Gebruik van vermogensmeters binnen het wielrennen en triatlon: zin of onzin?

Richtlijnen voor het trainen met vermogensmeters

AUTEURS MEEUSEN R.

REDACTEUR BLOEMEN D.

INSTITUUT *KU Leuven, Departement Bewegingswetenschappen, Onderzoeksgroep Fysieke Activiteit, Sport & Gezondheid*

ABSTRACT

Het voorbije decenium kende het gebruik van vermogensmeters een ware opmars in de sportwereld. Afhankelijk van de plaatsing van de vermogensmeter, heb je toestellen die de geleverde directe – of indirecte vermogens meten. Deze vermogensmeters zijn, in tegenstelling tot de klassieke hartslagmeter, nauwkeuriger. Als je voor de eerste keer met deze vermogensmeters de deur uitgaat, doe dit dan zonder specifieke trainingen en/of trainingszones uit te voeren. Observeer en wen eerst aan wat er gebeurt, want de cijfers vliegen om je oren. Om deze enorme hoeveelheid aan data te bundelen, zijn er specifieke softwareprogramma's ontwikkeld. Tevens wordt het, op basis van deze software, eenvoudig om specifieke trainingszones af te bakenen. Dit zal ervoor zorgen dat de specificiteit van een training verhoogt, zodat men doelgerichter en specifieker kan trainen. Een vermogensmeter zal nooit 'automatisch' het werk voor je doen. Echter kan een vermogensmeter wel de prestaties optimaliseren, mits het toestel serieus en gestructureerd gebruikt wordt.

Sleutelwoorden: Vermogensmeting, Wielrennen, Triatlon, Power Profile, Critical Power CP, Vermogensmeter, Vermogen

Datum: 01-10-2013

Contactadres: Remko.Meeusen@faber.kuleuven.be
Dries.Bloemen@faber.kuleuven.be

Disclaimer: Het hierna bijgevoegde product mag enkel voor persoonlijk gebruik worden afgehaald. Indien men wenst te dupliceren of te gebruiken in eigen werk, moet de bovenvermelde contactpersoon steeds verwittigd worden. Verder is een correcte bronvermelding altijd verplicht!

Gebruik van vermogensmeters binnen het wielrennen en triatlon: zin of onzin?

Richtlijnen voor het trainen met vermogensmeters

INLEIDING & HISTORIEK

Het voorbije decennium kende het gebruik van vermogensmeters een ware opmars in de sportwereld. Niet alleen topsporters, ook competitieve en recreatieve sporters maken er inmiddels gebruik van. Wielrenners en triatleten trachten voornamelijk hun trainingen en wedstrijden te optimaliseren door een vermogensmeter. Het toestel heeft tal van toepassingen, zo wordt het ondermeer gebruikt als trainingsmiddel, als analysemiddel, als pacingsmiddel, enz.

Vermogensmeting in de context van sport is geen nieuw fenomeen. Sinds de jaren '80 wordt er al onderzoek naar gedaan. De eerste ergometers of indoor vermogensmeters dateren van eind jaren '80. Zo ontwikkelde de Duitse ingenieur Ulrich Schoberer in 1986 de allereerste vermogensmeter die het mechanisch vermogen (P_{mech}) van een fietser kon meten, genaamd: de SRM. Al snel werd de SRM – die nog steeds de gouden standaard binnen vermogensmeting is – dé maatstaaf voor de ontwikkeling en validatie van andere toestellen.

Naast de vermogensmeter wordt in de sportwereld frequent gebruik gemaakt van hartslagmeting. Echter is volgens sommige wetenschappers vermogensmeting nauwkeuriger, eenvoudiger en specifieker dan op hartslag gebaseerde metingen.

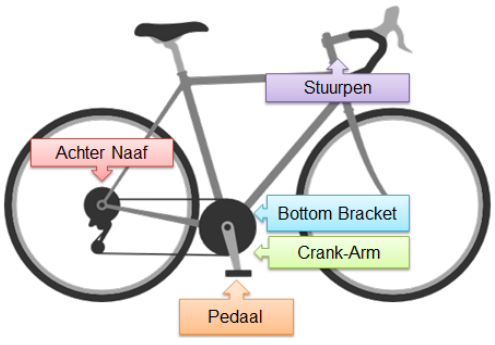
Maar hoe gebruik je dit meetapparaat? Hoe bepaal ik hiermee mijn sterke en zwakke punten? Wat zijn de voordelen, is het noodzakelijk, welke systemen zijn het meest geschikt en wat heb je er nu echt aan? We gaan in dit artikel op zoek naar het antwoord op deze vragen.

SOORTEN SYSTEMEN

Het vermogen is de hoeveelheid arbeid (= kracht verricht per tijdseenheid (seconde)) uitgedrukt in Watt (W). Om een bepaald vermogen te meten, heb je een vermogensmeter nodig. Vermogensmeters meten het mechanische vermogen dat geleverd moet worden om vooruit te komen.

$P_{mechanisch}$ = *Krachtenkoppel (N.m) x Hoeksnelheid (Rad/s)*

Figuur 1. Plaatsing van een vermogensmeter



Er zijn verschillende systemen op de markt die dit mechanisch vermogen op hun eigen specifieke manier meten. Er komen met grote regelmaat van de klok nieuwe merken bij die zeer interessant zijn. QuarQ, CinQo, Power2max, Polar, iBike, Power2Max, Stages, Pioneer, Rotor, Garmin Vector, Polar/Look en Brim Brothers (nog niet verkrijgbaar) zijn relatieve nieuwkomers. Een kort overzicht vind je hieronder:

De moeder van alle vermogensmeters, de **SRM** (Schoberer Rad Messtechnik, Welldorf, Duitsland), maakt gebruik van rekstroken tussen crank en kettingblad. Deze rekstroken zetten het mechanische vermogen om in elektrische signalen die via een sensor naar de fietscomputer worden gestuurd. De betrouwbaarheid van dit toestel hangt af van het type. De validiteit van het 'wetenschappelijk' type is uitstekend (± 0.5%), van het 'professioneel' type is goed (± 2%) en van het 'amateur' type is matig (± 5%).

$P_{mechanisch,\ SRM}$ = *Krachtenkoppel gemeten in de bracket x Cadans (Rpm)*

De **PowerTap** maakt, net als de SRM, gebruik van rekstroken. Het grote verschil met SRM is dat de rekstroken van de PowerTap geïntegreerd zitten in de naaf van het achterwiel. Hier wordt de mechanische vervorming versterkt en omgezet in een digitaal signaal en zo verzonden naar de fietscomputer. De nauwkeurigheid van een PowerTap ligt rond 1,5%. Aangezien je enkel het achterwiel moet vervangen, is dit systeem zeer gebruiksvriendelijk voor sporters met meerdere fietsen.

$P_{mechanisch,\ PowerTap}$ = *Krachtenkoppel gemeten i/d achter wielnaaf x Rotatiesnelheid v/d naaf*

Bij systemen zoals **Ergomo**, wordt het vermogen door een optische sensor in de bracket gemeten. De optische sensor meet de buiging van de trapas als er kracht wordt overgebracht op de linkercrank. Om het totale vermogen te bekomen, wordt het vermogen van het linkerbeen verdubbeld.
Het nadeel hiervan is dat er eigenlijk maar aan één kant wordt gemeten, terwijl het mogelijk is dat één van de twee benen sterker is. Uit onderzoek is gebleken dat bij meer dan 90% van de sporters het krachtsverschil tussen linker- en rechterbeen minder is dan 5%. Volgens onderzoek schommelt de nauwkeurigheid van de Ergomo rond ± 0,5%, hierbij is het krachtverschil niet in acht genomen.

iBike is een buitenbeentje omdat deze niet de opgewerkte krachten meet, maar wel de tegenwerkende krachten, of reactiekrachten. iBike meet indirect de P_{mech} op basis van de windsnelheid. De precisie van de meting is minder nauwkeurig, aangezien er nauwelijks rekening gehouden wordt met de

lichaamspositie van de renner, alsook wordt via een formule (rekening houdende met hellingsgraad, windsnelheid, gewicht van de renner, enz.) de totale weerstand berekend.

Tabel 1. Vergelijking van de meest voorkomende vermogensmeters

	CYCLEOPS POWERTAP	GARMIN VECTOR	KEO/POLAR POWER	POWER2MAX	SRAM QUARQ	SRM	ERGOMO	Ibike
Meting	Directe Krachtmeting							Indirecte Krachtmeting
Plaats van de meting	Achterwiel naaf	Pedalen		Crank			Linker Crank	Stuur
Accuraatheid	+/- 1.5%	+/- 1.5%	+/-2%	+/- 2%	+/- 1-2%	+/- 0,5-2-5%	+/-0,5% + Fout L/R	+/- 3%
Gewicht	315g	175g per pedaal	24g	189g + crank	823g + crank	721-1648g	20g	721-1648
Grootste voordeel	Verwisselbaar tussen fietsen	L/R verschillen, gemakkelijk demonteerbaar	Batterij + L/R verschillen (?)	Kostprijs	Heel duurzaam	Exact	Toepassing voor MTB	Geen limitaties naar fiets of wielkeuze
Grootste nadeel	Beperkte wielkeuze	Lengte van de crankarm is gelimiteerd.	Kostprijs	Auto-Offset, niet afzetbaar	Niet verwisselbaar tussen fietsen	Kostprijs	Alleen linkerbeen wordt gemeten	Indirecte meting
Kostprijs	++	-	--	+	--	---	+	+++

HARTSLAGMETER VS. VERMOGENSMETER

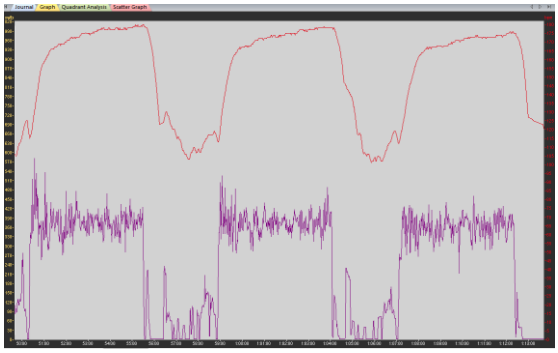
Een hartslagmeter is, net als een vermogensmeter, een handig wedstrijd- en trainingshulpmiddel om prestaties te optimaliseren. Het grootste voordeel van een vermogensmeter tegenover een hartslagmeter is dat een vermogensmeter direct de verandering van geleverde arbeid per tijdseenheid aangeeft op je fietscomputer. Daarentegen heeft je hartslag meer tijd nodig eer deze verandering zichtbaar is. Vooral tijdens korte intervallen – zoals korte sprints en/of korte tempowissels – is het voordeel van een vermogensmeter merkbaar, alsook bij het begin van langere versnellingen, zie onderstaande figuur.

De hartslag wordt bovendien beïnvloed door lichaamstemperatuur, omgevingstemperatuur, mate van vermoeidheid, vochtverlies (mate van dehydratatie), aantal geslapen uren, stressniveau en andere interne en externe factoren. Dit zorgt ervoor dat er frequent een over- of onderestimatie van de intensiteit wordt gemaakt bij hartslagmeting. Dit is echter niet zelden het geval bij vermogensmeting aangezien deze meting quasi onafhankelijk is van bovenstaande factoren. Een vermogensmeter kan, met andere woorden, de intensiteit van inspanning exacter en nauwkeuriger aangeven.

Tot slot zijn vermogensmeters nauwkeuriger dan hartslagmeters. Volgens onderzoek hebben vermogensmeters een afwijking rond

1%, bij hartslagmeters ligt deze afwijking hoger, tussen 4 en 5%.

Figuur 2. Vergelijking hartslag (rood) – vermogen (paars) bij langere intervallen.



TRAINING

Een vermogensmeter biedt tal van trainingsmogelijkheden. Bij een vermogensmeting wordt het vermogen gekoppeld aan hartslag, trapfrequentie en snelheid. Dit geeft een voordeel bij intervaltrainingen, aangezien de intensiteit van een inspanning direct zichtbaar is op je fietscomputer. Tevens geeft een vermogensmeter een tot op de seconde gedetailleerde weergave van je inspanning. Vermogensmeting kan zo de trainingsintensiteit exact en objectief bepalen en elimineert het 'giswerk'.

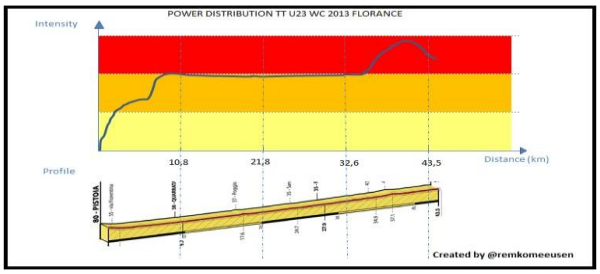
Een eerste keer

Als je voor de eerste keer met een vermogensmeter de deur uitgaat, doe dit dan zonder specifieke trainingen en/of trainingszones. Observeer en wen eerst aan wat er gebeurt, want de cijfers vliegen om je oren. Waar hartslag relatief constant blijft, verandert het vermogen frequenter. Wind, wijzigingen in het parcours, versnellingen en dergelijke zorgen ervoor dat het vermogen constant verandert. Daarom is het belangrijk om deze veranderingen aan te voelen en jezelf aan te leren om te anticiperen op plotse veranderingen.

Pacing

Tijdens tijdritten en intervaltrainingen is pacing, of het indelen van een inspanning, cruciaal indien je jezelf niet meteen wilt 'opblazen'. Met vermogenszones kan je duidelijk zones en/of bovengrenzen afspreken, waar je niet mag overgaan. Een dergelijk plafond, of bovengrens, zorgt ervoor dat je het energieverbruik kan verdelen over een wedstrijd, zodat er ook in latere fases van een wedstrijd nog voldoende energie beschikbaar is. Tevens is een vermogensmeter ook nuttig bij een onbekend of heuvelachtig parcours. Een vermogensmeter kan ervoor zorgen dat je steeds aan de juiste intensiteit kan rijden, op verscheidene wegen en profielen. Onderstaande figuur is een voorbeeld van een pacing-strategie voor van het WK tijdrijden voor beloften in Firenze, 2013. Hierbij kan de intensiteit uitgedrukt worden in vermogen, waarbij je welbepaalde zones afbakent, zodat de renner over heel de rit maximaal zijn capaciteiten kan benutten.

Figuur 3. Pacing-strategie op het tijdrijden voor beloften in Firenze, 2013.



Tevens kan je een vermogensmeter ook gebruiken om specifieke vermogens te fietsen op een indoortrainer. Dit zorgt er voor dat je krachtblokken en intervallen nauwkeuriger kan uitvoeren, zonder last te hebben van externe invloeden, zoals wind en verkeer.

Een optimaal interval

Nog een voordeel is dat je met een vermogensmeter nauwkeuriger het einde van een intervalreeks kan bepalen. Onderstaande tabel is gebaseerd op meer dan 3000 trainingsanalyses, waarbij telkens het rendement van een training uitgezet werd ten opzichte van het verlies in vermogen. Deze tabel toont aan vanaf welk verschil in gemiddeld vermogen – uitgedrukt in % – men het best stopt. Zo is het mogelijk om na te gaan of een atleet nog steeds fris genoeg is na een derde herhaling om een volgende inspanning uit te voeren.

Tabel 1. 'Wanneer een interval stoppen', volgens Hunter Allen en Andrew Coggan.

INT. STOP	Wanneer stoppen ?
Interval	**Gem. Daling in Vermogen**
20 min	3-5%
10 min	4-5%
5 min	5-7%
3 min	8-9%
2 min	10-12%
1min	10-12%
30 sec	12-15%
15 sec	10-15%

TESTEN & TRAININGSZONES

Het trainen met afgebakende trainingszones zorgt ervoor dat de specificiteit van een training verhoogt. Zoals eerder besproken verhoogt hiermee ook het prestatievermogen van een atleet. Vanuit een specifieke inspanningstest, zowel in het labo als op het veld, kan je trainingszones afbakenen. De bepaling van deze trainingszones kan je op verschillende manieren doen:

Labotesten

Labotesten, uitgevoerd op een ergometer, zijn een ideale methode om trainingszones exact te bepalen. Omdat deze testen uitgevoerd worden in een gestandaardiseerde omgeving (18°C, 50% luchtvochtigheid, zeeniveau), is het eenvoudig om deze resultaten doorheen de jaren met elkaar te vergelijken. Deze testen worden – meestal – onder de vorm van een progressieve opbouwende test uitgevoerd, waarbij men tot uitputting gaat. Op basis van

lactaat, hartslag en vermogen worden specifieke trainingszones afgebakend. Deze zones zijn gebaseerd op drie berekende parameters: allereerst de vetdrempel of aerobe drempel, ten tweede het omslagpunt of anaerobe drempel, en ten derde de maximale waarde.

Veldtesten

Naast labotesten zijn veldtesten, uitgevoerd op de weg of in het veld, een ideale methode om trainingszones – die bepaald werden in het labo – te testen en te fine-tunen. Omdat deze testen uitgevoerd worden in een niet gestandaardiseerde omgeving, zijn vergelijkingen met voorgaande testen minder accuraat. Evenals de labotesten worden deze testen ook progressief opbouwend uitgevoerd, waarbij men ook tot uitputting gaat. Op het einde van iedere herhaling, kijkt men de hartslag na en controleert men het lactaat. Op basis van lactaat, hartslag en vermogen (dat achteraf geanalyseerd wordt) worden specifieke trainingszones afgebakend. Belangrijk is wel dat deze test uitgevoerd wordt op een helling (4-7%) van minstens acht minuten en dat de vermogensmeter goed gekalibreerd is.

FUNCTIONAL TRESHOLD POWER, FTP

Hunter Allen en Andrew Coggan hebben hun eigen methode ontwikkeld om trainingszones te bepalen. Ze gebruiken hiervoor de FTP, of Functional Treshold Power. FTP kan men bekomen door het gemiddeld vermogen na te gaan over een periode van 40-60 minuten, bijvoorbeeld: tijdens een vlakke tijdrit. In de praktijk wordt dit meestal gemeten door 20 min 'ALL OUT' te gaan en nadien 95% te nemen van het maximaal gemiddelde vermogen over 20 min, CP_{20}:

$$FTP \approx 0{,}95 \times CP_{20}$$

Doordat de 'all out' inspanningen slechts 20 minuten duren, kan er regelmatiger getest worden en creëer je een hogere kwaliteit van de meting. Door deze test regelmatig te herhalen, kan je een renner doorheen een seizoen of jaren zien evolueren.
Hunter Allen en Andrew Coggan doen dit op basis van onderstaand protocol:

Tabel 3. Testprotocol FTP, Functional Treshold Power volgens Hunter A. en Andrew C.

TEST	Functional Treshold Power		
	Tijd	**Inhoud**	**% van FTP**
W-up	20 min	Rustig Duurtempo	65%
	3 x(1 min - 1 min rust)	Cadansversnellingen >100rpm	-
	5 min	Losfietsen	65%
Kern	5 min	All-out Maximaal	max
	10 min	Losfietsen	65%
	20 min	Tijdrijden, All-out	max
CD	10-15 min	Losfietsen	65%

5 sec 'All-out': Het maximale neuromusculair vermogen, verkrijgt men door de 5 sec 'all-out' inspanningen uit te voeren staande een staande start.
Bv: sprinten over 150-350m.
1min 'All-out': Het maximale anaerobe vermogen, verkrijgt men door 1 min all-out te fietsen
5min 'All-out': Het vermogen bij een maximale zuurstofopname (VO_2max) verkrijgt men door 5 min all-out te rijden
20min 'All-out': De FTP of lactaatdrempel, wordt bepaald door 20 min 'all-out' te fietsen en nadien 95% te nemen van het gemiddeld

Hunter A. & Andrew C., gebruiken de FTP voor de bepaling van trainingszones, zie tabel 4.

Tabel 4. Trainingszones op basis van FTP, volgens Hunter A. & Andrew C.

ZONES	FTP gebasseerde Trainingszones			
Level	**Zone**	**% van FTP**	**Duur van de training***	**Duur van het interval***
1	Actieve Recuperatie	>55%	30-90min	-
2	Uithouding	56-75%	60-300min	-
3	Tempo	76-90%	60-180min	-
4	Lactaat Drempel training, FTP	91-105%	-	8-30min
5	VO_2max	106-120%	-	3-8min
6	Anaerbe Capaciteit	121-150%	-	30sec-3min
7	Neuromusculaire Power	-	-	<30sec

Onderzoeksresultaten naar de accuraatheid van deze methode zijn tot op heden nog niet beschikbaar. Echter raden we toch aan om telkens twee à drie methoden te combineren (labo, veld of FTP-Power-Testen).

Power Profiling

Op basis van een Power-Profile-Analyse kan je de sterke en zwakke punten van een individu ontdekken. Hunter Allen en Andrew Coggan doen dit op basis van onderstaand testprotocol, zie tabel 5. Tracht deze test steeds uit te voeren op een 'quasi' verkeersvrije weg, zodat je niet gestoord wordt door onderbrekingen of stoplichten.

Tabel 5. Testprotocol Power-Profile, volgens Hunter A. & Andrew C.

TEST	Power Profile		
	Tijd	**Inhoud**	**% van FTP**
W-up	+/- 45 min	Rustig Duurtempo	65%
	3 x(1 min - 1 min rust)	Cadansversnellingen >100rpm	80-90%
Kern	5 min	FTP	100%
	3-5 min	Losfietsen	-
	1 min	A-Block, vanuit 5km/u	>150%
	10 min	Losfietsen	-
	5 min	All-out, startend vanaf 30 km/u. Laatste 45 sec sprinten.	115-120%
	10 min	Losfietsen	-
	1 min	A-Block, startend vanaf 30 km/u.	>150%
	5 min	Losfietsen	-
	1 min	A-Block, vanuit 5km/u	>150%
	5 min	Losfietsen	-
	2 x (15 sec - 2min rust)	A-Block, startend vanaf 20 km/u.	max
CD	15 min	Losfietsen	60-70%

Hunter Allen en Andrew Coggan hebben een tabel, zie bijlage 1, ontworpen die gebaseerd zijn op referentiedata (in watt/kg) van wereldtoppers, competitieve - en recreatieve renners. Door het markeren van je eigen resultaten (5 sec, 1 min, 5 min en FTP), kan je jezelf eenvoudig en snel situeren binnen de verschillende categorieën. De kunst hierbij is om bij ieder individu een

uniek patroon te detecteren, om zo eventuele zwaktes op te sporen. Dit maakt het ondermeer mogelijk om een trainingsprogramma te plannen en/of aan te passen op basis van de gedetecteerde sterktes en zwaktes.

Zo wordt het eenvoudig om renners onder te verdelen in verschillende categorieën:

- *All Rounders* scoren op zowel 5 sec, 1 min, 5 min als FTP, even goede waarden. Wanneer je deze waarde markeert, zul je merken dat deze waarden ter hoogte van elkaar liggen. Dit profiel zie je vaak bij beginnende en jonge renners, die zich nog niet gespecialiseerd hebben in een specifieke discipline.
- *Sprinters* scoren heel goed op de 1, 2, 5 sec all-out- waarden. Ze kunnen op een korte tijd heel hoge vermogens creëren. Echter zie je wel een duidelijk verval tussen de 1 en 5 min waarden.
- *Tijdrijders en klimmers* hebben hele hoge FTP waarden. Tevens, zijn ze beduidend zwakker in neuromusculaire 'power' en anaerobe capaciteit, de 1, 2, 5 sec all-out- waarden.

EVALUATIE & ANALYSE

De data die je krijgt met het trainen met een vermogensmeter zijn gigantisch. Daarom zijn de eerste trainingsweken met een vermogensmeter cruciaal om zoveel mogelijk referentiedata te verzamelen. Softwareprogramma's zoals TrainingPeaks, WKO+, SRM Win, Golden Cheetah, IQO2, enz. zorgen ervoor dat deze enorme hoeveelheid aan data gebundeld en geanalyseerd kunnen worden.

Softwareprogramma's geven – ieder op hun manier – een compleet overzicht van trainings- en wedstrijddata. Het laat de resultaten zien vanuit een spierfysiologische kant – het geleverde vermogen – en vanuit de cardiovasculaire kant, de gemeten hartslag. Daarmee zijn deze programma's het middel bij uitstek om inspanningen te kwantificeren en te analyseren. Door het feit dat je een gedetailleerd overzicht krijgt van een trainingsrit, kan het helpen om bepaalde (al dan niet verborgen) werkpunten te ontdekken en zelf op te lossen.

Overzicht van de verschillende analysemogelijkheden

Tijdverdeling: vermogen, hartslag en cadans

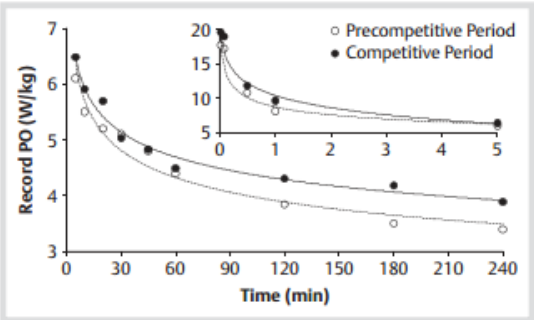
Met softwareprogramma's kan je nagaan wanneer je in welke zone hebt gezeten. Hiermee kan je nagaan hoeveel energie een renner verspilt, door bijvoorbeeld teveel op 'kop' van een wedstrijd te rijden. Hoe meer energie een atleet kan sparen in het begin van een wedstrijd, hoe meer energie hij op het einde zal overhebben.

Daarnaast is uit onderzoek gebleken dat het grootste winpercentage bekomen wordt door renners die 15% van hun totale tijd de benen stilhouden. Indien je kunt nagaan hoeveel en hoelang een renner op de 'trappers' heeft gestaan, kan je feedback geven naar efficiëntie van een renner in functie van zijn prestatie. Dit kan je eenvoudig nagaan door de duur van het geleverde vermogen en de cadans van een renner te analyseren.

Critical Power, CP

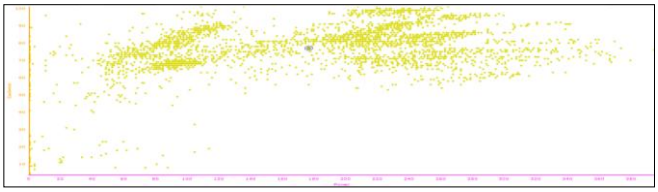
Critical Power (CP), of het maximaal gemiddelde vermogen, is ook een interessante waarde om de evolutie van een atleet te bekijken. Op basis van het maximaal gemiddelde vermogen gedurende 5 sec, 10 sec, 20 sec, 30sec, 1 min, 2 min, 5 min, 10 min, 20 min, 30 min en 60 min, kan je een Critical Power curve, zie figuur 4 creëren. Hiermee kan je verschillende inspanningen ten opzichte van elkaar vergelijken. Zo is het in onderstaande figuur duidelijk dat de desbetreffende atleet een progressie heeft gemaakt.

Figuur 4. Een voorbeeld van een Critical Power Curve



Scatterplots zijn noodzakelijk om verschillende soorten data met elkaar te vergelijken en ten opzichte van elkaar uit te zetten. Hiermee kan je het vermogen uitzetten ten opzichte van hartslag, cadans, duur of afstand. Dit kan bijvoorbeeld handig zijn om na te gaan wat de ideale cadans is bij een specifiek vermogen (zie figuur 5).

Figuur 5. Een voorbeeld van een Scatterplot, Cadans tov Vermogen



Normvermogen, P_N

Indien een fietser 60 min rijdt aan een vermogen van 150 W, en daarna nog 60 min aan 300 W heeft hij 120 minuten gereden met een gemiddeld vermogen van 225 W. Echter kan je deze training niet vergelijken met een training waarbij hij gedurende twee uur aan 250 W rijdt. De reden is dat rijden aan 300 W, veel meer inspanning vraagt dan 150 W. Het gemiddeld vermogen van een training zegt m.a.w. niet veel over de kwaliteit van een training. Het P_N, of normvermogen, houdt rekening met het tijdsinterval van een inspanning, het bijhorend vermogen en de totaaltijd. Hiermee elimineert P_N 'nulwaarden' en kan men effectief nagaan wat het geleverde vermogen is. P_N is daarmee een hoogst

betrouwbare waarde om de intensiteit van een inspanning na te gaan. Gelukkig zijn er software programma's, zoals WKO+, die deze mate van kwaliteit automatisch berekenen.

Intensiteit Factor, IF

In vergelijking met het gemiddeld vermogen, is het normvermogen een nauwkeurigere methode om de intensiteit van een inspanning te bepalen. Echter houdt P_N geen rekening met individuele veranderingen of verschillen tussen individuen. De IF, Intensiteit Factor, doet dit wel aangezien het normvermogen ten opzichte van Functional Treshold Power uitzet.

$$IF = NP/FTP$$

Tabel 6. IF waarden in functie van trainingszone.

IF	IF vergeleken met Tr zone
Zone	**IF waarde**
Actieve Recuperatie	<0.75
Uithouding	0.75-0.85
Tempo	0.85-0.95
Lactaat Drempel training, FTP	0.95-1.05
VO_2max	1.05-1.15
Anaerbe Capaciteit	>1.15
Neuromusculaire Power	>1.15

Training Stress Scores, TSS

TSS, of de Training Stress Score, berekent de interactie tussen volume en intensiteit. Dit is bijvoorbeeld belangrijk om na te gaan of een trainingsvolume verminderd moet worden als de intensiteit stijgt. Onderzoek toont aan dat TSS een predictor kan zijn voor de hoeveelheid glycogeen dat verbruikt wordt bij iedere training.

$$TSS = [(s \times W \times IF) / (FTP \times 3600)] \times 100$$

Hierbij is s de duur in seconden, W het genormaliseerde vermogen (P_N), IF de intensiteit factor, FTP Functional Treshold Power, en 3600 het aantal seconden in één uur.

Tabel 7. TSS waarden in functie van intensiteit.

TSS	TSS vergeleken met vermoeidheid
TSS	**Intensiteit**
<150	Laag
150-300	Gemiddeld
300-450	Hoog
>450	Heel Hoog

Fitheid & Overbelasting

Tevens gaan het aanpassen en herzien van een seizoensgebonden doelen hand-in-hand met vermogenstraining. Meten van de intensiteiten, nagaan van de trainingsbelastingen en het controleren van duur van de inspanning is daarnaast ook cruciaal om overbelasting na te gaan. Onderzoek toont aan dat de kans op overtraining verkleint door analyse van vermogensdata waaruit trainingsstress en intensiteitniveau worden berekend. Software Programma's doen dit door CLT (Chronic Training Load) en ALT (Acute Training Load) te berekenen. Zo kan er een Personal Management Chart gecreëerd worden, waarbij je de belasting en fitheid van een

individu kan nagaan. Zo kan je snel en eenvoudig veranderingen in 'fitheid' en prestatievermogen detecteren tussen een huidige training en dezelfde training in een andere periode van het jaar. Met behulp van softwareprogramma's kan je data vergelijken gedurende een maand, jaar of meerder jaren. Zo wordt het mogelijk om exacte trainingsdoelen te leggen, wat voor een renner motiverend werkt. Zelfs voor renners die al enkele jaren actief zijn, kan deze externe stimulans werken om het onderste uit de kan te halen. Maar ook voor jeugdige renners kan dit interessante toepassingen hebben naar talentdetectie en talentopvolging.

AERODYNAMICA

Door de aerodynamica van een fietser te verbeteren zul je aan een lager vermogen net zo hard of zelfs harder kunnen rijden. Windtunneltesten zijn nog steeds de gouden standaard voor het bepalen van het frontaal oppervlak. Echter kunnen aerodynamische testen met een vermogensmeter helpen bij het verfijnen van de fietspositie. Met een vermogensmeter kan je ondermeer nagaan welke wielen, helmen of frames het meest aerodynamisch zijn. Zo kan je bijvoorbeeld aan het vermogen zien dat er een beduidend verschil zit tussen een normale wielset en een aerodynamische wielset. Afhankelijk of de snelheid toeneemt bij een gelijk vermogen of niet, is een positie al dan niet aerodynamisch. Tracht dit bij voorkeur uit te voeren in een winddichte ruimte (bv. een piste).

TOT SLOT

Zoals blijkt uit dit artikel, zijn vermogensmeters een perfect hulpmiddel voor renners en triatleten. Voor professionele sporters, die het maximale uit hun carrière willen halen, is dit zelfs een onmisbaar instrument. Het is wel niet zo dat het aanschaffen van een vermogensmeter direct betere prestaties levert. Een vermogensmeter kan prestaties optimaliseren, mits het serieus en gestructureerd gebruikt word. De sleutel tot succes zit hem in het correct analyseren van de verschillende inspanningen.

Trainen met een vermogensmeter is dus enkel interessant als je echt aan specifieke zaken wilt werken. Een vermogensmeter zal nooit 'automatisch' het werk voor je doen. Indien je dit zoekt, is het beter om een lichter frame, aerodynamische wielen, enz. te kopen.

Ten slotte moet je ook bereid zijn om er voldoende tijd in te investeren en verstand van zaken te hebben om de resultaten correct te interpreteren. Een ervaren trainer of coach kan in dit geval zeer nuttig zijn.

REFERENTIES

Artikels

Candau R , Grappe F , Menard M , Barbier B , Millet GY , Hoff man MD , Belli A , Rouillon JD . *Simplified deceleration method for assessment of resistive forces in cycling*. Med Sci Sports Exerc 1999; 31: 1441 – 1448.

Ebert TR , Martin DT , McDonald W , Victor J , Plummer J , Withers RT . *Power output during women's World Cup road cycle racing.* Eur J Appl Physiol 2005; 95 : 529 – 536.

Ebert TR , Martin DT , Stephens B , Withers RT . *Power output during a professional men's road-cycling tour*. Int J Sports Physiol Perform 2006; 1: 324 – 335.

Faria EW , Parker DL , Faria IE . *The Science of cycling, physiology and training-Part 1* . Sports Med 2005; 35 : 285 – 312.

Francis JT , Quinn TJ , Amann M , LarocheDP . *Defining intensity domains from the end power of a 3-min all-out cycling test* . Med Sci Sports Exerc 2010; 42 : 1769 – 1775.

GardnerAS , Stephens S , MartinDT , Lawton E , Lee H , JenkinsD . *Accuracy of SRM and Powertap monitoring systems for bicycling* . Med Sci Sports Exerc 2004; 36 : 1252 – 1258.

Harriss DJ , Atkinson G . *Update – Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research* . Int J Sports Med 2011; 32 : 819 – 821.

JonesAM , VanhataloA , BurnleyM , MortonRH , PooleDC . *Critical Power: Implications for determination of VO 2 max and exercise tolerance* .Med Sci Sports Exerc 2010; 42 : 1876 – 1890.

Monod H , Scherrer J . *The work capacity of synergy muscular groups* . Ergonomics 1965; 8 : 329 – 338.

Moritani T , Nagata A , Devries HA , Muro M . *Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold* . Ergonomics 1981; 24 : 339 – 350.

Morton RH , Hodgson DJ . *The relationship between power output and endurance: a brief review* . Eur J Appl Physiol 1996; 73 : 491 – 502.

Pinot J , Grappe F . *The power profile to determine the physical capacities of the cyclist* . Comput Meth Biomech Biomed Eng 2010; 13 : 103 – 104.

Quod MJ , Martin DT , Martin JC , Laursen PB . *The power profile predicts Road Cycling MMP* . Int J Sports Med 2010; 31 : 397 – 401.

Sallet P, Mathieu R , Fenech G , Baverel G . *Physiological differences of elite and professional road cyclists related to competition level and rider specialization* . J Sports Med Phys Fitness 2006; 46 : 361 – 365.

Sassi A , Impellizzeri M , Morelli A , Menaspa P , Rampinini E . *Seasonal changes in aerobic fitness indices in elite cyclists* . Appl Physiol Nutr Metab 2008; 33: 735 – 742.

21 Vanhatalo A , Jones MJ , Burnley M . *Application of Critical Power in Sport* . Int J Sports Physiol Perform 2011; 6 : 128 – 136.

Boeken

Puissance etPerformance en Cyclisme, Fred Grappe.

Training and Racing with a power meter, Hunter Allen; Andrew Coggan.

Bijlage 1: Referentiewaarden Power-Profile-Analyse volgens Andrew Coggan & Hunter Allen, een indeling voor het 'profileren' van renners.

REFERENTIE TABEL	MAXIMAL POWER OUTPUT (W/KG)							
	Men				Women			
	5 s	1 min	5 min	FTP	5 s	1 min	5 min	FTP
	24,04	11,50	7,60	6,40	19,42	9,29	6,61	5,69
	23,77	11,39	7,50	6,31	19,20	9,20	6,52	5,61
	23,50	11,27	7,39	6,22	18,99	9,11	6,42	5,53
	23,22	11,16	7,29	6,13	18,77	9,02	6,33	5,44
World class	22,95	11,04	7,19	6,04	18,56	8,93	6,24	5,36
(e.g., international pro)	22,68	10,93	7,08	5,96	18,34	8,84	6,15	5,28
	22,41	10,81	6,98	5,87	18,13	8,75	6,05	5,20
	22,14	10,70	6,88	5,78	17,91	8,66	5,96	5,12
	21,86	10,58	6,77	5,69	17,70	8,56	5,87	5,03
	21,59	10,47	6,67	5,60	17,48	8,47	5,78	4,95
Exceptional	21,32	10,35	6,57	5,51	17,26	8,38	5,68	4,87
(e.g., domestic pro)	21,05	10,24	6,46	5,42	17,05	8,29	5,59	4,79
	20,78	10,12	6,36	5,33	16,83	8,20	5,50	4,70
	20,51	10,01	6,26	5,24	16,62	8,11	5,41	4,62
	20,23	9,89	6,15	5,15	16,40	8,02	5,31	4,54
	19,96	9,78	6,05	5,07	16,19	7,93	5,22	4,46
Excellent	19,69	9,66	5,95	4,98	15,97	7,84	5,13	4,38
(e.g., cat. 1)	19,42	9,55	5,84	4,89	15,76	7,75	5,04	4,29
	19,15	9,43	5,74	4,80	15,54	7,66	4,94	4,21
	18,87	9,32	5,64	4,71	15,32	7,57	4,85	4,13
	18,60	9,20	5,53	4,62	15,11	7,48	4,76	4,05
	18,33	9,09	5,43	4,53	14,89	7,39	4,67	3,97
Very good	18,06	8,97	5,33	4,44	14,68	7,30	4,57	3,88
(e.g., cat. 2)	17,79	8,86	5,22	4,35	14,46	7,21	4,48	3,80
	17,51	8,74	5,12	4,27	14,25	7,11	4,39	3,72
	17,24	8,63	5,01	4,18	14,03	7,02	4,30	3,64
	16,97	8,51	4,91	4,09	13,82	6,93	4,20	3,55
	16,70	8,40	4,81	4,00	13,60	6,84	4,11	3,47
	16,43	8,28	4,70	3,91	13,39	6,75	4,02	3,39
Good	16,15	8,17	4,60	3,82	13,17	6,66	3,93	3,31
(e.g., cat. 3)	15,88	8,05	4,50	3,73	12,95	6,57	3,83	3,23
	15,61	7,94	4,39	3,64	12,74	6,48	3,74	3,14
	15,34	7,82	4,29	3,55	12,52	6,39	3,65	3,06
	15,07	7,71	4,19	3,47	12,31	6,30	3,56	2,98
	14,79	7,59	4,08	3,38	12,09	6,21	3,46	2,90
Moderate	14,52	7,48	3,98	3,29	11,88	6,12	3,37	2,82
(e.g., cat. 4)	14,25	7,36	3,88	3,20	11,66	6,03	3,28	2,73
	13,98	7,25	3,77	3,11	11,45	5,94	3,19	2,65
	13,71	7,13	3,67	3,02	11,23	5,85	3,09	2,57
	13,44	7,02	3,57	2,93	11,01	5,76	3,00	2,49
	13,16	6,90	3,46	2,84	10,80	5,66	2,91	2,40
Fair	12,89	6,79	3,36	2,75	10,58	5,57	2,82	2,32
(e.g., cat. 5)	12,62	6,67	3,26	2,66	10,37	5,48	2,72	2,24
	12,35	6,56	3,15	2,58	10,15	5,39	2,63	2,16
	12,08	6,44	3,05	2,49	9,94	5,30	2,54	2,08
	11,80	6,33	2,95	2,40	9,72	5,21	2,45	1,99
	11,53	6,21	2,84	2,31	9,51	5,12	2,35	1,91
Untrained	11,26	6,10	2,74	2,22	9,29	5,03	2,26	1,83
(e.g., non-racer)	10,99	5,99	2,64	2,13	9,07	4,94	2,17	1,75
	10,72	5,87	2,53	2,04	8,86	4,85	2,07	1,67
	10,44	5,76	2,43	1,95	8,64	4,76	1,98	1,58
	10,17	5,64	2,33	1,86	8,43	4,67	1,89	1,50