

Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Leichtathletik: Sprint*

Geschwindigkeit

Unter der Geschwindigkeit v eines Körpers, z.B. eines Sprinters, versteht man die von ihm zurückgelegte Wegstrecke s (in m) pro benötigte Zeit t (in s).

Ein Sprinter befindet sich zu aufeinander folgenden Zeitpunkten t_1 und t_2 an verschiedenen Wegpunkten s_1 und s_2 . Zwischen den beiden Zeitpunkten ist das Zeitintervall Δt verstrichen, und der Sprinter hat den Weg Δs zurückgelegt. Die mittlere Geschwindigkeit \bar{v} des Körpers in diesem Intervall berechnet sich zu:

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

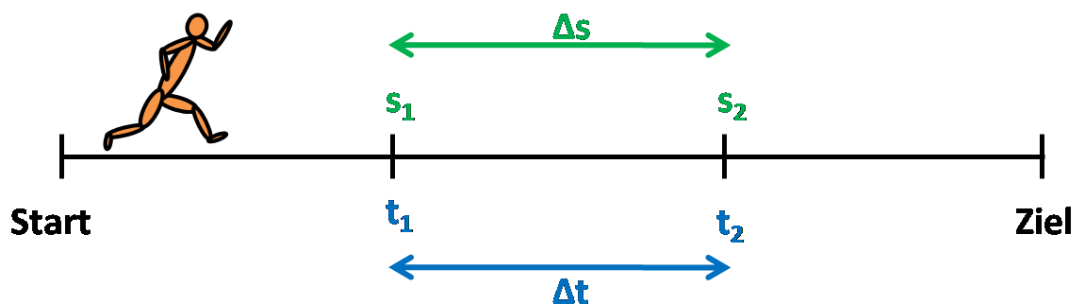


Abb. 1: Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit

In einem Weg-Geschwindigkeits-Diagramm lässt sich die maximale Geschwindigkeit als der größte Funktionswert der Kurve ablesen. In Abb. 2 ist ein solches Diagramm dargestellt. Es zeigt die gemittelten Geschwindigkeiten in Abhängigkeit der Laufstrecke für vier verschiedene Sprintgruppen. Die Maximalgeschwindigkeit von Gruppe M_1 beträgt etwa $9,5 \frac{m}{s}$. Diese Geschwindigkeit wird nach ca. $40m$ erreicht.

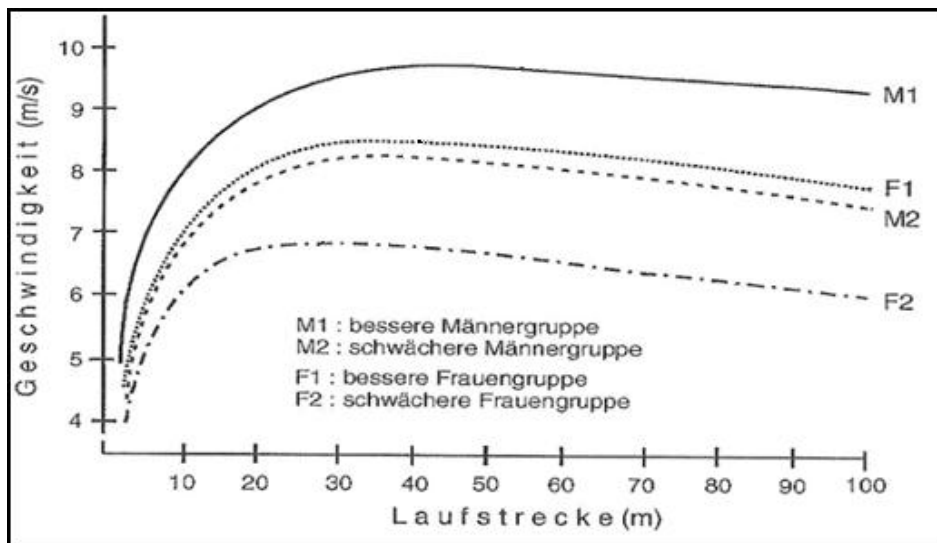


Abb. 2: Geschwindigkeitsverläufe unterschiedlich starker Sprinter (Letzelter, M. & Letzelter, S. (2006). Der Sprint. Eine Bewegungs- und Trainingslehre. (S. 66) Niedernhausen: Schors-Verlag.)

Beschleunigung

Unter der Beschleunigung a versteht man die Änderung der Geschwindigkeit eines Körpers. Erhöht sich die Geschwindigkeit eines Körpers, so ist die Beschleunigung positiv; wird ein Körper langsamer, so ist die Beschleunigung negativ. In diesem Fall spricht man auch von Verzögerung. Bleibt die Geschwindigkeit konstant, so ist die Beschleunigung null. Die Einheit der Beschleunigung ist $\left[\frac{m}{s^2}\right]$.

Ein Körper, der seine Geschwindigkeit verändert, habe zu den Zeitpunkten t_1 und t_2 die Geschwindigkeiten v_1 und v_2 . Im Zeitintervall $\Delta t = t_2 - t_1$ ist die Geschwindigkeit um die Differenz $\Delta v = v_2 - v_1$ verändert worden. Die mittlere Beschleunigung \bar{a} des Körpers berechnet sich wie folgt:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Die Beschleunigung ist bei einem 100m-Lauf beim Start am größten, da sich die Geschwindigkeit beim Start innerhalb von kurzer Zeit sehr stark verändert.

Schrittlänge und Schrittfrequenz

Die Schrittlänge wird in Metern $[m]$ gemessen und beschreibt den Abstand zwischen zwei Bodenkontakten (Fuß rechts & links). Die Schrittfrequenz gibt die Anzahl der Schritte pro Zeitintervall an, sie wird in der Einheit $\left[\frac{1}{s}\right]$ angegeben.

Für die Beschreibung eines 100m-Laufs kommt ihnen folgende Bedeutung zu:

Ausgehend von der Formel der Geschwindigkeit $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ kann für den zurückgelegten Weg s die Schrittlänge l (in [m]) und für die Zeit t umgekehrt proportional die Schrittfrequenz f (in $\frac{1}{s}$) eingesetzt werden. Das Produkt aus Schrittlänge (in m) und Schrittfrequenz (in $\frac{1}{s}$) ergibt dann ebenfalls die Geschwindigkeit eines Läufers.

$$v = l \cdot f$$

Die mittlere (Lauf-) Geschwindigkeit über 100m hängt von der mittleren Schrittfrequenz f (in $\frac{1}{s}$) und der mittleren Schrittlänge l (in m) ab.

Bsp.: Ein Sprinter macht 3 Schritte pro Sekunde mit der Schrittlänge 2m

$$\text{Also läuft er mit der Geschwindigkeit } v = 2m \cdot 3\frac{1}{s} = 6\frac{m}{s}$$

Um die Geschwindigkeit zu steigern, kann man also die Schrittlänge, die Schrittfrequenz oder beides erhöhen.

Dabei gibt es kein allgemeines Optimum. Jeder Sprinter muss sein individuelles Optimum finden.

Dies hängt damit zusammen, dass beide Größen von einer Vielzahl gemeinsam bedingender Faktoren abhängen: Beinlänge, Hebelarme der Beinmuskulatur, Massenverteilung der einzelnen Beinsegmente, Leistung der Muskulatur bei Kraftentfaltung (Faserverteilung), Reaktionsschnelligkeit, etc.

Schrittfrequenz und Schrittlänge verändern sich während eines 100m - Laufs, um eine hohe Sprintgeschwindigkeit zu erreichen.

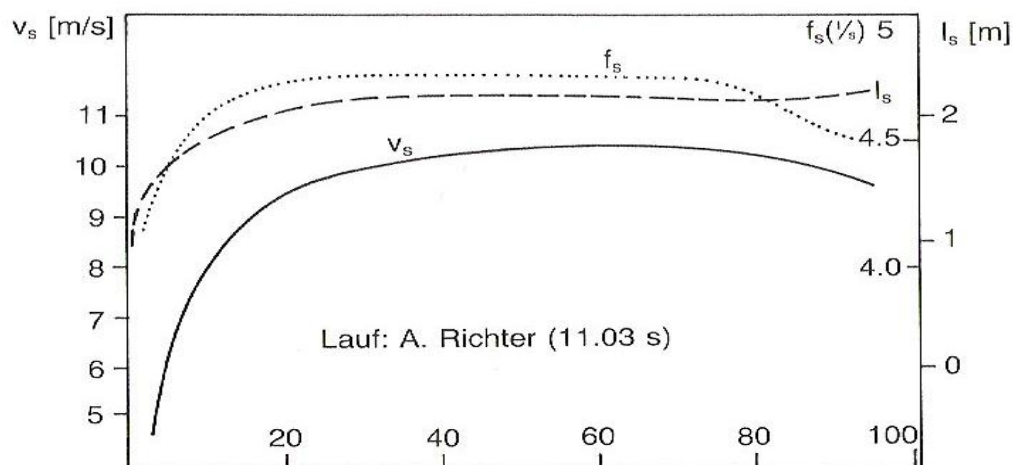


Abb. 3: Verlauf von Schrittlänge (l_s), Schrittfrequenz (f_s) und Geschwindigkeit (v_s) über 100m am Beispiel einer Sportlerin (Ballreich, A. & Kuhlow, A. (1986). Biomechanik der Sportarten. (S.6) Stuttgart: Thieme.)

Weitere Inhalte

Haftreibung

Wieso benutzen Sprinter Schuhe mit Spikes?

Spikes werden verwendet, um die Reibungskräfte zwischen Schuhen und Untergrund zu erhöhen. So lassen sich größere Beschleunigungskräfte erzeugen.

Die Haftreibungskraft F_R ist die notwendige Kraft, um einen auf einem Untergrund ruhenden Körper in Bewegung zu versetzen. Sie hängt nur von der Normalkraft F_N , welche senkrecht zur Kontaktfläche nach unten wirkt, und dem Reibungskoeffizienten μ ab. Es gilt:

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

Je größer der Reibungskoeffizient μ , desto stärker sind beide Flächen miteinander verzahnt.

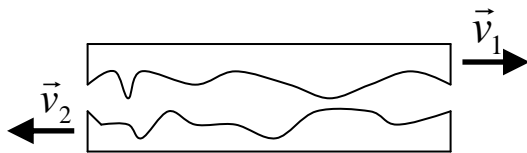


Abb. 4: Kontaktflächen zweier Körper mit großem Reibungskoeffizient

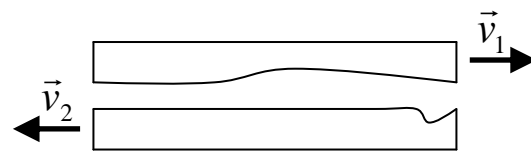


Abb. 5: Kontaktflächen zweier Körper mit kleinem Reibungskoeffizient

Beispielhafte Reibungskoeffizienten sind:

Gummi auf Asphalt: $\mu = 0,65$

Gummi auf Eis: $\mu = 0,20$