

Wolf-Gert Matthäus

Statistische Tests mit Excel leicht erklärt

**Beurteilende Statistik
für jedermann**



Teubner

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Zufallsgrößen und Verteilungen

1	Zufall und Wahrscheinlichkeit	17
1.1	Zufall.....	17
1.1.1	Vergangenheit und Gegenwart.....	17
1.1.2	Zufallsexperimente.....	17
1.2	Wahrscheinlichkeit zufälliger Ereignisse.....	18
1.2.1	Ausgangspunkt.....	18
1.2.2	Klassische Definition der Wahrscheinlichkeit.....	20
1.2.3	Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie.....	21
1.2.4	Beziehungen zwischen zufälligen Ereignissen.....	22
1.2.5	Operationen mit zufälligen Ereignissen.....	22
2	Zufallsgröße und Verteilungsfunktion	23
2.1	Zufallsgröße.....	23
2.1.1	Definition.....	23
2.1.2	Drei Arten von Zufallsgrößen.....	24
2.2	Zugang zur Verteilungsfunktion.....	25
2.2.1	Verteilungsfunktion beim Würfeln.....	25
2.2.2	Verteilungsfunktion der Zufallsgröße „Münzwurf“.....	28
2.3	Eigenschaften von Verteilungsfunktionen alternativer Zufallsgrößen.....	30
2.4	Eigenschaften von Verteilungsfunktionen diskreter Zufallsgrößen.....	31
2.5	Vertiefendes Beispiel.....	32
3	Verteilungsfunktionen diskreter Zufallsgrößen	35
3.1	Allgemeines.....	35
3.1.1	Von der Zufallsgröße zur Verteilungsfunktion.....	35
3.1.2	Von der Verteilungsfunktion zur Zufallsgröße.....	36
3.2	POISSON-Verteilung.....	39
3.2.1	Das Telefonzentralen-Beispiel.....	39
3.2.2	Schätzung des Parameters X	42
3.2.3	Nutzung von Excel: Bild einer POISSON-Verteilung.....	43
3.2.4	Nutzung von Excel: Sprunghöhen exakt angeben lassen.....	47
3.3	Binomial-Verteilung.....	47

3.3-1	Der Wettkampf.....	47
3.3*2	Schätzung des Parameters p	51
3-3-3	Nutzung von Excel: Bild einer Binomialverteilung.....	52
4	Stetige Verteilungsfunktionen und stetige Zufallsgrößen.....	55
4.1	Einführung.....	55
4.2	Die Normalverteilung.....	59
4.2.1	Einführung.....	59
4.2.2	Erzeugung des Bildes von $N(\mu, \sigma)$ mit Excel.....	61
5	Normalverteilte Zufallsgrößen.....	63
5.1	Eigenschaften normalverteilter Zufallsgrößen.....	63
5.2	Parameterschätzungen für die Normalverteilung.....	66
5-3	Normalverteilung mit einer Stichprobe erkennen.....	68
5.3-1	Aufgabenstellung, Grundsätzliches.....	68
5.3-2	Wann darf Normalverteilung angenommen werden?.....	68
5.3-3	Überprüfung der 3s-Bedingung.....	69
5.3.4	Histogramm.....	70
5.3.5	Das Excel-Werkzeug HISTOGRAMM.....	71
5.3-6	Glockenkurve.....	72
6	Normalverteilung, Glockenkurve, Quantile.....	75
6.1	Zusammenhänge, Dichtefunktion.....	75
6.2	Standardnormalverteilung.....	78
6.3	Quantile.....	79

Teil II: Aufgabe der beurteilenden Statistik

7	Statistische Tests: Einführung.....	81
7.1	Ausgangspunkt: Der unlösbare Konflikt.....	81
7.1.1	Totalerhebung gegen Stichprobe, Sicherheit gegen Zufall.....	81
7.1.2	Beurteilende Statistik.....	84
7.1.3	Strategie der beurteilenden Statistik.....	85
7.2	Beispiel: Entscheidungen mit Ablehnungsbereichen.....	88
7.2.1	Aufgabenstellung.....	88
7.2.2	Ablehnungsbereich.....	89

Inhaltsverzeichnis	9
7.2.3 Quantile der Standardnormalverteilung: Begriff.....	90
7.2.4 Quantile der Standardnormalverteilung: Berechnung mit Excel.....	91
7.2.5 Quantile der Standardnormalverteilung: Ablesen aus der Tabelle.....	91
7.2.6 Ablehnungsbereich.....	92
7.2.7 Prüfgröße und ihre Berechnung mit Excel.....	92
7.2.8 Entscheidung.....	93
7.2.9 Andere Gegenhypothese: Rechts einseitige Fragestellung.....	93
7.2.10 Andere Gegenhypothese: Zweiseitige Fragestellung.....	95
7.3 Entscheidungen mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	96
7.3-1 Links einseitige Fragestellung.....	97
7.3-2 Rechts einseitige Fragestellung.....	98
7.3-3 Zweiseitige Fragestellung.....	99
7.4 Zusammenhänge.....	100
8 Grundgesamtheit und Stichprobe.....	103

Teil III: Eine Stichprobe

9 Parameterprüfung mit großen Stichproben.....	105
9.1 Gauss-Test zur Prüfung des Anteilwertes mit großen Stichproben.....	105
9.1.1 Aufgabenstellung.....	105
9.1.2 Hypothese, Gegenhypothesen und Fragestellungen.....	105
9.1.3 Signifikanzniveau und Stichprobe.....	105
9.1.4 Prüfgröße.....	105
9.1.5 Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	106
9.1.6 Ablehnungsbereiche.....	106
9.1.7 Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	107
9.1.8 Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	107
9.1.9 Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	108
9.1.10 Beispiel.....	108
9.2 Gauss-Test zur Prüfung des Erwartungswertes mit großen Stichproben.....	110
9.2.1 Aufgabenstellung.....	110
9.2.2 Hypothese, Gegenhypothesen und Fragestellungen.....	110
9.2.3 Signifikanzniveau und Stichprobe.....	110
9.2.4 Prüfgröße.....	110
9.2.5 Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	111

9.2.6	Ablehnungsbereiche.....	111
9.2.7	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	112
9.2.8	Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	112
9.2.9	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	113
9.2.10	Beispiel.....	113
10	Parametertests mit kleinen Stichproben.....	115
10.1	Gauss-Test zur Prüfung des Erwartungswertes bei bekannter Standardabweichung.....	115
10.1.1	Aufgabenstellung.....	115
10.1.2	Hypothese, Gegenhypthesen und Fragestellungen.....	115
10.1.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	116
10.1.4	Prüfgröße.....	116
10.1.5	Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	116
10.1.6	Ablehnungsbereiche.....	117
10.1.7	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	117
10.1.8	Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	117
10.1.9	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	118
10.1.10	Die Excel-Funktion GIEST für schnelle zweiseitige Fragestellung.....	118
10.1.11	Entscheidung mit GIEST	119
10.1.12	Beispiel.....	119
10.2	Einfacher t-Test zur Prüfung des Erwartungswertes bei unbekannter Standardabweichung.....	120
10.2.1	Aufgabenstellung.....	120
10.2.2	Hypothese, Gegenhypthesen und Fragestellungen.....	120
10.2.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	121
10.2.4	Prüfgröße.....	121
10.2.5	Einschub: Die Student'sche t-Verteilung.....	121
10.2.6	Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	122
10.2.7	Ablehnungsbereiche.....	123
10.2.8	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	123
10.2.9	Einschub I: Excel und die Beschaffung der Quantile mit TINV	124
10.2.10	Einschub II: Quantile der t-Verteilung aus Tafeln ablesen.....	124
10.2.11	Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	126
10.2.12	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	126
10.2.13	Die Excel-Funktion TTEST für schnelle zweiseitige Fragestellung.....	127
10.2.14	Entscheidung mit TTEST	127

Inhaltsverzeichnis	11
10.2.15 Beispiel	128
10.3 Einfacher F^2-Test zur Prüfung der Varianz	129
10.3-1 Aufgabenstellung	129
10.3-2 Hypothese, Gegenhypothese und Fragestellungen	129
10.3-3 Signifikanzniveau und Stichprobe	129
10.3-4 Prüfgröße	130
10.3.5 Einschub: Die χ^2 -Verteilung	130
10.3-6 Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich	131
10.3.7 Ablehnungsbereiche	132
10.3.8 Entscheidung mit Ablehnungsbereich	132
10.3-9 Einschub I: Quantile der χ^2 -Verteilung aus Tafeln ablesen	133
10.3-10 Einschub II: Excel und die Beschaffung der Quantile mit CHINV	133
10.3-11 Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten	134
10.3-12 Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten	135
10.3-13 Beispiel	135
11 Prüfung von Verteilungen	137
11.1 χ^2-Anpassungstest zur Prüfung einer diskreten Verteilung	137
11.1.1 Aufgabenstellung	137
11.1.2 Hypothese und Gegenhypothese	137
11.1.3 Signifikanzniveau und Stichprobe	137
11.1.4 Prüfgröße	137
11.1.5 Quantil für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich	138
11.1.6 Ablehnungsbereich	139
11.1.7 Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich	139
11.1.8 Berechnung der Überschreitungswahrscheinlichkeit	139
11.1.9 Entscheidung mit der Überschreitungswahrscheinlichkeit	139
11.1.10 Schnelle Entscheidung mit CHTEST	140
11.1.11 Beispiel	140
11.2 t-Anpassungstest zur Prüfung einer stetigen Verteilung mit bekannten Parametern	142
11.2.1 Aufgabenstellung	142
11.2.2 Hypothese und Gegenhypothese	142
11.2.3 Signifikanzniveau und Stichprobe	142
11.2.4 Prüfgröße	142
11.2.5 Quantil für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich	143

11.2.6	Ablehnungsbereich.....	144
11.W	Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	144
11.2.8	Berechnung der Überschreitungswahrscheinlichkeit.....	144
11.2.9	Entscheidung mit der Überschreitungswahrscheinlichkeit.....	144
11.2.10	Schnelle Entscheidung mit CHIEST.....	144
11.2.11	Beispiel.....	145
11.3	X -Anpassungstest zur Prüfung einer stetigen Verteilung mit unbekanntem Parametern.....	147
11.3.1	Aufgabenstellung.....	147
11.3.2	Hypothese und Gegenhypothese.....	147
11.3.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	147
11.3.4	Prüfgröße.....	148
11.3.5	Quantil für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	148
11.3.6	Ablehnungsbereich.....	148
11.3.7	Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	148
11.3.8	Berechnung der Überschreitungswahrscheinlichkeit.....	148
11.3.9	Entscheidung mit der Überschreitungswahrscheinlichkeit.....	149
11.3.10	Schnelle Entscheidung mit CHIEST.....	149
11.3.11	Beispiel.....	149

Teil IV: Zwei verbundene Stichproben

12	Verbundene und nicht verbundene Stichproben.....	151
13	Parametervergleiche zweier verbundener Stichproben.....	153
13-1	Gauss-Test zum Vergleich der Anteilwerte großer Stichproben.....	153
13-1-1	Aufgabenstellung.....	153
13-1.2	Hypothese, Gegenhypothese und Fragestellungen.....	153
13-1.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	153
13.1.4	Prüfgröße.....	154
13-1.5	Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	154
13-1.6	Ablehnungsbereiche.....	155
13-1.7	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	155
13-1.8	Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	155
13-1.9	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	156
13-1.10	Beispiel.....	156

132	Differenzen-! normalverteilt
13-2.1	Aufgabenstel
13-2.2	Hypothese, C
13-2.3	Signifikanzni ¹
13-2.4	Prüfgröße.....
13.2.5	Quantile für <
13-2.6	Ablehnungsb
13-2.7	Entscheidung
13-2.8	Berechnung \
13-2.9	Entscheidung
13-2.10	Die Excel-Fur
13.2.11	Entscheidung
13.2.12	Beispiel.....
14	Prüfung des K
14.1	Begriff des Kor
14.2	t-Test zur Prüfi
14.2.1	Aufgabensteli
14.2.2	Hypothese, G
14.2.3	Signifikanzniv
14.2.4	Prüfgröße.....
14.2.5	Quantile für d
14.2.6	Ablehnungsbe
14.2.7	Entscheidung
14.2.8	Berechnung d
14.2.9	Entscheidung
14.2.10	Beispiel.....
15	Prüfung der R<
15.1	Begriff der Regi
15.2	t-Tests zur Prüf
15.2.1	Aufgabenstelli]
15.2.2	Hypothesen, C
15.2.3	Signifikanzniv
15.2.4	Schnelle Ermitl
15.2.5	Entscheidung l

13.2	Differenzen-t-Test zum Vergleich der Erwartungswerte normalverteilter Grundgesamtheiten.....	157
13-2.1	Aufgabenstellung.....	157
13-2.2	Hypothese, Gegenhypthesen und Fragestellungen.....	157
13-2.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	158
13-2.4	Prüfgröße.....	158
13-2.5	Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	158
13-2.6	Ablehnungsbereiche.....	159
13-2.7	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	159
13-2.8	Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	159
13-2.9	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	160
13-2.10	Die Excel-Funktion TTEST für schnelle zweiseitige Fragestellung.....	161
13.2.11	Entscheidung mit TTEST	161
13-2.12	Beispiel.....	161
14	Prüfung des Korrelationskoeffizienten.....	163
14.1	Begriff des Korrelationskoeffizienten.....	163
14.2	t-Test zur Prüfung des Korrelationskoeffizienten.....	164
14.2.1	Aufgabenstellung.....	164
14.2.2	Hypothese, Gegenhypthesen und Fragestellungen.....	164
14.2.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	164
14.2.4	Prüfgröße.....	164
14.2.5	Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	165
14.2.6	Ablehnungsbereich.....	165
14.2.7	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	166
14.2.8	Berechnung der Überschreitungswahrscheinlichkeit.....	166
14.2.9	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	166
14.2.10	Beispiel.....	166
15	Prüfung der Regressionsparameter.....	167
15.1	Begriff der Regressionsparameter.....	167
15.2	t-Tests zur Prüfung von Achsenabschnitt und Steigung.....	167
15.2.1	Aufgabenstellung.....	167
15.2.2	Hypothesen, Gegenhypthesen und Fragestellungen.....	167
15.2.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	168
15.2.4	Schnelle Ermittlung der Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	168
15.2.5	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	168

15.2.6	Beispiel - Arbeit mit drei Excel-Funktionen.....	169
15.«-7	Beispiel - Excel-Werkzeug REGRESSION.....	170
16	Prüfung verbundener Stichproben auf Unabhängigkeit.....	173
16.1	Begriff: Abhängigkeit und Unabhängigkeit.....	173
16.2	x -Kontingenztest zur Prüfung der Unabhängigkeit.....	174
16.2.1	Aufgabenstellung.....	174
16.2.2	Hypothese und Gegenhypothese.....	174
16.2.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	174
16.2.4	Prüfgröße.....	175
16.2.5	Quantil für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	175
16.2.6	Ablehnungsbereich.....	175
16.2.7	Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	175
16.2.8	Berechnung der Überschreitungswahrscheinlichkeit.....	176
16.2.9	Entscheidung mit der Überschreitungswahrscheinlichkeit.....	176
16.2.10	Beispiel.....	176
16.2.11	Schnelle Entscheidung mit CHIEST.....	179

Teil V: Zwei nicht verbundene Stichproben

17	Parametervergleiche nicht verbundener Stichproben.....	181
17.1	Gauss-Test zur Prüfung der Anteilwerte mit großen Stichproben.....	181
17.1.1	Aufgabenstellung.....	181
17.1.2	Hypothese, Gegenhypothesen und Fragestellungen.....	181
17.1.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	181
17.1.4	Prüfgröße.....	182
17.1.5	Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	182
17.1.6	Ablehnungsbereiche.....	182
17.1.7	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	183
17.1.8	Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	183
17.1.9	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	184
17.1.10	Beispiel.....	184
17.2	Gauss-Test zum Vergleich von Erwartungswerten großer Stichproben.....	185
17.2.1	Aufgabenstellung.....	185
17.2.2	Hypothese, Gegenhypothesen und Fragestellungen.....	185
17.2.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	186

17.2.4	Prüfgröße.....
17.2.5	Quantile für <
17.2.6	Ablehnungsb
17.2.7	Entscheidung
17.2.8	Berechnung 1
17.2.9	Entscheidung
17.2.10	Beispiel.....
17.3	Gauss-Test zu
	kleiner Stichpr
17.3.1	Aufgabensteil
17.3-2	Hypothese, G
17.3-3	Signifikanznh
17.3-4	Prüfgröße.....
17.3-5	Quantile für c
17.3-6	Ablehnungsb
17.3-7	Entscheidung
17.3-8	Berechnung \
17.3-9	Entscheidung
17.3.10	Beispiel.....
17.4	Doppelter t-T
	kleiner Stichpn
17.4.1	Aufgabenstell
17.4.2	Hypothese, G
17.4.3	Signifikanznh
17.4.4	Prüfgröße.....
17.4.5	Quantile für c
17.4.6	Ablehnungsb«
17.4.7	Entscheidung
17.4.8	Berechnung \
17.4.9	Entscheidung
17.4.10	Die Excel-Fur
17.4.11	Entscheidung
17.4.12	Beispiel.....
17.5	F-Test zum Ve
17.5.1	Aufgabensteil
17.5.2	Hypothese, G
17.5.3	Signifikanzniv

17.2.4	Prüfgröße.....	186
17.2.5	Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	187
17.2.6	Ablehnungsbereiche.....	187
17.2.7	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	188
17.2.8	Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	188
17.2.9	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	188
17.2.10	Beispiel.....	189
17.3	Gauss-Test zum Vergleich von Erwartungswerten kleiner Stichproben, wobei a_1 und a_2 bekannt sind.....	190
17.3.1	Aufgabenstellung.....	190
17.3.2	Hypothese, Gegenhypothesen und Fragestellungen.....	190
17.3.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	190
17.3.4	Prüfgröße.....	191
17.3.5	Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	191
17.3.6	Ablehnungsbereiche.....	192
17.3.7	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	192
17.3.8	Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	192
17.3.9	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	193
17.3.10	Beispiel.....	193
17.4	Doppelter t-Test zum Vergleich von Erwartungswerten kleiner Stichproben, wobei a_1 und a_2 unbekannt sind.....	195
17.4.1	Aufgabenstellung.....	195
17.4.2	Hypothese, Gegenhypothesen und Fragestellungen.....	195
17.4.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	195
17.4.4	Prüfgröße.....	196
17.4.5	Quantile für die Entscheidung mit dem Ablehnungsbereich.....	197
17.4.6	Ablehnungsbereiche.....	197
17.4.7	Entscheidung mit Ablehnungsbereich.....	198
17.4.8	Berechnung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	198
17.4.9	Entscheidung mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten.....	199
17.4.10	Die Excel-Funktion TTEST für zweiseitige Fragestellung.....	199
17.4.11	Entscheidung mit TTEST.....	200
17.4.12	Beispiel.....	200
17.5	F-Test zum Vergleich der Varianzen.....	202
17.5.1	Aufgabenstellung.....	202
17.5.2	Hypothese, Gegenhypothesen und Fragestellungen.....	202
17.5.3	Signifikanzniveau und Stichprobe.....	202