

Het Olympisch roeitoernooi in London heeft weer laten zien dat de verschillen aan de top bijzonder klein kunnen zijn. Vaak was het verschil tussen het podium en de vierde plek slechts een paar tienden van een seconde. Met andere woorden, kleine verschillen in prestatie kunnen vaak gigantische consequenties hebben.¹

Roeien: balanceren tussen kracht en techniek

Mathijs Hofmijster

Uit een statistische analyse² van de uitslagen van alle World Cups, Wereldkampioenschappen en Olympische Spelen van het afgelopen decennium blijkt, dat een verbetering van de boot-snelheid van slechts 0.3% al betekenisvol is. Het is dus niet vreemd dat roeiers vele uren spenderen aan het verbeteren van hun techniek en conditie. Daarnaast speelt ook het materiaal een belangrijke rol.

De vermogensvergelijking

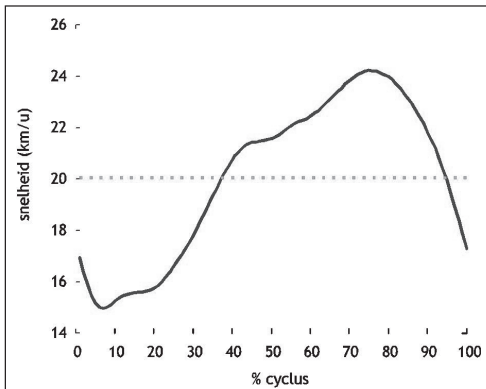
Om een goed inzicht te krijgen in de effecten van veranderingen van roeitechniek, fysieke conditie of materiaal op de prestatie is het nuttig om een model op te stellen. Bewegingswetenschapper Gerrit Jan van Ingen Schenau stelde in 1990³ als eerste voor om voor cyclische duursporten de vermogensvergelijking te gebruiken. In zijn meest eenvoudige vorm stelt de vermogensvergelijking, dat in steady state het door de atleet geleverde vermogen over één bewegingscyclus gelijk is aan het vermogen dat tijdens die cyclus wordt opgenomen door de omgeving. Wanneer deze vergelijking wordt toegepast op het roeien, dan zal het meeste vermogen worden besteed

aan het overwinnen van weerstand ($P_{\text{weerstand}}$). Echter, er gaat bij roeien ook vermogen verloren tijdens de afzet (P_{afzet}). Er wordt namelijk afgezet tegen het water, dat hierdoor in beweging komt. Dit is goed te zien aan de draaikolken die door de roeiers in het water worden achtergelaten. Het in beweging brengen van water kost energie, die niet meer ten goede kan komen aan het overwinnen van waterweerstand. De vermogensvergelijking voor roeien kan dus als volgt worden opgeschreven⁴:

$$P_{\text{roeier}} = P_{\text{weerstand}} + P_{\text{afzet}}$$

(vergelijking 1)

Het weerstandsvermogen is gerelateerd aan de derde macht van de snelheid.⁵ Om bijvoorbeeld twee keer zo snel te varen is dus $2^3=8$ keer zoveel vermogen nodig. Dit impliceert dat het ongunstig is om met een niet constante snelheid te roeien. Bij het toenemen van de snelheid neemt de weerstand immers exponentieel toe. Wanneer echter de snelheid van de boot bestudeerd wordt, dan is duidelijk dat de snelheid van een roeiboot binnen een haalcyclus verre van constant is. Uit figuur 1 blijkt



Figuur 1. Typisch voorbeeld van de fluctuatie in bootsnelheid (in dit geval van een vier zonder stuurman) binnen een haalcyclus. Het begin van de slag (bladen gaan het water in) vindt plaats op 0%, het einde van de slag (bladen gaan het water uit) vindt plaats rond 50% en op 100% begint een volgende slag. De horizontale stippellijn stelt de gemiddelde bootsnelheid voor.

dat er binnen een haalcyclus snelheidsverschillen van ongeveer 10 km/uur voorkomen. Als aangenomen wordt dat de relatie tussen vermogen en snelheid zuiver tot de derde macht is, dan is het eenvoudig uit te rekenen hoeveel extra energie deze snelheidsverschillen kosten ten opzichte van roeien op een constante snelheid. Het is nu mogelijk het weerstandsvermogen op te splitsen in een deel dat gerelateerd is aan de gemiddelde snelheid ($P_{\text{weerstand-gem}}$) en een deel dat gerelateerd is aan snelheidsfluctuaties ($P_{\text{weerstand-fluct}}$). Deze laatste term is net als P_{afzet} een verliesterm. Vergelijking 1 is nu te herschrijven als:

$$P_{\text{roeier}} = P_{\text{weerstand-gem}} + P_{\text{weerstand-fluct}} + P_{\text{afzet}} \quad (\text{vergelijking 2})$$

Het blijkt dan dat ongeveer 5% van het totaal geleverde vermogen verloren gaat aan snelheidsfluctuaties.⁴

Optimaliseren van de prestatie

De vermogensvergelijking maakt direct duidelijk op welke vlakken een roeier of roeiploeg winst kan behalen. Het meest voor de hand liggend is misschien wel het verhogen van de 'output' (P_{roeier} in vergelijking 1 en 2).

Inderdaad spenderen roeiers vele uren aan training om hun kracht en duurvermogen zoveel mogelijk te verbeteren.

Daarnaast speelt ook de roeitechniek een belangrijke rol. Met een goede techniek zal er minder vermogen verloren gaan aan snelheidsfluctuaties⁶ ($P_{\text{weerstand-fluct}}$ in vergelijking 2) en waarschijnlijk is ook het vermogen dat verloren gaat bij de afzet (P_{afzet} in vergelijking 1 en 2) lager wanneer de techniek goed is. De beste roeitechniek en het beste materiaal zorgen voor de optimale balans tussen maximaal vermogen leveren en minimaal vermogen verspillen,

zodat de bijdrage van het geleverde vermogen aan $P_{\text{weerstand-gem}}$ en daarmee dus aan de gemiddelde bootsnelheid, maximaal is.

Waarom zijn er snelheidsfluctuaties?

Zoals te zien is in figuur 1 zijn de snelheidsfluctuaties van een boot behoorlijk groot. Een reductie van de amplitude van de snelheid zoals weergegeven in figuur 1 van slechts 10% zou al leiden tot een procent minder vermogensverlies, wat weer overeenkomt met een verbetering in eindtijd van iets meer dan 0.3%. Groot genoeg dus om betekenisvol te zijn.

Om te begrijpen hoe roeiers de snelheidsfluctuaties van een roeiboot kunnen beïnvloeden, is het noodzakelijk iets van de mechanica van de roebeweging te weten. Roeiers beoefenen hun sport met hun rug in de vaarrichting. Ze maken tijdens de roebeweging voor een belangrijk deel gebruik van hun knie- en heupstrek- kers. Feitelijk zet de roeier af met zijn benen en brengt hij de kracht via zijn rug en armen over op zijn riemen. Als gevolg hiervan maakt het zwaartepunt van de roeier een aanzienlijke verplaatsing ten opzichte van de boot.

Doordat de roeier (of roeiploeg) een stuk zwaarder is dan een boot (een 1-persoons roeiboot bijvoorbeeld weegt ongeveer 14 kilogram, een roeier 100 kilogram) hebben deze bewegingen van de roeier een grote invloed op bewegingen van de boot. Vooral rond het begin van de slag is dit effect goed zichtbaar. In figuur 1 is goed te zien dat de bootsnelheid net na het begin van de slag op zijn laagst is. Dat komt omdat de roeier zich in deze fase van de slag begint af te zetten tegen zijn voetenbord. Deze kracht van de roeier op de boot staat tegen de vaarrichting in en heeft dus een vertragend effect op de bootsnelheid. Rond het begin van de slag is de (remmende) kracht op het voetenbord groter dan de (voortstuwende) kracht van de riemen op de boot. In combinatie met de weerstandskracht, die uiteraard ook tegen de vaarrichting in staat, zorgt dit voor een netto kracht op de boot die negatief is. De boot zal dus vertragen.

Hoe beter een roeier in staat is om de afzetkracht op het voetenbord over te brengen op zijn riemen, des te minder de boot aan het begin van de slag zal afremmen. Uit een experiment met roeiers op een aangepaste roei-ergometer bleek dat 14% van de roeiprestatie te verklaren valt uit de timing van de door de roeier uitgeoefende krachten.⁶ Een interessant gegeven uit dit experiment was dat de roeiers met de beste prestatie niet degenen waren die het meeste vermogen leverden, noch degenen die het efficiëntst waren. Juist de combinatie van veel vermogen leveren en weinig vermogen verliezen zorgde voor de beste prestatie.

Uitvindingen

Behalve de roeier speelt ook het materiaal een belangrijke rol. Sinds de jaren '90 wordt er bijvoorbeeld geroeid met riemen met grote bladen (de zogenaamde 'big-blades'), zodat er minder energie verloren gaat tijdens de afzet.⁷

En tijdens de Olympische Spelen in Londen roeide de Nederlandse vrouwenacht in een nieuwe, stijvere boot, zodat er zo min mogelijk energie verloren ging aan vervorming van de romp. In het begin van de jaren '80 werd in het toproeien de zogenaamde rolrigger (zie kader) geïntroduceerd. Dankzij deze vinding was het mogelijk om bijna zonder snelheidsfluctuaties te roeien. Waar de roeier in een standaard roeiboot beweegt ten opzichte van de boot, daar zit de roeier bij gebruik van een rolrigger relatief stil ten opzichte van de boot en beweegt vooral de riggerconstructie. Het bijna helemaal wegvallen van snelheidsfluctuaties is te verklaren uit het feit dat de bewegende massa een stuk lager is geworden en de 'stilstaande' massa een stuk hoger (dit is nu immers de massa van de boot én een groot deel van de roeier samen). Wanneer de vermogensverliezen aan snelheidsfluctuaties teruggebracht worden van 5% naar helemaal niets, dan zal de gemiddelde snelheid – bij gelijk blijvend geleverd vermogen – met bijna 2% toenemen. Een gemiddelde 2 kilometer race in de skiff (1-persoons boot) gaat hierdoor meer dan zeven seconden sneller! Inderdaad hadden tijdens de WK finale van 1982 in Luzern vijf van de zes skiffeurs een rolrigger. De enige roeier zonder rolrigger werd zesde ... (bron: www.rowinghistory.net).

Vooruitgang?

Roeien in een boot met rolriggers gaat dus aanzienlijk sneller. Het is ook iets makkelijker. Zoals hierboven beschreven is in een standaard roeiboot de afremming van de boot rond het begin van de slag niet voor iedere roeier gelijk. Roeiers met een goede techniek verliezen hieraan minder vermogen dan hun technisch minder begaafde tegenstanders. Maar ook lichtere roeiers zijn hier in het voordeel. Een zwaardere roeier zal in vergelijking met een lichtere roeier namelijk meer kracht op het voetenbord moeten genereren om

zichzelf af te remmen en weer te versnellen (Newton's tweede wet) en zal dus, onder verder dezelfde omstandigheden, de boot meer vertragen.

In een boot met rolriggers zijn zowel de massa als de techniek van de roeier veel minder kritisch voor snelheidsfluctuaties. Omdat er nauwelijks

Rolrigger

Om de roeiboot zo smal mogelijk te maken heeft deze 'riggers'. Aan de uiteinden daarvan zijn de dollen geplaatst. Bij een rolrigger vormen voetenbord en dollen één geheel, dat kan bewegen ten opzichte van de boot. Het bankje zit bij een boot met een rolrigger vast aan de boot. In een standaard roeiboot beweegt juist het bankje ten opzichte van boot, voetenbord en rigger.

massa beweegt ten opzichte van de boot, heeft de boot ook veel minder 'last' van zware en/of technisch minder goede roeiers. Anders gezegd: grote zware roeiers die het meer van hun kracht moeten hebben dan van hun techniek zijn in een boot met een rolrigger in het voordeel ten opzichte van hun minder zware, technische be-
gaafdere concurrentie.

Niet elke roeier was even goed te spreken over deze verschuiving in prestatiebepalende factoren (bron: persoonlijke communicatie met één van de finalisten in 1982). Waar het makkelijker worden van de roeibeweging als gevolg van de rolrigger voor beginnende roeiers een voordeel kan zijn, werd dat in de wereld van het toproeien eerder als een nadeel gezien. Wat dat betreft zijn er grote overeenkomsten met het voor de Spelen van 2008 geïntroduceerde snelle zwempak. Na de introductie van deze pakken sneuvelden vrijwel alle wereldrecords. Onder andere Pieter van den Hoogenband en diens coach Jacco Verhaeren

uitten in diverse media kritiek op de pakken. Het accent zou teveel komen te liggen op brute kracht en in plaats van een superieure zwemtechniek zou steeds meer de technologie het verschil tussen winnen en verliezen gaan maken. Sinds 1 januari 2010 zijn de zwempakken daarom verboden. De rolrigger werd al veel eerder, namelijk met ingang van 1984, verboden. De officiële reden voor het verbod was dat deze innovatie alle wedstrijdroeiers zou dwingen om een boot met rolrigger aan te schaffen. Met name de kleinere en/of armere roeilanden zouden hierdoor oneerlijk benadeeld worden. Maar naar alle waarschijnlijkheid hebben ook de roeiers zelf een behoorlijke duits in het zakje gedaan.

Geschaafde billen

Er is nog een andere reden dat sommige roeiers niet heel gelukkig waren met de rolriggers. In een boot met rolriggers is het enige vaste verbindingspunt tussen de roeier en de boot het bankje. De roeier drijft de boot dus aan met zijn billen. In combinatie met het continu roteren van het bekken tijdens de haalcyclus zorgde dit voor nare schaafplekken op het zitvlak. De meeste nadelen van de rolrigger gelden niet voor recreatieve roeiers, die niet aan competitie doen. Het feit dat roeien met een rolrigger makkelijker is kan de drempel om te gaan roeien verlagen. Daarnaast zijn de krachten bij recreatief roeien natuurlijk een heel stuk lager dan op topniveau, waardoor het met schaafplekken op de billen hopelijk ook mee zal vallen. Een ander voordeel is dat bij een rolrigger de grootste krachten komen te staan op de constructie van rigger en voetenbord, en niet meer op de romp. De eisen voor de rompconstructie kunnen hierdoor een stuk lager zijn dan die voor een standaard roeiboot, waardoor de boot goedkoper geproduceerd kan worden. Wanneer een recreant echter mee wil doen met wedstrijden, zal hij

moeten gaan varen in een roeiboot met een vaste rigger.

Terecht verbod?

Over de vraag of het terecht is om innovaties als de rolrigger tegen te houden valt genoeg te discussiëren. Eén van de aspecten van het roeien die mij als wetenschapper en onderzoeker erg interesseert is de balans tussen pure kracht en tegelijkertijd subtiliteit. In dat licht bezien is het verbieden van de rolrigger een terechte en verstandige beslissing. Wedstrijdsport, zeker op topniveau, heeft soms een conservatief karakter. Desondanks valt te verwachten dat innovaties een steeds belangrijkere rol zullen gaan spelen. Daarbij moet niet alleen gedacht worden aan het optimaliseren van het materiaal, maar bijvoorbeeld ook aan innovatieve trainingsmethodes, waarbij techniek en wetenschappelijke kennis ingezet wor-

den. Het grote voordeel voor Nederland om juist ook te investeren in dit soort innovaties is dat ze veel exclusiever voor de 'eigen' sporters gehouden kunnen worden. De sportregels schrijven weliswaar voor dat alle innovatieve materialen voor alle deelnemende landen beschikbaar moeten zijn. Maar hoe iedereen *traint*, dat kan elk land zelf bepalen.

Literatuur

1. Baudouin A & Hawkins D (2004). Investigation of biomechanical factors affecting rowing performance. *Journal of Biomechanics*, 37 (7), 969-976.
2. Smith TB & Hopkins WG (2011). Variability and predictability of finals times of elite rowers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43 (11), 2155-2160.
3. Ingen Schenau GJ van & Cavanagh PR (1990). Power equations in endurance sports. *Journal of Biomechanics*, 23 (9), 865-881.
4. Hofmijster MJ, Landman EH, Smith RM, et al. (2007). Effect of stroke rate on the distribution

- of net mechanical power in rowing. *Journal of Sports Science*, 25 (4), 403-411.
5. Sanderson B & Martindale W (1986). Towards optimizing rowing technique. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 18 (4), 454-468.
 6. Hofmijster MJ, Soest A van & Koning J de (2008). Rowing skill affects power loss on a modified rowing ergometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40 (6), 1101-1110.
 7. Affeld K, Schichl K & Ziemann A (1993). Assessment of rowing efficiency. *International Journal of Sports Medicine*, 14 (Suppl. 1), S39-41.

Over de auteur

Dr. Mathijs Hofmijster is bewegingswetenschapper en promoveerde in februari 2010 aan de VU in Amsterdam op het proefschrift 'Mechanics and energetics of rowing'. Hij werkt nu als onderzoeker op de Faculteit der Bewegingswetenschappen van deze universiteit en is ook intensief betrokken bij de wetenschappelijke ondersteuning van de Nederlandse toproeiers die trainen op de Bosbaan.

(Advertentie)



INTERNATIONAL INSTITUTE FOR TRAINING

I.I.T.VOF OUDE BAAN 19 5854 PJ NIEUW BERGEN (L) NEDERLAND TEL 0031-(0)485 34 34 26
E-MAIL info@toinevandegoolberg.nl HOMEPAGE www.toinevandegoolberg.nl

ALLROUND CONDITIE / HERSTELTRAINER

- Erkend door het NGS (35 studiepunten) en Korps Mariniers, Atletiekunie (8 studiepunten)
- 12 avonden van 19.30 – 22.30 uur, ca. 50% praktijk
- Hoofdthema's zowel voor individuele sport als teamsport:
 - Revalidatie, conditieopbouw, kracht-, snelheid- en uithoudingsvermogen volgens De Rehaboom® en trainingsprogramma's schrijven
- Cursus start maandag 17 september 2012
- Cursus start woensdag 14 november 2012
- Cursus start maandag 28 januari 2013
- Locatie NSC Papendal te Arnhem
- Cursusprijs € 875,00



Alle genoemde activiteiten kunnen, bij voldoende deelname, in overleg ook op locatie worden aangeboden



CURSUS FYSIEKE TRAINER VOETBAL

- Erkende methode Betaald Voetbal
 - NEC-Nijmegen 1ste team
 - Feyenoord-Rotterdam 1ste team
- Erkend door Atletiekunie (2 studiepunten)
- 4 dagdelen:
 - Dag 1 14.00 – 21.00 uur
 - Dag 2 09.00 – 16.00 uur
- Hoofdthema's:
 - Opbouw loopvermogen
 - Opbouw kracht
 - Transfer naar voetbal
- Cursusdata:
 - 10 + 11 augustus 2012
 - 31 mei + 01 juni 2013
 - 07 + 08 juni 2013
 - 09 + 10 augustus 2013
- Locatie NSC Papendal Arnhem
- Cursusprijs € 375,00



WORKSHOPS



- Duur: 3 uur op locatie
- Datum, tijdstip en groepsgrootte in overleg
- Accreditatie KNGF voor RRS/KRS/ARS/HRS/FWS/RB®

Keuze uit de thema's:

- Rug Revalidatie Systeem (RRS)
- Kracht Revalidatie Systeem (KRS)
- Aeroob Revalidatie Systeem (ARS)
- Heart Rate System (HRS) / Polar Team2 System
- Free-Weight System (FWS) / FitroDyne
- De Rehaboom®
- Onderwerp naar keuze

Groeps prijs per workshop op aanvraag

DOCENT

TOINE VAN DE GOOLBERG, IIT

- Fysieke trainer 1ste team Feyenoord Rotterdam seizoen 2009-2013
- Kerndocent Masteropleiding Sportfysiotherapie Avans+ te Breda / NPI

U kunt voor aanvullende informatie ook contact opnemen:

Telefoon 0485-34 34 26 www.toinevandegoolberg.nl
Fax 0485-53 09 54 E-mail
Mobiel 06-53 33 2678 info@toinevandegoolberg.nl