

**Lese-
probe**

Handreichung

Cornelsen Experimenta

Dynamik 2.0

Schüler-Set



Newton'sche Axiome
Versuche auf der Fahrbahn
Freier Fall
Waagerechter Wurf
Schwingungen
Zentrale Stöße

Cornelsen

Dieses Werk enthält Vorschläge und Anleitungen für Untersuchungen und Experimente. Vor jedem Experiment sind mögliche Gefahrenquellen zu besprechen. Beim Experimentieren sind die Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht einzuhalten.

Die Webseiten Dritter, deren Internetadressen in diesem Lehrwerk angegeben sind, wurden vor Drucklegung sorgfältig geprüft. Cornelsen Experimenta übernimmt keine Gewähr für die Aktualität und den Inhalt dieser Seiten oder solcher, die mit ihnen verlinkt sind.

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis zu §§ 60 a, 60 b UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60 b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen.

Inhalt

Einzelteilübersicht, Einräumplan.....	4
Präambel	6
Aufbauhinweise	7

Versuchsbeschreibungen und Arbeitsblätter.....8

D01	Geradlinig gleichförmige Bewegung	8
D02.1	Newton'sche Gesetze (1)	11
D02.2	Newton'sche Gesetze (2)	16
D03	Weg-Zeit-Gesetz der geradlinig gleichmäßig beschleunigten Bewegung	19
D04	Bewegungsdiagramme	22
D05.1	Freier Fall: Fallbeschleunigung	28
D05.2	Freier Fall: Fallhöhe – Fallgeschwindigkeit	31
D05.3	Freier Fall: Fallhöhe – Fallzeit.....	34

Für die Versuche wird ein Vernier Daten-
Logger (z. B. *LabQuest 2*) oder ein Grafik-
fähiger Taschenrechner (z. B. *TI-Nspire* mit
LabCradle) benötigt.

Eine Datei mit den den entsprechenden
Setups finden Sie im Download-Bereich
unter

cornelsen-experimenta.de

D06	Waagerechter Wurf	41
D07.1	Fadenpendel – Schwingungsdauer	45
D07.2	Fadenpendel – Bestimmung g	49
D07.3	Fadenpendel – Dämpfung.....	52
D08	Federpendel – Schwingungsdauer.....	56
D09	Impulserhaltung.....	60
D10	Elastischer und unelastischer Stoß	63
	Bestellschein	67

Die markierten Kapitel sind in dieser Leseprobe in Auszügen enthalten

Leseprobe

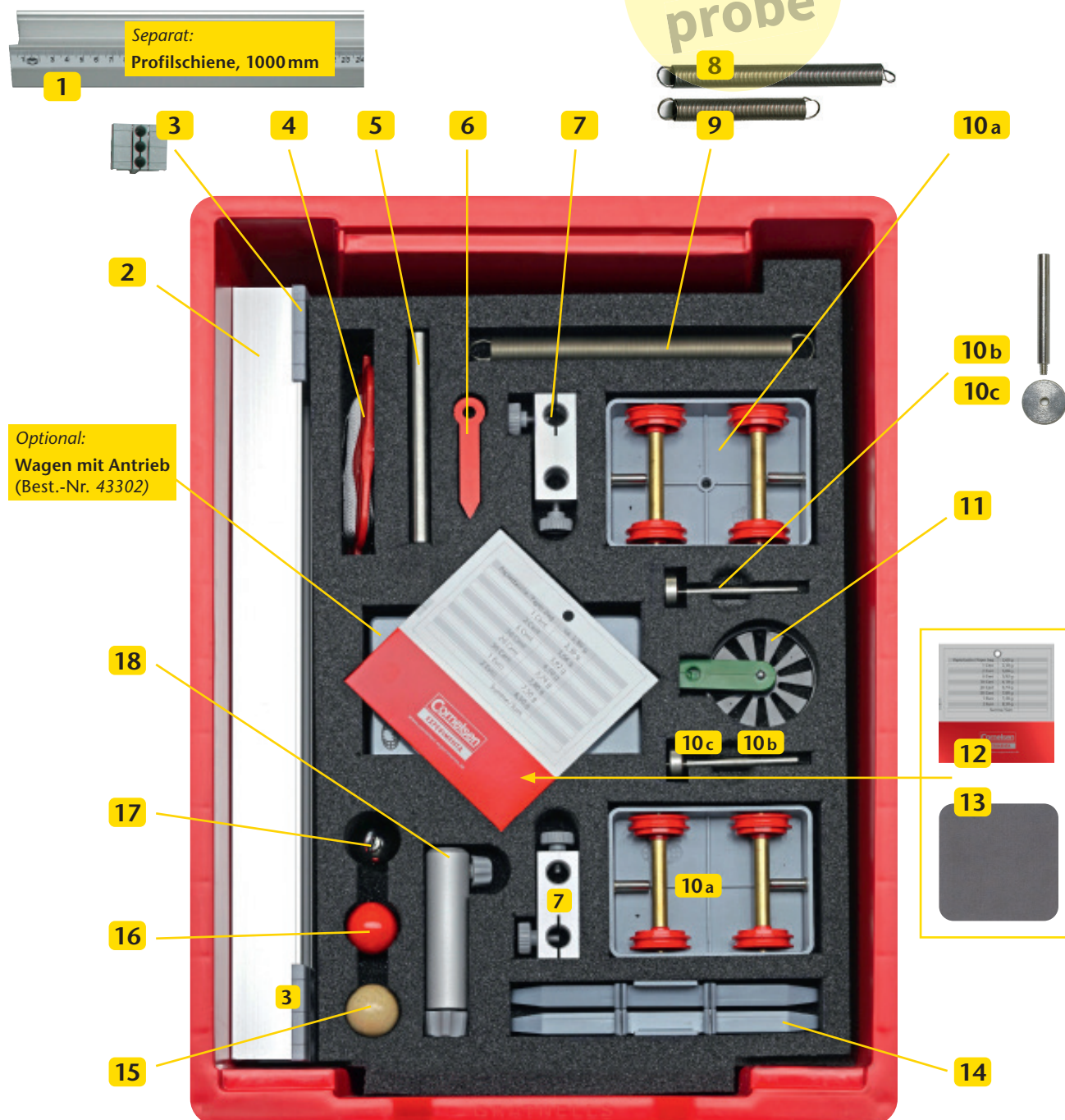


Abb.-Nr.	Anz.	Artikelbezeichnung	Best.-Nr.
–	1	Anleitung „Schüler-Set <i>Dynamik 2.0</i> “	430095
–	1	Einräumplan „Schüler-Set <i>Dynamik 2.0</i> “	430093
1	1	Profilschiene, 1000mm	40800
2	1	Profilschiene, 360mm, mit Bohrung	40819
3	2	Klemmschieber	40820
4	1	Schnur, 50m/0,5mm Ø	19039
5	1	Stativstab, 100mm	40131
6	1	Zeiger	43114
7	2	Doppelmuffe mit Schlitz	40605
8	1	Schraubenfeder, 150mm/max. 10N	42476

Abb.-Nr.	Anz.	Artikelbezeichnung	Best.-Nr.
9	1	Schraubenfeder, 100 mm / max. 12N	42477
10	2	Messwagen (a) mit Gewindestab (b) und Massestück (c)	43303
11	1	Speichenrad	78177
12	1	Tasche für Fallversuche	43102
13	1	Unterbrecherkarte, 100mm	43112
14	1	Paar Schienenfüße	40861
15	1	Kugel, Holz, 25mm Ø	43857
16	1	Pendelkugel, Holz, 25mm Ø	43854
17	1	Pendelkugel, Stahl, 25mm Ø	43852
18	1	Klemmrohr	77028

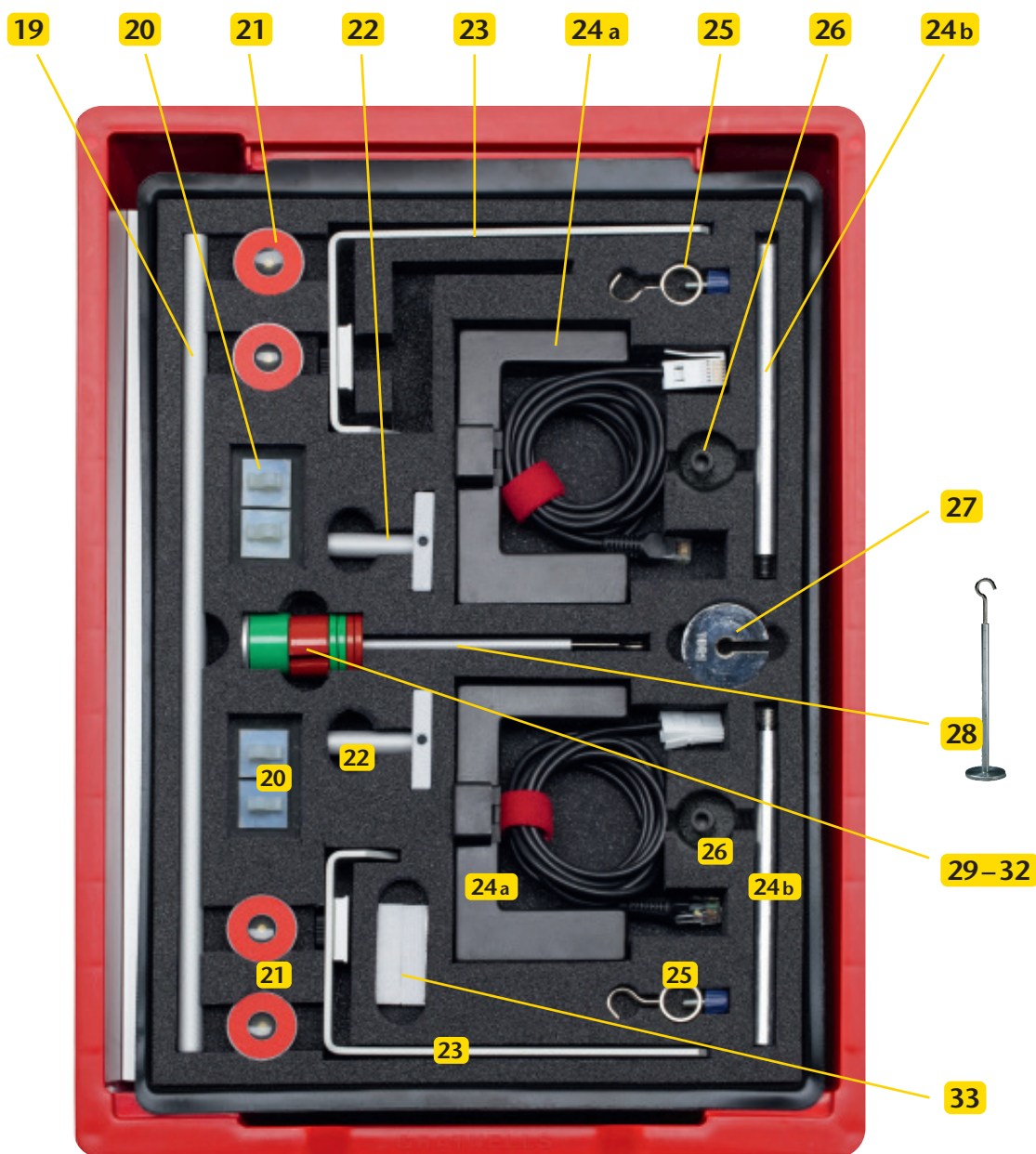


Abb.-Nr.	Anz.	Artikelbezeichnung	Best.-Nr.
19	1	Satz Stativstäbe, 330mm mit Bohrung und 220mm mit Gewindestift	40137
20	2	Unterbrecherkarte, 30 mm	43113
21	4	Scheibenmagnet mit Stecker	49636
22	2	Puffer am Stab	43278
23	2	Lichtschrankenhalter	43111
24	2	Lichtschranke (a) mit Haltestab (b)	78250
25	2	Ring mit Haken	40155
26	2	Schraube für Lichtschrankenhalter	781771
27	1	Scheibengewicht, 100g	42377
28	1	Gewichtsträger, 10g	42362

Abb.-Nr.	Anz.	Artikelbezeichnung	Best.-Nr.
29	2	Scheibengewicht, 10g, rot	42372
30	2	Scheibengewicht, 10g, grün	42373
31	1	Scheibengewicht, 50g, rot	42375
32	1	Scheibengewicht, 50g, grün	42378
33	1	Satz Prallplatten mit 4-mm-Stecker	43279

Zusätzlich erforderlich:

Vernier-Logger bzw. -Interface, Schere, Unterlegklötze (Höhe 5 mm)

Für Einzelteil-Nachbestellungen verwenden Sie bitte den Bestellschein am Ende der Anleitung.

Die Gesetzmäßigkeiten zum Beschreiben von Bewegungen zu entdecken und damit einhergehend vorherzusagen zu können, wann oder wie schnell ein Körper an einem bestimmten Ort sein wird, ist für den Alltag von großer Bedeutung.

Dabei lassen sich die *Bewegungsgleichungen*, die *Newton'schen Axiome* oder der *Impulserhaltungssatz* auf mehrere Arten experimentell untersuchen.

In nahezu allen Lehrplänen wird beim Thema *Dynamik* der Einsatz einer elektronischen Messwerterfassung empfohlen oder gar gefordert. Dadurch ergibt sich jedoch eine Reihe möglicher Messmethoden, die jeweils unterschiedliche Aspekte der elektronischen Messwerterfassung akzentuieren.

Das auf Lichtschranken, Speichenrad und Unterbrecherkarten basierende Konzept der *Dynamik 2.0* hat gegenüber anderen Messmethoden den Vorteil, dass sich das Prinzip der Messung mit den gewonnenen Erkenntnissen erklären lässt. Dadurch wird eine intrinsische Transferleistung für die Schülerinnen und Schüler möglich.

Weiterhin eröffnet diese Art der Messung einen gewinnbringenden Einstieg in die Betrachtung systematischer Fehler, der beim Versuch zum Fallgesetz in Form eines zusätzlichen Arbeitsblattes aufbereitet ist.

Bei der Mehrzahl der Versuche lässt sich das Datenvolumen dank der hohen Messgenauigkeit soweit reduzieren, dass eine Auswertung ohne den Einsatz von zusätzlicher Software möglich ist.

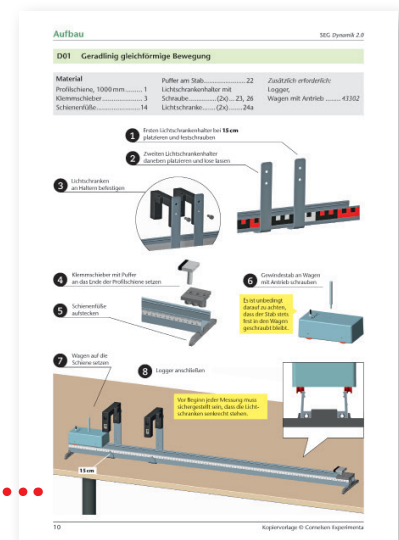
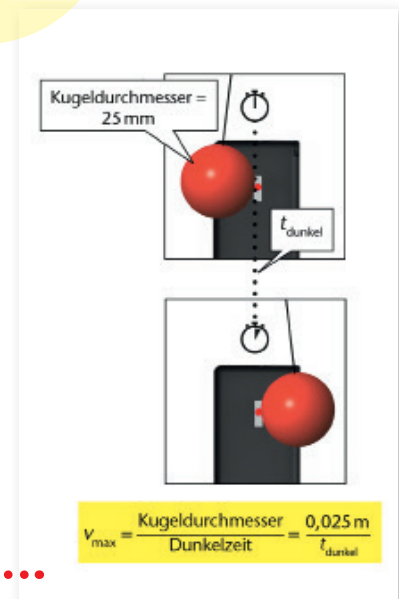
Sollte der Wunsch bestehen, ein größeres Datenvolumen auszuwerten oder die Schülermaterialien anderweitig anzupassen, stehen alle Arbeitsblätter in frei editierbarer Form unter www.cornelsen-experimenta.de für Sie zum Download bereit.

Zu den Begleitmaterialien

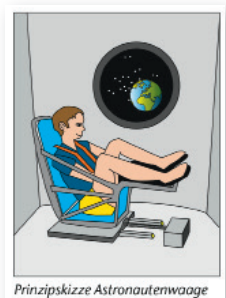
In den Begleitmaterialien ist jeder Versuch in drei Teilen beschrieben. Der erste Teil besteht aus einer **Kopiervorlage**, die den **Versuchsaufbau** detailliert beschreibt. Diese als Hilfefarte gedachte Kopiervorlage enthält neben einer Materialliste eine Abbildung, die den Aufbau schrittweise erklärt und Hinweise zur Durchführung umfasst. Um das selbstständige Planen von Experimenten zu ermöglichen, wird auf den Arbeitsblättern lediglich auf die Beschreibung des Versuchsaufbaus in Form einer Arbeitsanweisung oder einem QR Code® verwiesen.

Der zweite Teil besteht aus der **Beschreibung und Auswertung des Versuchs**. Dort wird die Durchführung beschrieben und beispielhaft ausgewertet. Zusätzlich finden Sie in diesem Teil didaktisch-methodische Hinweise, weiterführende Tipps und Ideen.

Der letzte Teil der Versuchsbeschreibung besteht aus den **Kopiervorlagen der zugehörigen Arbeitsblätter**. Diese sind auf den Mathematikunterricht der Sekundarstufe I abgestimmt und führen das aktuelle Thema mit einem bildlich veranschaulichten Alltagsbezug ein. Alle Arbeitsblätter haben sich bereits mehrfach im Unterricht bewährt und enthalten neben den klassischen Elementen eines Arbeitsblatts auch weiterführende Infokästen mit Definitionen, Beispielen oder Auszügen aus der Formelsammlung.



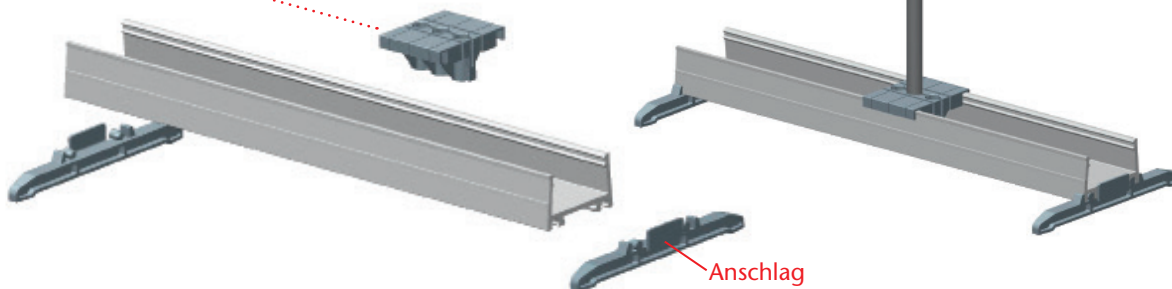
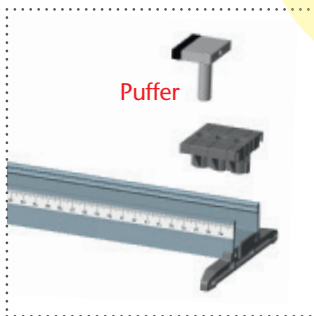
„... ist das Messen der Masse in der Schwerelosigkeit eine Herausforderung, denn hier hat ein Astronaut kein Gewicht.“



„... Heutzutage kann man mit Satelliten und Flugzeugen die Schwerkraft so genau beobachten, ...“

Die **Klemmschieber 3** können an jeder beliebigen Stelle der Profilschiene aufgesetzt werden. Sie dienen zum Einstecken und Fixieren der Stativstäbe oder des **Puffers** am Stab **22**.

Die drei Buchsen des Klemmschiebers unterscheiden sich in ihrer Klemmwirkung. Bei der Wahl der Buchse ist darauf zu achten, dass das Bauteil bis zum Anschlag in die Buchse geschoben wird und fest sitzt.

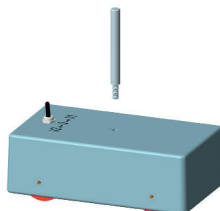


Die **Schienenfüße 14** werden seitlich bis zum **Anschlag** in die Schiene eingeschoben, sollten dabei jedoch nicht verkantet werden.



Am besten entfernt man die Füße, indem man die Schiene umdreht und den Fuß gleichmäßig auf beiden Seiten herausdrückt.

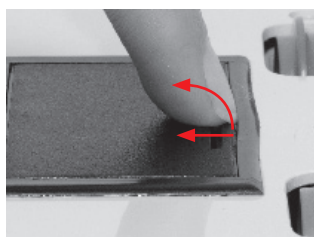
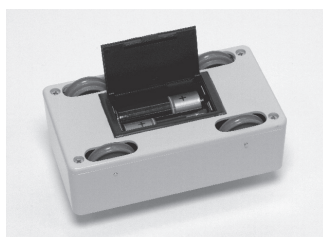
Bei dem **Wagen mit Antrieb** (optional, Best.-Nr. 43302) können durch den Schalter zwei Fahrstellungen V1 und V2 oder die Ruhestellung 0 eingestellt werden. Der Gewindestab wird in die mittlere Öffnung des Wagens eingeschraubt.



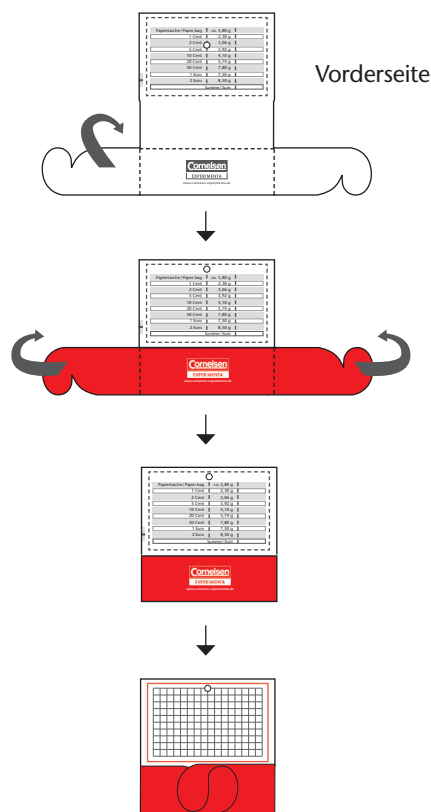
Auf der Unterseite befindet sich das Batteriefach für zwei Mignon-Batteriezellen. Zum Einlegen und Austauschen der Zellen wird es geöffnet, indem mit einem Fingernagel der feine Steg zwischen der Umrandung des Batteriefaches und dem Deckel vom Rand weggezogen und dabei gleichzeitig der Deckel angehoben wird.

Achtung! Den Fingernagel nicht in den längeren Schlitz im Deckel einführen! Dieser Schlitz ist vorhanden, damit der Deckelrand beim Öffnen nach innen nachgeben kann!

Für eine ordnungsgemäße Funktion und eine gleichbleibende Geschwindigkeit des Wagens müssen die Mignonzellen unverbraucht sein und polrichtig eingelegt werden.



Faltung der Falltasche:



Auf der Rückseite werden die Laschen ineinander gesteckt.

D05.1 Freier Fall – Fallbeschleunigung

Material

Profilschiene, 360 mm..... 2
Doppelmuffe(2 x) 7
Tasche für Fallversuche.....12
Schienenfüße.....14
Klemmrohr18

Satz Stativstäbe,
330 mm mit Bohrung und
220 mm mit Gewindestift.....19
Lichtschranke
mit Haltstab.....(2 x)24ab

Scheibengewichte,
10 g und 50 g.....29–32
Zusätzlich erforderlich:
Logger

6 Logger anschließen

5 Lichtschranken über Haltestäbe mit Doppel-
muffen am langen Stativstab befestigen

4 Haltestäbe an Licht-
schranken schrauben

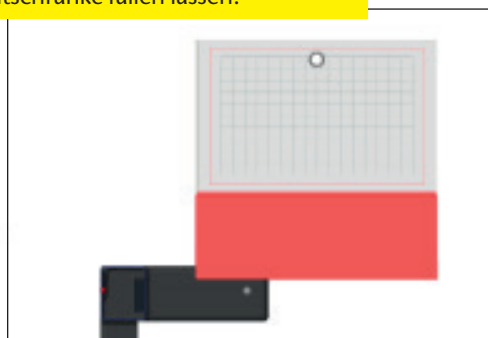
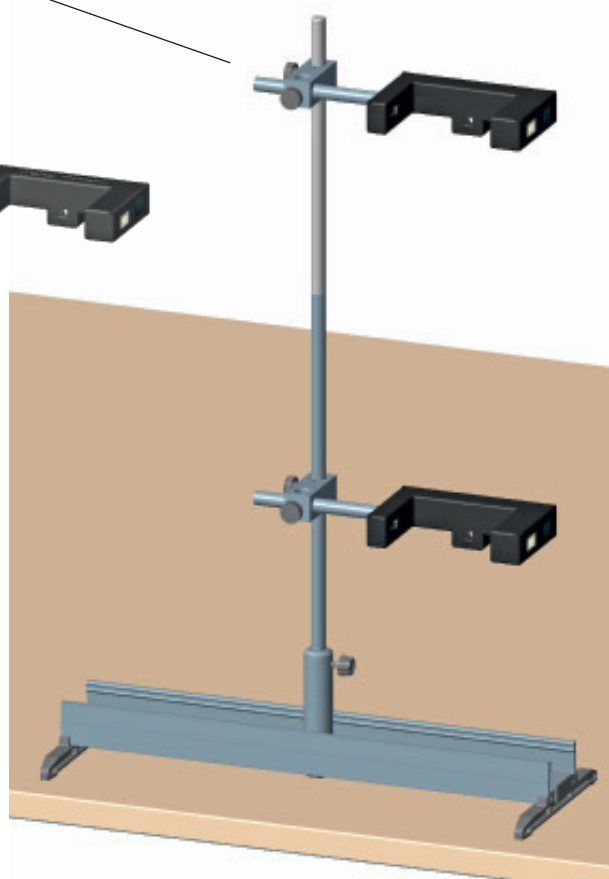
3 Stativstäbe miteinander ver-
schrauben und im Klemmrohr
befestigen

2 Klemmrohr in Mittelbohrung
der Profilschiene schrauben

1 Schienenfüße seitlich in
kurze Profilschiene stecken

Die Lichtschranken lassen sich horizontal am besten
ausrichten, wenn man sie am Anfang direkt übereinan-
der am Stativstab befestigt und anschließend vertikal
verschiebt.

Falltasche dicht über der obersten
Lichtschranke fallen lassen!



D05.1 Freier Fall – Fallbeschleunigung

Mit zwei Lichtschranken und der Falltasche für Fallversuche wird die Abhängigkeit der Fallzeit von der Masse des fallenden Körpers untersucht.

Die Resultate werden mit berechneten Werten verglichen und diskutiert. Abschließend erfolgt eine direkte Messung der Fallbeschleunigung g .

Versuchsdurchführung

Bei der Durchführung erweist es sich als vorteilhaft, den Aufprall der Falltasche durch eine geeignete Unterlage abzufedern.

Ohne Zusatzgewichte hat die Falltasche eine Masse von ca. 5,8 g. Um die Masse der Falltasche zu variieren platzieren Sie 10-g-Massestücke oder Münzen in der Tasche.

Halten Sie die Falltasche zu Beginn der Messung mittig möglichst dicht über die obere Lichtschranke. Lassen Sie zur Messung die Tasche ohne

zu wackeln und ohne sie nach unten anzustoßen einfach durch beide Lichtschranken fallen. Dabei sollte die Falltasche möglichst dicht über der oberen Lichtschranke losgelassen werden.

Brauchbare Messergebnisse der Fallzeit und der Fallbeschleunigung erreichen Sie nur, wenn die Tasche die Lichtstrahlen beider Lichtschranken ohne anzu stoßen und ohne sich während des Fallens zu drehen passiert.

Auswertung

$m_{\text{Falltasche}}$ in kg	0,0058	0,0158	0,0258	0,0266	0,0358	0,0458
t_1 in s	0,161	0,161	0,155	0,152	0,161	0,157
t_2 in s	0,163	0,156	0,165	0,154	0,155	0,151
t_3 in s	0,157	0,157	0,157	0,156	0,158	0,153
$\bar{t}$ in s	0,160	0,158	0,159	0,154	0,158	0,154

Die Messdaten zeigen sehr deutlich, dass die Masse keinen Einfluss auf die Fallzeit hat.

Dies lässt sich aus dem zweiten Newton'schen Axiom ableiten. Aufgrund der geringen Geschwindigkeiten sind Reibungskräfte vernachlässigbar.

Somit ist die während des gesamten Fallens auf den fallenden Körper wirkende Kraft F_{res} seine Gewichtskraft F_G .

$$F_{\text{res}} = F_G$$

Setzt man das zweite Newton'sche Axiom und die Definition der Gewichtskraft ein, erhält man

$$m \cdot a = m \cdot g.$$

Durch kürzen der Masse auf beiden Seiten ergibt sich

$$a = g \cong 9,81 \text{ m/s}^2.$$

Somit handelt es sich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung.

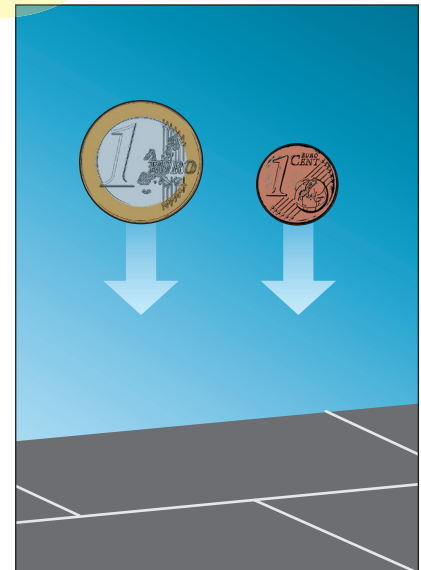
Eine direkte Messung der Fallbeschleunigung führte in der Beispielmessung auf einen Wert von $9,75 \text{ m/s}^2$. Dieser Wert bestätigt mit einem relativen Fehler von 1% den Tabellenwert.

Zwei Körper verschiedener Masse haben auch ein unterschiedliches Gewicht.

➔ Berechne die fehlenden Gewichtskräfte in der Tabelle

Münzwert	Masse	Gewichtskraft
1 Cent	$m_{1\text{ct}} = 2,30\text{ g} = 0,0023\text{ kg}$	$F_{1\text{ct}} = 0,023\text{ N}$
10 Cent	$m_{10\text{ct}} = 4,10\text{ g} = 0,0041\text{ kg}$	$F_{10\text{ct}} = \text{---}\text{ N}$
1 Euro	$m_{100\text{ct}} = 7,50\text{ g} = 0,0075\text{ kg}$	$F_{100\text{ct}} = \text{---}\text{ N}$

Die 1-Euro-Münze wird stärker von der Erde angezogen als die 1-Cent-Münze. Folgt daraus, dass der Euro bei gleicher Fallhöhe kürzer fällt als der Cent? Was vermutest du?



Durchführung

Mit dem folgenden Aufbau lässt sich deine Vermutung überprüfen.

➔ Baue den Versuch wie dargestellt auf.

➔ Miss für Falltaschen unterschiedlicher Masse bei einer Fallhöhe von $h = 0,20\text{ m}$ die drei Fallzeiten t_1 , t_2 und t_3 und notiere sie in der Tabelle.

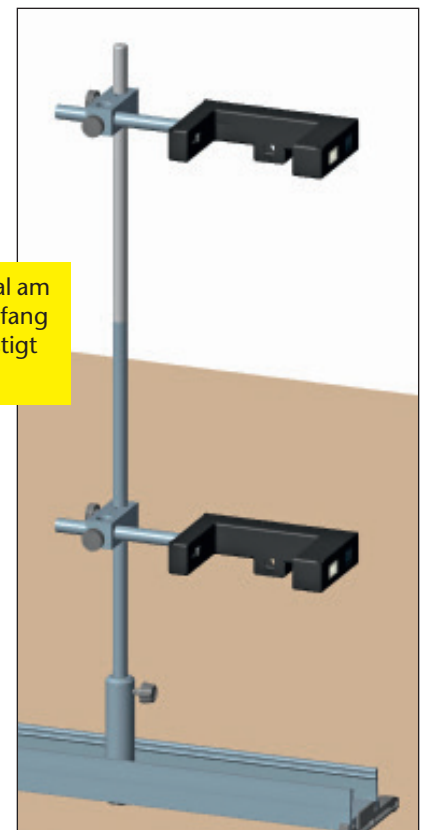
$m_{\text{Falltasche}}$ in kg						
t_1 in s						
t_2 in s						
t_3 in s						
$\bar{t}$ in s						

Die Lichtschranken lassen sich horizontal am besten ausrichten, wenn man sie am Anfang direkt übereinander am Stativstab befestigt und anschließend vertikal verschiebt.

Wiederholung

$$F_G = m \cdot g \text{ mit } g \cong 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

Masse	Gewichtskraft
25 g	0,25 N
50 g	0,50 N
75 g	0,75 N
100 g	1,00 N



Auswertung

1. Berechne aus den drei Fallzeiten die mittlere Fallzeit $\bar{t}$.
2. Diskutiere, ob die Messdaten deine Vermutung bestätigen.
3. Erläutere anhand der Gewichtskraft und dem zweiten Newton'schen Axiom, inwieweit es sich beim freien Fall um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung handelt.
4. Bestimme die Fallbeschleunigung mit dem Aufbau direkt und vergleiche dein Ergebnis mit dem Tabellenwert.

