

# Strecke und Zeit im Leistungssport

## Aufgabe 1

a)  $v = s/t = 100 \text{ m}/9,58 \text{ s} \approx 10,4 \text{ m/s}$  (37,6 km/h)

b)  $t = s/v \approx 42\,195 \text{ m}/10,4 \text{ m/s} \approx 4060 \text{ s} = 1 \text{ h } 7 \text{ min } 40 \text{ s}$

Die Durchschnittsgeschwindigkeit von 37,6 km/h kann er infolge von Ermüdungserscheinungen nicht deutlich über eine Distanz von 100 m halten. Lediglich die Durchschnittsgeschwindigkeit eines 200-m-Läufers ist noch mit der von 100-m-Sprintern vergleichbar. Bei höheren Distanzen fällt sie sehr stark ab (s. **Abb. 1**). Die tatsächliche für einen Marathonlauf benötigte Zeit liegt daher stark über dem berechneten Wert.

## Aufgabe 2

Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Weltklasseläufer ist in **Abbildung 1** in Abhängigkeit der zurückgelegten Strecke dargestellt.

a) Je größer die zurückgelegte Strecke ist, desto kleiner ist die Durchschnittsgeschwindigkeit des Athleten. Die Änderung der Durchschnittsgeschwindigkeit pro Strecke (Betrag der Tangentensteigung) ist zunächst sehr hoch und wird mit zunehmender Gesamtstrecke kleiner.

b) Eine logarithmische Skalierung der Abszisse liefert einen linearen Kurvenverlauf (s. **Abb. 2**), d. h., zwischen der Durchschnittsgeschwindigkeit der Weltrekordläufe und der zurückgelegten Distanz besteht ein logarithmischer Zusammenhang. Anders formuliert, fällt die bei den Läufen zurückgelegte Strecke exponentiell mit der Durchschnittsgeschwindigkeit ab.

c) Bei einem Bestimmtheitsmaß von 0,96 liefert eine Regression die Beziehung  $\bar{v} = -0,61 \ln\left(s \frac{1}{\text{m}}\right) \frac{\text{m}}{\text{s}} + 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Einsetzen der Marathondistanz (42 195 m) führt auf eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 5,5 m/s.

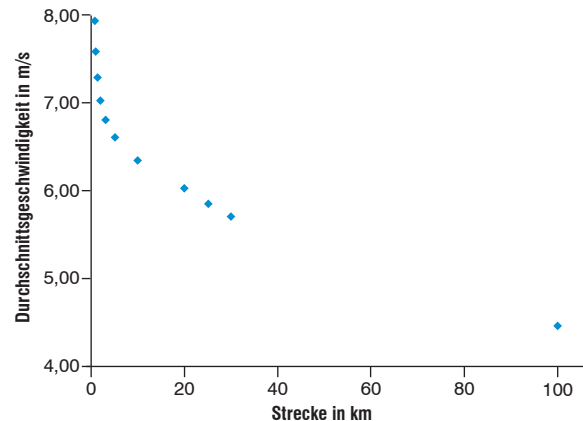
d)  $t = \frac{s}{\bar{v}} \approx \frac{42\,195 \text{ m}}{5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 7700 \text{ s} = 2 \text{ h } 8 \text{ min } 20 \text{ s}$

Der abgeschätzte Wert weicht um nur 4 % von der tatsächlichen Weltrekordzeit ab.

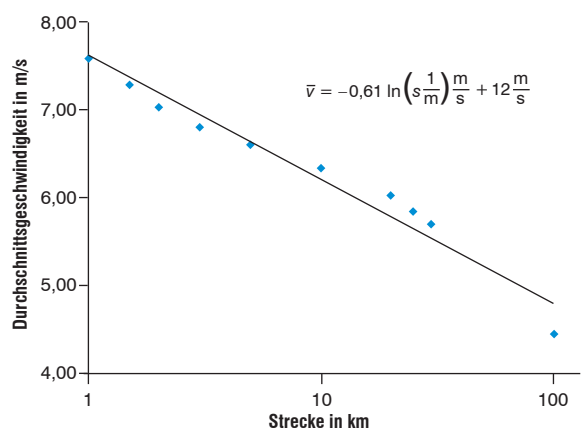
## Aufgabe 3

a) Auch für das Schwimmen und das Eisschnelllaufen ergeben sich logarithmische Abhängigkeiten zwischen der Durchschnittsgeschwindigkeit und zurückgelegten Wegstrecke.

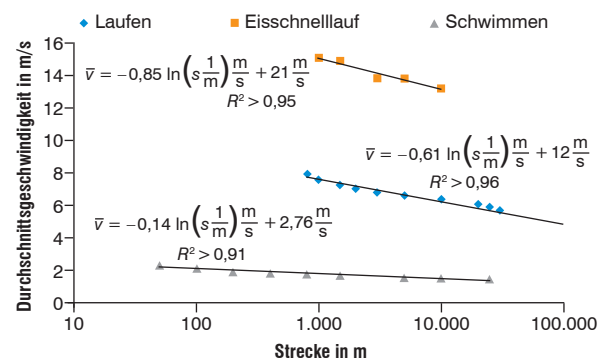
b) Unabhängig von der Sportart ist die vom Athleten verrichtete mechanische Arbeit proportional zur zurückgelegten Strecke und seine Durchschnittsgeschwindigkeit somit ein Maß für die erbrachte Leistung (im physikalischen Sinne). Da die zurückgelegte Strecke exponentiell mit der Geschwindigkeit abfällt, lässt sich folgern, dass auch die leistbare Gesamtarbeit eines Menschen exponentiell mit der mittleren Leistung abnimmt.



1 | Mittlere Geschwindigkeit der Weltrekordläufer in Abhängigkeit der gelaufenen Gesamtstrecke



2 | Mittlere Geschwindigkeit in Abhängigkeit der gelaufenen Strecke mit logarithmischer Skalierung der Abszisse (zur Basis 10)



3 | Mittlere Geschwindigkeit in Abhängigkeit der zurückgelegten Strecke für verschiedene Ausdauersportarten (mit logarithmischer Skalierung der Abszisse zur Basis 10)