

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Organisatorisches — Quant à l’organisation</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundfragen der Statistik — Questions fondam. de la statist.</b>	<b>3</b>
2.1 Einführung — Introduction	3
2.1.1 Stochastik und Statistik — Stochastique et statistique	3
2.1.2 Das Wesen der Statistik — La nature de la statistique	4
2.1.3 Problemkreise — Domaines de problèmes	6
2.1.4 Arten von Massenerscheinungen — Types d’événements de masse	6
2.1.5 Stichproben — Echantillons	8
2.2 Arbeitsweise der math. Statistik — Façon der travailler d. l. stat. math.	9
2.3 Beschreibende Statistik — Statistique descriptive	10
2.3.1 Fragen — Questions	10
2.3.2 Häufigkeitsverteilungen — Répartition de fréquences	10
2.3.3 Häufigkeitsfunktion — Fonction de fréquences	12
2.3.4 Darstellungstechniken — Techniques de représentation	13
2.3.5 Zur Klassenbildung — Quant à la formation ce classes	17
2.4 Masszahlen einer Stichprobe — Mesures d’un échantillon	18
2.4.1 Mittelwert und empirische Varianz — Moyenne et variance empirique	18
2.4.2 Vereinfachungsmeth. bei Berechnungen — Méthodes de simplif. aux calculs	21
2.4.3 Berechnungen, Häufigkeitsfunktion — Calculs, fonction de fréquence	22
2.4.4 Häufigkeitsverteilung, Massenverteilung — Distr. de fréq. et de masse	23
2.4.5 Beispiel mit Mathematica — Exemple avec Mathematica	24
2.5 Auswertung: Beispiel — Exploitation: Exemple	25
2.5.1 Dateneingabe — Entrée de données	25
2.5.2 Kenngrößen — Caractéristiques	26
2.5.3 Darstellung mittels Kenngrößen — Représentat. par caract.: BoxWhiskerPlot	26
2.5.4 Andere statistische Plots — D’autres représentation statistiques	28
2.6 Weitere Kenngrößen — D’autres caractéristiques	29
2.6.1 Diverse Mittelwerte einer Verteilung — Certaines valeurs moyen. d’une distr.	29
2.6.2 Momente einer Verteilung — Moments d’une distribution	31
2.6.3 Die Schiefe einer Verteilung — Le biais d’une distribution	33
2.6.4 Kurtosis und Exzess — Kurtosis et excès	33
2.6.5 Sinn und Gefahr von Kenngrößen — Caractéristiques: Sens propre et danger	34
<b>3 Kombinatorik — Analyse combinatoire</b>	<b>37</b>
3.1 Einleitung — Introduction	37
3.1.1 Problemstellung — Problème	37
3.1.2 Fakultäten — Factorielles	37
3.2 Anordnungsprobleme — Problèmes d’arrangement	38
3.2.1 Permutationen ohne Wiederholung — Permutations sans répétition	38
3.2.2 Permutationen mit Wiederholung — Permutations avec répétition	42

3.3	Auswahlprobleme — Problèmes de choix . . . . .	45
3.3.1	Die Fragestellungen — Les questions . . . . .	45
3.3.2	Variation ohne Wiederholung — Arrangement sans répétition . . . . .	49
3.3.3	Kombination ohne Wiederholung — Combinaison sans répétition . . . . .	49
3.3.4	Variation mit Wiederholung — Arrangement avec répétition . . . . .	52
3.3.5	Kombination mit Wiederholung — Combinaison avec répétition . . . . .	54
3.4	Übungen — Exercices . . . . .	56
<b>4</b>	<b>Wahrscheinlichkeitsrechnung — Calcul des probabilités</b>	<b>57</b>
4.1	Einleitung — Introduction . . . . .	57
4.1.1	Problemstellung — Problème . . . . .	57
4.1.2	Anwendung — Application . . . . .	57
4.1.3	Personen — Personnages . . . . .	58
4.2	Zufallsexperiment, Ereignis — Expérience de hasard, événement . . . . .	59
4.2.1	Zufallsprozesse, Häufigkeit — Processus aléatoire, fréquence . . . . .	61
4.3	Ereignisalgebra — Algèbre des événements . . . . .	64
4.3.1	Ereignisalgebra und Mengenalg. — Alg. des événem. et alg. d. ensembles . . . . .	64
4.3.2	Boolsche Algebren — Algèbres de Boole . . . . .	65
4.3.3	Zur Mächtigkeit und Häufigkeit — Quant à la puissance et la fréquence . . . . .	67
4.3.4	Ereignisbäume — Des arbres d'événements . . . . .	67
4.4	Klass. Wahrscheinlichkeit n. Laplace — Probabilité class. d'a. Lapl. . . . .	68
4.4.1	Laplace-Experiment, Gleichwarsch. — Exp. de Laplace, probab. identique . . . . .	68
4.4.2	Warsch. als Mass für Gewinnchancen — Prob. comme mesure p. gagner . . . . .	69
4.5	Axiomatischer Warsch'begriff — Probabilité axiomatique . . . . .	71
4.5.1	Begriff, Axiome, Folgerungen — Notion, axiomes, conclusions . . . . .	71
4.5.2	Der Begriff Wahrscheinlichkeitsraum — La notion espace de probabilité . . . . .	74
4.5.3	Bedingte Wahrscheinlichkeit — Probabilité conditionnelle . . . . .	75
4.5.4	Totale Wahrscheinlichkeit — Probabilité totale . . . . .	79
4.6	Wahrscheinlichkeitsverteilungen — Fonctions de répartition . . . . .	81
4.6.1	Zufallsvariablen — Variables aléatoires . . . . .	81
4.6.2	Verteilungsfunktion — Fonction de répartition . . . . .	83
4.6.3	Verteilungstypen — Types de répartitions . . . . .	84
4.6.4	Diskrete Verteilung — Répartition discrète . . . . .	85
4.6.5	Kontinuierliche Verteilung — Répartition continue . . . . .	89
4.7	Mass- oder Kennzahlen einer Verteilung — Mesures de répartition . . . . .	92
4.7.1	Allgemeines — Considérations générales . . . . .	92
4.7.2	Mittelwert — Valeur moyenne . . . . .	92
4.7.3	Erwartungswert — Valeur d'espérance . . . . .	93
4.7.4	Symmetrische Verteilung — Distribution symétrique . . . . .	94
4.7.5	Varianz, Standardabweichung — Variance, écart-type . . . . .	95
4.7.6	Momente einer Verteilung — Moments d'une distribution . . . . .	96
4.7.7	Schiefe einer Verteilung — Dissymétrie d'une distribution . . . . .	99
4.7.8	Weitere Kenngrößen — Autres caractéristiques . . . . .	99
4.7.9	Momentenerzeugende Funktion — Fonction char. génér. de moments . . . . .	101
4.7.10	Laplace- und z-Transformation — Transf. de Laplace et en z . . . . .	102
4.8	Spezielle diskrete Verteilungen — Distributions discrètes spéciales . . . . .	102
4.8.1	Bernoulliverteilung — Distribution de Bernoulli . . . . .	102
4.8.2	Gesetze für die Binomialverteilung — Lois pour la distribution de Bernoulli . . . . .	104
4.8.3	Poissonverteilung — Distribution de Poisson . . . . .	106
4.8.4	Pascalverteilung — Distribution de Pascal . . . . .	108
4.8.5	Geometrische Verteilung — Distribution géométrique . . . . .	109
4.8.6	Hypergeometrische Verteilung — Distribution hypergéométrique . . . . .	109
4.9	Spezielle stetige Verteilungen — Distributions continues spéciales . . . . .	111

4.9.1	Allgemeines — Généralités . . . . .	111
4.9.2	Rechtecksverteilung — Distribution rectangulaire . . . . .	111
4.9.3	Normalverteilung — Distribution normale ou de Gauss . . . . .	112
4.9.4	Grenzwertsätze von Moivre Laplace — Théorèmes limites de Moivre Laplace . . . . .	115
4.9.5	Lokaler Grenzwertsatz — Théorème limite locale . . . . .	115
4.9.6	Grenzwertsatz von De Moivre/ Laplace — Théorème limite de De Moivre/ Laplace . . . . .	117
4.9.7	Das Gesetz der grossen Zahlen von Bernoulli — La loi des grands nombres . . . . .	117
4.9.8	Bemerkung zum Zufall — Remarques quant au hasard . . . . .	119
4.9.9	Tschebyscheffsche Ungleichung — Inéquation de Tschebyscheff . . . . .	120
4.9.10	Logarithmische Normalverteilung — Distribution normale logarithmique . . . . .	120
4.9.11	Exponentialverteilung — Distribution exponentielle . . . . .	121
4.9.12	Weibullverteilung — Distribution Weibull . . . . .	122
4.9.13	Gammaverteilung — Distribution gamma . . . . .	123
4.9.14	Ausblick — Autres distributions . . . . .	123
4.10	Zufallsvektoren — Vecteurs aléatoires . . . . .	123
4.10.1	Fragestellung, Begriffe — Question, notions . . . . .	123
4.10.2	Der diskrete Fall — Le cas discret . . . . .	127
4.10.3	Der stetige Fall — Le cas continu . . . . .	129
4.11	Mehrdimensionale Erwartung — Espérance multidimensionnelle . . . . .	130
4.11.1	Erwartung, Mittelwert — Espérance, moyenne . . . . .	130
4.11.2	Varianz, Kovarianz, Korrelation — Variance, covariance, corrélation . . . . .	131
4.11.3	Der diskrete Fall — Le cas discret . . . . .	134
4.11.4	Der stetige Fall — Le cas continu . . . . .	134
4.12	Mehrdimensionale Verteilungen — Répartitions multidimensionnelles . . . . .	135
4.12.1	Zweidimensionale Normalverteilung — Distribution normale bidimensionnelle . . . . .	135
4.12.2	Stichprobenfunkt., Testverteilungen — Fonct. d'échant., distrib. de test . . . . .	136
4.12.3	Chi-Quadrat-Verteilung — Distribution du Khi-deux . . . . .	140
4.12.4	Sätze zur Chi-Quadrat-Verteilung — Théorèmes sur la distribution du Khi-deux . . . . .	142
4.12.5	t-Verteilung von Student — Distribution de Student . . . . .	143
4.12.6	F-Verteilung von Fisher — Distribution de Fisher . . . . .	145
4.13	Anhang I: Einige Beweise — Annexe I: Certaines preuves . . . . .	146
4.13.1	Formel zur Gammafunktion — Formule pour la fonction gamma . . . . .	146
4.13.2	Dichte der Chi-Quadrat-Verteilung — Densité de la distribution Khi-deux . . . . .	146
4.13.3	Dichte der Student-Verteilung — Densité de la distribution de Student . . . . .	148
4.13.4	Beweis Tschebyscheffsche Ungleichung — Preuve d'inéquation de Tschebyscheff . . . . .	148
4.14	Anhang II: Ergänzungen — Annexe II: Suppléments . . . . .	149
4.14.1	Quadr'summe contra Betrags. — Somme d. carrés com. à la somme d. val. abs. . . . .	149
4.14.2	Verteilungstreue u.s.w. — Conformité du type de répartition etc. . . . .	150
4.14.3	Zentraler Grenzwertsatz — Théorème limite central . . . . .	153
4.14.4	Lineare Transformationen — Transformations linéaires . . . . .	154
<b>5</b>	<b>Math. Statistik — Statist. mathématique</b> . . . . .	<b>157</b>
5.1	Qualitätskontrolle — Contrôle de qualité . . . . .	157
5.1.1	Allgemeines, SQC — Généralités, SQC . . . . .	157
5.2	SQC1: Prozesskontrolle — SQC1: Contrôle de processus . . . . .	158
5.2.1	Problemstellung — Problème . . . . .	158
5.2.2	Beispiel Mittelwert — Exemple moyenne . . . . .	158
5.2.3	Überw'techn. m. Kontr'karten — Techn. de surv. à l'aide d. cartes de contr. . . . .	161
5.3	SQC2: Annahmekontrolle — SQC2: Contrôle d'acceptation . . . . .	161
5.3.1	Hypergeom. Verteil., Urnenmodell — Répart. hypergéom., modèle d'urne . . . . .	162
5.3.2	Annahmevertrag, Prüfplan — Contrat d'accept., plan d'échant. . . . .	163
5.3.3	Binomialmodell, Urnenmodell — Modèle binomial, modèle d'urne . . . . .	166
5.3.4	Produzenten- u. Konsumentenrisiko — Risque du producteur e.d. consommateur . . . . .	167

5.4	Poisson-Prozess, Warteschlange — Files d'attente, processus de Poisson . . . . .	169
5.4.1	Poisson-Prozess — Processus de Poisson . . . . .	169
5.4.2	Warteschlangemodelle — Modèles de files d'attente . . . . .	173
5.5	Schätzungen — Estimations . . . . .	174
5.5.1	Schätzer, Punktschätzer — Estimations ponctuelles . . . . .	174
5.5.2	Erwartungstreue — Propriété d'être sans biais . . . . .	175
5.5.3	Konsistenz — Consistance . . . . .	177
5.5.4	Vertrauensintervalle I — Intervalles de confiance I . . . . .	179
5.5.5	Wichtige Testfunktionen — Fonctions de test importantes . . . . .	181
5.5.6	Vertrauensintervalle II — Intervalles de confiance II . . . . .	187
5.5.7	Vertrauensintervalle III — Intervalles de confiance III . . . . .	191
5.5.8	Vertrauensintervalle IV — Intervalles de confiance IV . . . . .	194
5.5.9	Automat. Bestimm. der Vertrauensber. — Calcul automat. des domaines de conf. . . . .	194
5.6	Signifikanztests — Tests de signification . . . . .	195
5.6.1	Hypothesen — Hypothèses . . . . .	195
5.6.2	Zweiseitige Alternative, $t$ -Test — Alternative bilatérale, test de Student . . . . .	196
5.6.3	Einseitige Alternative, $t$ -Test — Alternative unilatérale, test de Student . . . . .	198
5.6.4	Testrisiken — Risques (aléas) aux tests . . . . .	200
5.6.5	Chi-quadrat-Test für die Varianz — Test khi deux pour la variance . . . . .	201
5.6.6	Automatisches testen — Tester automatiquement . . . . .	202
5.6.7	Testrezept im Überblick — Vue d'ensemble d'une recette de test . . . . .	204
5.6.8	Vergleichstest für Mittelwerte I — Test de compar. de moyennes I . . . . .	205
5.6.9	Vergleichstest für Mittelwerte II — Test de compar. de moyennes II . . . . .	207
5.7	Weitere Testverfahren — Autres méthodes de test . . . . .	209
5.7.1	Eine Typeneinteilung von Tests — Une classification des tests . . . . .	209
5.7.2	Parameterfreier Test: Vorz'test — Test libre de param.: Test du signe . . . . .	209
5.7.3	Chi-Quadrat-Anpassungstest — Test d'adaptation de Khi deux . . . . .	210
5.7.4	Zum Fishertest — Quant au test de Fisher . . . . .	212
5.7.5	Kontingenztafeln — Tableaux de contingence . . . . .	213
<b>6</b>	<b>Fehlerech., Regr., Korr. — Calc. de l'err., régr., corr.</b>	<b>217</b>
6.1	Fehlerrechnung — Calcul de l'erreur . . . . .	217
6.2	Regression — Régression . . . . .	219
6.2.1	Der Begriff — La notion . . . . .	219
6.2.2	Methode der kleinsten Quadrate — Méthode des carrés minimaux . . . . .	220
6.2.3	Korrelation — Corrélation . . . . .	223
6.2.4	Rechnen mit Punktschätzern: Probleme — Calculer avec des estimateurs: Problèmes	225
6.3	Zum Schluss — Quant à la fin . . . . .	226
<b>A</b>	<b>Aus dem DIYMU: Link</b>	<b>229</b>
<b>B</b>	<b>Fehler von statistischen Kenngrößen und Standardfehler: Link</b>	<b>231</b>
<b>C</b>	<b>Monte-Carlo, Resampling und anderes: Link</b>	<b>233</b>
<b>D</b>	<b>Eine Bootstrap-Anwendung Schritt für Schritt: Link</b>	<b>235</b>
<b>E</b>	<b>Datensatzänderung: Link</b>	<b>237</b>
<b>F</b>	<b>Spezielle Wahrscheinlichkeitssituationen: Link</b>	<b>239</b>
<b>G</b>	<b>Hinweise zur Datenanalyse: Link</b>	<b>241</b>