

Hogere sprintkunde

Waar ligt de topsnelheid van de mens?

In 1891 was 10,8 seconden de snelste tijd op de 100 meter. Sindsdien is het record verbeterd naar 9,58 seconden. En deskundigen denken dat de mens nog wel wat sneller kan rennen. Maar waar zit de limiet?

Tekst: Marysa van den Berg

Eind augustus zijn op de wereldkampioenschappen atletiek in Peking alle ogen weer gericht op één man: Usain Bolt. Zou het deze Jamaicaanse atleet lukken zijn wereldrecord op de 100 meter – 9,58 seconden – aan te scherpen, misschien wel tot onder de 9,5 seconden?

Tijdens de sprint waarmee Bolt het befaamde record in 2009 vestigde, had hij op een bepaald moment een snelheid van 43,9 kilometer per uur. Dat lijkt ongelooflijk, maar als je deze snelste man ter wereld zou laten rennen tegen de vijftig snelste landdieren, zou hij op een schamele 28ste plaats eindigen, net voor de olifant. De hoogste podiumplek wordt opgeëist door de cheeta, die een topsnelheid van om en nabij de 110 kilometer kent, gevolgd door de gaffelbok met 88,5 kilometer per uur.

Het is ook niet zo gek dat de mens maar traag is vergeleken met sommige dieren. Onze anatomie is nu niet bepaald het toppunt van aerodynamische renkracht. Van onze voorouders hebben we grote flapvoeten en dikke benen geërfd waar de evolutie in al die eeuwen nog geen korte metten mee heeft gemaakt. Ook hebben we grijpgrage armen die tijdens het rennen in de weg zitten. Nee, dan de vier poten van de cheeta; die zijn gemaakt voor topsnelheid. Of – als we het bij tweebeenigen houden – de struisvogel, met zijn lange, slanke poten, waarbij de spieren alleen rond de top van het heupbeen zitten.

Toch laten wij mensen het er niet bij zitten. We bezitten een drang om onszelf almaar te verbeteren en willen dus ook steeds sneller kunnen rennen. Maar hoeveel sneller is nog mogelijk? Om deze vraag te kunnen beantwoorden, moeten we eerst de onderliggende factoren bekijken die onze topsnelheid bepalen.

Hard stampen

Een ding is zeker: Bolt zou nóg sneller moeten kunnen. Wiskundige John Barrow identificeerde in 2011 drie manieren waarop dat mogelijk zou zijn. Ten eerste zal Bolt zijn startsnelheid moeten verbeteren. De start is zijn zwakke punt, waarschijnlijk omdat hij zo groot is. Ten tweede zou hij tijdens een nieuwe recordrace een sterke rugwind moeten hebben. Onderzoek heeft uitgewezen dat dit tot snellere sprinttijden leidt. En ten slotte zou de wedstrijd moeten worden gehouden in een hooggelegen gebied, waar de lagere luchtdruk tot minder luchtweerstand op het lichaam leidt. Op het komend wereldkampioenschap wordt aan die laatste conditie in elk geval niet voldaan; Peking ligt op slechts 20 tot 60 meter boven zeeniveau.

Om prestaties te verbeteren, wordt er ook geëxperimenteerd met aerodynamische kleding en steeds lichtere hardloopschoenen. Sommige sporters zullen zelfs doping nemen om tot grotere snelheden te komen. Maar om echt de grenzen van de menselijke topsnelheid te achterhalen, moeten we kijken naar de fysiologische factoren.

Wanneer een sprinter rent, gebruikt hij zijn benen als een veer. Waar de voet de grond raakt, wordt het been als het ware samengedrukt. Daarna veert hij weer op en vliegt door de lucht, op weg naar het volgende punt waar hij de grond raakt. Daarbij is er een verschil in het op snelheid komen en het behouden van die snelheid, zegt Jean-Benoît Morin, hoogleraar

sportbiomechanica aan de Universiteit van Nice. “Om snelheid te maken, moet je hard stampen; ons onderzoek laat zien dat je de kracht dan zo horizontaal mogelijk moet richten. Maar wanneer je eenmaal op je topsnelheid bent – voor mensen is dat meestal na 30 tot 50 meter – moet je die behouden door je kracht vooral verticaal in te zetten. Je voeten moeten tenslotte weer omhoog komen.” Usain Bolt heeft een horizontale afzetkracht van een kleine 10 newton per kilogram lichaamsgewicht; in totaal ruim 800 newton. Dat lijkt veel, en dat is het ook voor een sprinter, maar sommige rugbyspelers halen meer, aldus Morin.

Hoe harder je stampt, hoe sneller je gaat, zou je dus denken. In dat licht is een onderzoek uit 2010 van sportbiomechanicus Peter Weyand erg interessant. Proefpersonen die op één been hopten, bleken 30 procent meer kracht op de grond over te brengen dan wanneer ze gewoon op twee benen renden. De kracht in de spieren van het been was bij het hoppen zelfs anderhalf tot tweemaal groter. Weyand en zijn collega's berekenden dat als we onze volle kracht konden inzetten bij het voorwaarts op twee benen rennen, we wel tot 65 kilometer per uur zouden rennen. Als we met deze snelheid de 100 meter zouden afleggen, zou dat een tijd van 5,18 seconden betekenen!

“Deze onvoorstelbare snelheid is echter niet haalbaar, want we hebben niet genoeg tijd om die kracht ten volle te benutten”, helpt Morin ons uit de droom. “Een sprinter als Usain Bolt heeft minder dan een tiende van een seconde om zijn kracht in te zetten. De hoeveelheid kracht die hij kan gebruiken, zal dus altijd beperkt blijven.”

Voet aan de grond

Als sprinter heb je dus maar korte tijd contact met de grond. Hoeveel kracht je in die tijd kunt genereren, wordt bepaald door de samentreksnelheid van je spieren. Hoe sneller de betrokken spiervezels samentrekken, des te harder je kunt afzetten in die korte contacttijd en dus hoe hoger je snelheid zal zijn. Alleen moeten voor dat samentrekken twee spiereiwitten (actine en myosine) verschuiven en opnieuw in elkaar grijpen – en dat kost tijd.

Die samentreksnelheid kun je bevorderen door training. Dat werkt als volgt. Mensen hebben drie typen spiervezels. Type I staat bekend om zijn trage samentreksnelheid en is rood van kleur. Type IIX zijn de snelle spiervezels, die wit zijn van kleur. Ten slotte heb je intermediaire spiervezels, type IIa. Geboren sprinters zullen vooral veel type IIX-spiervvezels hebben, terwijl geboren duursporters het met name type I-spiervvezels hebben. Door veel sprintjes te trekken en door specifieke intervaltraining kun je van langzame spiervezels snelle maken, maar daar zit wel een limiet aan. “Bovendien zitten de topsprinters vrijwel allemaal al op het maximum van hun spiersamentreksnelheid. Er is dus weinig winst te behalen op dit gebied”, stelt Morin.

Ook in de dierenwereld wordt het verschil niet gemaakt op basis van de snelheid waarmee de spieren samentrekken. “Als je spierweefsel van Usain Bolt en dat van een cheeta onder de microscoop zou bekijken, zou je vrijwel geen verschil zien”, vertelt Morin. Toch rent een jachtluipaard op zijn top meer dan tweemaal zo snel als Bolt. Hoe doet hij dat toch? Wanneer de cheeta, of een andere snelle vierpoter, met zijn voorpoten de grond raakt, buigt zijn hele wervelkolom. Daardoor kunnen zijn voeten langer aan de grond blijven. Zo heeft hij meer tijd om zijn kracht op te bouwen en los te laten, terwijl zijn voorwaartse beweging gehandhaafd blijft.

Zou een mens dan niet gewoon zijn voeten langer aan de grond moeten houden om sneller te kunnen gaan? Helaas werkt dat niet, concludeerde een vervolgstudie van Weyand. Wanneer je de maximale kracht inzet, gaat dat altijd ten koste van het aantal stappen per seconde, en daarmee van je snelheid. Er bestaat een ideale verhouding tussen hoeveelheid kracht en stapfrequentie. Die is voor elke persoon uniek en wordt bepaald door je grootte, beenlengte en

snelheid. Kortom: die 65 kilometer per uur is slechts een theoretische snelheid; geen haalbare kaart. We hebben daar gewoonweg niet de anatomie voor.

Onverslaanbare toptijd

Maar de vraag blijft: hoe snel kunnen we nu werkelijk gaan? In de loop der jaren hebben vele wiskundigen en statistici zich op deze kwestie gestort. Het idee is: je neemt alle wereldrecordtijden op de 100 meter van de afgelopen 100 jaar en zet die als een curve in een grafiek. Laat je er vervolgens wiskundige vergelijkingen op los, dan kun je die curve doortrekken naar de tijden die je in de toekomst kunt verwachten. Bij elke sport zie je dat de tijden vroeg of laat steeds dichterbij het plateau komen: het punt waarop er geen vooruitgang meer wordt geboekt. Dat zou de maximale tijd zijn die kan worden bereikt.

Het probleem bij deze vorm van voorspellen is dat hij geen rekening houdt met onverwachte gebeurtenissen. Zo knabelden tussen 1991 en 2007 acht atleten 0,16 seconden af van het wereldrecord op de 100 meter. Bolt deed hetzelfde – in slechts een jaar tijd. “Grappig genoeg bepaalde een Frans onderzoeksteam in 2007 dat de uiteindelijke tijd op de 100 meter 9,7 seconden zou worden. Twee jaar later al dook Bolt daar flink onder.”

Over de vraag wat dan wel de uiteindelijke onverslaanbare toptijd op de kortste sprintafstand wordt, is de wetenschap het niet eens. Tijden van 9,48 en zelfs 9,44 seconden worden genoemd. Het plateau is in ieder geval niet al te ver weg meer, zegt Morin. “De limiet van de topsnelheid nadert, maar er kunnen altijd wel kleine hapjes af. Zoiets simpels als meewind kan al een recordverschuiving veroorzaken.”

[Mini-artikel \(zie 'watervoetafdruk' in KIJK 7/2015\) op speed 3:](#)

Hoe snel kunnen we zwemmen?

Net als de meeste landzoogdieren zijn mensen van nature in staat om te drijven en te zwemmen. Maar we zijn er, in tegenstelling tot waterdieren, niet voor gemaakt. Onze gemiddelde zwemsnelheid ligt op slechts 15 procent ten opzichte van onze snelheid op land.

In het water werken twee tegengestelde krachten: de voorwaartse stuwkracht, gecreëerd door de spierkracht in armen en benen, en de waterweerstand. De waterweerstand minimaliseren is de grootste uitdaging tijdens het zwemmen. Het helpt daarbij als je de juiste lichaamsvorm hebt. Topzwemmers bezitten zonder uitzondering een brede borstkas met brede schouders, lange armen en sterke benen. Door deze hydrodynamische vorm glijden ze makkelijker door het water. Ook de zwemtechniek is van belang, bijvoorbeeld de manier waarop je je handen en voeten houdt en beweegt.

Verder heeft de technologie korte tijd een rol gespeeld in het verbeteren van de zwemsnelheid. In 2008 verschenen supersnelle zwempakken die de waterweerstand aanzienlijk verminderden. De introductie van het pak leverde in 2008 en 2009 een regen aan wereldrecords op, waarna het pak vanaf 2010 werd verboden. Sindsdien voert stuwkracht, lichaamsvorm en zwemtechniek weer de boventoon, tot opluchting van velen.

Het snelheidsrecord bij het zwemmen ligt momenteel op 8,65 kilometer per uur (een tijd van 20,91 seconden op de 50 meter vrije slag). Hoe ver we daar ooit overheen kunnen gaan, is eigenlijk niet vast te stellen. Er bestaan op dit moment helaas geen apparaten die de spierkracht en waterweerstand kunnen berekenen.

Maar zeker is dat de tijden nog wel flink zullen verbeteren, ook zonder supersnel zwempak, zegt sportbiomechanicus Jean-Benoît Morin. “Het zwemmen in wedstrijdverband is nog maar een kleine twee eeuwen oud, dus er valt nog veel winst

te behalen. Dit in tegenstelling tot het rennen, dat we al sinds het begin van de oudheid doen.”

Bottom line

- De menselijke maximale snelheid wordt bepaald door de hoeveelheid afzetkracht, de richting van de afzet, de tijd die de voet heeft voor het afzetten en de samentreksnelheid van de spiervezels in de benen.
- In theorie kan een mens wel 65 kilometer per uur rennen. In de praktijk is dit niet haalbaar, omdat de contacttijd voet-grond te kort is.
- De toptijd van Usain Bolt over 100 meter, 9,58 seconden, kan nog met 0,1 tot 0,2 seconden worden verbeterd. Het plateau van de 100 meter-tijden is in zicht.

Marysa van den Berg sprak voor dit artikel met prof. Jean-Benoît Morin. Verder raadpleegde zij onder andere de volgende literatuur: Peter G. Weyand e.a.: *The biological limits to running speed are imposed from the ground up*, Journal of Applied Physiology (1 april 2010) | Kenneth P. Clark en Peter G. Weyand: *Are running speeds maximized with simple-spring stance mechanics?*, Journal of Applied Physiology (24 juli 2014).

Filmpjes van Usain Bolt en links naar meer informatie vind je op www.kijkmagazine.nl/artikel/hardloopsnelheid

Weetjesbalk tweede spread:

BOLT feiten

Usain Bolt produceerde 0,89 seconde na de start van zijn wereldrecordrace op de 100 meter een afdrukkracht van 2620 watt.

In zijn recordrace ging Bolt op een bepaald moment 12,2 meter per seconde. Dat is een kwart van de snelheid van een parachutespringer.

Bolt produceerde tijdens de snelste 100 meter ooit 81,58 kilojoule energie. Dat is ongeveer evenveel als bij het afschieten van vijftig kogels.

Bolt stampte bij zijn 100 meter-record met een gemiddelde kracht van 816 newton op de baan. Dat komt overeen met de genadeklap van een bokser.

Weetjesbalk derde spread:

CIELO feiten

De snelste zwemmer ter wereld, César Cielo Filho, gaat met ongeveer 2,2 meter per seconde beduidend harder dan een goudvis (0,38 meter per seconde).

Als je echter naar verhouding van lichaamslengte kijkt, verslaat de goudvis Cielo met verve: hij is dan bijna veertig keer zo snel!

Cielo legde de 50 meter tijdens zijn beste race af met 33 armslagen. Vrij weinig, maar Cielo is met 1,95 meter dan ook best lang.

Cielo produceerde tijdens de finale vrije slag op het WK van 2013, die hij won, gemiddeld ongeveer 244 watt.