

*Steppen is voor kinderen een bekende bewegingsvorm, vooral door de vouwsteps die een aantal jaren geleden populair waren. Dat steppen ook een wedstrijdsport is, met een eigen bond en een landelijke competitie, is minder bekend. Het is een serieuze sport, waarbij de aandrijftechniek van groot belang is. Maar wat is nu de beste techniek? In dit artikel worden verschillende manieren van aandrijven vergeleken.*

## Op zoek naar de winnende steptechniek

**Nadja van der Ende &  
Laurens Sanders**

Naar de invloed van techniektraining op de prestaties bij andere cyclische sporten dan steppen is al onderzoek gedaan. Van der Loo<sup>1</sup> concludeert dat de training op techniek meer aandacht verdient bij hardlopen. Als ondersteuning daarvoor wordt onderzoek van Simon et al.<sup>2</sup> aangehaald. Dit onderzoek wees uit dat de mechanische efficiëntie van de onderzoeksgroep die extra techniektraining had gehad verbeterd was ten opzichte van de controlegroep.

Van Ingen Schenau en Gemser<sup>3</sup> vonden soortgelijke resultaten bij schaatsbeloften (Jong Oranje): de  $VO_2\max$  op de fietsergometer verbeterde door de training nauwelijks, maar de schaatsprestaties werden wel beter. Conclusie was dat de vooruitgang in prestaties wel het gevolg moest zijn van techniekverbetering.

Naar steppen is nog niet veel onderzoek gedaan.

Dit is terug te zien in de uitvoering van de aandrijftechniek. Veel steppers hebben een eigen voorkeur of variant. Bij de meest efficiënte techniek(en) is de fysieke belasting lager en kan er met dezelfde energie sneller worden gestept. Maar welke techniek voldoet het beste aan deze eisen?

### Afzettechnieken

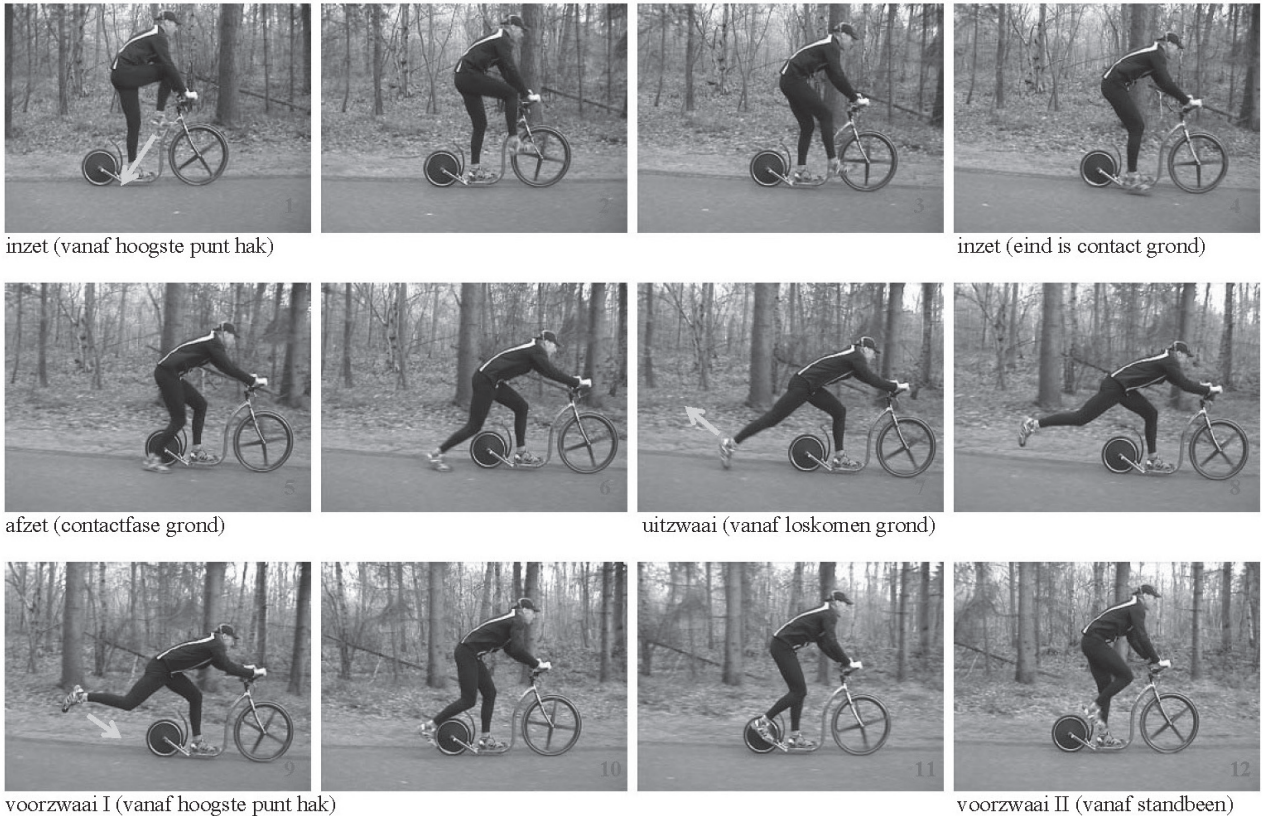
Omdat de stepsport relatief onbekend is wordt eerst kort ingegaan op de gangbare aandrijftechnieken. Van Kan en Van Waas<sup>4</sup> hebben deze in een onderzoek in beeld gebracht.

De afzetcyclus wordt opgedeeld in verschillende fasen, namelijk: inzet, afzet, uitzwaai en voorzwaai. De steptechniek waarbij het been in gestrekte stand van voor naar achteren wordt geslingerd, wordt de 'lange pendel' genoemd. Deze techniek wordt in de wedstrijdsport zelden gebruikt. De meest voorkomende afzettechniek bij het wedstrijdsteppen is de 'korte pendel'. Deze heeft veel gelijkenissen met de sprinttechniek bij hardlopen. In figuur 1 is te zien hoe de korte pendel

*Techniektraining kan de prestaties in cyclische sporten positief beïnvloeden.*

wordt uitgevoerd door René Elzinga (nummer één van de NAF-cup). Van Kan en Van Waas<sup>4</sup> concludeerden dat de stepper een beweging maakt die sterk lijkt op die van een sprinter. De stepper voert de voorzwaai echter met een veel minder extreme kniebuijing uit dan een hardloper. Bij het pas-

**Beeldserie 2a: korte pendel met armen + fasering**



Figuur 1. Beeldserie korte pendel. (bron: [www.steppendoejezo.nl](http://www.steppendoejezo.nl)).

seren van de verticale stand van het bovenbeen heeft de stepper een grote kniehoek (figuur 1, beeldjes 10 en 11) terwijl de sprinter een zeer kleine kniehoek maakt (figuur 2).

**Energiebesparing**

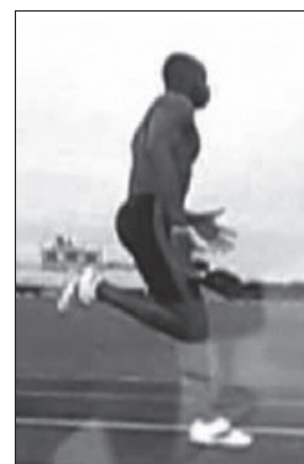
Van Ingen Schenau<sup>5</sup> heeft onderzoek gedaan naar de onderste extremiteit in relatie tot hardlopen. De versnelling naar achteren (inzet) kost bij sprinten tweederde van de totale hoeveelheid energie. Van Ingen Schenau en Tousseint<sup>6</sup> stellen dat een slingerbeweging van het been het beste kan worden uit-

gevoerd met een zo lang mogelijk gestrekt been in de neergaande zwaafase tot de verticale stand van het bovenbeen. Daarna wordt de opgaande zwaafase uitgevoerd met een zo kort mogelijk been, door middel van een zo klein mogelijke kniehoek. Op deze manier wordt de zwaartekracht het beste benut in de neergaande zwaafase en geeft het de minste weerstand in de opgaande zwaafase.

**Beenwissel**

Een tweede techniek die wordt gebruikt tijdens stappen is de beenwissel. Het standbeen wordt tijdens het stappen sneller moe dan het afzetbeen.

Daarom wordt er om de drie tot zes afzetten van been gewisseld. Er bestaan twee wisseltechnieken, de schuifwissel (figuur 3) en de sprongwissel.



Figuur 2. Extreme kniehoek bij voorzwaai sprinter.



Figuur 3. Schuifwissel. (bron: [www.steppendoejezo.nl](http://www.steppendoejezo.nl)).

schuifwissel staat de stepper kort met twee voeten op de plank. Bij de sprongwissel wordt er overgesprongen en is er altijd maar één voet op de plank. Beide technieken worden gebruikt. De sprongtechniek wordt verondersteld sneller uitgevoerd te kunnen worden, maar niet alle steppers gebruiken deze techniek omdat er een kans is op misspringen. Om deze reden wordt dit onderzoek beperkt tot de schuifwissel.

Post Uiterweer<sup>7</sup> toonde aan dat de vermoeidheid van het standbeen verminderd kan worden door het zwaartepunt van het lichaam naar voren te verplaatsen. Dit kan ook bereikt worden door het been te buigen tijdens de voorzwaai.

## Onderzoek

Op basis van de literatuurstudie is besloten twee aspecten van de steptechniek te onderzoeken:

### 1. Voorzwaai

Dit is de fase waarin het been na de afzet weer terug wordt gebracht in de positie voor een nieuwe inzet. Deze beweging kan zowel uitgevoerd worden met gebogen been (kniehoek < 90 graden bij passeren verticale stand) als met gestrekt been (kniehoek > 90 graden bij passeren verticale stand) (zie figuur 4 en 5).

### 2. Eerste inzet na de wissel

Dit is de eerste inzet die een stepper maakt na de beenwissel. Deze techniek

een snelle en minder krachtige afzet gemaakt (bovenbeen maakt voor de inzet een hoek < 75 graden t.o.v. de verticaal). Deze techniek wordt vanaf nu wissel met tussenafzet genoemd. De technieken zijn te zien in figuur 6 en 7.

## Hypothesen

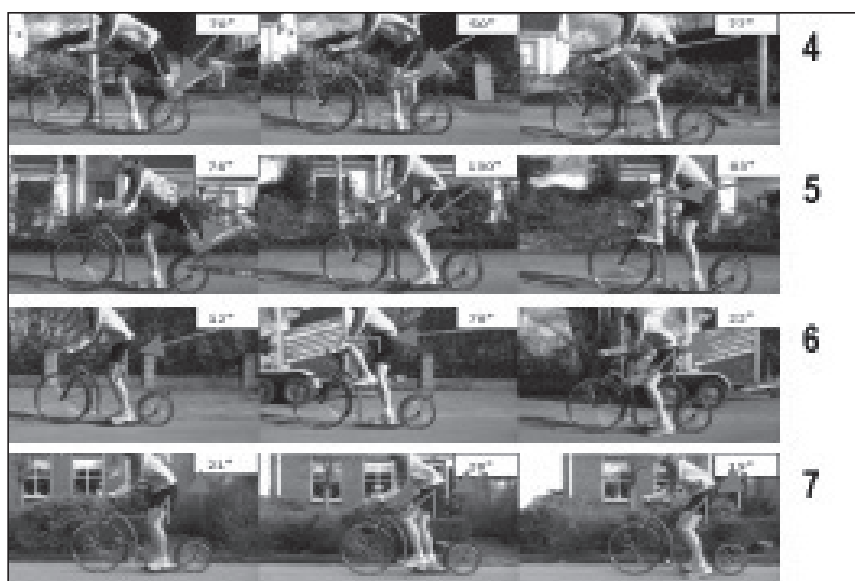
Om voor het onderzoek hypothesen te kunnen opstellen is er een bewegingstechnologische analyse van de technieken uitgevoerd. Hierbij is door middel van mechanische modellen een simulatie gemaakt van wat er gebeurt tijdens de uitvoering van de technieken bij een snelheid van 20 km/u. De uitkomsten van de analyse staan in tabel 1 en 2.

Aan de hand van de resultaten uit het onderzoek zijn de volgende hypothesen voor de metingen opgesteld:

1. Bij stappen op submaximale snelheid geeft een voorzwaai met een gebogen been minder fysieke belasting (gemeten met een hartslagmeter) dan een voorzwaai met gestrekt been.
2. Bij stappen op submaximale snelheid geeft een beenwissel met tussenafzet minder fysieke belasting (gemeten met een hartslagmeter) dan een beenwissel met hele afzet.

## Materiaal en methoden

Aan het onderzoek is deelgenomen door 10 fysiek fitte proefpersonen met een gemiddelde leeftijd van 20 jaar (spreiding: 16-21). Onder hen waren geen ervaren steppers in verband met de beperkte beschikbaarheid van mensen die deze sport beoefenen. Door onervaren proefpersonen te gebruiken heeft de getraindheid wat betreft de techniek weinig tot geen invloed op de meetresultaten. Ook zijn alle metingen op dezelfde locatie gedaan, waardoor de omgevingsfactoren zo constant mogelijk zijn gehouden.



Figuren 4 t/m 7. De hoeken zijn bepaald met behulp van markers op de proefpersoon en Silicon Coach video analyse software. De juiste hoeken staan rechtsboven weergegeven in de figuren. De ingetekende lijnen geven een indicatie van de gebruikte hoeken, maar zijn geen weergave van de werkelijke hoek.

Figuur 4: voorbeeld van een voorzwaai met gebogen been (aangegeven rechtsboven in figuur: kniehoek).

Figuur 5: voorbeeld van een voorzwaai met gestrekt been (aangegeven: kniehoek).

Figuur 6: voorbeeld van een beenwissel met hele afzet (hoek: bovenbeen ten opzichte van de verticaal).

Figuur 7: voorbeeld van een beenwissel met tussenafzet (hoek: bovenbeen ten opzichte van de verticaal).

kan uitgevoerd worden met een volledige inzet (bovenbeen maakt vóór de inzet een hoek > 75 graden t.o.v. de verticaal). Deze techniek zal wissel met hele afzet genoemd worden. Het kan ook sneller worden uitgevoerd met een tussenafzet. In dat geval wordt

Tabel 1: resultaten bewegingstechnologische analyse van de voorzwaaietechniek.

	Gestrekt been	Gebogen been
Passieve slingertijd	1,3 seconde	1,1 seconde
Luchtweerstand	5,9% meer	5,9% minder

	Hele afzet	Tussenafzet
Passieve afzetsnelheid	2,1 m/s	0,9 m/s
Duur wissel	36% langer	36% korter
Afzet versnelling	35% groter	35% kleiner

Tabel 2: resultaten bewegingstechnologisch analyse van de wisseltechniek.

Alle proefpersonen kregen voor de meting een hartslagmeter (Polar Vantage). Daarnaast is voorafgaand aan de meting de leeftijd, de rusthartslag (in de ochtend voor het opstaan tellen aan de pols), de geschatte maximale hartfrequentie (220 – leeftijd) en de getraindheid (soort sport) geregistreerd. De metingen zijn in de buitenlucht uitgevoerd op een rechte verharde weg van 3,4 kilometer. Er werd gestept op een wedstrijdstep (Kickbike G4 sport). Het weer tijdens de twee meetweken was droog, met een temperatuur tussen de 15 en 20 graden. De windkracht varieerde tussen 0 en (één maal) 3 Beaufort, de gemiddelde windkracht bedroeg 1 Beaufort.

Vóór de metingen is in een proefmeting een submaximale proefsnellheid bepaald. De metingen zijn vervolgens uitgevoerd op een constante submaximale snelheid van 20 km/u met een beenwissel na elke 4 afzetten. Om de meetsnelheid zo constant mogelijk te houden hebben de proefpersonen op een vaste afstand naast een op de juiste snelheid rijdende brommer gereden. Daarnaast konden de proefpersonen de snelheid zelf controleren met een snelheidsmeter op de step. Voor de metingen hebben de proefpersonen ongeveer 15 minuten gekregen om te oefenen. Ieder proefpersoon heeft drie metingen gedaan:

- meting 1A: wissel met hele afzet en voorzwaai met gestrekt been.
  - meting 1B: wissel met tussenafzet en voorzwaai met gebogen been.
  - meting 2: wissel met hele afzet en voorzwaai met gebogen been.
- Meting 1A is met meting 2 vergeleken

om een verschil te onderzoeken tussen de voorzwaai technieken. Meting 1B is met meting 2 vergeleken om een verschil te onderzoeken tussen de wisseltechnieken.

Elke meting duurde tien minuten, waarvan vier minuten zijn gebruikt om de proefpersoon een steady state te laten bereiken en er vervolgens zes mi-

*Volgens de theorie kan de stepper de beenzwaai het beste uitvoeren met een zo lang mogelijk (gestrekt) been in het neergaande deel en een zo kort mogelijk (gebogen) been in het opgaande deel.*

nuten daadwerkelijk is gemeten. Alle proefpersonen hebben de metingen in een andere volgorde uitgevoerd. De vermoeidheid na een eerdere meting heeft invloed op de volgende meting. Door alle proefpersonen een andere meetvolgorde te laten uitvoeren is deze invloed op de meetresultaten gebalanceerd. Na elke meting hebben de proefpersonen 15 minuten rust gekregen om de hartfrequentie te laten dalen.

### Resultaten

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in tabel 3. De Wilcoxon test geeft de statistische relatie tussen

Tabel 3: resultaten onderzoek.

	voorzwaai techniek	wisseltechniek
Wilcoxon test	p=0,263	p=0,093
Wilcoxon test meewind	p=0,715	p=0,225
Wilcoxon test tegenwind	p=0,068	p=0,345
Intra Class Correlation	0,984	0,980

de twee technieken weer. Hierbij geldt dat bij een p-waarde lager dan 0,05 de variabelen als significant verschillend worden beschouwd. De Intra Class Correlation doet een uitspraak over de betrouwbaarheid van de metingen, hierbij is 1 betrouwbaar en 0 onbetrouwbaar.

### Discussie

Ondanks dat de modellen anders voorspelden is er in dit onderzoek geen significant verschil aangetoond tussen de verschillende uitvoeringen van de technieken. Er zijn diverse factoren die de uitkomst van de metingen mogelijk beïnvloed hebben. De weersomstandigheden hebben invloed gehad op de meetresultaten. De noodzaak van een lange rechte weg heeft het onmogelijk gemaakt de metingen

binnen uit te voeren. Ondanks dat er weinig wind is geweest op de meetdagen heeft het weer mogelijk invloed op de metingen gehad.

Deze invloed van de wind is niet puur negatief voor het onderzoek, want door de wind zijn er mogelijke windgerelateerde techniekvoorkeuren aan het licht gekomen. Er is een trend in de relatie tussen de twee voorzwaai technieken en de windrichting met een significantie van  $p=0,068$  (tabel 3). Het lijkt er sterk op dat de voorzwaai met gebogen been bij tegenwind een voordeel kan opleveren voor de stepper. Bij enkele proefpersonen, vaak in combinatie met tegenwind, bleek



het volhouden van een snelheid van 20 km/u gedurende de gehele meting niet haalbaar te zijn. Om de inspanning submaximaal te houden hebben drie van de tien proefpersonen op een lagere snelheid gestept. In het onderzoek naar de twee wisseltechnieken is er een relatie tussen de metingen met een significantie van  $p=0.093$ . Mogelijk wordt er een significant verschil aange- toond in vervolgonderzoek met meer proefpersonen en uitsluiting van de windinvloed.

Simon et al.<sup>2</sup> concludeert dat er geen algemeen geldende ideale techniek be- staat bij hardlopen. Deze conclusie kan aan de hand van ons onderzoek voor steppen niet met zekerheid getrokken worden. In het onderzoek van Simon et al.<sup>2</sup> is er geen rekening gehouden met de invloed van de externe (weer) fac- toren op de techniekvoorkeur. Tijdens steppen kunnen externe factoren zoals tegenwind aanleiding geven tot een algemene voorkeurstech- niek. In dit on- derzoek is er strikt gekeken naar de in- tensiteit van steppen op een submaxi- male snelheid. Dit hoeft niets te zeggen over eventuele techniekvoorkeur bij maximale snelheden. Daarnaast zijn er onervaren proefpersonen gebruikt die vóór het onderzoek nog geen steperva- ring hadden. Zoals besproken heeft dit voordelen, maar het betekent wel dat de technieken soms minder nauwkeu- rig uitgeoefend kunnen zijn.

## Conclusie

Er zijn m.b.t. de fysieke belasting geen significante verschillen aangetoond tussen:

- de voorzwaai met gestrekt been en de voorzwaai met gebogen been
- de wissel met tussenafzet en de wis- sel met hele afzet aangetoond.

Hypothese 1 en 2 worden dus verwor- pen.

Wel lijken de meetresultaten de vol- gende richting op te wijzen:

- De voorzwaai met gebogen been kan minder belastend zijn bij steppen met tegenwind, hierbij zal het voor- deel bij meer wind groter zijn.
- Het gebruik van een wissel met hele afzet kan energievoordeel opleveren bij steppen op een submaximale snelheid bij wind van kracht 3 of minder.
- Onder invloed van externe factoren zoals wind of een helling kan een algemeen geldende voorkeurstech- niek bestaan bij steppen.

## Referenties

1. Van der Loo H (2006). Techniektraining voor hardlopers: de sleutel tot progressie. Sportge- richt, 60, 14-19.
2. Simon C, Hänsel F & Schulz S (2003). Tech- niktraining im Ausdauersport, Neue Ansätze am Beispiel Laufen. Leistungssport, 2003/3, 409-415.
3. Van Ingen Schenau GJ & Gemser H (1998). Over leren en trainen van coördinatie. In: Gem- ser H, de Koning J, Van Ingen Schenau GJ. Hand- boek wedstrijdschaatsen. Leeuwarden: Eisma.

4. Van Kan P & Van Waas L (2008). Steppen. Den Haag: Haagse Hogeschool, opleiding HALO.

5. Van Ingen Schenau GJ. (1992). De bouw van de achterste extremititeit in relatie tot hardlo- pen, sprinten en springen. In: Osse JWM, Van Ingen Schenau GJ, Voogt P & Van den Heuvel CM, Biologie mechanica en sport. Amsterdam: de biologische raad van de Koninklijke Neder- landse Academie van Wetenschappen.

6. Van Ingen Schemau GJ & Toussaint H (1990). Rotaties in een plat vlak. In: Van Ingen Schemau GJ & Toussaint H, Biomechanica, theoretische mechanica toegepast op het bewegen van de mens. Amsterdam: VU Boekhandel.

7. Post Uiterweer D (2008). Steppen: Bewe- gingsanalyse en advies voor aanpassing. Den Haag: Haagse Hogeschool, opleiding Bewe- gingstechnologie.

*Meer informatie over wedstrijdsteptechnieken met visualisaties is te vinden op: [www.steppen- doejezo.nl](http://www.steppen- doejezo.nl).*

## Over de auteurs

Nadja van der Ende en Laurens Sanders zijn in 2009 aan de Haagse Hoge- school afgestudeerd als bewegings- technoloog. Voor hun afstudeerproject hebben ze onderzoek gedaan naar de stepsport. Ze zijn dit jaar beiden een vervolgstudie fysiotherapie gestart. Naast hun studie zijn ze werkzaam in verschillende banen binnen de gezondheidszorg.

## Aankondiging



### Conferentie 'Winst door sport'.

Datum woensdag 11 november 2009

Tijd van 13.30 uur tot 20.00 uur (incl. diner)

Plaats Haagse Hogeschool

Deelnamekosten € 40,-

### Inhoud

De mogelijkheden om met sport bij te dragen aan persoonlijke en maatschappelijke ontwikkeling. Daarbij zullen de meest recente inzichten en bevindingen op dit terrein worden gepresenteerd door wetenschappers en professionals.