

# }essentials{

Thomas Bornath · Günter Walter

# Messunsicherheiten – Anwendungen

Für das Physikalische Praktikum



Springer Spektrum

---

**essentials**

*essentials* liefern aktuelles Wissen in konzentrierter Form. Die Essenz dessen, worauf es als „State-of-the-Art“ in der gegenwärtigen Fachdiskussion oder in der Praxis ankommt. *essentials* informieren schnell, unkompliziert und verständlich

- als Einführung in ein aktuelles Thema aus Ihrem Fachgebiet
- als Einstieg in ein für Sie noch unbekanntes Themenfeld
- als Einblick, um zum Thema mitreden zu können

Die Bücher in elektronischer und gedruckter Form bringen das Expertenwissen von Springer-Fachautoren kompakt zur Darstellung. Sie sind besonders für die Nutzung als eBook auf Tablet-PCs, eBook-Readern und Smartphones geeignet. *essentials* Wissensbausteine aus den Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften, aus Technik und Naturwissenschaften sowie aus Medizin, Psychologie und Gesundheitsberufen. Von renommierten Autoren aller Springer-Verlagsmarken.

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/13088>

---

Thomas Bornath · Günter Walter

# Messunsicherheiten – Anwendungen

Für das Physikalische Praktikum

 Springer Spektrum

Thomas Bornath  
Institut für Physik, Universität Rostock  
Rostock, Deutschland

Günter Walter  
Rostock, Deutschland

ISSN 2197-6708  
essentials

ISSN 2197-6716 (electronic)

ISBN 978-3-658-30564-2

ISBN 978-3-658-30565-9 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-30565-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Lisa Edelhaeuser

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

---

## Was Sie in diesem *essential* finden können

- Den Umgang mit Messdaten und ihren Unsicherheiten, in knapper und anschaulicher Weise dargestellt
- Eine Zusammenstellung aller nötigen Formeln für die Bestimmung des Bestwertes und der Standardunsicherheit aus den Messdaten
- Die Bestimmung der kombinierten und erweiterten Messunsicherheit im Physikalischen Praktikum
- Praktische Hinweise für die Bestimmung von Unsicherheiten nach Typ B (nichtstatistische Methode)
- Die Dokumentation der Messunsicherheitsanalyse im Praktikumsprotokoll
- Konkrete Anleitungen zur Auswertung, einschließlich der Aufstellung eines Messunsicherheitsbudgets, anhand zahlreicher durchgerechneter Beispiele

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	1
<b>2</b>	<b>Bestwert und Standardunsicherheit</b>	3
2.1	Messung einer direkt messbaren Größe	4
2.1.1	Messreihe	4
2.1.2	Einzelne Messung	6
2.2	Nicht direkt messbare Größe	7
2.2.1	Kombinierte Standardunsicherheit für unkorrelierte Eingangsgößen	8
2.2.2	Kombinierte Standardunsicherheit für korrelierte Eingangsgößen	9
2.3	Ausgleich von Messwerten durch eine Gerade	11
2.4	Messwerte ungleicher Genauigkeit	13
<b>3</b>	<b>Erweiterte Unsicherheit</b>	15
<b>4</b>	<b>Typ B Auswertung: Nichtstatistische Methode</b>	17
4.1	Abschätzung zufälliger Unsicherheiten	18
4.2	Grenzabweichungen von Messinstrumenten und Maßverkörperungen	19
4.2.1	Messung von Längen	20
4.2.2	Messung der Masse	22
4.2.3	Zeitmessung – Stoppuhren	23
4.2.4	Temperaturmessung	24
4.2.5	Volumenmessgeräte	26
4.2.6	Dichtemessgeräte	28
4.2.7	Elektrische Messgeräte	29
4.2.8	Passive elektronische Bauelemente	30