

# Sporttechnisch

**Heb jij ook al opgemerkt dat sommige sporters meteen na hun start twee meter voorsprong hebben op hun tegenstanders? In de reddingssport is de starthouding van cruciaal belang voor een succesvol begin van de wedstrijd. Hoe korter de afstand van de proef, hoe groter de invloed van de start. Inzicht in de biomechanische principes die bij het starten een rol spelen, kan de trainer en de sporter helpen om geen tijd te verliezen.**

## 3, 2, 1... START!

Bij een start vanuit stilstand is een zo groot mogelijke versnelling noodzakelijk. De starthouding is daarbij essentieel. In deze houding moet vanaf het startsignaal een zo groot mogelijke propulsiekracht in de horizontale bewegingsrichting worden gegenereerd. In dit artikel worden de parameters behandeld die van invloed zijn op de propulsiekracht tijdens de eerste afzet bij het zwemmen en de atletieksprint.

### De zwemstart

Bij de zwemstart is het van groot belang om bij de afzet vanaf de startblok een grote horizontale snelheid te kunnen ontwikkelen. Er worden grofweg twee zwemstarttechnieken van elkaar onderscheiden:

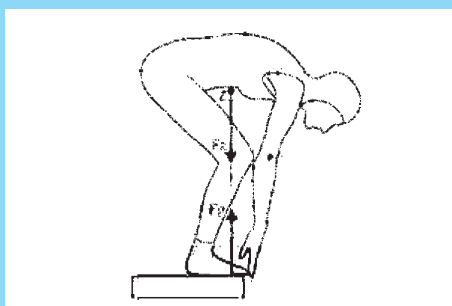
1. met beide voeten naast elkaar en
2. met één voet voor en één voet achter.

Beide startposities worden hieronder bekeken en met elkaar vergeleken.

#### 1. Beide voeten naast elkaar

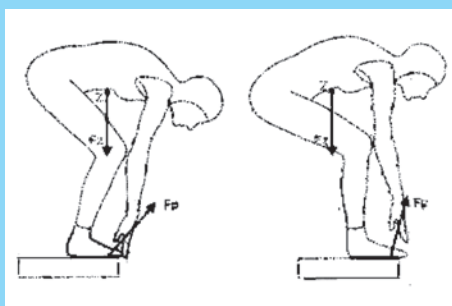
Beide voeten staan naast elkaar en het lichaamszwaartepunt ligt zoveel mogelijk ventraal in het steunvlak van beide voeten.

In de uitgangshouding (figuur 3)



figuur 3

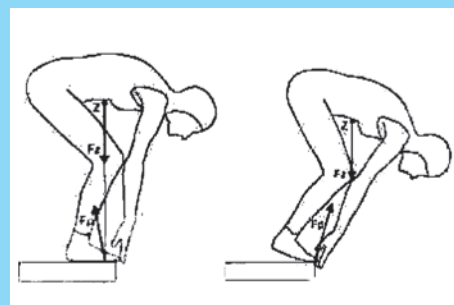
is vooreerst een afzetkracht voorwaarts gewenst. De zwemmer wil immers het water in. In deze positie doet een ventraal gerichte kracht (figuur 4) het lichaam echter naar



figuur 4-5

achterkantelen (figuur 5). Precies het tegenovergestelde van wat de zwemmer wil. Om vanuit deze positie goed te kunnen starten, moet het lichaam eerst voorover kantelen. Daarvoor is een tijdelijke dorsale, achter het lichaamszwaartepunt gerichte kracht op de beide voeten noodzakelijk (figuur 6). Een horizontale component is pas te realiseren als het lichaamszwaartepunt zich ventraal van het steunvlak van de voeten bevindt. Dat is pas het geval als het lichaam eerst een stukje voorover gekanteld is. Dit voorover kantelen verloopt traag. Vanuit de startpositie in figuur 3 moet dus geduld worden uitgeoefend. De zwemmer moet zich eerst voorover laten vallen door middel van een achterwaarts gerichte kracht (figuur

6), pas daarna kan krachtig horizontaal worden afgezet (figuur 7).



figuur 6-7

Bron: Harry Oonk - Sportgericht 2016/2

**Discussie:** Zonder de vergelijkingen nader uit te werken, kan worden vastgesteld dat de kracht op de voeten in figuur 3 niet anders kan zijn dan een verticale kracht gelijk aan het lichaamsgewicht ( $F_z$ ). De horizontale component is nul. Bij een propulsiekracht groter dan  $F_z$  zou de zwemmer omhoog springen. Een voordeel van de start met beide voeten naast elkaar is dat met beide benen even krachtig kan worden afgezet. Maar de noodzaak om eerst te moeten wachten op een vooroverkanteling maakt dat men toch op zoek is gegaan naar mogelijke alternatieven.



#### 2. Één voet voor en één voet achter

Als een starthouding wordt aangenomen zoals in figuur 8 en het linkerbeen onmiddellijk na het startschot wordt ontlast, dan werkt er alleen op het achterste been een afzet-

kracht. Deze afzetkracht moet ongeveer door het lichaamszwaartepunt



figuur 8

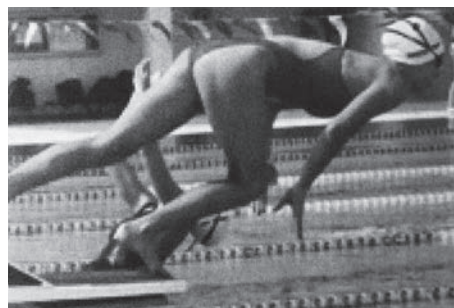
gaan en heeft dus een horizontale component, waardoor onmiddellijk na het startsignaal een horizontale versnelling kan worden gerealiseerd. Meteen na het startsignaal worden beide armen voorwaarts gezwaaid. Deze massaverplaatsing levert samen met het strekken van de heup, de knie en de enkel van het achterste been een afzetkracht op het achterste been die ongeveer door het lichaamszwaartepunt Z gericht moet zijn. Het lichaam komt in de eerste afzet iets omhoog en naar voren, maar het roteert niet ten opzichte van het lichaamszwaartepunt. Dit betekent dat de som van de krachten in de x-richting niet nul is, maar gelijk aan de massa van de zwemmer maal de versnelling in de x-richting. De som van de krachten in de y-richting is klein omdat het lichaam slechts weinig omhoog verplaatst wordt.

Je kan zelf de benodigde getallen voor de oplossing kiezen en de maximale afzetkracht berekenen. Stel dat de massa 60 kg bedraagt, dan zijn de resultaten van de berekening als volgt:

$$F_{py} = 600\text{N}, F_{px} = 170\text{N} \text{ en } F_p = 634\text{N}.$$

**Discussie:** Als heup, knie en enkel gestrekt zijn, is het lichaamszwaartepunt inmiddels zodanig gelegen

dat geen contact meer kan worden gemaakt met de achterste voet in punt P. Dit wordt een anatomische beperking genoemd, namelijk het been kan niet langer worden dan op zijn langst. De gewrichten van het voorste been (figuur 9) zijn op dat moment echter nog niet maximaal gestrekt, zodat er nog afzetkracht kan worden gegenereerd. Verder geldt bij deze variant van de zwemstart dat met het achterste been niet harder kan worden afgezet dan de wrijvingscoëfficiënt tussen startblok en voet toelaat. Om dit probleem te ondervangen zijn de regels en de startblok op een zeker moment aangepast. De startblok is schuin aflopend gemaakt en er is een individueel in te stellen afzetbalk door de achterste voet ingevoerd (zie figuur 9).



figuur 9

### 3. Vergelijking van beide technieken

Bij de starttechniek met twee voeten naast elkaar kan enkel met beide voeten tegelijk worden afgezet nadat het lichaam voldoende voorover is gevallen. Deze kantelbeweging verloopt echter traag. Bij de start met één been voor en één been achter wordt maximaal met het achterste been afgezet en vervolgens met het voorste been. Omdat in deze starttechniek onmiddellijk na het startsignaal kan worden afgezet is deze startwijze sneller. Toch komt de startwijze met beide voeten naast elkaar nog steeds voor. Nog niet alle

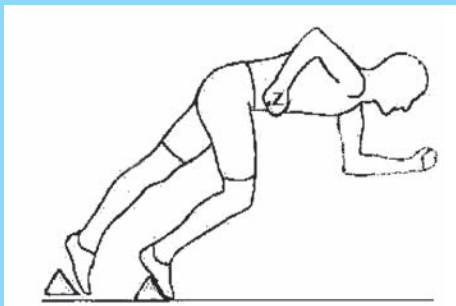
baden zijn uitgerust met de nieuwste startblokken. Het is wel duidelijk dat de startsnelheid vooral wordt bepaald door de horizontale component van de afzetkracht. Een relatief grote horizontale component is pas mogelijk als er een horizontale afstand is tussen het steunvlak van de afzetvoet en het lichaamszwaartepunt. Deze afstand is echter niet willekeurig groter te maken. Er moet steeds voldoende strekking in het afzetbeen mogelijk blijven en daarvoor zijn hoeken in gewrichten nodig.

### De atletiekstart

Bij de 90m Beach sprint wordt gestart met een traditionele atletiekstart. Men kan daarvoor kuilen in het zand graven om een startblok na te bootsen. Die startblok is belangrijk voor de afzet. De wrijvingscoëfficiënt tussen de voet en de startblok moet namelijk voldoende zijn om het wegglijden in de eerste afzet te voorkomen.

Net na het startsignaal komen de vingers los van de grond (figuur 10) zodat daar geen uitwendige krachten meer kunnen heersen. Verder nemen we hier aan dat alle afzetkracht in eerste instantie geleverd wordt door het achterste been zoals dat ook het geval is bij de zwemstart. Daar het hele lichaam niet noemenswaardig om het zwaartepunt mag roteren, moet de som van de momenten ten opzichte van het zwaartepunt ongeveer nul zijn. De afzetkracht op het linkerbeen in figuur 10 zal dus ongeveer door het lichaamszwaartepunt moeten lopen. Het lichaam dient vooral te versnellen in de horizontale richting en niet in de verticale richting, zodat de som van de verticale krachten ongeveer nul is. De propulsiekracht  $F_p$  heeft een flecterend moment rond het heupgewricht, nagenoeg geen moment rond het kniegewricht en een dorsaal flec-

terend moment rond het enkelgewricht zodat vooral de heupextenso- ren en de plantaire flexoren in deze fase van de afzet actief zullen zijn.



figuur 10

Je kan zelf de grootte van de propulsi- siekrachten bepalen indien de massa van die persoon 80 kg is en de positie van het lichaam overeenstemt met figuur 10. De resultaten van de bere- kingen zijn dan als volgt:  $F_{py} = F_{pz} = 800\text{N}$ ,  $F_{px} = 957\text{N}$ ,  $F_p = 1247\text{N}$ .

De horizontale component van de propulsi- siekracht ( $F_{px}$ ) is ook hier ver- antwoordelijk voor een voorwaartse versnelling en is gelijk aan  $F_{px} = F_z \cdot a/b$ .

**Discussie:** Omdat bij de atletiekstart met de vingers op de grond kan wor- den gesteund, kan het lichaam na het 'klaar' signaal zodanig worden gepo- sitioneerd dat het lichaamszwaarte- punt ver naar voren ligt, wat gunstig is voor het kunnen ontwikkelen van een grote horizontale component ( $F_{px}$ ) van de afzetkracht.

In de gewrichten van het afzetbeen moet echter voldoende strekmoge- lijkheid zijn om afzetkracht te kun- nen genereren. Indien de startblok dicht bij de startlijn staat, is de momentsarm  $a$  klein (en dus  $F_{px}$  klein) en ongunstig, maar zijn de gewrichtshoeken van de heup, enkel en knie zodanig dat een gunstige lange eerste afzet mogelijk is.

Voor een optimale start zijn dus tegengestelde eisen. Dit betekent dat er voor de afstand van de start- blok ten opzichte van de startlijn een individuele optimale positie zal zijn. Hierbij kan nog worden opgemerkt dat, bij zeer kleine hoeken in de heup en knie, de spieren die verantwoor- delijk zijn voor het strekken van de gewrichten van het been, worden aangesproken in een relatief ongun- stig traject van het lengte spannings- diagram.

#### Conclusie:

Met de start kan je al belangrijke meters winnen maar dat kan alleen

als er op getraind wordt. Bij de zwemstart is de positie met één been voor en één been achter sneller qua reactietijd en daardoor ook beter bij de moderne startblokken. Ook met zwemvliezen is deze startpositie bij- zonder effectief.

Bij de start met beide voeten naast elkaar heeft de zwemmer meer grip en deze kan dus het best gebruikt worden op gladde of vlakke start- blokken. De zwemmer is iets later van de startblok maar kan wel iets harder afstoten. Bij moderne start- blokken weegt het krachtiger afsto- ten niet op tegen de winst in start- snelheid.

#### Symbolen en gegevens:

- A aangrijpingspunt van de propulsi- siekracht  $F_p$  met componenten  $F_{px}$  en  $F_{py}$
- Z zwaartepunt van het hele lichaam
- M massa van de sporter
- $F_z$  zwaartekracht van het hele lichaam ( $F_z = M \times 10$ )
- $a$  momentsarm van  $F_{py}$  tov Z ( $a = 44\text{ cm}$ )
- $b$  momentsarm van  $F_{px}$  tov Z ( $b = 92\text{ cm}$ )
- $a_x$  versnelling in de richting  $x$

#### Vergelijkingen en berekeningen:

De vergelijkingen zien er als volgt uit:

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = m \cdot a_x &\rightarrow + F_{px} = m \cdot a_x \\ \Sigma F_y = 0 &\rightarrow + F_{py} - F_z = 0 \\ \Sigma M_z = 0 &\rightarrow + F_{px} \cdot b - F_{py} \cdot a = 0 \end{aligned}$$

De verticale component van de afzetkracht moet volgens de vergelijking (2) gelijk zijn aan het lichaamsgewicht:  $F_{py} = 600\text{N}$ . De sporter wil in de gekozen startpositie uiteindelijk een zo groot mogelijke horizontale afzetkracht  $F_{px}$  genereren en niet omhoog springen. De momentver- gelijkning (3) levert direct een oplossing voor deze component van de afzetkracht:

$$\rightarrow F_{px} = F_{py} \cdot b/a = 600\text{N} \cdot 44/92 = 287\text{N}$$

De resulterende afzetkracht wordt  $F_p = \sqrt{F_{px}^2 + F_{py}^2} = \sqrt{287^2 + 600^2} = 665\text{N}$