prüfung auf Linearität	117
9.1.7.1. Mit Wiederholungen	118
9.1.7.2. Ohne Wiederholungen	118
9.1.8. Voraussetzungen der linearen Regression	122
9.2. Korrelation	122
9.2.1. Allgemeine Voraussetzungen	122
9.2.2. Korrelationskoeffizient nach Pearson	122
9.2.3. Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman	123
9.2.4. Rangkorrelationskoeffizient nach Kendall	124
9.2.5. Konkordanzkoeffizient nach Kendall	124
9.2.6. Permutationstests	125
9.3. Powerberechnungen	127
9.4. Vergleich mehrerer Regressionen: ANCOVA	127
9.5. Mehrfache lineare Regressionen	130

9.6. Nichtlineare Regressionen.....	133
9.6.1. Polynomiale Gleichungen.....	133
9.6.2. Weitere nichtlineare Gleichungen	134
9.6.2.1. Exponentieller Zerfall.....	134
9.6.2.2. Exponentielles Wachstum.....	135
9.6.2.3. Logistisches Wachstum	136
9.6.2.4. Michaelis-Menten-Gleichung	136
9.6.2.5. Das Finden der besten Anpassung	137
9.7. Logistische Regression	139
9.8. Wovor man sich bei Korrelation und Regression hüten muß	140
9.8.1. Korrelation bedeutet nicht Kausalzusammenhang	140
9.8.2. Extrapolation ausserhalb gemessener Werte.....	140
9.8.3. Das statistische Netz von Münchhausen.....	141
9.8.4. Regression zum Mittelwert.....	143
9.8.5. Vermischung zweier oder mehrerer Populationen	145
9.8.6. Quotienten und Transformationen.....	146
9.9. Weitere Beispiele.....	148
10. Beobachtete und erwartete Häufigkeiten: χ^2-Test und verwandte Methoden	150
10.1. Berechnung und Voraussetzungen.....	150
10.2. Die Stetigkeitskorrektur nach Yates	151
10.3. Anwendungen und Alternativen	151
10.4. Güte der Anpassung.....	152
10.4.1. Keine Parameter werden aus Daten geschätzt	153
10.4.2. Parameter werden aus Daten geschätzt.....	154
10.4.2.1. Binomialverteilung.....	154
10.4.2.2. Poissonverteilung	154
10.4.2.3. Normalverteilung.....	155
10.5. Kontingenztafeln.....	156
10.6. Powerberechnungen.....	158
10.7. Der exakte Test nach Fisher	158
10.8. Gepaarte Daten: der Test von McNemar.....	160
10.9. Berksons Trugschluß.....	162
10.10. Weitere Beispiele.....	163
11. Epidemiologische Methoden.....	164
11.1. Definition und geschichtlicher Überblick	164
11.2. Placebos.....	164
11.3. Die Doppelblind-Methode.....	164
11.4. Beurteilung des Risikos.....	165
11.5. Methoden.....	167
11.5.1. Der Vorteil des Odds-Quotienten.....	168
11.5. Mantel-Haenszel-Methoden	169
11.5. Logistische Regression.....	171
11.5. Überlebensanalysen	173
11.6. Weitere Beispiele.....	174
12. Beurteilung von mehreren unabhängigen Studien.....	176
12.1. Traditionelle Zusammenfassung der Literatur	177

12.2. Stimmenzählen	177
12.3. Ansatz nach Bayes	178
12.4. Meta-Analyse.....	178
12.4.1. Sammlung der Studien.....	178
12.4.2. Auswahl der Studien.....	180
12.4.3. Rechnerische Auswertung.....	180
13. Statistik im Zeitalter der Mikrocomputer und des Internets.....	182
13.1. Computer und Statistikprogramme	182
13.2. Resampling Stats.....	183
13.3. Interessante Websites.....	184
14. Lösungen.....	186
Kapitel 2.....	186
Kapitel 3.....	187
Kapitel 4.....	188
Kapitel 5.....	189
Kapitel 6.....	190
Kapitel 7.....	191
Kapitel 8.....	191
Kapitel 9.....	192
Kapitel 10.....	193
Kapitel 11.....	194
Literatur.....	195
Statistische Tabellen.....	198
Z-Verteilung.....	199
t-Verteilung	200
F-Verteilung	201
r-Verteilung	202
χ^2 -Verteilung.....	203
Sachverzeichnis.....	204