

## Hardlopen met **Power!**

### Hardlopen kost energie

In het vorige nummer van avVN magazine lieten we zien wat de verschillen zijn in de diverse hardloopvermogensmeters die langzaam maar zeker hun weg vinden in de atletiekwereld. Hardlopen geeft niet alleen energie, het kost ook energie. Met hardloopvermogensmeters krijgen we veel extra informatie over onze hardloopprestaties. Dat helpt om de training te verbeteren en in wedstrijden alles eruit te halen wat erin zit. Na afloop kan dat helpen bij de evaluatie of we het goed gedaan hebben.

Je hoeft geen natuurkundige te zijn om voordeel te hebben van hardloopvermogensmeters. Als je er dieper in wil duiken is het wel handig om wat meer te weten over een aantal basisbegrippen. In dit artikel voor avVN magazine gaan we daarom in op de begrippen Energie en Vermogen.



### Menselijke motor

Hardlopen kost een bepaalde hoeveelheid energie ( $E$ ), die bij een marathon natuurlijk groter is dan bij een 5 km. Bij het hardlopen maken we gebruik van onze spieren en ons hart-longstelsel. Dit geheel duiden we aan als onze 'menselijke motor'. Die menselijke motor heeft een bepaalde capaciteit, die we het vermogen ( $P$ ) noemen.

Toppers hebben een grotere menselijke motor met een groter vermogen dan gewone mensen en kunnen daarom sneller lopen. De basisrelatie die we daarbij gebruiken is dat je de tijd ( $t$ ) die je kunt halen op een willekeurige afstand kunt berekenen als je weet hoeveel energie ( $E$ ) je verbruikt op die afstand en wat het vermogen ( $P$ ) van je menselijke motor is:

$$t = E/P$$

Voorbeeld voor de marathon:

$$E = 2.961 \text{ kJoule (netto)}$$

$$P = 235 \text{ Watt}$$

$$t = 2.961.000/235 = 12.600 \text{ seconden}$$

$$= 3 \text{ uur } 30 \text{ minuten}$$

De kunst is natuurlijk om de getalswaarden voor E en P te weten. Daarna is het sommetje eenvoudig te maken en kun je je tijd op de marathon (of een willekeurig andere afstand) precies berekenen.

In dit artikel gaan nog even wat nader in op het begrip energie. We geven enkele voorbeelden uit de dagelijkse praktijk en laten zien hoe je ermee kunt rekenen.

### **Energie in ons eten**

In het dagelijks leven kennen we het begrip energie onder meer uit het aantal kilocalorieën (kcal) van ons voedsel. De meeste lezers zullen wel weten dat we dagelijks grofweg zo'n 2.500 kcal consumeren (hoewel Obelix uiteraard heel wat meer eet dan Asterix...). Nu is 1 kcal gelijk aan 4,184 kilojoule (kJ), dus 2.500 kcal komt overeen met 10.460 kJ.

### **Afvallen door de marathon**

Als we die 10.460 kJ even vergelijken met het voorbeeld van de Marathon Man uit onze boeken *Hardlopen met Power!* en *Het Geheim van Hardlopen*, dan zien we dat hij tijdens zijn marathon aanzienlijk minder energie verbruikt dan hij in 1 dag op eet. Om precies te zijn kost zijn marathon  $2.961/10.460 = 28\%$  van zijn dagelijkse energie inname. Je kunt je dus wel voorstellen dat het lopen van een marathon niet direct tot veel gewichtsverlies leidt.

Wel heeft hij waterverlies via het zweten. Dat wel enkele kilo's kan bedragen, maar dit wordt weer snel aangevuld door na afloop van de training of wedstrijd te drinken.

Hoeveel val je dan wel af door de marathon? Dat kun je berekenen als je weet dat ons lichaamsvet een energiewaarde heeft van 9 kcal per gram ofwel 37,6 kJ/g. De Marathon Man zal dus door een marathon in totaal  $2.961/37,6 = 79$  gram vet verliezen. Niet echt een getal dat zwaargewichten zal inspireren om af te gaan vallen door middel van het lopen van een marathon! Uiteraard leidt dagelijkse training op de lange termijn wel degelijk tot een flink en stabiel gewichtsverlies. Overigens gaat afvallen door minder te eten ook niet zo snel, want als je 1 dag helemaal niets zou eten verlies je maar  $10.460/37,6 = 278$  gram vet! Verhalen over snel kilo's kwijt raken door een dieet, zijn dus een fabeltje. Zowel met hardlopen als met een dieet moet je het langere tijd volhouden om echt flink af te vallen!

### **Energie in ons dagelijks leven**

In huis kennen we het energieverbruik vooral als het aantal kilowattuur (kWh) dat we aan elektriciteit gebruiken voor verlichting en huishoudelijke apparaten. Nu is 1 kWh gelijk aan 3.600 kJ,

dus kunnen we stellen dat de energiewaarde van ons dagelijkse eten overeenkomt met  $10.460/3.600 = 2,9$  kWh. Dat is natuurlijk maar weinig, vooral als we bedenken dat 1 kWh circa € 0,25 kost. Voor  $2,9 * 0,25 = € 0,72$  per dag zouden we dus kunnen voorzien in onze dagelijkse energiebehoefte. Heel wat goedkoper dan onze dagelijkse boodschappen. Jammer dat we elektriciteit niet kunnen eten!

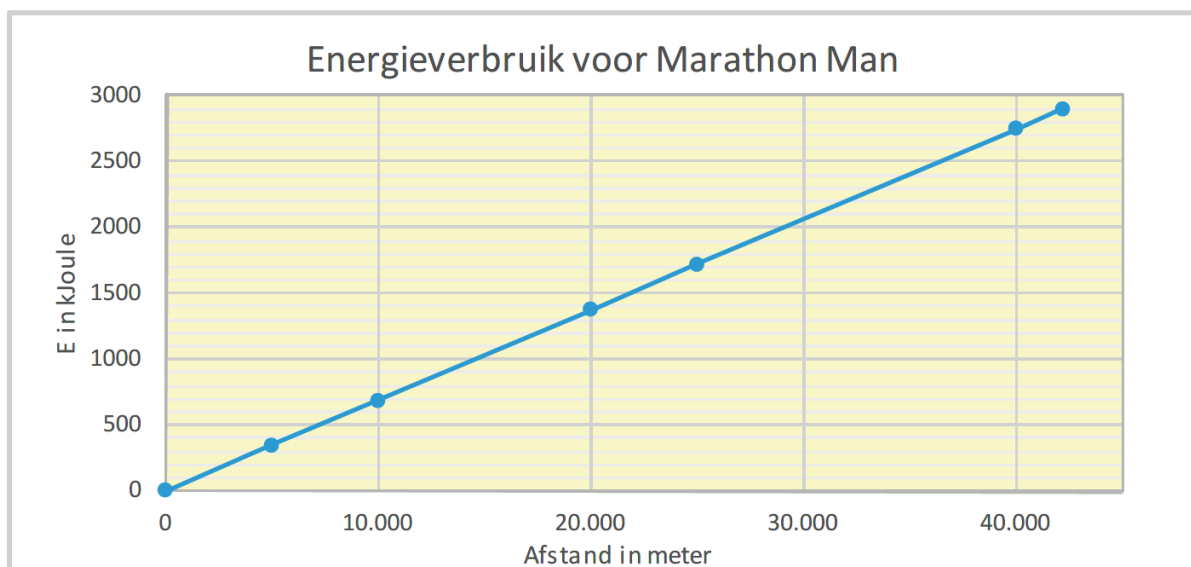
Een ander voorbeeld is het benzineverbruik van onze auto. De energiewaarde van benzine is 28.800 kJ/l. Als we benzine zouden kunnen eten zouden we dus maar  $10.460/28.800 = 0,4$  liter per dag nodig hebben! Met een benzineprijs van € 1,70/liter, zouden we dus met € 0,68 per dag nog goedkoper uit zijn. Dat benzine heel veel energie in zich bergt, kunnen we ook begrijpen als we bedenken dat een tank van 40 liter overeenkomt met  $40 * 28.800 = 1.152.000$  kJ. Dit is evenveel energie als we via ons voedsel binnen krijgen in  $1.152.000/10.460 = 110$  dagen! Zo bezien zijn wij heel wat zuiniger dan de auto!

### Hoeveel energie kost hardlopen?

Het energieverbruik van hardlopen op een vlak parcours en zonder rekening te houden met de luchtweerstand kunnen we benaderen met de formule:

$$E = cmd$$

We weten dat c bij benadering gelijk gesteld kan worden aan 0,981 kJ/kg/km. Het energieverbruik van onze Marathon Man ( $m = 70$  kg) op de marathon ( $d = 42,195$  km) bedraagt dus volgens deze formule  $0,981 * 70 * 42,195 = 2.898$  kJ. Dit getal is iets lager dan het voorbeeld in de bovenstaande box omdat we daarbij wel rekening gehouden hebben met de luchtweerstand. In de figuur zie je het energieverbruik (zonder luchtweerstand) bij verschillende afstanden.



Hoe ver moet je nu lopen om 1 kilo af te vallen? Dat kunnen we eenvoudig berekenen. 1 kg lichaamsvet komt immers overeen met 37.600 kJ. Om dat te verbranden bij het hardlopen moet onze Marathon Man dus  $d = E/cm = 37600/(0,981 * 70) = 548$  km hardlopen! Dat lijkt heel wat, maar met regelmatige training bereik je dat natuurlijk wel en zul je dus inderdaad afvallen (als je tenminste niet tegelijkertijd meer gaat eten).

### Hardlopen naar vermogen

Hardlopen kost energie. Energie kun je dus vergelijken met een brandstoftank. Het zegt iets over hoe lang je het kunt volhouden met de energievoorraad in je lichaam en wat je onderweg kunt bijeten. Het begrip Vermogen is hier onlosmakelijk aan verbonden. Hoe hard je kunt hardlopen hangt samen

met het vermogen van je menselijke motor. Je kunt dit heel goed vergelijken met bijvoorbeeld de motor van een auto. Een automotor met een groot vermogen rijdt sneller dan met een kleine motor. Hoe ver de auto kan rijden hangt af van de inhoud van de brandstoftank. Bij het hardlopen maken we gebruik van onze spieren en ons hart-longsysteem. Dit geheel duiden we aan als onze 'menselijke motor'. Met name het glycogeen (uit koolhydraten) in je spieren, bloed en lever kun je als midden- en langeafstandloper beschouwen als je brandstoftank.

### **Het gemiddelde vermogen van de menselijke motor**

Dit kunnen we eenvoudig uitrekenen door de dagelijkse energie inname met ons voedsel ( $E = 10.460$  kJ) te delen door het aantal seconden in 1 dag ( $t = 86.400$  sec) met als resultaat een gemiddeld vermogen  $P$  van 121 Watt, dus een flinke (ouderwetse) gloeilamp.

We moeten hierbij nog bedenken dat dit slechts een theoretische berekening is van het 'thermische' vermogen. In werkelijkheid moeten we bij het sporten nog rekening houden met het spierrendement, dat maar circa 25% is. Het gemiddelde 'mechanische' vermogen bedraagt dus slechts  $121 * 0,25 = 30$  Watt. Uiteraard zijn we wel prima in staat om gedurende korte tijd veel meer vermogen te leveren. Zo trapte Chris Froome in de Tour de France tijdens de beklimming van de Alpe d'Huez gedurende 39 minuten een gemiddeld vermogen van 415 Watt. Hoeveel of liever hoe weinig 30 Watt waard is, kunnen we begrijpen als we ons voorstellen dat we met een hometrainer elektriciteit zouden willen opwekken. Als we een hele dag (8 uur) 30 Watt zouden trappen, levert dat  $8 * 30 / 1000 = 0,24$  kWh aan elektriciteit op, ofwel € 0,06!

### **Het vermogen van een auto**

De vermogens van moderne auto's kunnen tegenwoordig makkelijk 100 pk bedragen of 73.600 Watt (73,6 kW). Eerder in dit artikel zagen dat de inhoud van een tank benzine van 40 liter overeenkomt met een hoeveelheid energie  $E$  van 1.152.000 kJ, kunnen we uitrekenen dat de tank leeg is na  $t = E/P = 1.152.000 / 73.600 = 15,65$  uur rijden op maximaal vermogen.

### **Wat voor tijden kun je halen met hardlopen?**

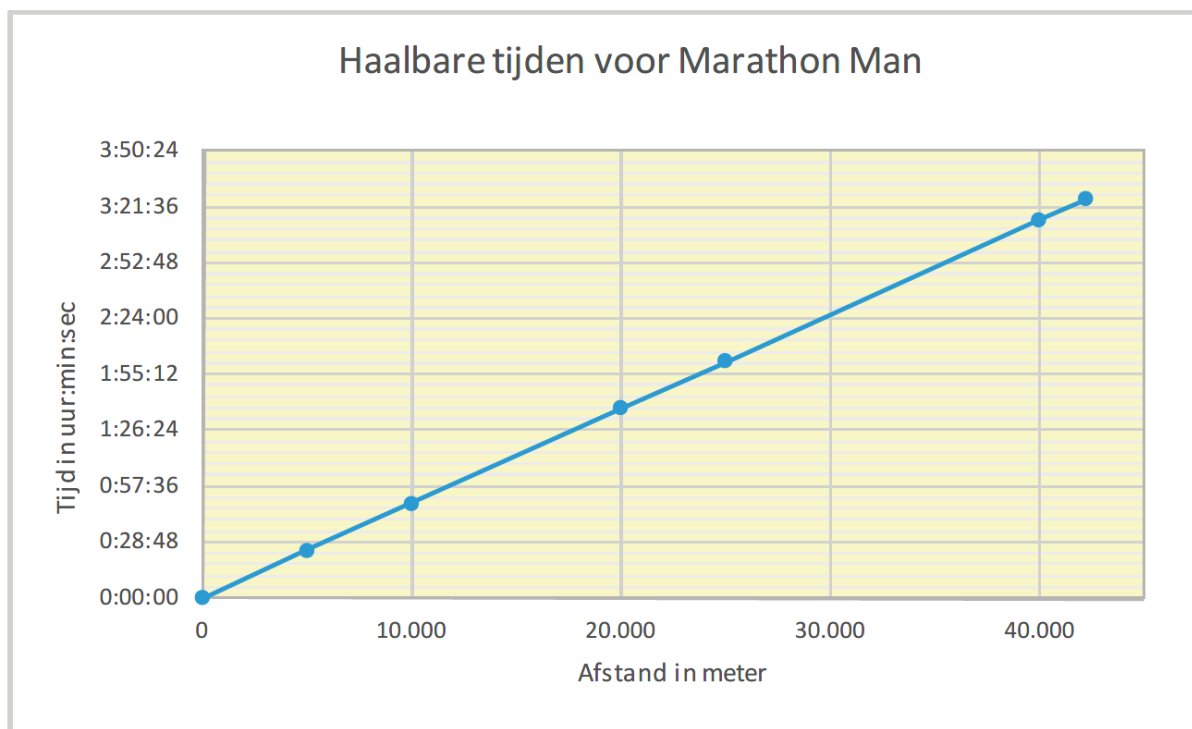
We lieten in dit artikel zien dat je het energieverbruik van hardlopen op een vlak parcours kunt benaderen met de formule:

$$E = cmd$$

In de deze formule is  $d$  de afstand in kilometers,  $m$  is het gewicht van de hardloper in kg, en  $c$  is het specifiek energieverbruik. Deze  $c$  staat ook wel bekend als ECOR, de Energy Cost of Running, oftewel de hoeveelheid energie die je hardlopend per kilometer verbruikt. Je voelt al dat die  $c$  dus afhankelijk is van de ondergrond, zoals de atletiekbaan, asfalt, bosgrond, en mul zand. Voor onze Marathon Man geldt dus dat zijn energieverbruik gelijk is aan  $0,981 * 70 * 1 = 68,7$  kJ per km ( $c = 0,981$  (voor asfalt),  $m = 70$  kg). Als we nu het vermogen  $P$  van onze Marathon Man weten, kunnen we uitrekenen wat voor tijd hij kan lopen op de verschillende afstanden met de formule:

$$t = E/P$$

In dit artikel stellen we voor het gemak dat zijn vermogen constant is en gelijk aan 235 Watt. Met deze aanname kunnen we berekenen dat de Marathon Man een kilometertijd kan lopen van  $68.700 / 235 = 292$  seconden (4 minuut 52 seconden per kilometer). In de onderstaande grafiek is weergegeven wat voor tijden dan haalbaar zouden zijn op de verschillende afstanden.



Bij de grafiek plaatsen we voor de volledigheid 2 kanttekeningen:

1. We hebben hierbij nog geen rekening gehouden met de luchtweerstand. Het effect hiervan is klein, maar niet verwaarloosbaar.
2. In werkelijkheid is het vermogen niet constant, maar afhankelijk van de afstand. Hierdoor kun je op de korte afstand sneller lopen dan op de lange afstand.

In ons boek *Hardlopen met Power!* worden deze aspecten uitgelegd en wel volledig meegenomen.

*Op ons YouTube kanaal *The Secret of Running* kun je veel bekijken*  
<https://www.youtube.com/channel/UCZD6RjE9d17TsXpB-TDCCrg>

*Je kunt het effect van alle factoren op je prestaties nalezen in ons boek*  
***Hardlopen met Power!***

*Het boek luidt een revolutie in op hardloopgebied. Het boek legt de achtergronden en voordelen uit van hardloopvermogensmeters, die momenteel op de markt verschijnen. Net als wielrenners, kunnen hardlopers nu ook hun prestaties in de training en in de wedstrijd optimaliseren met de extra informatie van hun wattage! Van de schrijvers van *Het Geheim van Hardlopen*.*

*De ISBN nummers zijn:*  
*paperback 978-90-821069-7-8*  
*e-book (ePub3) 978-90-821069-8-5*  
*e-book (Adobe DRM pdf) 978-90-821069-9-2*  
***Hans van Dijk en Ron van Megen***  
[www.hardlopenmetpower.nl](http://www.hardlopenmetpower.nl)