

Lothar Sachs



© 2008 AGI-Information Management Consultants
May be used for personal purposes only or by
libraries associated to dandelon.com network.

Statistische Methoden: Planung und Auswertung

Siebente, überarbeitete Auflage

Mit 6 Abbildungen,
90 Tabellen und 48 Übersichten



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo
Hong Kong Barcelona
Budapest

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Statistische Methoden

Kapitel 1 bis 8

Grundlagen und Ziele statistischer Methoden	3
1.1 Aufgaben der Statistik	3
1.2 Gestaltung statistischer Tabellen	4
1.3 Rechenhilfen und mathematische Zeichen	7
1.4 Wahrscheinlichkeit	8
1.5 Unabhängigkeit	9
1.6 Merkmal, Grundgesamtheit, Stichprobe, Stichprobenerhebung, Vollerhebung, Erhebung typischer Einzelfälle	10
1.7 Zufallsstichprobe, systematischer Fehler, Parameter	12
1.8 Zufallszahlen zur Gewinnung einer Zufallsstichprobe	13
1.9 Stichproben-Auswahlverfahren	17
1.10 Randomisierung	20

Mittelwerte und Variabilität, unklassierte Beobachtungen **23**

Bedeutung und Berechnung des Mittelwertes, der Varianz, der Standardabweichung, des Medians, der Spannweite, des geometrischen Mittels, des harmonischen Mittels, des Variationskoeffizienten, des relativen Variationskoeffizienten, des Standardfehlers des Mittelwertes, des Standardfehlers des Medians, der Median-Deviation, der mittleren absoluten Abweichung vom Mediän, der mittleren absoluten Abweichung vom Mittelwert, eines robusten Variationskoeffizienten, des 10%-gestutzten arithmetischen Mittels, des 10%-Winsorisierten arithmetischen Mittels, des Gesamtmittels der gewogenen Varianz und des gewogenen Mittelwertes.

Häufigkeitsverteilung und Summenhäufigkeitsverteilung **31**

3.1	Klassenbildung und Histogramm	31
3.2	Wahrscheinlichkeitsnetz	34
3.3	Berechnung des Medians und des Interquartilbereiches	35
3.4	Berechnung des Mittelwertes und der Varianz sowie anderer Schätzwerte	37
3.5	Grenzen für die Standardabweichung einer Stichprobe	38
3.6	Graphischer Vergleich mehrerer Stichprobengruppen anhand von Quartilen	39

Normalverteilung **41**

4.1	Normalverteilung und Standardnormalverteilung	41
4.2	Normalisierende Transformationen	50
4.3	Schätzfunktionen und Parameter Punktschätzungen und Schätzfunktionen	51

Vertrauensbereiche **55**

5.1	Punktschätzung und Intervallschätzung	55
5.2	Bedeutung des Vertrauensbereiches	56
5.3	Der Vertrauensbereich für den Mittelwert (für den Erwartungswert einer normalverteilten Grundgesamtheit)	56
5.4	Der Vertrauensbereich für den Median	60
5.5	Der Vertrauensbereich für die Varianz, die Standardabweichung und den Variationskoeffizienten	61
5.6	Der Vertrauensbereich für eine Wahrscheinlichkeit	62
5.7	Der Vertrauensbereich für Lambda	64
5.8	Vertrauensbereich und Test	66

D Statistische Tests: Standardtests **67**

6.1	Der statistische Test	67
	Gemessene Beobachtungen: Beurteilung von Mefireihen	
6.2	Vergleich zweier Varianzen, F-Test	73
6.3	/-Test und Welch-Test für den Vergleich zweier Mittelwerte unabhängiger Stichproben	74
6.4	/-Test für paarweise angeordnete Meßwerte	80
6.5	Vorzeichenstest für gepaarte Beobachtungen	82

6.6	Der Vergleich mehrerer Mittelwerte	84
	Gezählte Beobachtungen: Beurteilung von Häufigkeiten	
6.7	Vergleich zweier Häufigkeiten	92
6.8	Vergleich mehrerer Häufigkeiten	93
6.9	Vergleich zweier relativer Häufigkeiten	93
6.10	Vierfelder- t^2 -Test auf Unabhängigkeit oder Homogenität	96
6.11	Mehrfelder- χ^2 -Test auf Unabhängigkeit oder Homogenität	102
6.12	χ^2 -Anpassungstest	105
6.13	Prüfung auf 1/2 für verbundene Stichproben von Alternativdaten	106

Wieviel Beobachtungen werden benötigt? 109

7.1	Mindestzahl von Beobachtungen zur Schätzung einer Standardabweichung, eines Mittelwertes und einer relativen Häufigkeit	110
7.2	Mindestzahl von Beobachtungen für den Vergleich zweier Mittelwerte	111
7.3	Mindestzahl von Beobachtungen für den Vergleich zweier relativer Häufigkeiten	114
7.4	Mindestzahl von Beobachtungen für den 95%-Vertrauensbereich einer Wahrscheinlichkeit n	114
7.5	Mindestzahl von Beobachtungen für den Anteil in einer Grundgesamtheit bei vorgegebenem Variationskoeffizienten	115
7.6	Mindestzahl von Klumpen für den Anteil in einer Grundgesamtheit bei vorgegebener Klumpenzahl der Grundgesamtheit	117
7.7	Mindestzahl von Beobachtungen zur Schätzung eines Korrelationskoeffizienten g bei vorgegebener Power und vorgegebener Irrtumswahrscheinlichkeit	117

8 **Korrelation und Regression** 118

Beurteilung linearer Zusammenhänge

8.1	Funktionaler Zusammenhang	118
8.2	Stochastischer Zusammenhang	118
8.3	Korrelation	119
8.4	Punktwolken	121
8.5	Prüfung eines Korrelationskoeffizienten	123
8.6	Rangkorrelation nach Spearman	126
8.7	Regression	128
8.8	Berechnungen: Korrelation und Regression	129
8.9	Linearer und parabolischer Trend mit $2^* = 0$	134

Teil II: Modelle, Daten und die Planung wissenschaftlicher Studien

(Teil II ergänzt insbesondere Kapitel 1)

Kapitel 9 bis 13

Aufgaben der Statistik: beurteilende und beschreibende Statistik	141
<ul style="list-style-type: none">• Aufgaben der Statistik• Hauptaufgaben des Statistikers• Beurteilende Statistik• Beschreibende Statistik• Stochastik• Modelle in der Statistik	

10 Zur Planung von Untersuchungen 148

- Fallstricke vermeiden
- Zusammenarbeit mit dem Statistiker
- Modelle fallen nicht vom Himmel
- Elf Stufen einer Untersuchung

I I Daten: Merkmale, Skalen, zugeordnete Statistiken, übersichtliche Darstellung und einige Fragen 154

- Klassierung von Merkmalen
- Skalentypen
- Skalentyp und zugeordnete Statistiken
- Daten: Gewinnung, Prüfung, Verschlüsselung, Darstellung, Auswertung, einige Fragen zur Datenmatrix

IZ Meßfehler: Vermeidung systematischer und Verringerung zufälliger Fehler 161

- XVI • mit einem Hinweis zur Versuchsplanung

- Experiment und Erhebung
- Fünf Arten wissenschaftlicher Studien: beobachtende Studie
Stichproben-Erhebung, Experiment, kontrollierte retrospektive
Studie und kontrollierte prospektive Studie
- Weitere Bemerkungen zu Erhebungen

Teil III: Allgemeines und Vergleichendes zum Statistischen Test

(Teil III ergänzt insbesondere Kapitel 6)

Kapitel 14

14	Kapitel 14	173
14.1	Der statistische Test: Erläutert am Einstichproben(-Mittelwert)-Test nach Gauß	174
14.2	Näheres zur Power	177
14.3	Einstichproben-f-Test (Einstichproben-Mittelwert-/-Test)	179
14.4	Zweistichproben-Gauß-Test	182
14.5	Benötigte Stichprobenumfänge für beide Gauß-Tests	183
14.6	Näheres zum P-Wert	183
14.7	Weitere Bemerkungen zum statistischen Test	185
	• Nichtablehnung der Nullhypothese	
	• Verbotenes Testen	
	• Hypothesen rechtzeitig formulieren	
	• Berechtigung von Vortests	
	• Parametrische und nichtparametrische Hypothesen	
	• Verteilungsfreie Methoden	
	• Kontrolle des α -Fehlers	
14.8	Übersicht über einige Verfahren der Statistik für den Ein-, Zwei- und ≥ 3 -Stichproben-Fall sowie weitere Ansätze	187

Teil IV: Zwölf weitere Verfahren

Kapitel 15

15	Kapitel 15	195
15.1	Logrank-Test	196
15.2	Maximin-Test nach Lee zur Prüfung von k Poisson-Mittelwerten auf monotonen Trend	197
15.3	Der Q-Test von Cochran	199
15.4	Ein Vergleich mehrerer Reklame-Medien an denselben Individuen: simultane 95%-Vertrauensbereiche für paarweise Differenzen von Erfolgsanteilen	200
15.5	Vergleich der Assoziation in k unabhängigen Vierfeldertafeln nach Andel aufgrund der Logarithmen der Wechselwirkungen	203
15.6	Mantel-Haenszel-Test	204
15.7	Ein Punktvergabe-System zur summarischen Beurteilung einer Veränderung von Ausprägungen ordinaler Merkmale nach einer Behandlung für den Vergleich mehrerer unabhängiger Stichproben anhand des erweiterten Mediantests	206
15.8	Lokalisation der stochastischen Abhängigkeit anhand eines multiplen Unabhängigkeitstests für Einzelfelder einer r - c -Tafel (r^3 und c^3) nach Hommel und Mitarbeitern	209
15.9	Strukturvergleich einander entsprechender Besetzungszahlen gleichgroßer und vergleichbarer r - c -Tafeln	211
15.10	Prüfung der Randsummen-Heterogenität einer quadratischen Kontingenztabelle mit 3, 4 oder 5 Zeilen (Spalten)	212
15.11	Simultane Paarvergleiche für den χ^2 -Homogenitätstest, wobei eine Stichprobe als Kontrolle vorliegen kann	213
15.12	90%-Vertrauensbereiche für das 0,025- und das 0,975-Fraktile von Referenzwerten im nichtparametrischen und parametrischen Fall nach Solberg	218

Anhang

	1. Verzeichnis der Übersichten	22:
	2. Verzeichnis wichtiger Texttabellen	22'
	3. Verzeichnis der Tabellen des Anhangs	22''
	4. Literaturverzeichnis	26
XVIII	5. Sach- und Namenverzeichnis	27