Semesterprojekt Physik Engines

Kim Lan Vu, Michel Steiner, Asha Schwegler

22. April 2023

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung

2 Aufbau des Experiments

Für den Aufbau des Experimentes sind zwei Würfel mit den Dimensionen von 1.5m Seitenlänge und dem Gewicht von 2 Kilogramm gegeben. Wie in der Abbildung 1 zu entnehmen, ist linke Würfel Julia und der Rechte Romeo benannt. Daneben existiert eine Feder die horizontal an einer Wand befestigt ist. Bei dem gesammten Experimentes wird der Reibungswiederstand ignoriert. Ablauf des Experimentes:

1. Romeo wird mit einer konstanten Kraft (grüner Pfeil in Abbildung 1) auf 2m/s nach rechts beschleunigt.

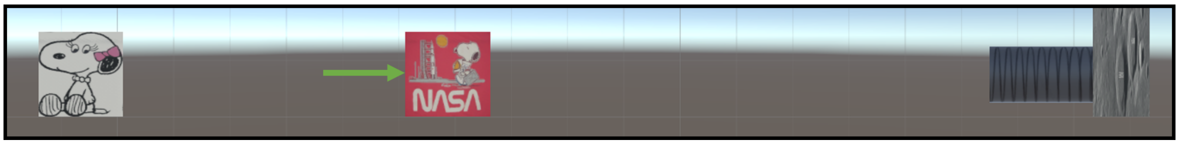

Abbildung 1: Beschleunigung des Würfels

2. Romeo trifft nun auf die Feder. Dabei soll die Federkonstante (gelber Pfeil in Abbildung 2) so gewählt werden, dass Romeo elastisch zurückprallt ohne die Wand zu berühren.

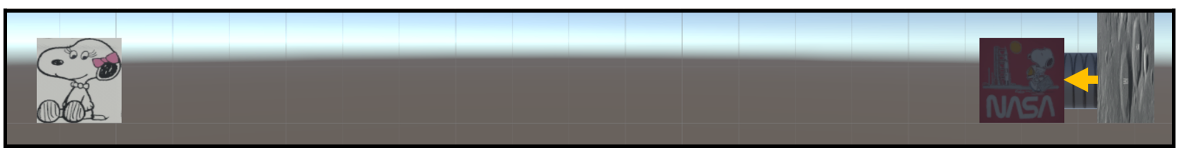

Abbildung 2: Elastischer Zusammenstoss mit der Feder

3. Nach dem abgefederten Stoss gleitet Romeo zurück in die Richtung aus der er gekommen ist und stösst inelastisch mit Julia zusammen. Über einen FixedJoint haften die Beiden nun zusammen und gleiten mit der aufgeteilten Energie (blaue Pfeile in Abbildung 3) weiter nacht links.

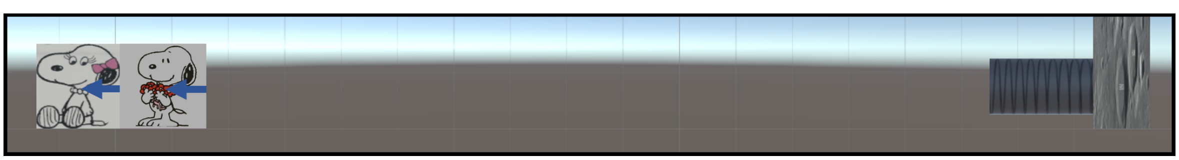

Abbildung 3: Inelastischer zusammenstoss mit dem anderen Würfel

3 Physikalische Beschreibung der einzelnen Vorgänge

In diesem Kapitel werden die physikalische Vorgänge des Versuches beschrieben. Die gegebenen Massen sind:

- Gewicht(m) = 2kg
- Velocity(v) = 2m/s
- Würfelseite = 1.5m

Es geschehen drei Vorgänge, die Beschleunigung durch die konstante Kraft, einen elastischen Stoss und einen inelastischen Stoss. Ein Würfel,namens Romeo, wird durch den konstanten Raketenantrieb beschleunigt, bis maximal 2m/s. Romeo trifft auf eine Feder zu, die an eine Wand befestigt ist. Dabei geschieht ein elastischer Stoss und der Würfel gleitet wieder zurück und stösst dabei einen zweiten Würfel, Julia, diesmal passiert der Stoss inelastisch. Sämtliche Vorgänge erfolgen ohne Reibungskräfte.

3.1 Raketenantrieb

Um die konstante Kraft zu berechnen nehmen wir die gewünschte Geschwindigkeit und berechnen damit die Beschleunigung, weil die Kraft sowohl von der Masse wie auch der Beschleunig abhängt und gegeben ist durch die Formel[1]

$$F = m * a$$

Um dieses Anfangwertproblems zu lösen leiten wir die Geschwindigkeit ab [1]:

$$\dot{v} = a$$
$$2m * s^{-1} \rightarrow -2m * s^{-2} \rightarrow a = [\frac{2m}{s^2}]$$

Die Zeit, die gebraucht wird um den Würfel zu beschleunigen, wird durch folgende Formel beschrieben [1]:

$$v = a * t \rightarrow t = \frac{v}{a} \rightarrow \frac{2m/s}{2m/s^2} = 1s$$

Somit können wir nun die Kraft ausrechnen:

$$F = 2kg * \frac{2m}{s^2} => \frac{4kg*m}{s^2} = 4N$$

4N werden deshalb als konstante Kraft angewendet, damit auch die gewünschte Geschwindigkeit erreicht wird, danach wird keine Kraft mehr hinzugefügt und Romeo gleitet auf die Feder zu.

3.2 Elastischer Stoss

Beim elastischen Stoss ist die kinetische Energie vom Stosspartner vor und nach der Kollision gleich [1]. Gemäss Auftrag wird die Federlänge und Federkonstante so dimensioniert, dass der Würfel nicht auf die Wand trifft. Die kinetische Energie des Würfels wird mit folgender Formel berechnet [1]:

$$\boxed{E_{kin_{Romeo}} = \frac{1}{2} * m * v^2}$$

Setzt man die Massen von diesem Projekt ein bekommt man:

$$\boxed{\frac{1}{2} * 2kg * (\frac{2m}{s})^2 = 4J}$$

Während des Stosses wird die kinetische Energie auf die Feder übetragen. Die Feder speichert diese Energie in Form von potentieller Energie, da sie zusammenngedrückt wird. Sobald sie Romeo zurück stösst, wird diese Energie in eine kinetische zurückgewandelt.

Um die Federkonstante zu berechnen, nehmen wir die Tatsache der Energieerhaltung zu Nutze und setzen die ausgerechnete kinetische Energie gleich mit der potentiellen Energie der Feder. Die Formel für die pontentielle Energie des Feders lautet[1]:

$$\boxed{E_{pot_{Feder}} = \frac{1}{2} * k * x^2}$$

Die Gleichsetzung der Energien, sieht folgendermassen aus[1]:

$$E_{kin_{Romeo}} = E_{pot_{Feder}}$$

$$\frac{1}{2} * m * v^2 = \frac{1}{2} * k * x^2$$

Diese Gleichung stellen wir um und lösen nach der Federkonstante k auf:

$$\boxed{k = \frac{m*v^2}{x^2}}$$

Mit den eingesetzen Massen und die gewählte maximale Auslenkung erhalten wir:

$$\boxed{\frac{2kg*(2m/s)^2}{1.5m^2} = 3.6N}$$

Jetzt wo wir die Federkonstante und Länge haben, können wir einen langsamen Stoss gewährleisten.

3.3 Inelastischer Stoss

Beim vollständigen inelastischen Stoss, werden beide Stosspartner nach der Kollision verrbunden sein und dieselbe Geschwindigkeit haben[1]. Die Formeln, die wir für diesen Vorgang brauchen sind, die der Impulse der beiden Körper:

$$Impuls_{Romeo} = m_{Romeo} * v_{Romeo}$$

$$Impuls_{Julia} = m_{Julia} * v_{Julia}$$

Bei diesem Vorgang wird ein Teil des Impulses von Romeo auf Julia übertragen. Der Gesamtimpuls bleibt erhalten vor und nach dem Stoss und wird durch den Impulserhaltungsatz beschrieben[1]:

$$m_{Romeo} * v_{Romeo} + m_{Julia} * v_{Julia} = (m_{Romeo} + m_{Julia}) * v_{Ende}$$

Die Endgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, die beide Körper gemeinsam haben nach dem Stoss.
Die Relation zwischen der kinetischen Energie und des Impulses, können wir folgendermassen herleiten[1]:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} * m * v^2 = \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$$

Wenden wir dies nach dem Stoss an, sehen wir, dass die kinetische geringer wird:

$$E_{kin_{Ende}} = \frac{p^2}{2(m_{Romeo}+m_{Julia})}$$

4 Beschreibung der Implentierung inklusive Screenshots aus Unity

5 Rückblick und Lehren aus dem Versuch

6 Resultate mit grafischer Darstellung

6.1 Elastisch

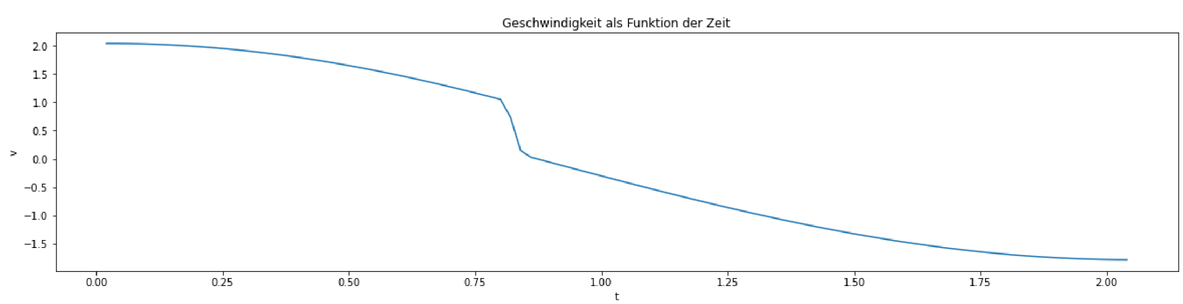

Abbildung 4: Geschwindigkeit als Funktion der Zeit

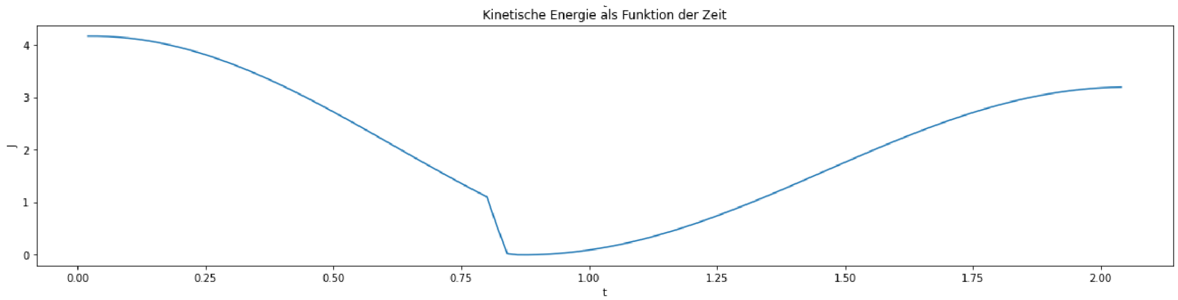

Abbildung 5: Kinetische Energie als Funktion der Zeit

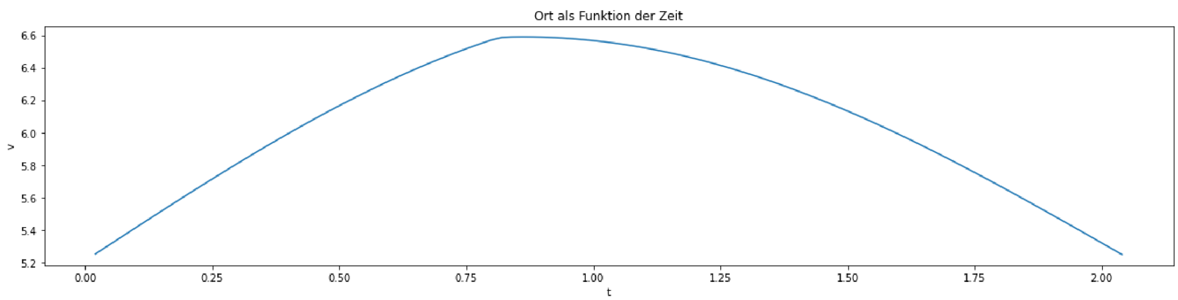

Abbildung 6: Ort als Funktion der Zeit

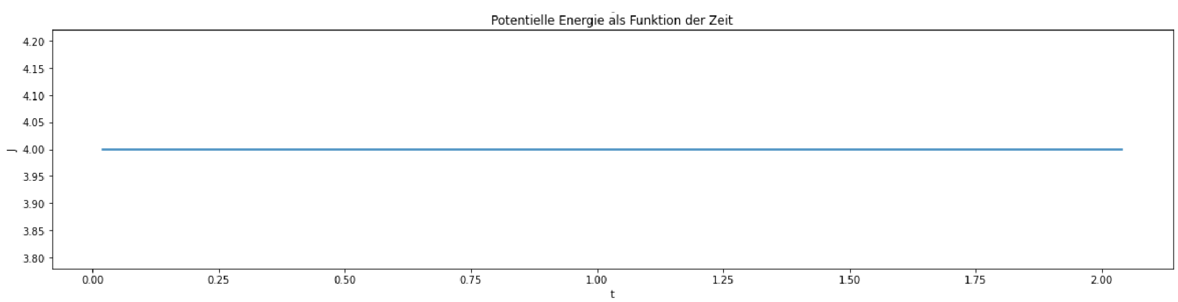

Abbildung 7: Potentielle Energie als Funktion der Zeit

6.2 Inelastisch

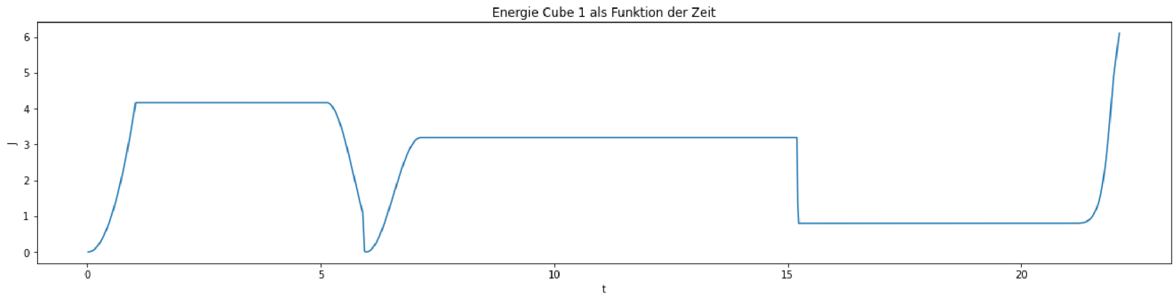

Abbildung 8: Energie Cube 1 als Funktion der Zeit

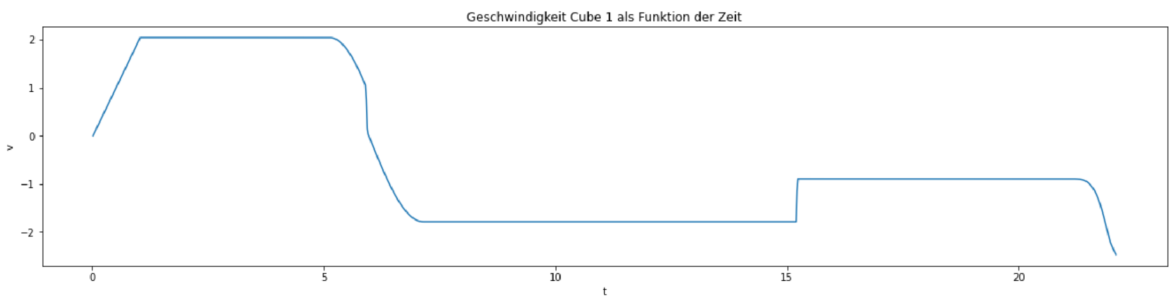

Abbildung 9: Geschwindigkeit Cube 1 Als Funktion der Zeit

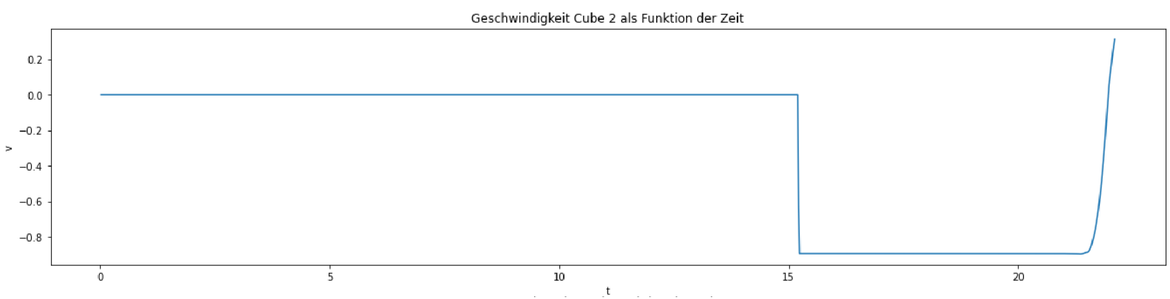

Abbildung 10: Geschwindigkeit Cube 2 als Funktion der Zeit

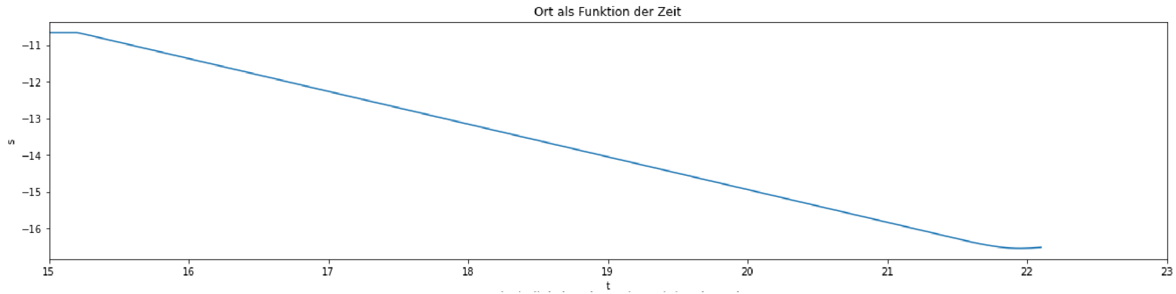

Abbildung 11: Ort als Funktion der Zeit

6.3 Inelastisch

A Anhang

test

Literatur

[1] Tipler, Paul A. u. a. *Physik Für Studierende Der Naturwissenschaften Und Technik*. Springer Spektrum. ISBN: 978-3-662-58280-0.