

1	Einleitung	1
	Literatur	3
2	Kombinatorik	5
2.1	Permutation	6
2.2	Variation	7
2.3	Kombination	9
	Literatur	10
3	Wahrscheinlichkeitsrechnung	11
3.1	Wahrscheinlichkeit	11
3.1.1	Charakterisierung zufälliger Ereignisse	12
3.1.2	Wahrscheinlichkeitsbegriff nach Laplace	13
3.1.3	Frequentistischer Wahrscheinlichkeitsbegriff	13
3.1.4	Wahrscheinlichkeitsbegriff nach Kolmogorov	15
3.2	Diskrete Zufallsvariable	18
3.2.1	Wahrscheinlichkeitsfunktion, Verteilungsfunktion, Verteilungsparameter	18
3.2.2	Binomialverteilung	21
3.2.3	Poisson-Verteilung	24
3.3	Kontinuierliche Zufallsvariable	25
3.3.1	Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, Verteilungsfunktion, Verteilungsparameter	25
3.3.2	Normalverteilung	26
3.3.3	Rechteckverteilung	28
3.3.4	Dreiecksverteilung	29
3.3.5	Chi-Quadrat-Verteilung	30
3.3.6	Student- <i>t</i> -Verteilung	31
	Literatur	32

4 Statistik	33
4.1 Deskriptive Statistik	33
4.1.1 Statistische Parameter	34
4.1.2 Häufigkeitsverteilung	36
4.1.3 Regression und Korrelation	39
4.2 Mathematische Statistik	41
4.2.1 Konfidenzgrenze und Konfidenzintervall	42
4.2.2 Studentscher <i>t</i> -Test	44
4.2.3 Chi-Quadrat-Test (χ^2 -Test)	47
4.2.4 Bayessche Statistik	50
Literatur	53
5 Arten von Messabweichungen	55
5.1 Zufällige Messabweichungen	56
5.2 Systematische Messabweichungen	57
5.2.1 Erfassbare systematische Effekte	58
5.2.2 Nicht erfassbare systematische Abweichungen	59
5.3 Grobe Fehler	59
Literatur	60
6 Messunsicherheit und Wahrscheinlichkeitsverteilung	61
6.1 Messunsicherheit nach ISO/IEC Guide 98-3 (GUM)	63
6.2 Messung einer direkt messbaren Größe in einer Messreihe	63
6.3 Messung einer direkt messbaren Größe in einer einzelnen Messung	65
6.4 Nicht direkt messbare Größe	65
6.5 Korrelierte Eingangs- und Einflussgrößen	67
6.6 Überdeckungsintervall und erweiterte Messunsicherheit	69
Literatur	71
7 Auswertemethode Typ A: Statistische Analyse von Messreihen	73
7.1 Einzelne Messgröße	73
7.1.1 Mittelwert und Standardabweichung	73
7.1.2 Unsicherheit des Mittelwertes und der Standardabweichung	74
7.1.3 Konfidenzintervall bei kleinen Stichproben	77
7.2 Nicht direkt messbare Größe: Bestwert, Varianz und Korrelationskoeffizient	78
7.3 Ausgleichsrechnung	81
7.3.1 Maximum-Likelihood-Methode	82
7.3.2 Methode der kleinsten Quadrate bei linearen Zusammenhängen	83
7.3.3 Sonderfälle linearer Zusammenhänge	85
7.3.4 Linearisierte Zusammenhänge	88
7.4 Messwerte ungleicher Genauigkeit	91
Literatur	93

8 Auswertemethode Typ B: Nichtstatistische Methode	95
8.1 Unsicherheiten der Mess- und Einflussgrößen.....	95
8.2 Abweichungen anzeigen der Messgeräte	96
8.3 Kalibrierscheine	97
8.4 Grenzabweichungen von Messgeräten und Maßverkörperungen	97
8.5 Abschätzung zufälliger Unsicherheiten	98
8.6 Zählmessungen ionisierender Strahlung	99
Literatur.	100
9 Auswertung von Messwerten	101
9.1 Messung einer direkt messbaren Größe.....	101
9.1.1 Messreihe	101
9.1.2 Einzelne Messung	103
9.2 Nicht direkt messbare Größe	105
9.2.1 Kombinierte Standardunsicherheit für unkorrelierte Eingangsgrößen	106
9.2.2 Kombinierte Standardunsicherheit für korrelierte Eingangsgrößen	106
9.3 Ausgleich von Messwerten durch eine Gerade	108
9.4 Messwerte ungleicher Genauigkeit	110
9.5 Erweiterte Messunsicherheit	111
Literatur.	112
10 Messunsicherheit im Versuchsprotokoll	113
10.1 Ergebnisangabe	113
10.2 Messunsicherheitsbudget	116
10.3 Diskussion des Messergebnisses	116
10.3.1 Genauigkeit, Richtigkeit und Präzision	117
10.3.2 Vergleich des Messergebnisses mit Referenzwerten	118
Literatur.	120
11 Messaufgaben im Physikalischen Praktikum	121
11.1 Messunsicherheit einer direkt messbaren Größe – Messreihe	121
11.2 Messunsicherheit einer direkt messbaren Größe – einzelne Messung	123
11.3 Messunsicherheit einer nicht direkt messbaren Größe.	125
11.4 Korrelierte Eingangsgrößen	127
11.5 Ausgleich von Messwerten durch eine Gerade	129
11.6 Mittelwert von Messwerten ungleicher Genauigkeit.....	132
Literatur.	133

A Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion bei mehreren Eingangsgrößen	135
B Unsicherheit der Varianz und der Standardabweichung	143
C Grenzabweichungen für Messgeräte und Maßverkörperungen	145
Literatur	157
Stichwortverzeichnis	159