

Fadenpendel

Fadenpendel

Fadenpendel

- Das Fadenpendel ist keineswegs ein einfaches System, wenn man es nicht im Spezialfall kleiner Auslenkungen betrachtet, bei denen eine harmonische Schwingung (sinusförmig) auftritt.
- Spannend wird die Simulation im Vergleich mit größeren Auslenkungswerten.

Fadenpendel

- Die Modellierung kann man sich einfach machen, wenn man sich auf die Beschreibung mit dem Bogenwert bezieht, also nicht auf seitlichen Wert (x) und Höhe (h) eingeht.

Fadenpendel

- Tipp:.

<https://tetfolio.fu-berlin.de/web/1439868>

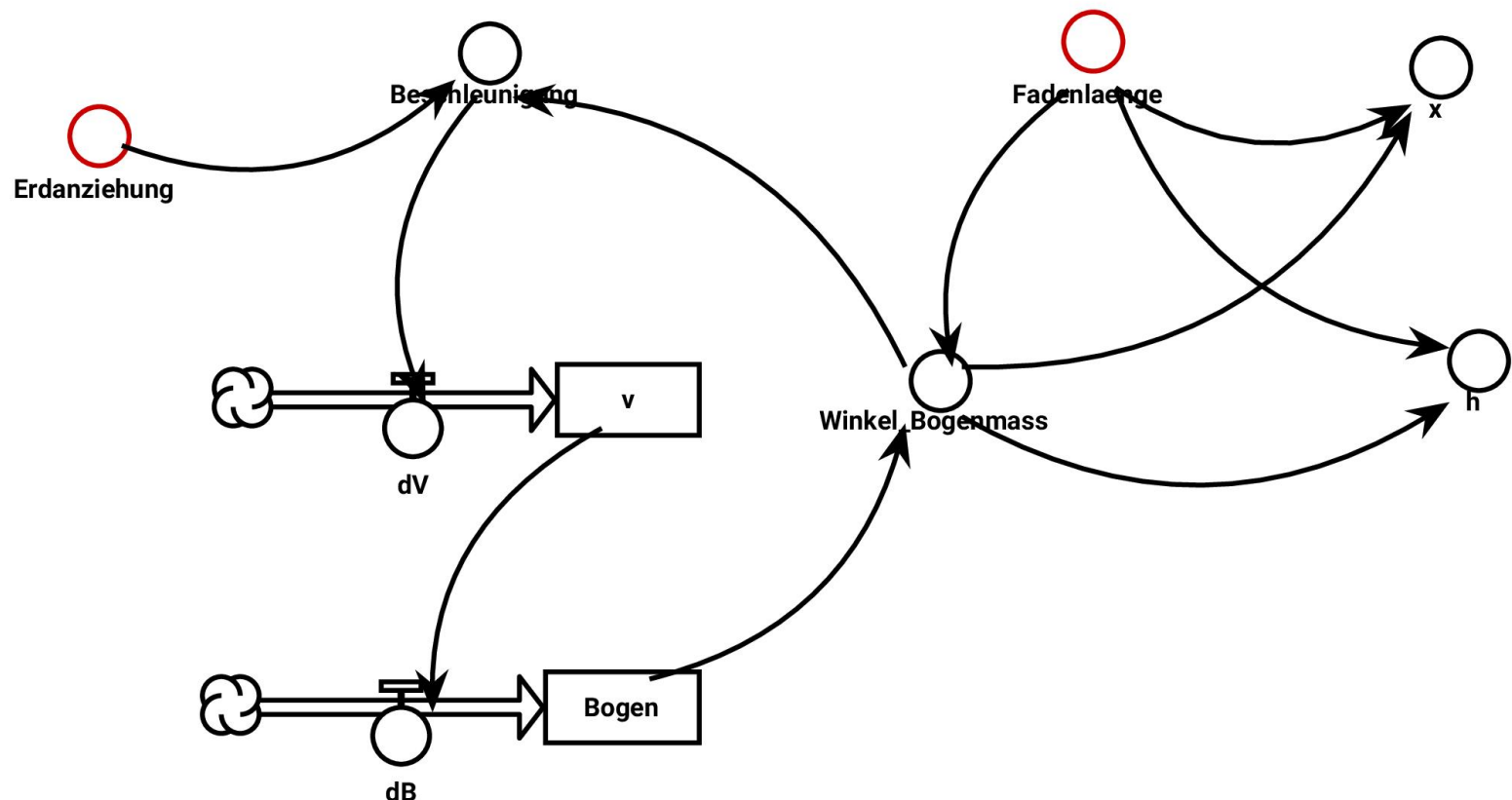
- Mit Bogenlänge aus der Ruhelage (b) und Fadenlänge (l) kann man direkt die Beschleunigung berechnen:

$$a = -g * \sin\left(\frac{b}{l}\right)$$

- Der Winkel muss als Bogenmaß verarbeitet werden.

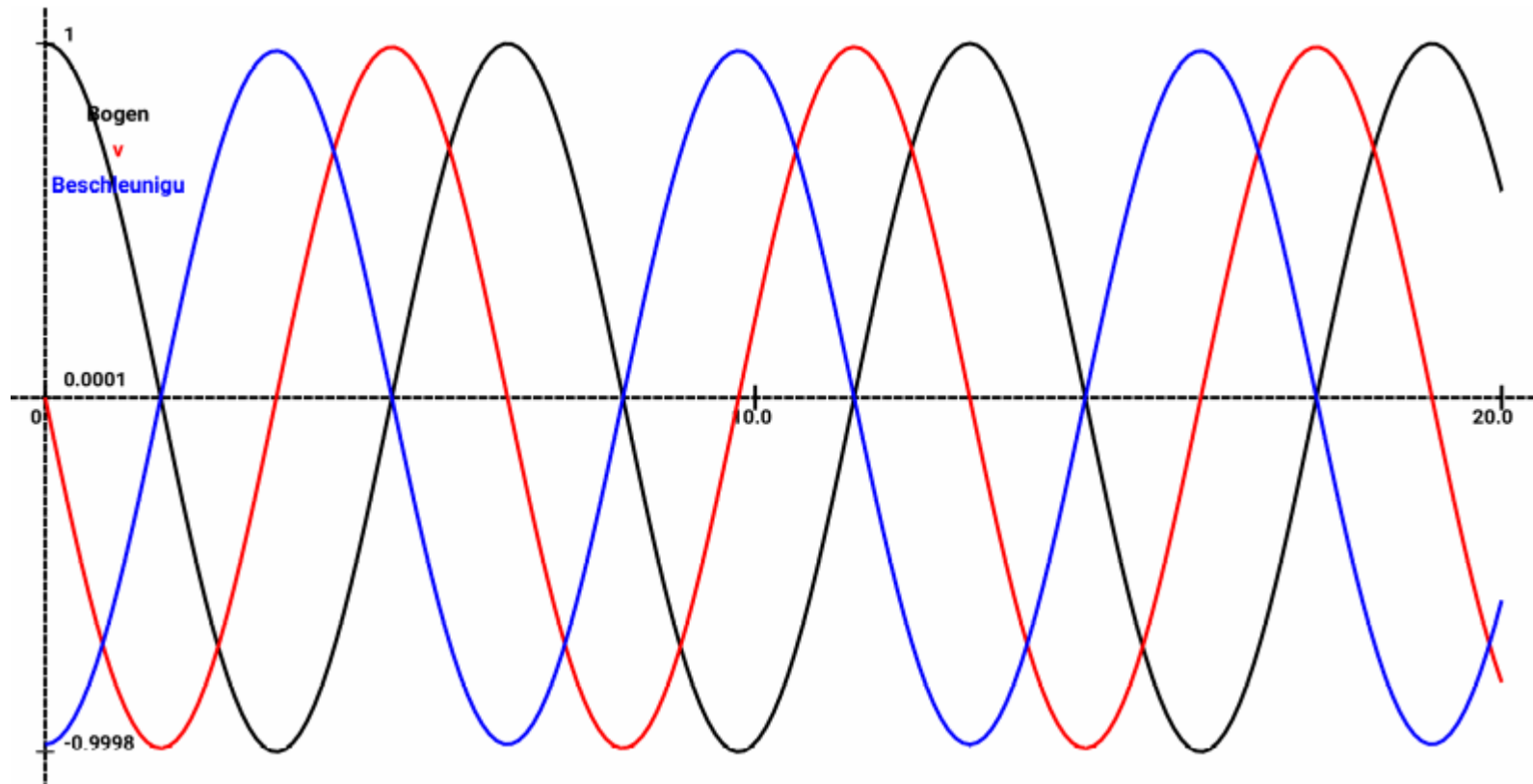
Fadenpendel

- Das Modell entspricht dann prinzipiell dem des doppelten Integrators



Fadenpendel

- Ein Verlaufsdiagramm (kleine Auslenkung)



Fadenpendel

Abgleich mit der „Theorie“:

- Formel für die harmonische Schwingung:

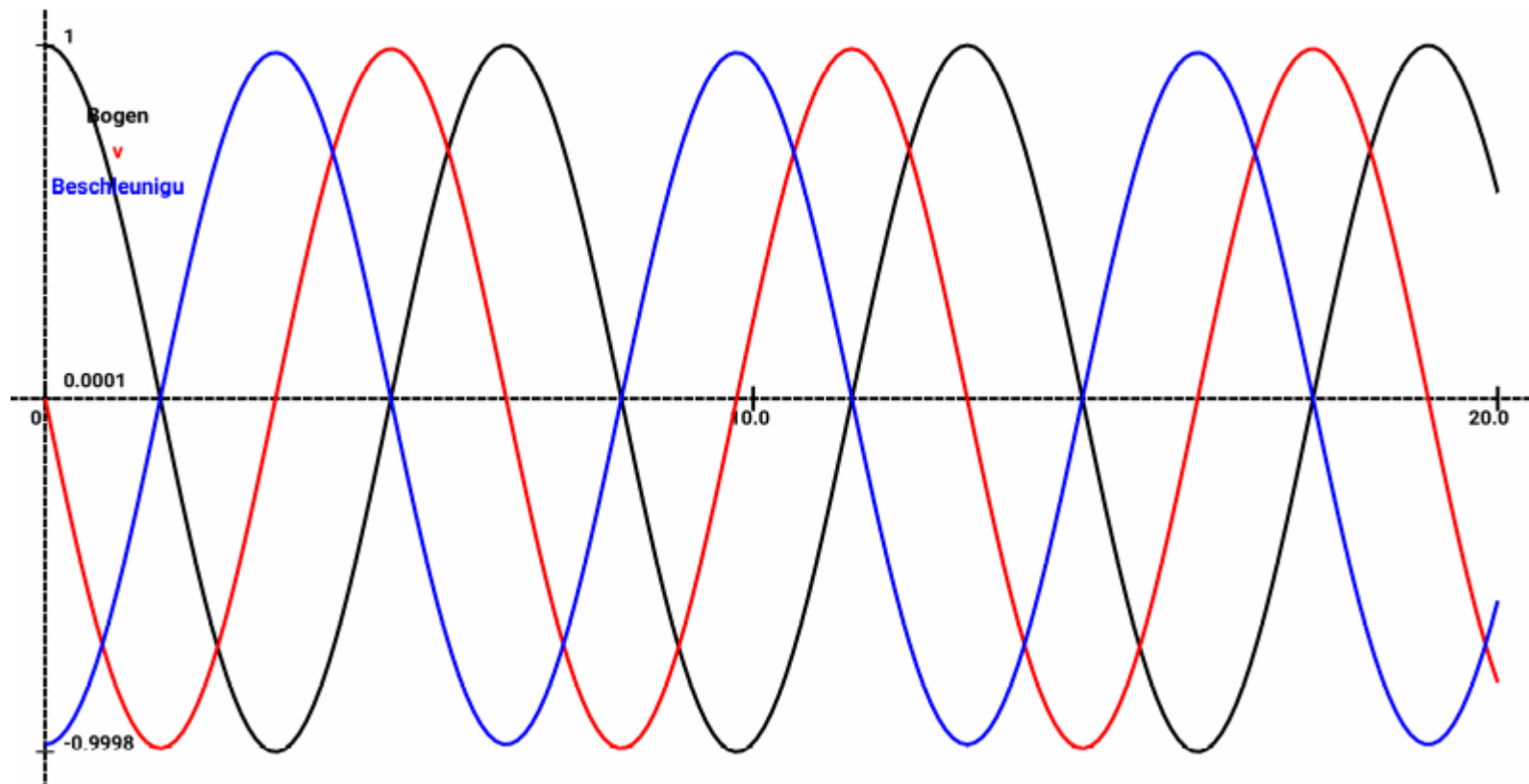
$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Diese Formel wird für den Fall großer Auslenkung mit dem folgenden Faktor korrigiert (α_{\max} : maximaler Winkel in Bogenmaß) :

$$1 + \frac{1}{16} \alpha_{\max}^2$$

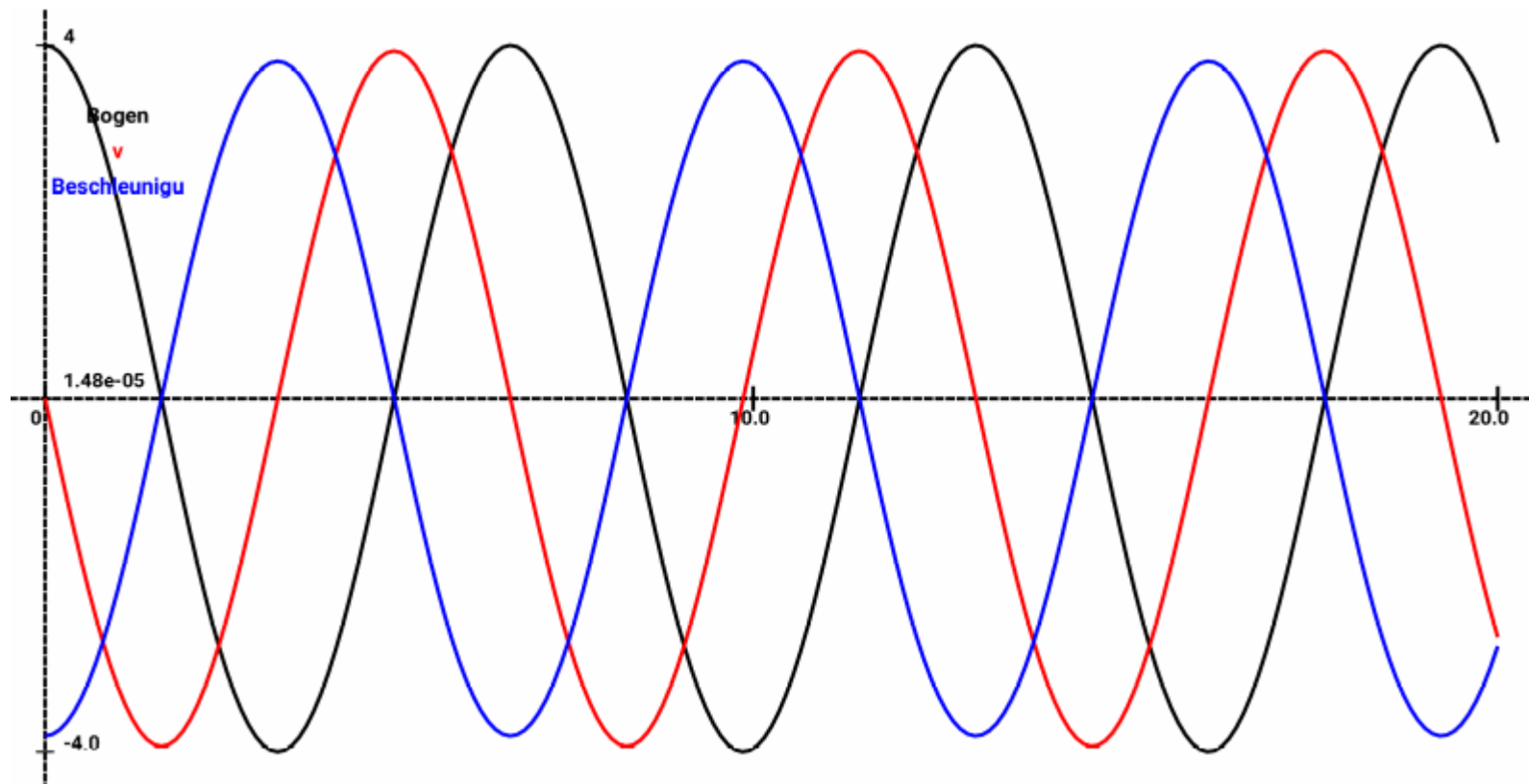
Fadenpendel

Vergleich von Messungen bei Fadenlänge 10
($b_{\max} = 1$)



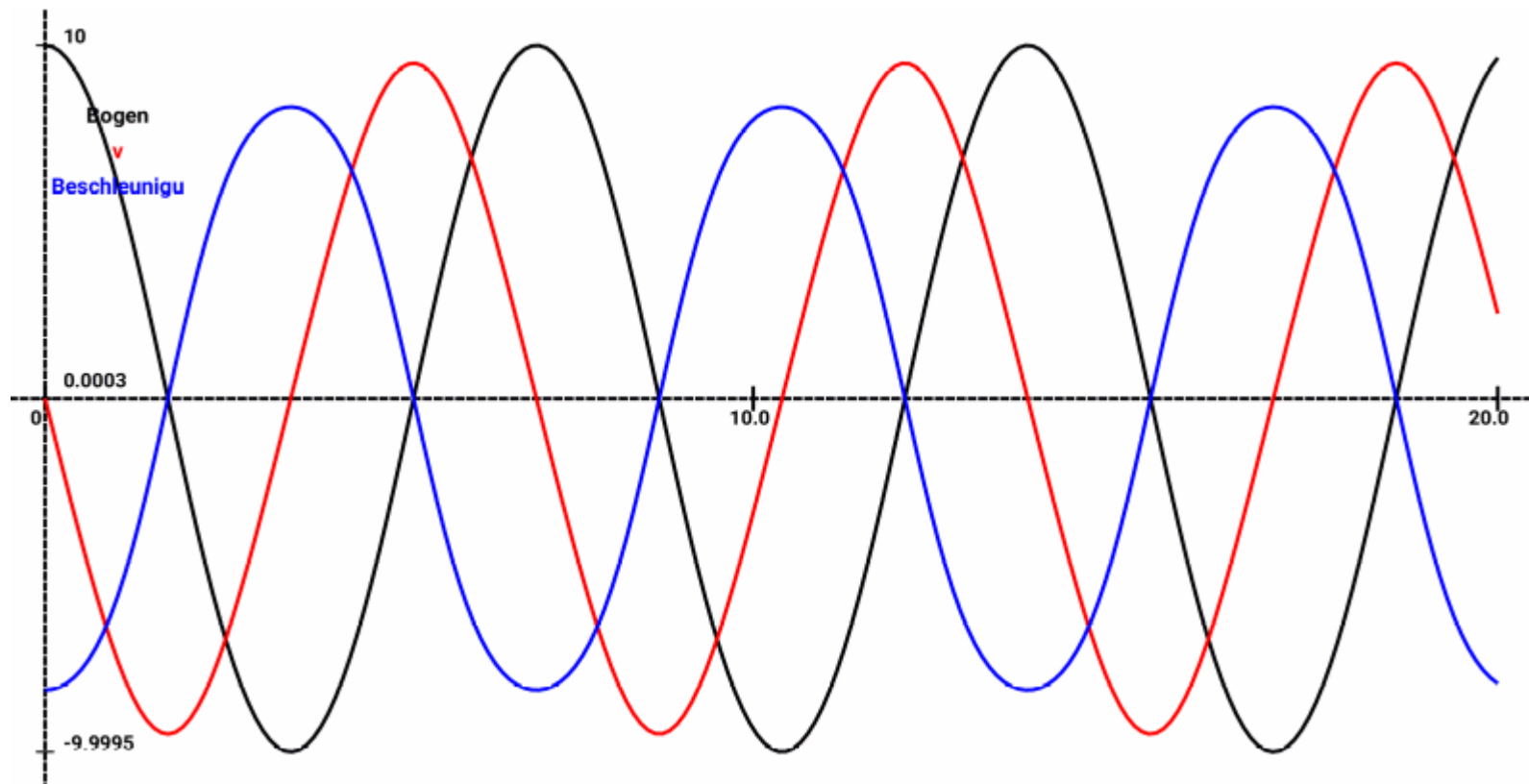
Fadenpendel

Vergleich von Messungen bei Fadenlänge 10
($b_{\max} = 4$)



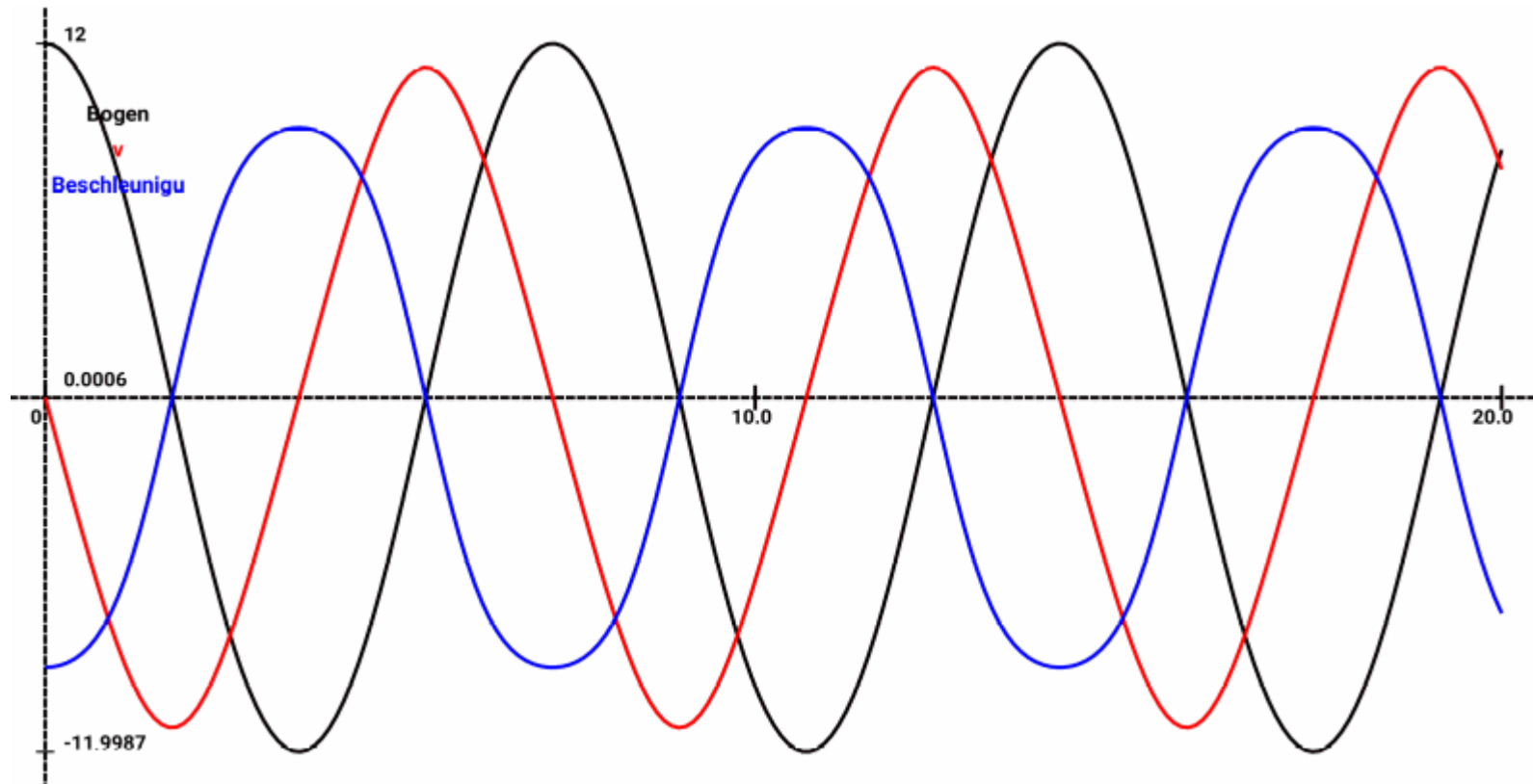
Fadenpendel

Vergleich von Messungen bei Fadenlänge 10
($b_{\max} = 10$)



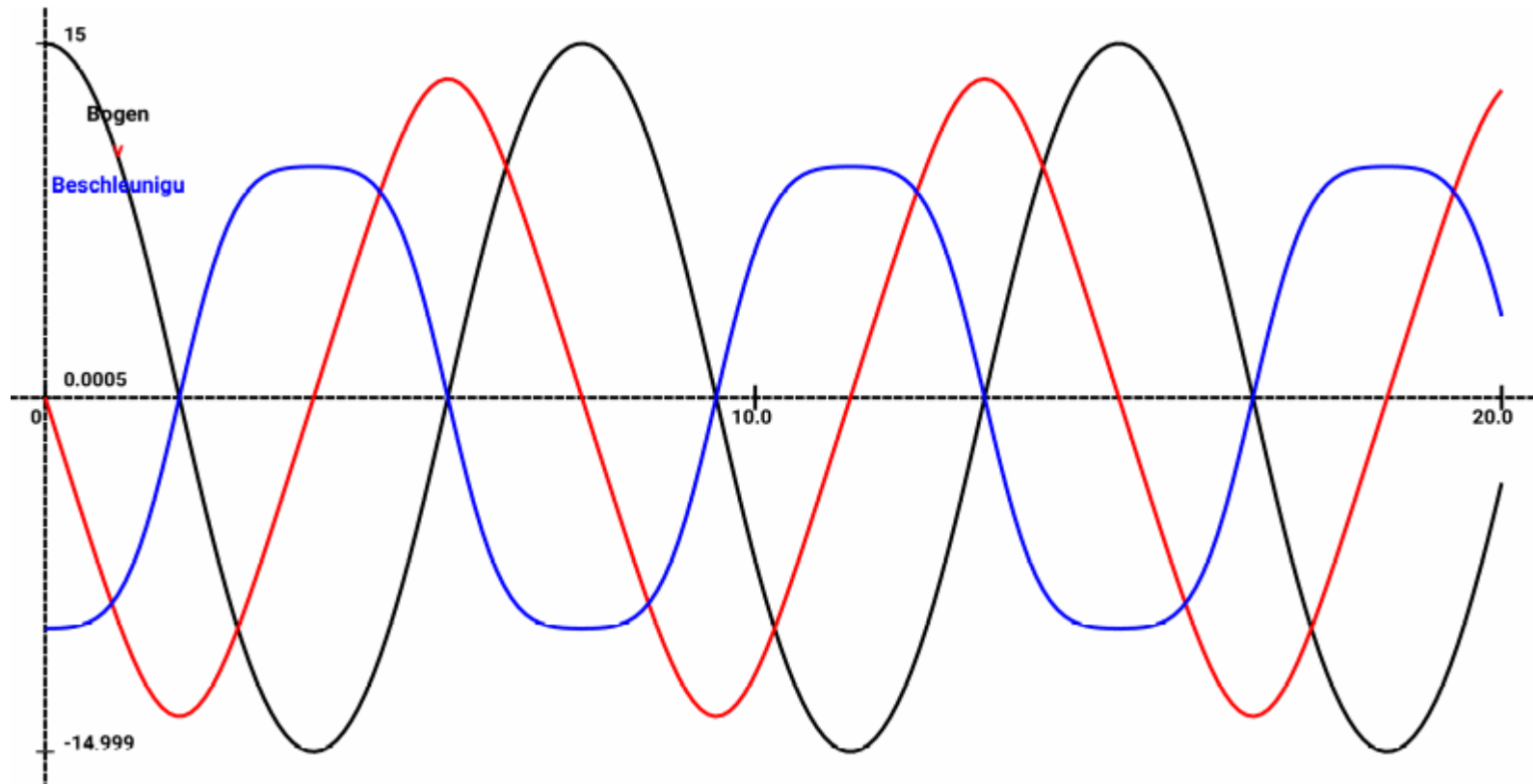
Fadenpendel

Vergleich von Messungen bei Fadenlänge 10
($b_{\max} = 12$)



Fadenpendel

Vergleich von Messungen bei Fadenlänge 10
($b_{\max} = 15$)



Fadenpendel

- Bewerten Sie Simulationsergebnisse.
- Vergleichen Sie mit den Vorhersagen der Formeln.

Fadenpendel

Fadenlänge 10

Grundperiode 6,34373984922

$$[2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\text{Fadenlänge} / 9,81}]$$

Bogenlänge (maximal)	Periode abgelesen	Formelwert
1	6,35	6,34770468662518
4	6,4	6,40717724771161
10	6,73	6,74022358979563
12	6,85	6,91467643564916
15	7,34	7,23582826551589

Faktor:

$$1 + 1/16 \cdot (\text{Bogenlänge} / \text{Fadenlänge})^2$$