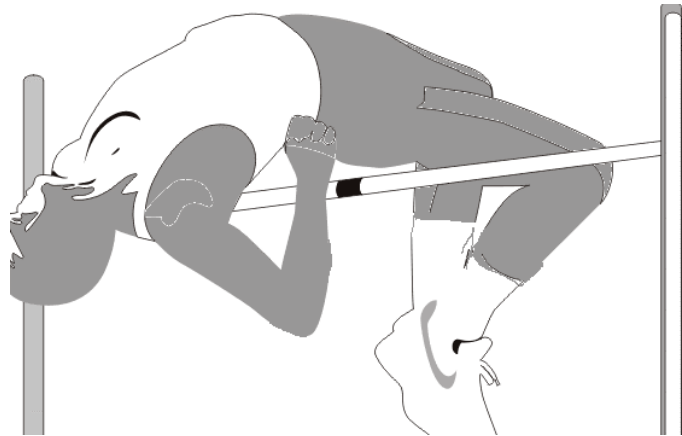


## Hochsprung-Aufgabe



In der Leichtathletik kann man die Flugkurven untersuchen, die beim Hochsprung zu beobachten sind. Physiker reduzieren die Beschreibung des gesamten Körpers auf den Schwerpunkt. Dabei untersucht man die Bahn des Körperschwerpunktes des Athleten. Die Flugbahn des Körperschwerpunktes lässt sich durch eine Parabel beschreiben. Bei einem gestreckten Körper liegt der Körperschwerpunkt bei 60% der Körpergröße hoch (von den Fußsohlen entfernt).

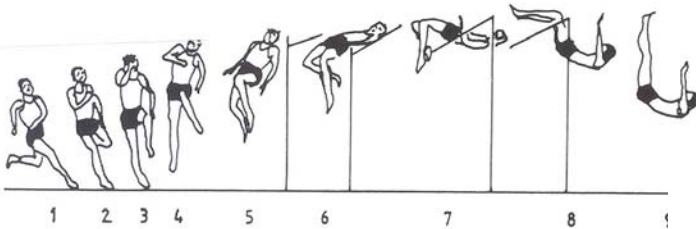
Bei den unterschiedlichen Sprungstilen liegt der Scheitelpunkt der Bahn verschieden hoch über oder sogar durch die Krümmung des Körpers bedingt unterhalb der Latte. Bei einem optimalen Sprung des Fosbury-Flop gilt:

- Der Scheitelpunkt liegt genau 5 cm oberhalb der Latte.
- Der Sportler springt eine Armlänge (etwa 90 cm) vor dem Hochsprunggerüst ab.

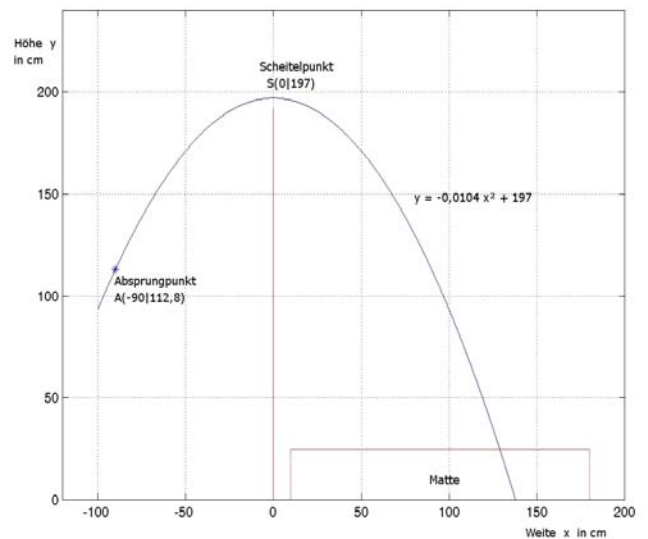
1. Fertige eine Planskizze an, die den Sachverhalt beschreibt. (Zusatzaufgabe: Recherchiere im Internet zu Scherensprung-, Straddle- und Flop-Technik.)
2. Begründe, dass sich die Flugbahn in einem geeignet gewählten Koordinatensystem in der mathematischen Form  $y = ax^2 + c$  mit  $a < 0$  beschreiben lässt. Wie ist das Koordinatensystem geeignet gewählt?
3. Ulrike Meyfarth gewann bei den Olympischen Spielen im München 1972 mit 16 Jahren völlig überraschend die Goldmedaille im Hochsprung. Sie gewann damals mit einer Höhe von 1,92 m im Fosbury-Stil. Ihre Körpergröße betrug 1,88 m, ihre Armlänge 90 cm. Gehe im folgenden davon aus, dass es ein optimaler Sprung war.
  - a) Gib die Koordinaten von Absprung- und Scheitelpunkt an.
  - b) Bestimme damit die Gleichung der Flugparabel bei dem Siegsprung in München.
  - c) Zeichne den Graphen der Flugbahn des Körperschwerpunktes in ein geeignetes Koordinatensystem und markiere (A) Absprung- und Scheitelpunkt (S) und die übersprungene Höhe.
4. Der Absprungpunkt muss von den Springern genau getroffen werden, um die optimale Höhe über der Latte zu erreichen.
  - a) Welche Gleichung ergibt sich, wenn Ulrike Meyfarth den Absprung um eine Fußlänge (25cm) zu früh beginnt?
  - b) Zeichne diese Flugbahn in das vorhandene Koordinatensystem ein und markiere die wichtigen Punkte.
  - c) Welche Höhe hätte sie damit erzielt?

## Lösungshinweise zur Hochsprung-Aufgabe

Der Körperschwerpunkt ist jeweils in der Nähe der Hose (in den ersten 5 Bildern knapp oberhalb), in Bild 9 ist der Schwerpunkt aber sogar ausserhalb des Körpers!



1. Skizze:  
Scheitelpunkt S, Parabel nach unten geöffnet
2. Stichwort: "Schiefer Wurf"
3. a) für (3 oben =) A (alle Werte in cm):  
 $x = -90$ ;  $y = 0,6 \cdot 188 = 112,8$  ;  
 also A(-90|113)  
 für (7 oben =) S:  
 $x = 0$ ;  $y = 192 + 5 = 197$ ;  
 also Scheitelpunkt S(0|197)  
 und  $c = 197$   
 b) Ansatz  $y = ax^2 + c$  führt mit den Koordinaten von A und S auf  
 $a = -84,2/8100 = -0,0104$



4. a)  $y = -0,0104(x+25)^2 + 197 = -0,0104x^2 - 0,52x + 190,5$  (aber 5 cm zwischen Schwerpunkt und Latte!)
- b) s. unten
- c)  $x = 0$  liefert  
 $y = 190,5$  und der Scheitelpunkt ist verschoben:  
 $S'(-25|197)$   
 wegen der Differenz S zu Latte (-5cm) gilt  
 $h = 185,5\text{cm}$   
 Der Unterschied beträgt  $(192 - 185,5)/192 = 3,4\%$

Die 192cm-Latte würde gerissen werden (185 cm würden damit übersprungen werden).

