

## GEHEN - LAUFEN

### 1.) Gehen

**T** Das Gehen ist ein ständiges Heben und Senken des Körpers, wobei die Beschleunigung beim Heben schräg nach Vorne und Oben erfolgt. Den Höhenunterschied des Schwerpunktes nennt man Hubhöhe  $h$ . ( → "Sport und Physik" S. 4 ff )

**Gehen** wird auch **als Sportart** ausgeübt. Zur Bestimmung der maximal möglichen Gehgeschwindigkeit reichen einige einfache Überlegungen:

Die Abwärtsbewegung des Körpers entspricht maximal dem freien Fall, die Aufwärtsbewegung kann nicht schneller erfolgen, da bei größerer Beschleunigung als  $g$  der Körper vom Boden abheben würde und damit eine Grundregel dieses Sportes ( ein Teil eines Fußes muß zu jedem Zeitpunkt den Boden berühren ) verletzt würde.

Daraus folgt, daß die Zeit für eine Ab- und Aufwärtsbewegung mindestens

$$t = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \quad \text{beträgt.} \quad ( h \dots \text{Hubhöhe} )$$

Da diese Bewegung innerhalb einer Schrittlänge  $L$  erfolgt, läßt sich die maximale Geschwindigkeit des Gebers folgendermaßen berechnen:

$$v = \frac{L}{t} = \frac{L}{2} \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot h}}$$

Da  $g$  konstant ist und die Schrittlänge von der Beinlänge begrenzt ist, muß die Hubhöhe  $h$  möglichst gering gehalten werden, was auch den seltsam watschelnden Gang der Sportgeher erklärt !

### **E Nachvollziehbare Datenaufzeichnung und Antworten bitte auf der Rückseite !!**

a) Bestimme deine persönliche Hubhöhe. Mache dazu während des Gehens in Hüfthöhe einen Kreidestrich an die Tafel.

b) Erstellt gemeinsam eine Excel-Tabelle mit der Hubhöhe aller Mitschüler und vergleicht die Hubhöhen mit den Körpergrößen. Gibt es einen Zusammenhang ?

c) Berechne die **Hubarbeit  $W$** , die du **bei einem Schritt** verrichtest, **und** mit Hilfe deiner Schrittlänge die **Hubarbeit je Meter** waagrecht Wegstrecke.  
(  $W = mgh$ ,  $W$  in Joule ! )

d) Bestimme die **Leistung**, die du beim Gehen umsetzt. ( Ermittle dazu deine durchschnittliche Anzahl von Schritten je Sekunde ) (  $P = \frac{W}{t}$ ,  $P$  in Watt )

e) Welche "Gehergeschwindigkeit" würdest du mit den gemessenen Daten erreichen ?

### **Nachvollziehbare Datenaufzeichnung und Antworten bitte auf der Rückseite !!**



## 2.) Laufen

- T** Hier fällt die Einschränkung des ständigen Bodenkontaktes weg, daher sind auch größere Beschleunigungen möglich.  
 Man unterscheidet im Sport verschiedene Laufarten, abhängig von der Distanz. Dabei unterscheidet sich die Art des Startes bei Sprint- oder Kurzstrecken ( bis 400 m ) von der bei Mittelstrecken ( bis 1500 m ) und Langstrecken ganz wesentlich.  
 Je kürzer die Laufstrecke, umso wichtiger ist der Start und damit die Reaktionszeit ( Tiefstart ). Darüberhinaus sind für einen Spitzensportler natürlich noch weitere Merkmale wichtig. ( Welche z.B. ? )  
 Beim Tiefstart haben die beiden Füße unterschiedliche Aufgaben, nämlich Abstoßen vom hinteren Startblock hauptsächlich in horizontale Richtung ( Beschleunigung ) und vom vorderen Startblock in vertikaler Richtung ( Aufrichten des Läufers ).  
 Ab 800 m Renndistanz erfolgt ein Hochstart ( Startphase nicht mehr so entscheidend ).

- E** Bestimme mit folgendem Versuch deine Reaktionszeit  $t_R$  und vergleiche mit deinen Mitschülern:  
 Lege einen Unterarm so auf den Tisch, dass deine Hand über den Rand ragt. Ein Mitschüler läßt ein 30 cm - Lineal, dessen unteres Ende anfangs auf Höhe deiner Finger war, ohne Ankündigung fallen und du versuchst es so rasch wie möglich zu fangen. Aus der gemessenen Fallstrecke berechnest du deine Reaktionszeit :

$$\text{Fallhöhe} = \dots\dots\dots \quad t_R = \dots\dots\dots$$

Variante : Du schließt die Augen und ein weiterer Mitschüler gibt dir ein akustisches Zeichen, sobald das Lineal fällt. Welche Zeit wird jetzt eigentlich ermittelt ?

$$\text{neue Fallhöhe} = \dots\dots\dots \quad t_R' = \dots\dots\dots$$

.....

- F** Ermittle die aktuellen Weltrekorde der verschiedenen Distanzen und berechne die Durchschnittsgeschwindigkeiten  $v_m$ . ( siehe "Physik und Sport" S. 8f )  
 Wie aussagekräftig ist die Durchschnittsgeschwindigkeit beim 100 m - Lauf ?  
 Skizziere den Verlauf der Geschwindigkeit bei einem 100 m - Sprint entlang des Weges.

$$\begin{array}{ll} \text{WR Herren 100 m : } \dots\dots\dots & v_m = \dots\dots\dots \\ \text{WR Frauen 100 m : } \dots\dots\dots & v_m = \dots\dots\dots \end{array}$$

Skizze eines  $v - t$  - Diagrammes :



### 3.) Sprunghöhe - Sprintgeschwindigkeit

**T** Man kann aus der Höhe, die ein Mensch aus dem Stand springen kann, auch seine Sprintgeschwindigkeit abschätzen ! Wie auch in der vorigen Einheit "Abschätzen der Muskelkraft mit Hilfe der Sprunghöhe" dient auch hier der Energieerhaltungssatz als Grundlage. Verwende die dabei ermittelten Werte für deine Sprunghöhe oder wiederhole den Versuch !

Für die konkrete Umsetzung gibt es verschiedene Modelle ( Hr. Schlichting, NaWi im U - PH, Heft 12 oder Hr. Heglmeier, NaWi im U - PH, Heft 31 ).

Grundsätzlich erfährt man aus der Sprunghöhe die maximale Energie, die beide Beine bei einem Abstoß aufbringen können, aus der Gleichung  $E_P = mgh$ , während die Energie bei maximaler Laufgeschwindigkeit aus  $E_K = mv^2/2$  errechnet wird.

Die beiden oben erwähnten Modelle versuchen nun abzuschätzen, wie oft die potentielle Energie aufgebracht wird, bis der Läufer seine Höchstgeschwindigkeit erreicht.

Schlichting hält ( aus verschiedenen, hier nicht angeführten Gründen ) folgenden Ansatz für realistisch :  $10 \cdot E_P = mv^2/2$

Daraus folgt :  $v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot g \cdot h}$

Heglmeier argumentiert, dass je Schritt nur  $E_P/2$  ( 1 Bein ) umgesetzt wird und man diese Zahl mit der Anzahl  $n$  der Schritte ( inklusive des Startschrittes !! ) bis zum Erreichen der Höchstgeschwindigkeit multiplizieren muss, also :  $n \cdot E_P/2 = mv^2/2$ .

Verschiedene Versuche mit Schülern verschiedener Altersstufen ergaben eine durchschnittliche Schrittzahl  $n = 10$ .

Daraus folgt :  $v = \sqrt{10 \cdot g \cdot h}$

**F** Um welchen Faktor unterscheiden sich die beiden Modelle bei einer durchschnittlichen Schrittzahl von  $n = 10$  ?

.....

**R** Miss den maximalen Wert deiner **Sprunghöhe  $h$**  oder verwende die Daten der letzten Einheit. Berechne mit beiden Modellen deine Höchstgeschwindigkeit. Welches Modell hältst du für realistischer ?

Vergleiche eventuell mit deinen persönlichen Daten ( Abschätzung der Höchstgeschwindigkeit aus Leichtathletik - Werten )

Hinweis : Realistischerweise liegen die Höchstgeschwindigkeiten von Schülern je nach Altersstufe und Trainingsgrad zwischen 5 m/s und 10 m/s , die theoretisch nach Schlichting errechneten Werte liegen etwas höher als die nach Heglmeier errechneten Geschwindigkeiten.

