

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
	Literatur. ....	3
<b>2</b>	<b>Kombinatorik</b> .....	5
2.1	Permutation .....	6
2.2	Variation .....	7
2.3	Kombination .....	9
	Literatur. ....	10
<b>3</b>	<b>Wahrscheinlichkeitsrechnung</b> .....	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

<b>4</b>	<b>Statistik</b>	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 $t$ -Test	44
4.2.3	Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ -Test)	47
4.2.4	Bayessche Statistik	50
	Literatur	53
<b>5</b>	<b>Arten von Messabweichungen</b>	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
<b>6</b>	<b>Messunsicherheit und Wahrscheinlichkeitsverteilung</b>	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
<b>7</b>	<b>Auswertemethode Typ A: Statistische Analyse von Messreihen</b>	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

<b>8</b>	<b>Auswertemethode Typ B: Nichtstatistische Methode</b>	95
8.1	Unsicherheiten der Mess- und Einflussgrößen	95
8.2	Abweichungen anzeigender 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
<b>9</b>	<b>Auswertung von Messwerten</b>	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 Eingangsgößen	106
9.2.2	Kombinierte Standardunsicherheit für korrelierte Eingangsgößen	106
9.3	Ausgleich von Messwerten durch eine Gerade	108
9.4	Messwerte ungleicher Genauigkeit	110
9.5	Erweiterte Messunsicherheit	111
	Literatur	112
<b>10</b>	<b>Messunsicherheit im Versuchsprotokoll</b>	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
<b>11</b>	<b>Messaufgaben im Physikalischen Praktikum</b>	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 Eingangsgößen	127
11.5	Ausgleich von Messwerten durch eine Gerade	129
11.6	Mittelwert von Messwerten ungleicher Genauigkeit	132
	Literatur	133

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