

VU Research Portal

Power in Rowing

Lintmeijer, L.L.

2019

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Lintmeijer, L. L. (2019). *Power in Rowing: In search of effective feedback variables*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Dutch Summary

(Samenvatting)

Net als bij andere cyclische sporten zoals schaatsen, zwemmen en wielrennen, is het doel van roeien om als snelste van start naar finish te komen. Daarom kan een roeiprestatie worden gedefinieerd als de gemiddelde snelheid van een boot over een bepaalde raceafstand. Deze gemiddelde snelheid wordt voornamelijk bepaald door een combinatie van de fysieke capaciteiten en de bewegingsuitvoering van de roeiers². Om roeiprestaties te verbeteren zijn coaches en roeiers voortdurend op zoek naar nieuwe manieren om deze capaciteiten te optimaliseren. Het doel van deze dissertatie was om een bijdrage te leveren aan deze zoektocht. De focus lag daarbij op het ontwikkelen en evalueren van methoden en technieken die bijdragen aan enerzijds het *inzichtelijk maken* van de roeiprestatie en anderzijds *het verbeteren* van de prestatie.

Om roeiprestaties beter inzichtelijk te maken is er gebruik gemaakt van de 'vermogensbalans voor roeien' [34, 89]. Dit biomechanisch model geeft inzicht in de relaties tussen de fysieke capaciteiten van roeiers, hun bewegingsuitvoering en de roeiprestatie (de gemiddelde snelheid van de boot). Specifiek laat deze balans zien dat de roeiprestatie afhangt van (1) het geleverde vermogen van een roeier gemiddeld over een haalcyclus.³ en (2) de vermogensverliezen die enerzijds ontstaan door snelheidsfluctuaties van de boot tijdens de haalcyclus en anderzijds door het in beweging zetten van water tijdens de afzet. Omdat het gemiddeld geleverde vermogen van een roeier sterk gerelateerd is aan de metabole energieconsumptie van de roeier [37], is mechanisch geleverd

²De technische capaciteiten omvatten zowel de bewegingsuitvoering van een roeier zelf als ook, in het geval van meermansboten, de bewegingsuitvoering tussen roeiers.

³Een haalcyclus bestaat uit een haal waarin de roeier met zijn/haar riem afzet tegen het water en een herstelfase waarin de roeier naar voren beweegt en het blad niet in het water heeft: zie ook introductie.

vermogen een objectieve maat voor de fysieke capaciteiten van de roeier. Daarmee is het ook een interessante variabele om de trainingsintensiteit van een roeier te controleren en — op lange termijn — de fysieke capaciteiten van een roeier te vergroten. De mate van vermogensverliezen tijdens een roeicyclus is onder andere afhankelijk van de bewegingsuitvoering van een roeier en is daarmee mogelijk een interessante feedbackvariabele om deze vermogensverliezen te verminderen.

Om daadwerkelijk het geleverde vermogen van een roeier te vergroten en de vermogensverliezen te verkleinen moet feedback over deze variabelen *effectief* zijn. Zoals in de inleiding aangegeven, kan feedback als *effectief* worden gekwalificeerd wanneer (1) de feedbackvariabele accuraat kan worden gemeten en (2) wanneer de variabele de atleet in staat stelt om aanpassingen aan de variabele te doen op basis van feedback over de variabele [69]. Om aan de eerste voorwaarde te voldoen, zijn er in deze dissertatie nieuwe methoden ontwikkeld en geëvalueerd die het mogelijk maken om de specifieke vermogensvariabelen (gemiddeld geleverd vermogen van een roeier over een haalcyclus en vermogensverliezen) accuraat te kwantificeren (**Hoofdstuk 2-4,7**). Vervolgens, en in lijn met de tweede voorwaarde, is onderzocht of roeiers in staat zijn om de vermogensvariabelen aan te passen op basis van directe feedback over de vermogensvariabelen (**Hoofdstuk 5-6**). De directe feedback is gegenereerd door een zelf ontwikkeld feedbacksysteem (**Appendix**).

Met betrekking tot het geleverde mechanische vermogen van een roeier, is er eerst een methode ontwikkeld om dit vermogen accuraat te bepalen. Tot nog toe werd dit vermogen bepaald aan de hand van de krachten op een roerriem en de beweging van de roerriem (e.g. [2, 3, 5, 19, 26, 32, 51, 64–66, 71, 74]). Een veel gebruikte methode is het berekenen van het product van het moment rondom een riem en de bijhorende hoekversnelling (e.g. [2, 5, 19, 71]): de zogenoemde 'standaard' methode. In **Hoofdstuk 2** is, met behulp van de klassieke wetten van Newton, aangetoond dat deze standaard methode niet volledig is. Voor een valide bepaling van het vermogen is een aanvulling nodig die gelijk is aan het product van de massa van de roeier, de snelheid van de boot, en de versnelling van een roeier's lichaamszwaartepunt, gemiddeld over één complete haalcyclus; de zogeheten 'nieuwe methode'. De eerste twee variabelen zijn met behulp van één of twee sensoren accuraat te bepalen, maar voor de versnelling van het lichaamszwaartepunt van een roeier geldt dat niet. In een validatiestudie (**Hoofdstuk 3**) is geconcludeerd dat dit lichaamszwaartepunt wel heel nauwkeurig kan worden bepaald met behulp van 13 inertiaële sensoren die elk de

versnelling van een lichaamssegment van een roeier meten in combinatie met een model van Zatsiorsky waarin een verdeling van de massa van een persoon over zijn/haar lichaamssegmenten wordt bepaald [18, 99].

Vervolgens is in een experimenteel onderzoek aangetoond dat er een groot verschil is in de gemiddelde vermogenswaarden van een roeier bepaald met de standaard methode en de vermogenswaarden berekend met de nieuwe methode (**Hoofdstuk 4**). Concreet: de standaard methode onderschat het daadwerkelijk geleverde vermogen van een roeier met gemiddeld 12.3 %, waarbij er slechts marginale verschillen in onderschatting zijn tussen roeiers en verschillende roeiconditities zoals het aantal slagen per minuut waarmee een roeier roeit. Deze resultaten impliceren dat de standaard methode moet worden gecorrigeerd zodat feedback over het gemiddeld vermogen van een roeier accuraat kan worden bepaald.

In **Hoofdstuk 5** is aangetoond dat, in lijn met de tweede voorwaarde, accurate directe feedback over het geleverde vermogen roeiers in meermansboten in staat stelt om veel beter te voldoen aan een — door de coach opgelegd — vermogen dan traditionele feedback zoals de snelheid van de boot en het slagtempo. Op basis van resultaten van eerdere leerstudies (e.g. [62, 63, 79, 97]) en het toenemende gebruik van vermogensmeters in het wielrennen, werd a priori al verwacht dat een roeier in een skiff (een eenmansboot) in staat is om zijn of haar geleverde vermogen aan te passen op basis van feedback over vermogen. Het was echter onduidelijk of dit ook gold voor roeiers in meermansboten omdat zij hun bewegingen moeten aanpassen aan de bewegingen van de andere roeiers in de boot. Nu is gebleken dat zelfs roeiers met beperkte bewegingsvrijheid baat hebben bij feedback over vermogen, kan worden geconcludeerd dat vermogensfeedback helpt om trainingsintensiteit te controleren.

De vermogensbalans laat echter zien dat niet alleen het gemiddeld geleverde vermogen een belangrijke variabele is om roeiprestatie te verklaren. De roeiprestatie hangt ook af van vermogensverliezen die niet zijn gerelateerd aan de gemiddelde snelheid van de boot. Het vermogensverlies door snelheidsfluctuaties van de boot kan relatief eenvoudig worden berekend [17, 33]. A priori aan dit onderzoek was het echter onzeker of feedback over dit vermogensverlies roeiers in staat stelt dit vermogensverlies ook te reduceren. Resultaten van een feedbackstudie (**Hoofdstuk 6**) waarin roeiers directe audio-visuele feedback kregen over het vermogensverlies door snelheidsfluctuaties van de boot suggereren dat deze vorm van feedback niet effectief is. Daarom is de voorlopige conclusie

dat deze vorm van feedback niet kan worden gebruikt om vermogensverlies door snelheidsfluctuaties van de boot te verminderen en dus roeiprestaties te verbeteren.

Een groter deel van het gemiddeld vermogen van een roeier gaat echter verloren doordat de roeier water in beweging zet tijdens de afzet. Geschat wordt dat dit meer dan 20 % van het totaal door de roeier geleverde vermogen is [2, 34, 36, 51]. Deze schatting is echter niet nauwkeurig door een aantal irrealistische aannames. Zo wordt in eerdere modellen aangenomen (1) dat het water alleen kracht levert op het blad in loodrechte richting van het blad, (2) dat het aangrijpingspunt van de waterkracht gefixeerd is in het midden van het blad, en (3) dat de riem niet buigt tijdens het roeien. In **Hoofdstuk 7** van deze dissertatie is een nieuw model gepresenteerd dat niet afhangt van de laatste twee aannames. De methode bestaat uit drie paren rekstroken op de schacht van de riem die elk het lokale buigmoment van de riem meten. Met een stelsel van drie bijhorende momentsvergelijkingen kan de loodrechte krachtcomponent en het bijhorende aangrijpingspunt goed worden teruggeschat. De kleinere maar relevante parallelle krachtcomponent kan met deze methode echter niet accuraat worden herleid. Daarvoor is een andere methode nodig. Ook zal toekomstig onderzoek moeten aantonen of roeiers in staat zijn om op basis van feedback over vermogensverlies rondom het blad dit vermogensverlies te reduceren en roeiprestatie te verbeteren.

Kortom, het doel van deze dissertatie was het ontwikkelen en evalueren van methoden en technieken die bijdragen aan enerzijds het beter inzichtelijk maken van de roeiprestatie en anderzijds het verbeteren van deze prestatie. Uit een mechanische analyse bleek dat het mechanisch geleverde vermogen van een roeier en de — niet aan de snelheid van de boot gerelateerde — vermogensverliezen belangrijke determinanten zijn voor de roeiprestatie. In deze thesis werd aangetoond dat alle variabelen accuraat kunnen worden bepaald. Daarnaast werd aangetoond dat feedback over vermogensverlies door snelheidsfluctuaties niet effectief is, maar dat roeiers *wel* veel baat hebben bij accurate feedback over hun geleverd vermogen. De meest belangrijke implicatie voor de roeipraktijk die volgt uit deze resultaten is dat accurate feedback over geleverd vermogen van een roeier roeiers veel beter helpt om hun trainingsintensiteit te controleren dan feedback over bootsnelheid en slagtempo. Beter controleren van trainingsintensiteit helpt roeiers -op de lange termijn- naar alle waarschijnlijkheid beter hun fysieke capaciteiten te vergroten en hun roeiprestaties te verbeteren.