

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung und erste Orientierung</b> .....	7
1.1. Stoffübersicht .....	7
1.2. Erläuterung einiger Grundbegriffe .....	9
1.2.1. Richtiger Wert einer Größe .....	9
1.2.2. Wiederholbedingung — Vergleichsbedingung .....	9
1.3. Zahlenbeispiele .....	10
<b>2. Fehlerbetrachtung bei direkter Messung</b> .....	11
2.1. Eigenschaften einer Meßfolge .....	11
2.1.1. Erwartungswert .....	11
2.1.2. Varianz und Kovarianz .....	13
2.1.3. Erwartungswert und Varianz für den Mittelwert .....	14
2.2. Schätzungen .....	15
2.2.1. Punktschätzung für Erwartungswert und Varianz .....	15
2.2.1.1. Problemstellung .....	15
2.2.1.2. Schätzung des Erwartungswertes .....	15
2.2.1.3. Schätzung der Varianz .....	16
2.2.2. Konfidenzschätzung. Vertrauensbereich .....	17
2.2.2.1. Problemstellung. Definition der Wahrscheinlichkeit .....	17
2.2.2.2. Verteilungsfunktionen .....	17
Allgemeine Definition — Normalverteilung — $\chi^2$ -Verteilung — Studentverteilung ( $t$ -Verteilung) — Andere Verteilungen — Vergleich der Verteilungen	
2.2.2.3. Spezielle Konfidenzschätzungen .....	23
Vertrauensbereich für den Erwartungswert bei bekannter Varianz — Vertrauensbereich für den Erwartungswert bei unbekannter Varianz — Konfidenzintervall für die Varianz	
2.2.2.4. Schlußbemerkung (Neymansches und Bayessches Problem) .....	28
2.3. Systematische Meßabweichung (systematischer Fehler) .....	29
2.3.1. Ursachen für systematische Meßabweichungen .....	29
2.3.2. Behandlung systematischer Meßabweichungen .....	31
2.3.3. Meßergebnis .....	32
2.3.3.1. Begriff der Meßunsicherheit .....	32
2.3.3.2. Wahrscheinlichkeitsdichte für die systematischen Meßabweichungen .....	32
2.3.3.3. Wahrscheinlichkeitsdichte für die zufälligen Meßabweichungen .....	33
2.3.3.4. Berechnung der Meßunsicherheit .....	34
2.3.4. Vorgehen bei Geräten mit garantierter Fehlergrenze .....	35
2.3.4.1. Problemstellung .....	35
2.3.4.2. Grundannahmen .....	35
2.3.4.3. Weiterverarbeitung der Annahmen .....	37
2.3.4.4. Rechenbeispiele .....	37
2.3.5. Zufällige und systematische Meßabweichung .....	39
<b>3. Fehlerbetrachtung bei indirekter Messung</b> .....	40
3.1. Begriff der indirekten Messung .....	40

3.2. Rechnungsgang bei indirekter Messung .....	41
3.3. Rechteckverteilung für die systematische Meßabweichung .....	42
3.4. Beispiel: Ermittlung des spezifischen elektrischen Widerstandes .....	46
<b>4. Ausgleichsrechnung .....</b>	<b>47</b>
4.1. Problem der Ausgleichsrechnung .....	47
4.2. Anschauliche (geometrische) Deutung des Problems .....	49
4.3. Spezialfälle als Beispiel .....	50
4.3.1. Konstruktion der Meßpunkte .....	50
4.3.2. Spezialfall $n = 0$ .....	50
4.3.3. Spezialfall $n = 1$ (linearer Ausgleich) .....	52
4.3.4. Spezialfall $n = 3$ .....	54
4.4. Diskussion des Funktionsansatzes .....	56
4.4.1. Grad des Polynoms .....	56
4.4.2. Andere Funktionsdarstellung .....	58
<b>5. Übersichtstabellen .....</b>	<b>61</b>
5.1. Direkte Messung .....	61
5.2. Behandlung systematischer Abweichungen .....	62
5.3. Indirekte Messung .....	63
5.4. Zusammenfassung von Vertrauensgrenzen bei Rechteckverteilung der Meßabweichungen .....	64
5.5. Linearer Ausgleich .....	65
<b>Anhang: Zusammenfassung der Vertrauensgrenzen .....</b>	<b>66</b>
A 1. Problemstellung .....	66
A 2. Herleitung eines verbesserten Ausdrucks .....	68
A 2.1. Vorgehen bei bekannten Varianzen $\sigma_1^2$ und $\sigma_2^2$ .....	68
A 2.2. Vorgehen bei unbekannter Varianz .....	69
A 2.3. Faltung von Studentverteilungen .....	70
A 2.4. Schlußbetrachtung und Erweiterung auf mehr Primärgrößen .....	74
<b>Mehrfach vorkommende Formelzeichen .....</b>	<b>75</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>77</b>
<b>Register .....</b>	<b>78</b>