

De invloed van de draaiende aarde op het roeien is zonder twijfel mijn belangrijkste ontdekking

wiskundige Tom Crawford



interview | Met formules, data en modellen analyseert wiskundige Tom Crawford de sport, met soms verrassende uitkomsten. ‘Een Australische cricketer uit de jaren 30 en 40 is de beste sportman ooit.’

‘Als je een wereldrecord wil roeien, moet je naar de evenaar’

FOTO GETTY

Esther Scholten en
Bart Zuidervaat
redactie sport&samenleving

Wie mag zich de beste voetballer aller tijden noemen? Het is een vraag die sportliefhebbers eindeloos kan intrigeren. Dat geldt ook voor Tom Crawford. Eén verschil: de Brit is deskundige in de toegepaste wiskunde en als docent verbonden aan de universiteiten van Oxford en Cambridge. Crawford gebruikt wiskundige modellen om antwoorden te zoeken op ‘dilemma’s uit de echte wereld’, zoals hij het zelf omschrijft. “Wie is bijvoorbeeld de beste sporter? Zoiets kun je meten.”

Het antwoord hierop volgt straks. Eerst een nadere introductie van Tom Crawford, een nogal excentrieke wetenschapper. Zijn lichaam telt talloze tatoeages, van wiskundige formules, stripfiguren (Spongebob), songteksten (*‘the drug in me is you’*) en vlaggen van landen waar hij ooit is geweest (68 tot dusver). Hij deinst

er niet voor terug zich tijdens zijn lessen uit te kleden tot aan zijn onderbroek, om aan te geven dat wiskunde allesbehalve serieus en saai is.

Met zijn filmpjes op het YouTube-kanaal Tom Rocks Maths (meer dan 237.000 abonnees) probeert hij wiskunde voor een breed publiek aantrekkelijk te maken. Bijvoorbeeld: hoeveel pingpongballen zijn er nodig om de Titanic los te krijgen van de bodem van de oceaan? Het antwoord uit de berekening van Crawford: 1,5 miljard stuks. “Die kosten samen 750 miljoen dollar”, vertelt hij. “Een nieuwe Titanic bouwen is overigens goedkoper.”

De Brit is een fanatiek sporter. Hij voetbalt graag en loopt marathons. Dat bracht hem bij de vraag hoe sport kan profiteren van toegepaste wiskunde.

Wat is uw belangrijkste ontdekking?

“De invloed van de draaiende aarde op het roeien. Zonder twijfel.”

Hoeveel pingpongballen zijn er nodig om de Titanic los te krijgen van de bodem van de oceaan?

Dit vraagt om uitleg. De aarde draait om haar as, maar de mens is te klein om dat te voelen. Toch heeft het gevolgen. Crawford: “Als je een golfbal wegslaat over een paar honderd meter, zorgt de draaiende aarde ervoor dat die bal een heel klein beetje zal afwijken. Misschien 0,4 centimeter. In dit geval merkt niemand dat de bal om deze reden niet in een rechte lijn beweegt. De invloed van de wind is vele malen groter.”

Wat heeft de sporter dan aan deze constatering?

“Er is ook onderzocht wat de gevolgen zijn van de draaiende aarde op het gooien van een cricketbal. Verwaarloosbaar. Maar nu komt het interessante: roeiers bewegen door het water, waar veel meer weerstand is dan in de lucht. Als je tijdens het fietsen een arm uitsteekt, blijf je rechtdoor gaan. Maar als je in een bootje zit en een arm in het water steekt, dan draai je. Roeiers moeten in een wedstrijd twee kilometer afleggen. De draaiende aarde zorgt ervoor dat die boot in feite 40 meter naar de zijkant wordt geduwd. Roeiers blijven rechtdoor gaan, omdat ze die afwijking compenseren, zonder dat ze het doorhebben. Wetenschappers hebben berekend dat deze sporters 7,5 tot 8 procent van hun energie verspillen aan het bevechten van de aarde die draait. Dat is gigantisch veel. In de absolute topsport wordt 0,1 procent winst al gezien als baanbrekend.”

Blijft de vraag: wat heeft de sport hier aan?

“Die berekening over 7,5 procent energieverlies is gedaan met roeiers in Londen. Hoe dichtter je bij de evenaar komt, hoe minder het effect van de draaiende aarde is, hoe minder energieverlies. Dus, kort gezegd: wie wereldrecords wil roeien, moet dat op de evenaar doen.”

Waarom gebeurt dat dan niet?

“Ja, interessante vraag. Ik heb mijn bevindingen voorgelegd aan roeiverenigingen en het grappige is dat het antwoord dan altijd is dat het rond de evenaar veel warmer is. Dat is voor roeiers vervelend, waardoor het voordeel teniet wordt gedaan door de zwaardere omstandigheden.”

Dan zou er een perfecte plek moeten zijn voor wereldrecords, ergens tussen Engeland en de evenaar, waar het niet te warm is en waar de draaiende aarde minder invloed heeft.

De ultieme prestatie Waar ligt de grens van de mens?

6.6

is de Z-factor van cricketer Don Bradman. Bijna niemand scoort boven de 3.

Serie over de grens van de mens

De komende tijd proberen we te achterhalen tot waar de mogelijkheden van de mens reiken en welke kansen de wetenschap biedt. Waarom blijven sommige wereldrecords jaren staan en worden andere aan de lopende band verbroken? Tips: sport@trouw.nl



Tom Crawford probeert wiskunde voor een breed publiek aantrekkelijk te maken. Zijn lichaam zit vol met tatoeages, van wiskundige formules tot songteksten en vlaggen van landen die hij heeft bezocht.

“Weet je, ik ben hier al zeven jaar mee bezig. Ik zou heel graag willen dat een professionele roeier dit zoekt. Maar wie krijg ik zover?”

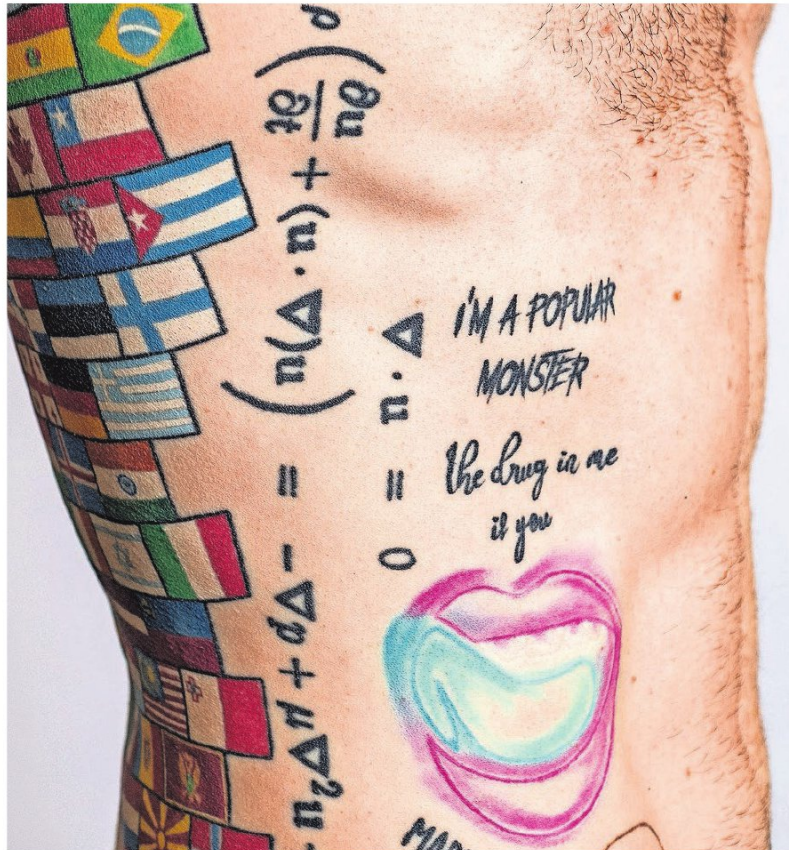
Tom Crawford voetbalt met zijn team op zondag. Hij is de man die de penalty’s neemt. “Tot voor kort kon ik zeggen dat ik nooit mis, maar afgelopen seizoen ging het toch een keer fout. En dat is spijtig, want ik benader het nemen van strafschoppen puur wiskundig. Wat is de perfecte penalty? Oftewel, met welke trap is de scoringskans het grootst? Dat wilde ik uitzoeken.”

Was dat voor u de aanleiding, uw eigen voetbalcarrière?

“Nee, ik herinner me dat ik een keer data voorbij zag komen van het Duitse nationale elftal. Zij wonnen in grote toernooien meer dan 80 procent van de strafschoppenseries. En Engeland minder dan 20 procent. Je zou zeggen dat de kans dat je een strafschoppenserie wint 50 procent is. Het is een loterij, roepen mensen dan. Dat is dus niet waar, zegt de wiskundige in mij. Ik bedacht me: stel dat ik de Engelse voetballer die de penalty neemt, iets in zijn oor mag fluisteren, wat zou ik zeggen?”

Aan het antwoord op deze vraag gaat een ingewikkelde berekening vooraf. Op YouTube staat een 43 minuten durende uitleg van Crawford. Hij gaat uit van een paar aannames: de keeper staat exact in het midden van het doel en beweegt pas zodra de voetballer de bal raakt. Het duurt een halve seconde voordat die bal bij de doellijn is en in die tijd kan de doelman zich ongeveer 2,86 meter naar de zijkant uitstrekken. Volgens de statistieken is er 50 procent kans op een doelpunt wanneer de bal binnen de reikwijdte van de keeper wordt geschoten. Wie buiten die 2,86 meter en binnen de doelpalen schiet, heeft 80 procent kans.

Er is altijd een kans dat de schutter te veel risico neemt en op de lat of tegen de paal schiet. Crawford is op zoek gegaan naar de perfecte locatie, de plek met maximale afstand van lat, paal en doelman. Uiteindelijk, met behulp van wiskundige formules, zoals de stelling van Pythagoras, ontdekte hij de perfecte penalty: de bal moet of in de linkerbovenhoek of rechterbovenhoek, 65 centimeter



meter onder de lat en 65 centimeter van de paal. Wie daarin slaagt, heeft ‘meer dan 99 procent kans’ op een goal.

Was de Engelse voetbalbond geïnteresseerd in uw onderzoek?

Crawford lacht: “Ik heb nooit iemand van de bond gesproken, dus ik heb geen idee.”

Hoe kan de sport hier dan van profiteren?

“Ik denk dat alle teams in de Premier League tegenwoordig data-analisten hebben. Er heeft een ongelooflijke professionalisering plaatsgevonden. Ook wat psychologie betreft. Je kunt wel iedere strafschop op de perfecte plek mikken, maar op een gegeven moment hebben tegenstanders dat door natuurlijk. Je daarvan bewust zijn, is voor voetballers van enorme waarde. De spelers van Engeland, die dus vreselijk slecht zijn in penalty’s, moeten beginnen bij de basis. Eerst

de perfecte strafschop kunnen nemen om vervolgens het mentale aspect te oefenen.”

Crawford vertelt dat hij momenteel in training is voor de marathon van Brighton, komend jaar. Hij heeft er tot dusver vijf gelopen, de snelste in 3 uur en 11 minuten. De wetenschapper kent de geheimen en de valkuilen van de marathon, het brute gevecht over ruim 42 kilometer. Hij kent ook het wereldrecord bij de mannen uit zijn hoofd: 2 uur en 35 seconden. Het brengt hem bij de vraag wanneer die magische grens van 2 uur wordt doorbroken. En in het verlengde daarvan: hoeveel sneller kan het eigenlijk?

Voor Crawford is dit een kwestie van modelleren. Zoveel mogelijk data gebruiken om te zien wanneer de curve, die steeds verder afzwakt, onder die 2 uur zakt. Zijn conclusie: de kans is één op tien dat dit ergens de komende vijf jaar gebeurt. En één op honderd dat het al binnen twee jaar lukt. “Uit mijn berekeningen

blijkt dat 1 uur en 55 minuten de absolute limiet zal zijn. Ik zie niet gebeuren dat iemand in de toekomst sneller is dan dat.”

Maar de wetenschap gaat altijd gepaard met nuances. Er zijn uitzonderlijke sporters, die iedere statistiek verslaan. Zo iemand is sprinter Usain Bolt. De curve van de snelste tijden op de 100 meter sprint verloopt zoals een curve zou moeten verlopen, behalve dat de Jamaicaan zorgt voor een enorme knik naar beneden.

Dat brengt Crawford bij de zogeheten Z-factor. Voor iedere sporter

‘Iedereen heeft het altijd over de Chicago Bulls uit de jaren 90, maar de Golden State Warriors waren in 2015-16 beter’

Tom Crawford

als winnaar uit de bus. Maar daarna heeft Lionel Messi de wereldtitel gewonnen, ik sluit niet uit dat hij vandaag de dag zou winnen.” Het eeuwige dilemma – Ronaldo of Messi – kan ook Crawford niet oplossen.

Met de Z-factor kan de wetenschap ook de prestaties van voetballers met tennisers vergelijken en van wielrenners met zwemmers. De hoofdvraag blijft: hoe buitengewoon is iemand?

En, wie is de beste?

“Het is een cricketer uit Australië met de naam Don Bradman. Hij speelde in de jaren 30 en 40 en zijn slaggemiddelde in wedstrijden was bijna honderd. Dat is nooit meer evenaard. Zijn Z-factor is 6.6. Bijna niemand scoort boven de 3. Er zijn altijd uitzonderlijke sporters die uitzonderlijke prestaties leveren. De beste ploeg aller tijden is overigens een basketbalteam: de Golden State Warriors in het seizoen 2015-16 met een Z-factor van 2,3. Iedereen heeft het altijd over de Chicago Bulls uit de jaren 90 met Michael Jordan en Scottie Pippen, maar zij legden het toch af. In het seizoen 1996-97 haalden zij een Z-factor van 1,8.”

Wat is uw belangrijkste doel eigenlijk: sporters helpen hun grenzen te verleggen of het vak wiskunde aantrekkelijk maken?

“Het makkelijke antwoord is: beide. Een belangrijke taak voor mij op de universiteit is het vergroten van de publieke betrokkenheid. Ik maak YouTube-video’s, kom op scholen, organiseer evenementen en geef interviews. Ik hou van wiskunde, het is het leukste dat er is. Als ik tegen een groep zeg dat Ronaldo de beste voetballer aller tijden is, krijg ik gelijk een miljoen argumenten om de oren waarom dat niet waar is. Maar ik heb wiskunde als wapen. En zo gebruik ik sport om mijn vak populairder te maken. Er zijn genoeg mensen die vervelende herinneringen hebben aan wiskunde, omdat ze er op school niet goed in waren. Als ik kan zorgen voor positieve associaties dan doe ik dat. Nu verdiep ik me bijvoorbeeld in de wiskunde van Harry Potter. Maar ik blijf natuurlijk dromen over een wereldrecord roeien op de evenaar.”