

2019

# Abitur

Original-Prüfungen  
mit Lösungen

**MEHR  
ERFAHREN**

Niedersachsen

## Physik

+ Übungsaufgaben  
+ CD-ROM

ActiveBook  
• Interaktives  
Training



**STARK**

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Stichwortverzeichnis

## Hinweise und Tipps zur schriftlichen Abiturprüfung

1 Ablauf der Prüfung .....	I
2 Inhalte und Kompetenzen .....	III
3 Leistungsanforderungen und Bewertung .....	VI
4 Operatoren und Anforderungsbereiche .....	VII
5 Methodische Hinweise und allgemeine Tipps zur schriftlichen Prüfung ...	IX
6 Hinweise zum Lösen von Aufgaben mit dem GTR .....	XIII
7 Zum Umgang mit diesem Buch und der beiliegenden CD-ROM .....	XIV

## Original-Abiturprüfung

### Abiturprüfung 2016

Grundlegendes Anforderungsniveau

Aufgabe I: Natur- und Materialkonstanten .....	GA 2016-1
Aufgabe II: Spektren .....	GA 2016-15

Erhöhtes Anforderungsniveau

Aufgabe I: Natur- und Materialkonstanten .....	EA 2016-1
Aufgabe II: Spektren .....	EA 2016-27

### Abiturprüfung 2017

Grundlegendes Anforderungsniveau

Aufgabe I: Experimente mit Wellen und Quantenobjekten .....	GA 2017-1
Aufgabe II: Längenbestimmungen mit Interferenzexperimenten .....	GA 2017-17

Erhöhtes Anforderungsniveau

Aufgabe I: Experimente mit Wellen und Quantenobjekten.....	EA 2017-1
Aufgabe II: Längenbestimmungen mit Interferenzexperimenten .....	EA 2017-26

## Abiturprüfung 2018

Grundlegendes Anforderungsniveau

Aufgabe I: Periodische Vorgänge .....	GA 2018-1
Aufgabe II: Experimente mit Licht .....	GA 2018-15

Erhöhtes Anforderungsniveau

Aufgabe I: Periodische Vorgänge .....	EA 2018-1
Aufgabe II: Experimente mit Licht .....	EA 2018-24

## CD-Rom

### Abiturprüfungen

Jahrgang 2006 .....	1
Jahrgang 2007 .....	53
Jahrgang 2008 .....	110
Jahrgang 2009 .....	173
Jahrgang 2010 .....	238
Jahrgang 2011 .....	307
Jahrgang 2012 .....	375
Jahrgang 2013 .....	445
Jahrgang 2014 .....	519
Jahrgang 2015 .....	593

### Übungsaufgaben

Felder und Induktion (7 Aufgaben) .....	1
Wellen und Quanten (5 Aufgaben) .....	66
Hülle und Kern (5 Aufgaben) .....	105
Schwingende mechanische Systeme (1 Aufgabe) .....	150

**Zusatzblatt: Farbspektren** (2015, Aufgabe 2, Abb. 5 (eA) bzw. Abb. 6 (gA))



Ihr Coach zum Erfolg: Mit dem **interaktiven Training** erhalten Sie online Aufgaben und Lernvideos zu allen relevanten Themengebieten des Physikabiturs.  
Am besten gleich ausprobieren!  
Ausführliche Infos inkl. Zugangscode finden Sie auf dem Ausklappbogen in diesem Buch.

### Autor der Lösungen

StD Dirk Raecke

## Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Sie haben das Fach Physik in Niedersachsen auf grundlegendem oder erhöhtem Anforderungsniveau belegt und werden in diesem Fach Ihr Abitur ablegen. Das Buch richtet sich vornehmlich an „Anwärter“ für die schriftliche Prüfung, Sie können sich damit aber auch fachlich auf eine mündliche Abiturprüfung vorbereiten.

Für die schriftliche Abiturprüfung werden seit dem Abitur 2006 landesweit einheitliche Abituraufgaben gestellt, d. h., es wird ein Zentralabitur durchgeführt. Dieses Buch hilft Ihnen einerseits, sich effektiv auf dieses Zentralabitur vorzubereiten. Zum anderen eignet sich der Band natürlich auch dazu, sich gezielt auf Klausuren oder Tests in Physik im Laufe Ihrer Oberstufenlaufbahn vorzubereiten.

- Dazu werden Ihnen zunächst **ausführliche Hinweise** zu den Rahmenbedingungen der Prüfungen, zu Inhalten, Methoden und Prüfungskriterien gegeben.
- Der Hauptteil enthält die **offiziellen niedersächsischen Abituraufgaben der Jahrgänge 2016 bis 2018** für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau.
- Auf der beiliegenden **CD-ROM** finden Sie neben weiteren Abituraufgaben der Jahrgänge 2006 bis 2015 zusätzliche, am Kerncurriculum orientierte **Übungsaufgaben** mit dem typischen Anforderungsprofil, das Sie auch in der Abiturprüfung erwarten.
- Alle Aufgaben weisen vom Autor ausgearbeitete vollständige und kommentierte **Lösungsvorschläge** sowie separate **Lösungshinweise** auf, die Sie beim selbstständigen Lösen der Aufgaben unterstützen.

Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abiturprüfung 2019 vom niedersächsischen Kultusministerium bekannt gegeben werden, finden Sie aktuelle Informationen dazu im Internet unter  
[www.stark-verlag.de/pruefung-aktuell](http://www.stark-verlag.de/pruefung-aktuell).

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg und freue mich, Sie mit diesem Buch ein Stück ihres Weges zu begleiten und noch mehr der Physik näher bringen zu können.



Dirk Raecke



# Hinweise und Tipps zum Zentralabitur

## 1 Ablauf der Prüfung

---

### 1.1 Die zentrale schriftliche Abiturprüfung

Seit dem Schuljahr 2005/2006 gibt es im Land Niedersachsen im Fach Physik zentrale schriftliche Abiturprüfungen.

Die verbindlichen Vorgaben des Kerncurriculums Physik bilden die Grundlage für die Inhalte und Anforderungen sowohl in den vier Halbjahren der Qualifikationsphase als auch in den landesweit einheitlichen Aufgabenstellungen für das Abitur 2019. Die Vorgaben wurden auf die bundesweiten „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ (EPA) angepasst; sie lassen aber Freiräume für den konkreten Unterricht an Ihrer Schule, die es Ihren Lehrkräften ermöglichen, Inhalte und/oder den Erwerb der vorgeschriebenen Kompetenzen zu vertiefen und zu ergänzen.

### 1.2 Aufbau der Prüfungsaufgaben

Jede Prüfungsaufgabe wird unter einem zusammenfassenden Thema stehen und sich nicht nur auf einen Themenbaustein beziehen. Die Aufgaben werden sich auf Material stützen, das sich an Experimenten orientiert. Die Lösungen setzen die Beherrschung der fachlichen Qualifikationen entsprechend den Vorgaben des Kerncurriculums und Erfahrungen im Umgang mit Experimenten voraus. In der Prüfung werden Ihnen zwei Aufgabenvorschläge vorgelegt, von denen Sie einen auswählen und bearbeiten müssen. In der Regel wird ein Vorschlag aus mehreren Teilaufgaben bestehen, die untereinander einen mehr oder minder großen Zusammenhang haben.

Seit dem Abitur 2009 gibt es auch experimentell ausgerichtete Abiturvorschläge (vor-erst nur in Kursen auf erhöhtem Niveau). Dazu sind folgende Hinweise wichtig: Spätestens zu Beginn des Unterrichts in der jeweiligen Qualifikationsphase muss die Schule entscheiden, ob und, wenn ja, welche Lerngruppen des Prüfungsfaches Physik mit den Experimentierkästen arbeiten werden. Nur für die Schüler, die in der Qualifikationsphase mit diesem Experimentierkasten gearbeitet haben, besteht dann im Abitur die Möglichkeit, zwischen einer Aufgabe mit Schülerübungen und einer ohne

Schülerübungen zu wählen. Alle anderen Schüler wählen nach wie vor aus zwei Vorschlägen ohne Schülerübungen einen ihrer Wahl aus.

Sollten Sie in einem Kurs unterrichtet worden sein, der das experimentelle Physikabitur ablegen wird, so beachten Sie, dass Sie zwei Vorschläge bekommen – in einem der beiden ist eine Experimentieraufgabe enthalten. Sie können natürlich auch den Vorschlag ohne Experiment wählen. Zur Vorbereitung auf die Experimente sollten Sie sehr genau den hierfür relevanten Prüfungsstoff analysieren (siehe den Abschnitt „Inhalte und Kompetenzen“): Alle Stellen, wo davon die Rede ist, dass der Prüfling Kenntnisse über Experimente oder Erfahrungen mit Messungen o. ä. haben sollte, enthalten Hinweise auf wahrscheinliche Experimentieraufgaben. In diesem Buch finden Sie zwar keine Experimentieraufgaben, jedoch vermitteln die Abitur- und Übungsaufgaben auch Kompetenzen und Ideen hinsichtlich Planung, Darstellung und v. a. Auswertung und Analyse von Experimenten, da die Aufgaben oftmals an Experimenten oder Material aus solchen orientiert sind.

Insgesamt wird das Experiment im Abitur eine große Rolle spielen – sei es als echtes Experiment oder als in Papierform beschriebenes. Sie finden die besonders wichtigen Experimente im Kerncurriculum recht leicht, da sie dort explizit aufgeführt sind und somit auch als quasi verpflichtend für Ihre Lehrkräfte gelten. Neben Erfahrungen im eigenen Experimentieren sollten Sie also vor allem um wichtige methodische Kompetenzen rings um das Auswerten von Experimenten verfügen.

### **1.3 Dauer der Prüfung**

Für die Bearbeitung der Aufgaben stehen Ihnen in der Aufgabe für das erhöhte Niveau 300 Minuten und in der für das grundlegende Niveau 220 Minuten zur Verfügung.

Nur in Ausnahmefällen (z. B. beim Vorliegen sehr umfangreichen Materials oder der Notwendigkeit von Schülerexperimenten) kann die Bearbeitungszeit um höchstens 60 Minuten verlängert werden. Dies würde dann gegebenenfalls den Schulen mitgeteilt werden (es liegt also nicht im Ermessen der einzelnen Schule!).

Außerdem werden Ihnen normalerweise 20 Minuten Vorbereitungszeit zur Verfügung gestellt, in der Sie sich Zeit nehmen sollen, einen der beiden Aufgabenvorschläge zur Bearbeitung auszuwählen.

### **1.4 Zugelassene Hilfsmittel**

Die für die schriftliche Abiturprüfung im Fach Physik zugelassenen Hilfsmittel ergeben sich aus den Rechtsvorschriften und den Präzisierungen für das jeweilige Prüfungsjahr. Zugelassen sind

- Wörterbücher der deutschen Rechtschreibung;
- Taschenrechner, wobei sicherzustellen ist, dass innerhalb einer Prüfungsgruppe die benutzten Taschenrechner gleichwertig bzgl. Ausstattung und Funktion sind;
- Schreib- und Zeichengeräte, die im Fach Physik Anwendung finden;
- ggf. sind natürlich der Experimentierkasten, Netzgeräte und Messinstrumente zugelassen, wenn der Experimentalvorschlag ausgewählt wird.

- die im Unterricht verwendete physikalische und ggf. zusätzlich eine mathematische Formelsammlung (Tafelwerk). Als in Bezug auf die Abiturprüfung gleichwertig angesehen werden dabei im Einzelnen:
  - Physik, Formeln und Einheiten, Sek. II, von O. Höfling, Aulis Verlag Deubner
  - B. Mirow, Physik Formeln, Sekundarstufe II, Dümmler
  - Das große Tafelwerk, Cornelsen
  - Fischer-Dorn, Physikalische Formeln und Daten, Klett Verlag
  - Formelsammlung bis zum Abitur, Duden Paetec

Ergänzend zu diesen Formelsammlungen sind mathematische Formelsammlungen der Schulbuchverlage zugelassen, solange sie keine Beispielaufgaben enthalten.

Sämtliche Entwürfe und Aufzeichnungen gehören zur Abiturarbeit und dürfen nur auf Papier, das den Stempel der Schule trägt, angefertigt werden.

## 2 Inhalte und Kompetenzen

---

Unterricht auf grundlegendem Anforderungsniveau bzw. auf erhöhtem Anforderungsniveau soll sich entsprechend der EPA nicht nur quantitativ, sondern vor allem qualitativ unterscheiden. Die Unterschiede bei den Prüfungsaufgaben bestehen insbesondere in folgenden Aspekten:

- Grad der Selbstständigkeit in der Bearbeitung
- Umfang und Spezialisierungsgrad bezüglich des Fachwissens, des Experimentierens und der Theoriebildung
- Grad der Elementarisierung und Mathematisierung physikalischer Sachverhalte sowie Anspruch an die verwendete Fachsprache
- Komplexität der Kontexte sowie der physikalischen Sachverhalte, Theorien und Modelle

Im Unterricht auf erhöhtem Niveau müssen Sie sich auf sehr viel mehr Eigenverantwortlichkeit und selbstständige Nacharbeit des Unterrichtsstoffes einstellen.

Um vergleichbare Voraussetzungen für die Prüfungsvorbereitung zu schaffen, wird der verbindliche Kern des Physikunterrichts recht genau im Kerncurriculum beschrieben – und zwar sowohl inhaltlich als auch in Bezug auf die zu erwerbenden Kompetenzen (damit sind die fachtypischen Fähigkeiten und Fertigkeiten gemeint, die Sie erwerben sollen, um physikalische Probleme lösen zu können). Diese Kernelemente sollten dann auch die wesentliche Grundlage für die zu erwartenden Prüfungsaufgaben sein. Die folgende Übersicht zeigt Ihnen, welche **Inhalte** in der Qualifikationsphase erarbeitet bzw. erworben werden sollen (das vollständige Kerncurriculum einschließlich der mit den Inhalten verknüpften Kompetenzen finden Sie im Internet unter [http://db2.nibis.de/1db/cuovo/datei/kc\\_physik\\_go\\_i\\_2009.pdf](http://db2.nibis.de/1db/cuovo/datei/kc_physik_go_i_2009.pdf)).



# Niedersachsen Physik • Abiturprüfung 2018

## Erhöhtes Anforderungsniveau • Aufgabe I

BE

### PERIODISCHE VORGÄNGE

In der ersten Aufgabe werden die Schwingungen eines Fadenpendels und die eines Feder-Masse-Pendels betrachtet. Die zweite Aufgabe behandelt Induktionsvorgänge in einer Spule bei Verwendung von Wechselstrom. Der Franck-Hertz-Versuch steht im Mittelpunkt der dritten Aufgabe.

#### 1 Aufgabenstellung ohne Experimentieren

In dieser Aufgabe werden mögliche Einflussgrößen auf die Schwingungsdauer  $T$  eines Fadenpendels experimentell untersucht. Ein Fadenpendel ist ein schwingungsfähiges System, bei dem ein Massestück an einem Faden um seine Ruhelage pendelt, vergleiche Material 1 (M1).

- 1.1 Die Schwingungsdauer  $T$  ist abhängig von der Länge  $L$  des Pendels. In einem Experiment ist die Schwingung eines Fadenpendels der Länge  $L=33\text{ cm}$  aufgezeichnet worden. M2 zeigt eine zugehörige Messung. Bestimmen Sie mithilfe von M2 die zugehörige Schwingungsdauer  $T$  so genau wie möglich.  
In einem weiteren Experiment ist die Schwingung des Fadenpendels der Länge  $L=33\text{ cm}$  für zwei andere Anfangsauslenkungen  $\phi_0$  aufgezeichnet worden. M3 zeigt die zugehörigen Messungen. Nur für kleine Anfangsauslenkungen  $\phi_0$  ist die Schwingungsdauer  $T$  in guter Näherung unabhängig von der Anfangsauslenkung  $\phi_0$ . Überprüfen Sie diese Aussage auf der Grundlage der Messungen nach M2 und M3.
- 1.2 In einem Experiment ist die Pendellänge  $L$  systematisch variiert und die Zeit für zehn Schwingungen ( $10T$ ) für kleine Anfangsauslenkungen gemessen worden (M4). Für den Zusammenhang zwischen Pendellänge und Schwingungsdauer  $T$  gilt:

$$T = k \cdot \sqrt{L}$$

Bestätigen Sie diesen funktionalen Zusammenhang unter Verwendung aller Messwerte in M4, wobei Sie Ihr Vorgehen in der im Unterricht vereinbarten Form dokumentieren.

Für die Konstante  $k$  gilt  $k = \frac{2\pi}{\sqrt{g}}$  (g: Ortsfaktor, auch Erdbeschleunigung genannt). Ermitteln Sie einen Wert für den Ortsfaktor  $g$ , wobei Sie Ihren Lösungsweg dokumentieren.

Bei einer Messung ergibt sich eine Messunsicherheit für  $T$  von 2 %, für  $L$  von 1,5 %. Schätzen Sie für  $L=0,680\text{ m}$  die sich daraus ergebende Messunsicherheit für  $g$  ab.

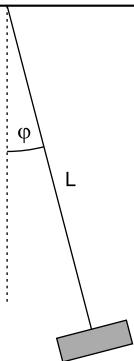
7

10

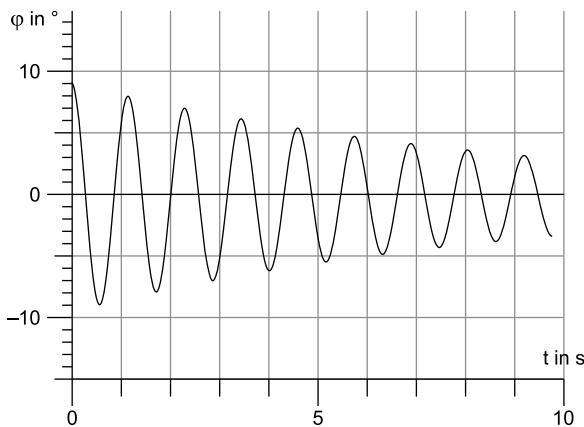


## Material

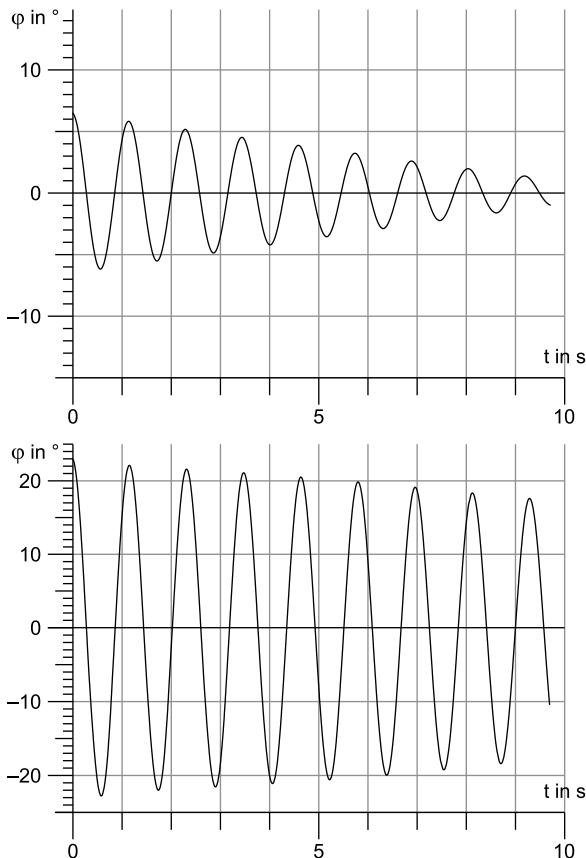
**M 1 Prinzipskizze des Aufbaus eines Fadenpendels der Länge L mit der Auslenkung  $\varphi$**



**M 2 t- $\varphi$ -Diagramm, Pendellänge L = 33 cm**



**M 3** t- $\varphi$ -Diagramme für die Schwingungen eines Fadenpendels der Länge  $L = 33 \text{ cm}$  bei zwei weiteren Anfangsauslenkungen  $\varphi_0$



**M 4** 10 Schwingungsdauern in Abhängigkeit von der Pendellänge L bei kleinen Auslenkungen

L in m	0,475	0,515	0,545	0,595	0,635	0,680
10T in s	13,7	14,2	14,7	15,4	16,0	16,4



## TIPP Lösungshinweise zu Aufgabe I

---

### Teilaufgabe 1.1

Um T „so genau wie möglich“ zu bestimmen, müssen Sie überlegen, wie man durch „geschicktes Messen“ den Ablesefehler minimieren kann.

Nutzen Sie möglichst viele Perioden zur Messung aus.

Zum Überprüfen der Hypothese sollten Sie die Schwingungsdauern der beiden Vergleichsexperimente auf die gleiche Art und Weise wie beim ersten Experiment bestimmen. Bewerten Sie anschließend Ihr Ergebnis.

### Teilaufgabe 1.2

Die Berücksichtigung aller Messwerte bedeutet, dass Sie entweder einen Proportionalitätsfaktor bestimmen müssen (rechnerisch oder grafisch) oder aber alle Messwerte einer Regression unterziehen müssen (mittels GTR).

Da im zweiten Teil der Aufgabe g mithilfe des Faktors k bestimmt werden soll, sollten Sie diesen im ersten Teil als Ergebnis ermitteln – das erspart Arbeit.

Die Bestimmung der Messunsicherheit kann z. B. mithilfe einer Maximal-/Minimalrechnung vorgenommen werden.

Die Messunsicherheiten der Eingangsgrößen sind prozentual gegeben – Sie müssen jedoch nicht zwingend einen prozentualen Fehler als Ergebnis angeben.

### Teilaufgabe 1.3

Beachten Sie beim Zeichnen, dass L auf die Rechts-,  $T^2$  auf die Hochachse gehört.

Vergleichen Sie den in Teilaufgabe 1.2 vorgegebenen Zusammenhang mit der L- $T^2$ -Proportionalität und schließen Sie daraus auf den Wert der Konstanten C in  $L = C \cdot T^2$ .

### Teilaufgabe 1.4

Die Prüfung kann durch ein systematisches Testen aller möglichen Kombinationen geschehen.

Alternativ und eleganter ist es, die benötigten Massen für die Federn 1 und 2 zu berechnen und dies mit den verfügbaren Massen und der 3%-Bedingung zu vergleichen.

### Teilaufgabe 2.1

Ziehen Sie hier das Induktionsgesetz in der speziellen Anwendungsform „Transformator“ heran.

## Lösungsvorschlag zu Aufgabe I

### 1 Aufgabenstellung ohne Experimentieren

#### 1.1 Bestimmen der Schwingungsdauer

Im Material M2 kann man gut die Zeitdauer für 8 komplette Schwingungen ablesen: Es ergibt sich  $8T = 9,25 \text{ s}$  als Schätzwert, was sofort zu

$$T = \underline{\underline{1,15 \text{ s}}}$$

als Wert für die Periodendauer führt.

#### Aabhängigkeit vom Auslenkwinkel?

Die Darstellungen in M2 und M3 ergeben als Periodendauern – auf dieselbe Weise bestimmt wie oben – Werte zwischen  $T = 1,15 \text{ s}$  ( $M2, \phi_0 \approx 6,5^\circ$ ) und  $T = 1,16 \text{ s}$  ( $M3, \phi_0 \approx 23^\circ$ ). Der letzte Wert bestätigt die Aussage ein wenig, ist aber tendenziell so dicht an den beiden anderen Werten, dass man hier nicht von einer signifikanten Abweichung sprechen kann. Somit kann man die Aussage bestätigen (da es eine geringe Abweichung von T nach oben gibt), man kann sie aber auch als im vorliegenden Fall nicht zutreffend bezeichnen, da T weniger als 1 % schwankt.

#### 1.2 Bestätigung des funktionalen Zusammenhangs

Da alle Messwerte Berücksichtigung finden sollen, kann man den Zusammenhang rechnerisch durch Quotienten- und Mittelwertbildung oder grafisch unter Zuhilfenahme des GTR lösen, indem man diesen eine entsprechende Regression durchführen lässt. Vorher müssen die Werte in M4 von  $10T$  zu Werten für  $T$  umgewandelt werden:

L in m	0,475	0,515	0,545	0,595	0,635	0,680
10T in s	13,7	14,2	14,7	15,4	16,0	16,4
T in s	1,37	1,42	1,47	1,54	1,60	1,64
$k = \frac{T}{\sqrt{L}} \text{ in } \frac{\text{s}}{\sqrt{\text{m}}}$	1,99	1,98	1,99	2,00	2,01	1,99

Mittelwert:

$$k = \underline{\underline{1,99 \frac{\text{s}}{\sqrt{\text{m}}}}}$$

#### Ermitteln des Ortsfaktors g

Durch Umstellen der angegebenen Formel für k folgt sofort:

$$k = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2}{k^2} = \frac{4\pi^2}{\left(1,99 \frac{\text{s}}{\sqrt{\text{m}}}\right)^2} = 9,95 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{9,95 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

## Abschätzen der Messunsicherheit

**TIPP** Sie sollten hier die Messunsicherheit so abschätzen, wie es im Unterricht erfolgte – ob als absolute oder relative Angabe, geht aus der Aufgabe nicht eindeutig hervor; dies ist also eher zweitrangig.

Am schnellsten lässt sich die Messunsicherheit bewerten, indem man den g-Wert nach oben und unten unter Zuhilfenahme der angegebenen Sachverhalte abschätzt. Diese lauten

$$k = \frac{T}{\sqrt{L}} \quad \text{und} \quad g = \frac{4\pi^2}{k^2},$$

woraus durch Kombination der Terme folgt:

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot L}{T^2}$$

Für die Abschätzung gilt daher:

- Nimmt L den maximalen und T den minimalen Wert an, so wird g maximal.
- Nimmt L den minimalen und T den maximalen Wert an, so wird g minimal.

Für die vorgegebene Fadenlänge  $L = 0,680 \text{ m}$  entnimmt man M4 die Schwingungsdauer  $T = 1,64 \text{ s}$ . Der Fehler für L ist mit 1,5 %, der von T mit 2 % angegeben. Man kann also abschätzen:

$$g_{\max} = \frac{4\pi^2 \cdot 1,015L}{(0,98T)^2} = \frac{1,015}{0,98^2} \cdot g = 1,057g$$

$$g_{\min} = \frac{4\pi^2 \cdot 0,985L}{(1,02T)^2} = \frac{0,985}{1,02^2} \cdot g = 0,947g$$

Die Messunsicherheit beträgt somit rund **5,5 %**.

### 1.3 L-T<sup>2</sup>-Diagramm

Zunächst ergänzt man die Wertetabelle um eine Zeile mit den quadrierten T-Werten:

L in m	0,475	0,515	0,545	0,595	0,635	0,68
10T in s	13,7	14,2	14,7	15,4	16	16,4
T in s	1,37	1,42	1,47	1,54	1,6	1,64
$T^2 \text{ in } \text{s}^2$	1,8769	2,0164	2,1609	2,3716	2,56	2,6896

Abb. 1 auf der nächsten Seite zeigt das L-T<sup>2</sup>-Diagramm. Die Messpunkte liegen näherungsweise auf einer Ursprungsgeraden.



© **STARK Verlag**

[www.stark-verlag.de](http://www.stark-verlag.de)  
[info@stark-verlag.de](mailto:info@stark-verlag.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH  
ist urheberrechtlich international geschützt.  
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung  
des Rechteinhabers in irgendeiner Form  
verwertet werden.

**STARK**