

# Übungsaufgaben „Bewegungswissenschaft I“

## Übung 4: Kraft, Kraftstoß, Impuls

### Aufgabe 20:

Ein Mann will mit seinem Boot einen 100m breiten Fluss mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 2m/s überqueren. Das Boot fährt mit Vollgas 6m/s und hält direkt aufs andere Ufer. Wir gehen davon aus, dass die Bootsgeschwindigkeit vom Start weg gilt.

- Skizziere die Situation mit den gegebenen Vektoren!
- Wie lange braucht das Boot bei senkrechtem Kurs zur Strömung, bis es am anderen Ufer ist? Wie lange würde es brauchen, wenn keine Strömung da wäre (begründe kurz)?
- Wo kommt das Boot bei der angegebenen Strömung am anderen Ufer an? Wie weit fährt das Boot tatsächlich und wie hoch ist die wahre Durchschnittsgeschwindigkeit?

### Aufgabe 21:

Zwei Mann ziehen einen Kahn an Seilen auf einem Fluss. Dabei bewegt sich jeder auf einer Uferseite vorwärts. Der Mann am linken Ufer zieht mit 400N, sein Seil hat einen Winkel von  $45^\circ$  zur Flussachse. Der Mann auf der rechten Uferseite zieht mit 300N, sein Seil hat einen Winkel von  $37^\circ$  zur Flussachse.

- Skizziere die Situation mit Krafrichtungsvektoren einigermaßen maßstabsgerecht (auf Kästchenpapier/Matheblock)!
- Bestimme rein zeichnerisch Richtung und Betrag der resultierenden Kraft, mit der das Boot gezogen wird!
- Berechne den resultierenden Kraftvektor. Wie groß ist der Betrag der Gesamtkraft? In welche Richtung wird das Boot bewegt (Winkel bezüglich der Flussachse)?
- Welche Beschleunigung erhält das Boot in Flussrichtung, wenn es 2000kg wiegt (ohne Wasserwiderstand!)? Wie schnell ist das Boot nach 10s, wenn es aus der Ruhe startet?

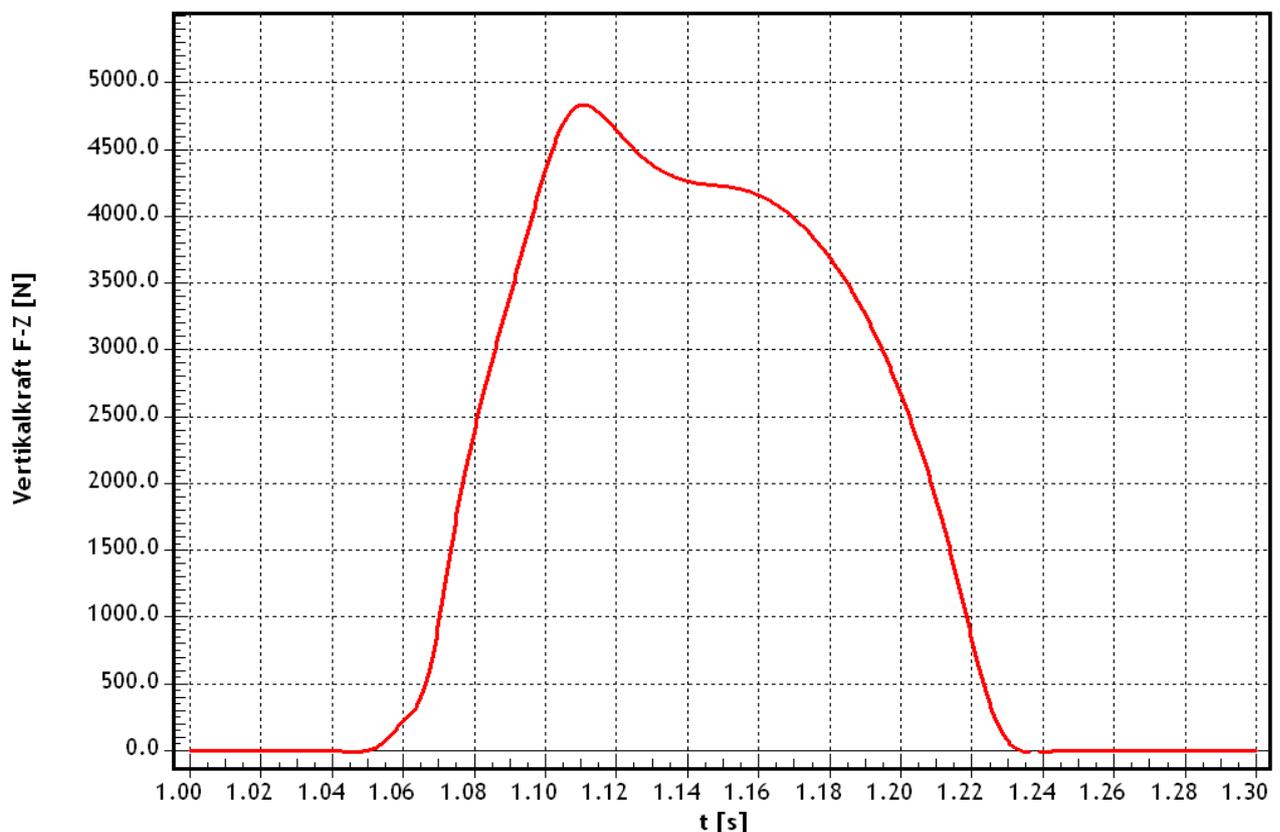
### Aufgabe 22:

Ein Kugelstoßer ( $m=115\text{kg}$ ) macht einen Freudensprung. Sein Körperschwerpunkt fliegt auf  $60\text{cm}$  Höhe (relativ zur Standhöhe). Bei der Landung stehen im Extremfall zwei Möglichkeiten zur Verfügung: kurz und schmerzhaft in  $0.1\text{s}$  oder lang und weich in  $0.5\text{s}$  zum Stand. Wir gehen davon aus, dass beim Abbremsen des Aufpralls (gesamte Landephase) jeweils konstante Kräfte wirken. Wie groß wäre die auf den Körper wirkende Landekraft in beiden Varianten? Skizziere die Kraft-Zeit-Verläufe für beide Landungen!

### Aufgabe 23:

Gegeben ist der zeitliche Verlauf der vertikalen Bodenreaktionskraft (siehe Diagramm) bei einem Drop-Jump (Niedersprung von  $35\text{cm}$  Höhe mit anschließendem Streck sprung). Der Springer hat eine Masse von  $75\text{kg}$ .

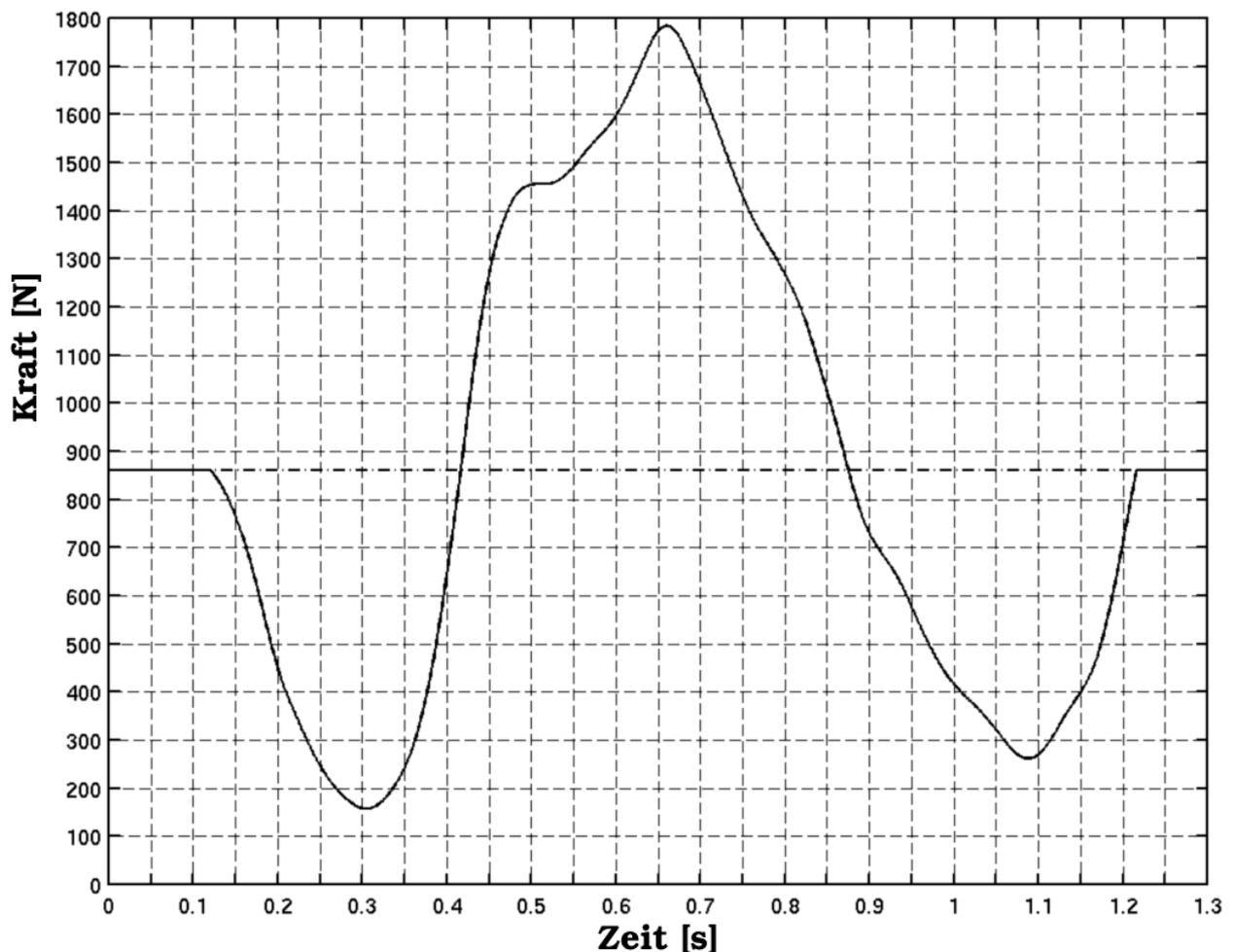
- Wie hoch ist die Aufprallgeschwindigkeit?
- Schätze die durch den Kraftstoß beim Abdruck vom Boden erzeugte Geschwindigkeitsänderung ab! (Beachte: bei Vertikalkräften muss die Gewichtskraft vor der Integration abgezogen werden!)
- Wie hoch ist die Abfluggeschwindigkeit? Welche Flughöhe erreicht der Springer damit? (Rechne hier mit Bewegungsgleichungen!)



### Aufgabe 24:

Gegeben ist der Kraft-Zeit-Verlauf der vertikalen Bodenreaktionskraft, welcher bei der Vertikalbewegung einer Person mit der Masse 86kg (Gewichtskraft ca. 860N) gemessen wurde. Die Bewegung beginnt aus der Ruhe.

- Berechne näherungsweise den Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf für die Bewegung (für jeden Zeitpunkt im Abstand von 0.05s (Kästchenabstand)! Zeichne das  $v(t)$ -Diagramm mit Skalierung! (Hinweis: Fertige eine Wertetabelle mit der Zeit, Teilkraftstößen, Gesamtkraftstößen und Geschwindigkeit an und trage die Geschwindigkeitswerte in ein  $v(t)$ -Diagramm ein.)
- Was für eine Bewegung macht die Person? Kennzeichne die markanten Körperpositionen (tiefster, höchster Punkt, maximale Geschwindigkeit) mit von der Seite betrachteten Strichmännchen!



### Aufgabe 25:

Zwei Autos mit gefederten Stoßstangen prallen zusammen. Das eine hat die Masse ( $m_1$ ) von 1200kg und eine Geschwindigkeit von 50 km/h. Das andere ( $m_2=1000\text{kg}$ ) bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 70km pro Stunde in die gleiche Richtung.

- Wie groß sind die Geschwindigkeiten nach dem Zusammenprall jeweils?
- Wie groß wäre die Geschwindigkeit nach dem Zusammenprall, wenn sich beide Autos dabei verhaken?

### Aufgabe 26:

2 Rugby-Spieler mit den Massen  $m_1=85\text{kg}$  und  $m_2=130\text{kg}$  kollidieren völlig unelastisch (Verkeilung). Vor dem Zusammenprall hatten sie folgende Geschwindigkeiten  $v_1$ , bzw.  $v_2$ :

$$\vec{v}_1 = \begin{pmatrix} 5 \\ 8 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad \vec{v}_2 = \begin{pmatrix} -2 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

- Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich das „Paar“ nach dem Zusammenprall? (Geschwindigkeit als Betrag und als Vektor angeben!)
- Stelle die Impuls- und Geschwindigkeitsvektoren vor und nach der Kollision in je einem Diagramm mit x- und y-Komponenten dar!

### Aufgabe 27:

Ein Volleyball ( $m=300\text{g}$ ) fällt aus einer Höhe  $h=3\text{m}$  auf die Erde. Der Ball hat einen Rücksprungkoeffizienten von  $e = \frac{|v_{\text{NACH}}|}{|v_{\text{VOR}}|} = 0.74$ .

- Welche Geschwindigkeit hat der Ball beim Aufprall und beim Rücksprung?
- Wie hoch springt der Ball nach dem Aufprall? (Berechnung mit Bewegungsgleichungen!)
- Wie groß ist der auf die Erde übertragene Gesamtimpuls?

### Aufgabe 28:

Ein Fischer schießt von seinem stehenden Boot ( $v_B=0\text{m/s}$ ) eine Leuchtrakete ( $m_R=300\text{g}$ ) mit einer Startgeschwindigkeit von  $v_{0X}=400\text{m/s}$  in horizontaler Richtung ab. Fischer und Boot haben eine Masse von  $m_G=200\text{kg}$ .

- Wie groß ist die Geschwindigkeit des Bootes nach dem Schuss bei Vernachlässigung äußerer Kräfte?
- Welche Gegenkraft müsste der Fischer aufbringen, wenn die Impulsübertragung bei konstanter Kraftwirkung 0.1s dauern würde?