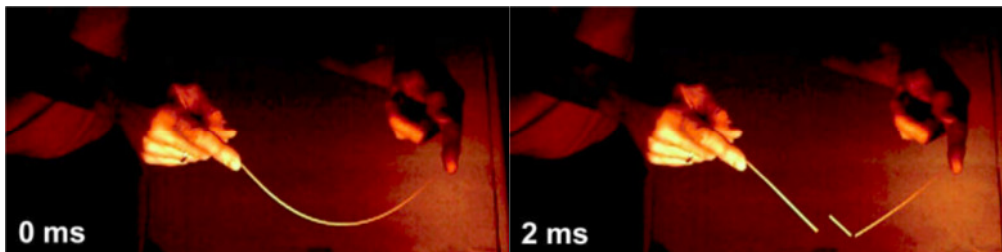


Material

- Mehrere Spaghetti
- Besen zur Beseitigung der zerbrochenen Pasta
- Hochgeschwindigkeitsvideo zur brechenden Spaghetti

Aufgabe 1

Biegen Sie zunächst mehrere Spaghetti so weit, bis sie zerbrechen. Alternativ können Sie die Nudeln auch bis kurz vor ihre Bruchgrenze spannen und dann loslassen¹.



a) Was beobachten Sie?

Die Spaghetti zerbrechen immer in mehr als zwei Teile.

b) Entspricht dies Ihren Erwartungen?

Man würde erwarten, dass ein Teil der Spaghetti in zwei Teile zerbricht, dies ist aber nicht der Fall.

Aufgabe 2

Das seltsame Verhalten der Spaghetti ergibt sich daraus, dass nach dem erstmaligen Zerbrechen Biegewellen auf den Spaghetti entstehen.

Betrachten Sie im Folgenden das Hochgeschwindigkeitsvideo zur brechenden Spaghetti. Die Zeit kann in der oberen Bildschirmleiste entnommen werden. Bestimmen Sie die Frequenz mit der sich die Biegewellen auf dem rechten längeren Bruchstück der Spaghetti ausbreiten.

- | | |
|--|--|
| Exemplarische Bestimmung von Schüler 1: | $f_1 = 8 / (40,5 \text{ ms}) = 197 \text{ Hz}$ |
| Exemplarische Bestimmung von Schüler 2: | $f_2 = 10 / (47 \text{ ms}) = 213 \text{ Hz}$ |
| Bestimmung von Vollmer und Möllmann: | $f_3 = 250 \text{ Hz}$ |

Aufgabe 3

Wie bereits im Unterricht besprochen werden stehende Wellen auf begrenzten Wellenträgern als Eigenschwingungen des Systems bezeichnet. Hierbei entstehen neben der Grundschwingung zusätzlich n-Oberschwingungen. Die entsprechenden Eigenfrequenzen

¹ Abbildungen aus: V. Vollmer und K.-P. Möllmann (2012). *Feynmans Rätsel der brechenden Spaghetti*. Physik in unserer Zeit, 43: 46–47.

beziehungsweise Wellenlängen werden durch ihre Randbedingungen charakterisiert. Auf einem linearen Wellenträger der Länge L unterscheidet man für die jeweiligen Wellenlängen zwischen

1. zwei festen beziehungsweise zwei freien Enden

$$\lambda_n = \frac{2L}{n+1}$$

2. einem festen und einem freien Ende

$$\lambda_n = \frac{4L}{2n+1}$$

- a) Welcher Fall liegt im Video vor?

Fall 1, da die Spaghetti an beiden Enden frei schwingen kann

- b) Welche Eigenschwingung ist im Video bei dem rechten längeren Bruchstück der Spaghetti zu erkennen?

Man erkennt deutlich, dass es sich um die Grundschiwingung handelt

- c) Berechnen Sie durch geschickte Abschätzung der Länge dieses Bruchstückes die Wellenlänge dieser Eigenschwingung.

Eine handelsübliche Spaghetti (hier Barilla Spaghettoni no. 3) hat eine Länge von etwa 28 cm

Die Länge der Spaghetti im Video als Summe der einzelnen Bruchstücke ergibt sich zu etwa:

- linkes Stück: 3,0 cm
- rechtes Stück: 3,8 cm
- kleines Bruchstück: 1,0 cm
- Gesamtlänge der Spaghetti im Video: 7,8 cm

Daraus folgt unter Berücksichtigung des Skalierungsfaktors für die reale Länge des rechten längeren Bruchstückes: $L = 13,64$ cm

Mit Hilfe der Formel aus (a) bezogen auf die Grundschiwingung $n = 1$ folgt:

$$\lambda = L = 13,64 \text{ cm}$$

Aufgabe 4

Trotz all der vergeblichen Versuche Spaghetti in zwei Teile zu brechen sollten Sie den Kopf nicht hängen lassen. Dies ist in der Tat möglich². Haben Sie eine Idee wie? Erklären Sie das physikalische Prinzip hinter Ihrer Lösung.

Die Lösung ist im Artikel von Vollmer und Möllmann³ schön dargestellt. Daraus ist auch die folgende Abbildung entnommen. An dieser Stelle wäre eine Wiederholung des Impulses beziehungsweise der Theorie physikalischer Stoßvorgänge möglich.

² Als Tipp sollten Sie sich von Karate-Kämpfern inspirieren lassen...

³ Abbildung aus: V. Vollmer und K.-P. Möllmann (2012). *Feynmans Rätsel der brechenden Spaghetti*. Physik in unserer Zeit, 43: 46–47.