

Abb.1

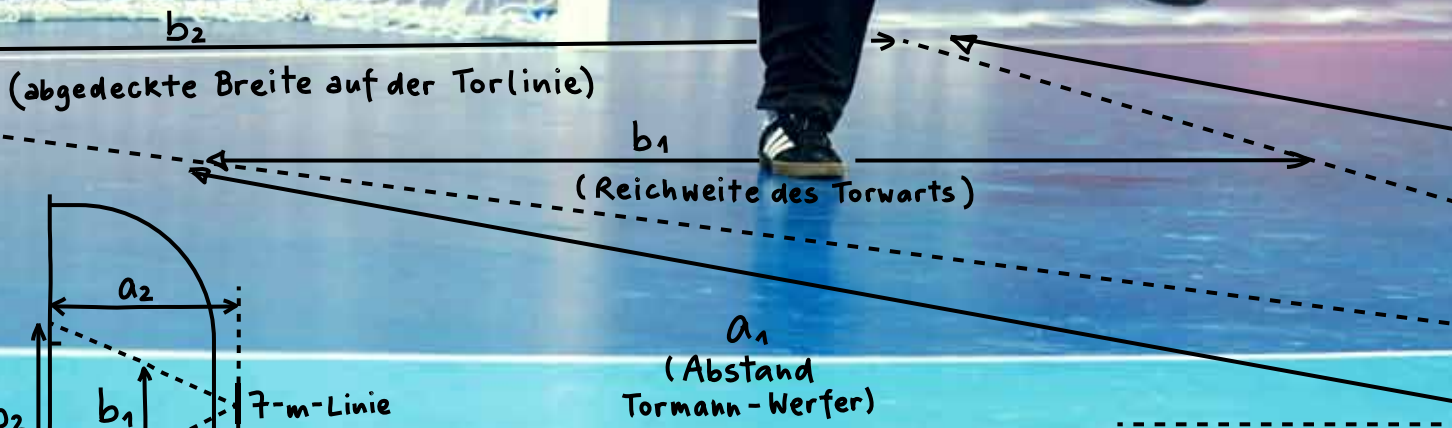
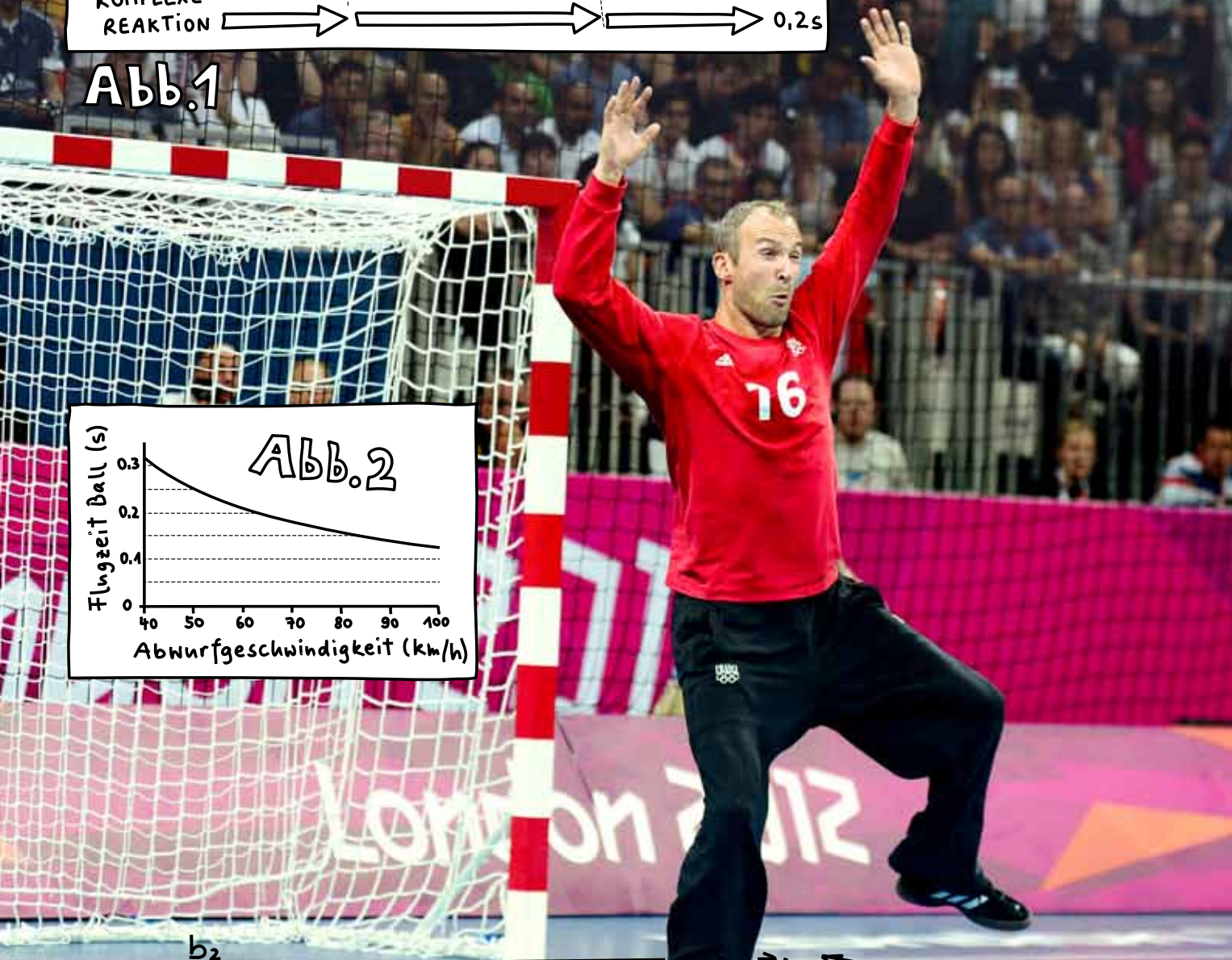
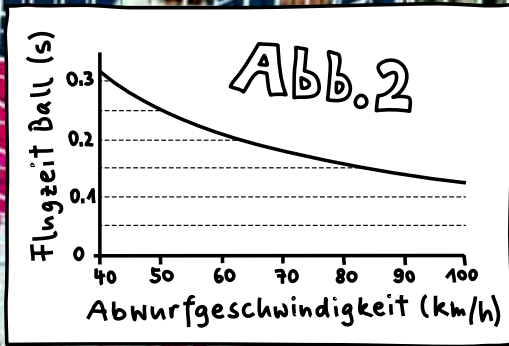


Abb.3

$$b_2 = b_1 \cdot \frac{a_2}{a_1} = 1,8\text{m} \cdot \frac{7\text{m}}{3,5\text{m}} = 3,6\text{m}$$

Frankreichs Keeper
Thierry Omeyer im
olympischen Final-Duell
gegen Schwedens Kreis-
läufer Andreas Nilsson.

FORMELSAMMLUNG

GLÜCKSSPIEL

Intuition ersetzt Reaktion: Warum dies speziell für Handballtormänner gilt, erklärt der Physiker.*

HANDBALL IN FORMELN ...

Kann ein Handballtormann überhaupt schnell genug auf einen Wurf reagieren? Und was bedeutet eigentlich physiologisch gesehen „Reaktion“?

Zunächst muss der elektrische Impuls vom Auge zum Gehirn gelangen. Dieses analysiert die Situation und „programmiert“ eine motorische Antwort. Dann muss diese Antwort als elektrischer Impuls zu den Muskeln gelangen (siehe Abb. 1). Vorher gibt's keine adäquate Bewegung. Die gemessenen Mindestreaktionszeiten auf optische Reize liegen bei 0,15 Sekunden. Schneller geht's nicht, das verbietet die Physiologie! Diese 0,15 s gelten auch für Einfachreaktionen, wenn man etwa eine aufleuchtende Taste drücken muss. Der Tormann muss aber nicht nur reagieren, er muss *richtig* reagieren (komplexe Reaktion). Deshalb dauert die „Denkphase“ des Gehirns länger. Schätzen wir die Reaktionszeit daher mit wesentlich realistischen 0,2 s ab.

Wie lange fliegt der Ball zum Tormann? Dieser steht meist weit vorm Tor – bei einem 7-Meter-Strafwurf etwa sind bis zu 4 m erlaubt. Nehmen wir an, dass der Abstand von der Wurfhand bis zum Torwart 3,5 m beträgt. Es gilt $v = s/t$ und daher $t = s/v$. Die Flugzeiten des Balls bis zum Tormann bei verschiedenen Geschwindigkeiten sind in Abb. 2 zu sehen. Selbst bei 40 km/h (11,1 m/s) – was ziemlich „geschupft“ ist –, braucht der Ball nur etwa 0,3 s zum Tormann. Zieht man die Reaktionszeit ab, hätte dieser also nur 0,1 s, um Hand oder Fuß zum Ball zu führen. Bei realistischeren Geschwindigkeiten ab etwa 65 km/h (18,1 m/s) wäre der Ball schon innerhalb der Reaktionszeit von 0,2 s da. Eine Reaktion ist also unmöglich!

Die Statistik sagt nun: Der Handballtormann hat eine Chance von etwa 25 %, den Ball zu halten. Warum laut unserer Berechnung nicht 0 %? Die Antwort lautet: Antizipation! Der Tormann kennt etwa die Lieblingsecke des Schützen, und stellt sich entsprechend darauf ein. Oder er kann anhand der einleitenden Armbewegung die Wurfrichtung erahnen. Seine Abwehrbewegung muss auf jeden Fall starten, ehe der Ball geworfen wird: Eine erfolgreiche Abwehr hat immer auch mit Glück zu tun.

Bleibt noch zu klären, warum der Torwart so weit vor dem Tor steht. Stünde er auf der Linie, würde sich die Flugzeit ja verdoppeln. Das Problem: Das Tor ist 3 m breit (und 2 m hoch), die Spannweite der ausgestreckten Arme beträgt aber nur etwa 1,8 m. Es fehlen also 60 cm in jede Richtung! Welcher Bereich des Tors abgedeckt wird, wenn man bei 3,5 m steht, kann man mit dem Strahlensatz berechnen. Es gilt: $a_1/a_2 = b_1/b_2$ und somit $b_2 = b_1 \cdot a_2/a_1 = 1,8 \text{ m} \cdot 7 \text{ m}/3,5 \text{ m} = 3,6 \text{ m}$. Damit deckt man das ganze Tor ab, selbst wenn man die Arme schräg nach unten hält.

... UND IN DER HALLE

„Vor einem Siebenmeterwurf setze ich den Werfer psychologisch unter Druck“, sagt Frankreichs Nationaltorhüter Thierry Omeyer, „indem ich ihn mit meinem Blick fixiere. Dann, kurz vor dem Wurf, versuche ich die Richtung des Balls über die Armhaltung des Gegners zu erraten – oder ich folge einfach meinem Gefühl.“

www.ihf.info

* Mag. DDr. Martin Apolin, 47, Physiker und Sportwissenschaftler, arbeitet als AHS-Lehrer und Lektor an der Fakultät für Physik in Wien und ist mehrfacher Buchautor.

(Abstand Torlinie -
7-m-Linie)

a_2

7-m-Linie