

Figuur 3. Materiaalkeuzes: Paretocurve van optimale materieelplannen met en zonder vraagbeïnvloeding

leidt een dergelijke kwaliteitsverbetering tot maximaal 16% minder reizigers zonder zitplaats. Vanzelfsprekend kan er ook gekozen worden om bij gelijke service de materieelkosten te verlagen.

De uitkomsten van ons onderzoek moeten echter voorzichtig worden geïnterpreteerd. De verschuivingsbereidheid van het voorkeursvertrektijdspit is immers gebaseerd op een stated choice onderzoek. Gedragsveranderingen worden in het algemeen overschat in dit soort onderzoeken. We bevelen daarom aan om ook enkele praktijkproeven te doen met verschillende maatregelen om de werkelijke verschuivingsbereidheid te bepalen en de aannames met betrekking tot verschuiving van dalreizigers en wisselen van productsoort te toetsen.

LITERATUUR

- Aa, M. van der, & Hodde, A. (2018). Slim Roosteren. Een onderzoek naar de (on)mogelijkheden van anders roosteren om de drukte in de spits te reduceren. *Tijdschrift Vervoerswetenschap*, 54(2), 18–21.
- Ben-Akiva, M., & Lerman, S. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. Transportation Studies. Massachusetts: MIT Press.
- Daalen, T. van, Janssen, N., & Mastebroek, A. (2018). De hyperspits biedt kansen voor een betere spreiding binnen de spits. *Tijdschrift Vervoerswetenschap*, 54(2), 27–31.

Fioule, P.-J., Kroon L. G., Maróti G., & Schrijver A. (2006). A rolling stock circulation model for combining and splitting of passenger trains. *European Journal of Operational Research*, 174, 1281–1297.

Nielsen L. K. (2011). *Rolling Stock Rescheduling in Passenger Railways: Applications in Short-term Planning and in Disruption Management*, Ph.D. thesis, Erasmus Universiteit Rotterdam.

MENNO DE BRUYN is teamleider Vervoer bij de afdeling Klant- & Marktadvies van NS.
E-mail: menno.debruyne@ns.nl

SIMONE GRIFFIOEN is business consultant Advies en implementatie bij NS.
E-mail: simone.griffioen@ns.nl

DENNIS HUISMAN is Expertise Manager Logistieke Processen binnen de afdeling Proceskwaliteit & Innovatie bij de NS en hoogleraar Openbaar Vervoer Optimalisatie bij Erasmus School of Economics.
E-mail: huisman@ese.eur.nl

ANDRIKE MASTEBROEK is Senior Pricing marketeer bij NS.
E-mail: andrike.mastebroek@ns.nl

PLEUNI NAUS is Data Science Consultant bij CQM.
E-mail: pleuni.naus@cqm.nl



IS DE STARTPROCEDURE BIJ SCHAATSEN ONEERLIJK?

Beorn Nijenhuis, oud-schaatser, zat eind 2015 aan tafel bij *De Wereld Draait Door*. Hij had onderzoek gedaan naar het effect van de startprocedure op de 500 meter. Zijn conclusie: Als de starter een seconde langer wacht met schieten heeft dit een nadelig effect van 0,67 seconden bij de vrouwen en 0,3 seconden bij de mannen op de eindtijd. Een enorm effect. Het leverde een storm aan kritiek op. Er volgden alternatieve berekeningen en een commentaar bij het oorspronkelijke artikel. Tijd voor een uitgebreide analyse.

MIRIAM LOOIS

Aan tafel bij Matthijs van Nieuwkerk, samen met Erben Wennemars en Mark Tuitert, pleitte Nijenhuis voor een geautomatiseerde startprocedure, zodat de tijd tussen 'ready' en het startschot altijd precies hetzelfde is. Hij

heeft de 500-meter races op de Olympische Spelen van Vancouver in 2010 onderzocht. Hij zette in zijn onderzoek de duur van het ready-start interval uit tegen de eindtijd, en bepaalde met lineaire regressie de helling van de lijn

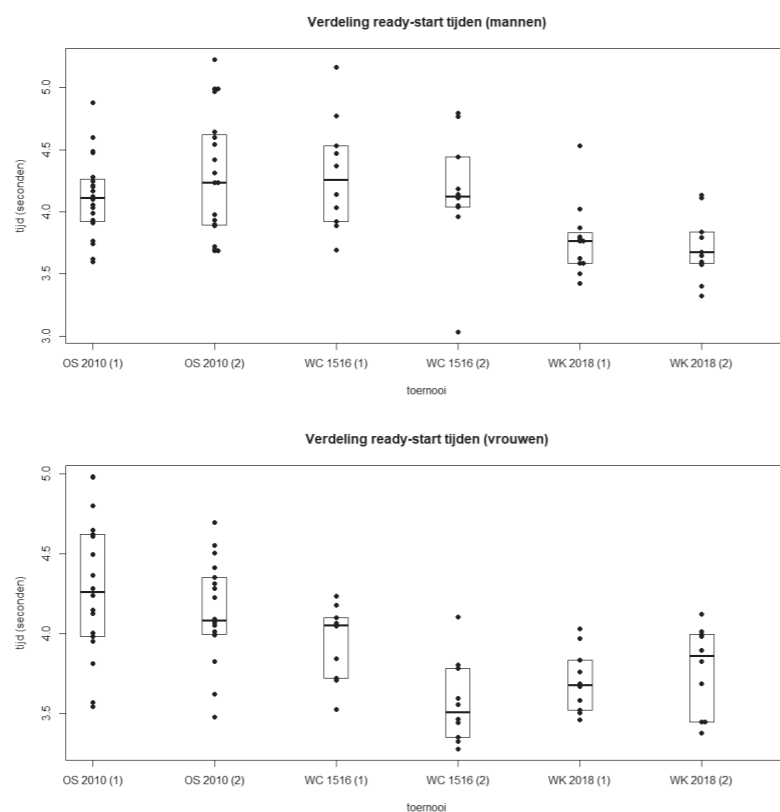
door de punten. Hij vond een groot en significant effect: Bij de vrouwen maar liefst 0,672 seconden als de starter een seconde langer wacht, bij de mannen 0,299 seconden. In de uitzending werd vooral gediscussieerd over de romantiek van de startprocedure. Maar, die analyse klopte volgens Nijenhuis als een bus, daar hoefde verder niet over gediscussieerd te worden. In het gepubliceerde artikel zijn de auteurs overigens wel wat voorzichtiger.

Er kwam al snel kritiek, want 0,67 seconden is het verschil tussen goud en een plek in de middenmoot. Jac Orië en Michel Mulder noemden het effect wel erg groot. En er volgde ook kritiek op de opzet van de analyse, onder andere door Lex Borghans in *Economisch Statistische Berichten*, een vakblad voor economen. Wellicht duurde de startprocedure bij de betere schaatsers korter? Borghans kwam in zijn analyse uit op een niet significant effect van ongeveer twee tienden van een seconde bij zowel mannen als vrouwen. Via een collega kreeg ik een artikel onder ogen van studenten uit Groningen, gepubliceerd in het blad van hun studievereniging. Zij pleitten ervoor om handig gebruik te maken van het feit dat de schaatsers twee keer een 500 meter hebben gereden (heat 1 en heat 2). Als je het verschil in starttijd uitzet tegen het verschil in eindtijd elimineer je effecten zoals het mogelijke effect dat de starter sneller schiet bij de snellere schaatsers. Ze analyseerden meerdere toernooien en vonden ook een effect van ruim twee tienden. Een stuk minder dan Nijenhuis, maar nog steeds meer dan genoeg om invloed te hebben op de verdeling van de prijzen.

Nijenhuis en zijn medeauteurs publiceerden een commentaar bij hun oorspronkelijke artikel. Ze verwijzen daarin naar de analyse van Borghans, en ook naar een vergelijkbare analyse als die van de Groningse studenten. Wat als je kijkt naar het effect van het verschil in de starttijd op het verschil in de eindtijd? Of zelfs naar het verschil in de 100-metertijd? Het ligt immers voor de hand dat de start met name invloed heeft op de eerste honderd meter, en niet of minder op het rondje dat volgt. In het eerste geval vinden ze een effect van 0,174 seconden op de eindtijd (gecombi-

neerd voor mannen en vrouwen). Op de 100-meter tijd daalt de invloed van de startprocedure nog verder, naar 0,057 seconden.

Het ligt voor de hand om, net als de Groningse studenten, meerdere toernooien te analyseren. Wellicht was Vancouver net een vreemde eend in de bijt, en geven andere wedstrijden andere conclusies. Dus dat is wat we in dit artikel zullen doen. Het verzamelen en analyseren van de data is een hele klus. Ten eerste moeten er video-beelden van races beschikbaar zijn. Op Youtube is flink wat te vinden, maar vaak ontbreken er ritten of is er alleen een samenvatting te vinden. Aangezien we willen kijken naar het verschil tussen heat één en twee zoeken we ook wedstrijden waarin er twee keer gereden wordt. En laat de internationale schaatsunie nu net besloten hebben om de 500 meter nog maar één keer op het programma te zetten op Olympische Spelen en Wereldbikers. Heb je eenmaal een video gevonden, dan moet die geanalyseerd worden in een programma zoals Audacity (ook gebruikt door Nijenhuis). Op de milliseconde nauwkeurig moet geprobeerd worden om de start van het geluidssignaal van 'ready' en het schot te vinden. Urenlang schalt er



Figuur 1. Verdeling van de ready-start-intervallen op de drie toernooien, (heat 1, heat 2). Elk punt correspondeert met een rit. De bijbehorende boxplot geeft de mediaan, kwartiel 1 en 3 van de data weer

	MANNEN		VROUWEN	
	geschat effect δ	standaarddeviatie	geschat effect δ	standaarddeviatie
Olympische Spelen Vancouver 2010	0,066	0,023	0,089	0,025
World Cup Heerenveen 2015 2016	0,058	0,027	-0,023	0,075
Wereldkampioenschappen 2018	-0,014	0,042	-0,017	0,062
Totaal	0,051	0,016	0,066	0,022

Tabel 1. Geschatte effecten van een seconde langer ready-start interval op de 100-metertijd, en het gecombineerde effect per sekse. Het gecombineerde effect is berekend door de afzonderlijke effecten te wegen met de inverse van de variantie

'ready...' door de huiskamer, al dan niet op dubbele af-speelsnelheid. En dan blijkt dat de commentatoren soms precies door de start heen praten. Ook die video's vallen dus af. Uiteindelijk vinden we drie wedstrijden die voldoen aan alle criteria: De Olympische Spelen van Vancouver in 2010, de World Cup in Heerenveen in het seizoen 2015/2016 en de Wereldkampioenschappen Sprint in 2018.

Laten we eerst eens kijken hoe de ready-start intervallen zijn verdeeld op de drie toernooien. We maken daarbij onderscheid tussen heat 1 en 2, en tussen mannen en vrouwen. In figuur 1 is te zien dat het startinterval meestal tussen de 3,5 en 4,5 seconden ligt. In het meest extreme geval zit er 1,8 seconde tussen de snelste en de langzaamste start (heat 2 van de Worldcup in Heerenveen bij de mannen). Bij de WK bij de mannen werd er erg consistent geschoten.

Om het effect van het ready-startinterval op de 100-meter tijd te bepalen gaan we uit van het volgende lineaire regressiemodel:

$$\Delta T_{100,i} = \alpha + \delta \cdot \Delta Tstart_i + \theta \cdot \Delta I_{false,i} + \epsilon_i$$

$\Delta T_{100,i}$ is hier het verschil in de tijd op de 100 meter (heat

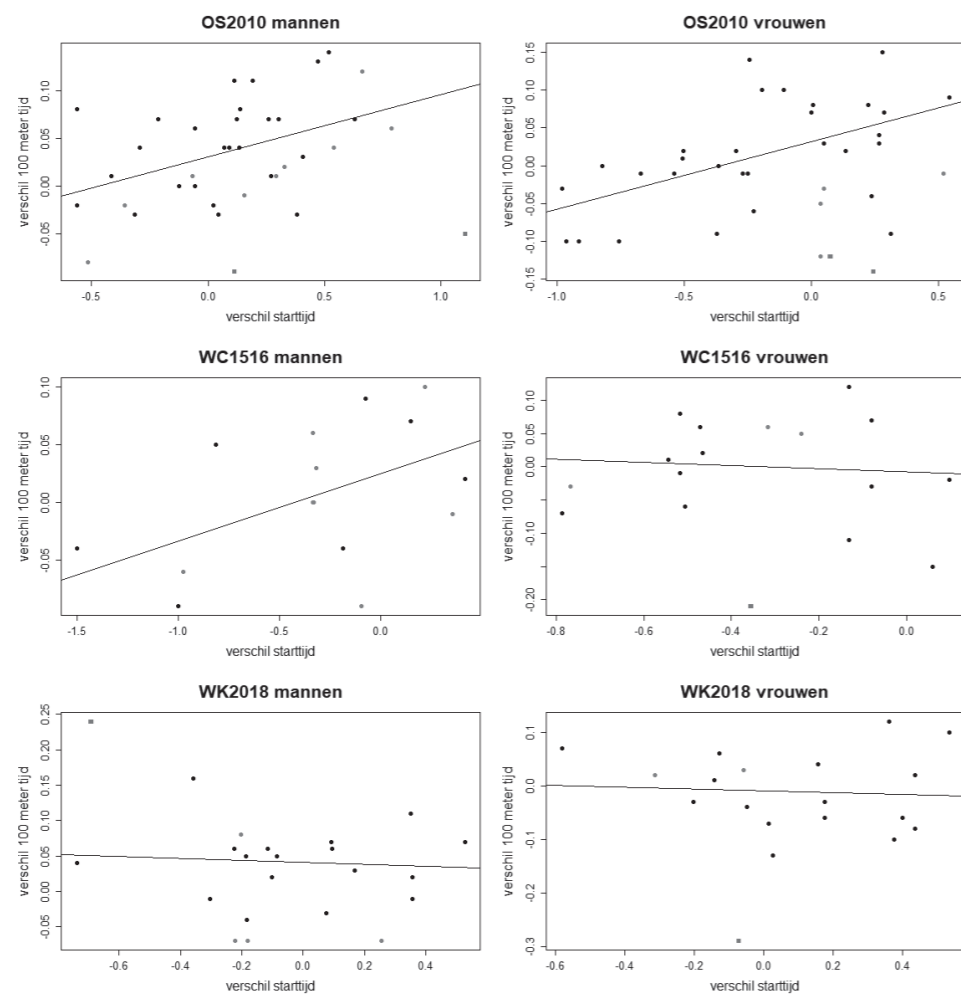
2 min heat 1) van schaatser i . $\Delta Tstart_i$ is het verschil in het ready-start interval, en $\Delta I_{false,i}$ geeft aan of schaatser i een verschillend aantal valse startten had. $\Delta I_{false,i} = 1$ indien er wel een valse start was en 0 bij een goede start, dus $\Delta I_{false,i}$ is -1, 0 of 1. Dit model lijkt erg op het model van de Groningse studenten, alleen kijken we hier naar de 100-metertijd in plaats van de eindtijd, en modelleren we het effect van een valse start expliciet.

We schatten dit model eerst per toernooi en per sekse. In tabel 1 zijn de resultaten te zien. Vervolgens verwijderen we punten waarvan het residu meer dan twee standaarddeviaties afwijkt van 0, om te voorkomen dat races worden meegenomen waarbij het verschil tussen heat 1 en 2 groot is door bijvoorbeeld een forse misslag. Daarna schatten we het model opnieuw. Het gecombineerde effect van de drie toernooien wordt bepaald door de schatters te wegen met de inverse van de variantie. Hoe nauwkeuriger de schatter, hoe zwaarder deze meetelt. In figuur 2 zijn de data gevisualiseerd. Bij de mannen vinden we een effect van 0,051 seconde, bij de vrouwen een effect van 0,066 seconde. Beide effecten verschillen significant van 0. Wat opvalt is dat bij drie van de zes analyses juist een negatief effect wordt gevonden. In al

	MANNEN		VROUWEN	
	geschat effect δ	standaarddeviatie	geschat effect δ	standaarddeviatie
Olympische Spelen Vancouver 2010	-0,071	0,096	0,137	0,072
World Cup Heerenveen 2015 2016	-0,017	0,126	-0,375	0,188
Wereldkampioenschappen 2018	0,063	0,074	-0,212	0,183
Totaal	0,008	0,053	0,122	0,063

Tabel 2. Geschatte effecten van een seconde langer ready-start interval op de eindtijd, en het gecombineerde effect per sekse

Figuur 2. Verschil in starttijd versus het verschil in 100-metertijd (rit 2 min rit 1). Punten geven individuele schaatsers weer. De rode punten geven uitschieters aan die niet mee zijn genomen in de schatting. De blauwe punten geven punten aan met een valse start in één van de twee ritten. De zwarte lijn heeft helling δ en intercept α .

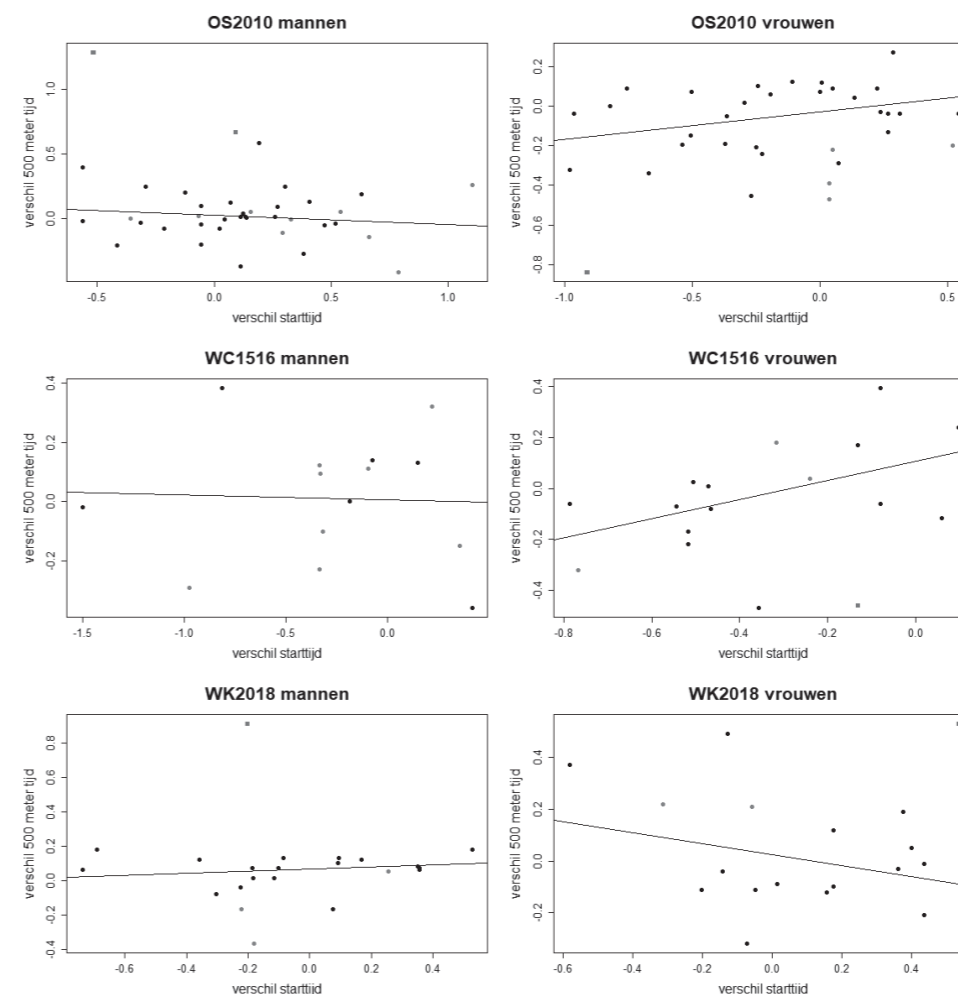


die gevallen is de standaarddeviatie relatief hoog, waardoor de invloed op het gecombineerde effect beperkt is. Dit geeft wel aan dat het wenselijk zou zijn om nog meer toernooien te analyseren.

Voeren we dezelfde analyse uit voor het verschil in de eindtijd, dan vinden we bij de mannen een klein en niet significant effect (zie tabel 2). Bij de vrouwen vinden we een relatief groot effect van 0,122 seconden dat ongeveer twee standaarddeviaties van 0 verschilt. Wat opvalt is dat de standaarddeviatie van het geschatte effect hier een stuk groter is dan bij de analyse van de 100-metertijden. Dat is ook logisch. Het rondje na de start wordt ook meegenomen, en de spreiding in het verschil in eindtijden is groter dan de spreiding in het verschil in 100-metertijden. Ook valt op dat de resultaten wat afwijken van de analyse van de Groningse studenten en de her-analyse van Nijenhuis. Dit kan komen door de manier waarop uitschieters worden geïdentificeerd en uitgesloten, door de manier waarop een valse start wordt meegenomen, en in het geval van de Groningse studenten door het gebruik van andere data.

Conclusie

Op basis van deze analyses kunnen we voorzichtig concluderen dat een langer ready-startinterval een negatief effect heeft op 100-metertijd, en daarmee waarschijnlijk ook op de eindtijd. Het gevonden effect is echter een stuk kleiner dan in de eerste analyse van Nijenhuis. Het ligt in de orde grootte van honderdsten van secondes per seconde langer ready-startinterval. Nijenhuis vond in eerste instantie 0,3 en 0,67 seconden. We moeten voorzichtig blijven, want er zijn ook kanttekeningen te zetten bij deze analyse. Zo is het nauwkeurig schatten van het ready-startinterval ingewikkeld. De onzekerheid in die tijdsintervallen is niet meegenomen in dit onderzoek. Daarbij kijkt het ready-startinterval alleen naar de tijd tussen het begin en het einde van de startprocedure. Wellicht zakt een schaatser de ene keer langzamer in waardoor hij de facto korter stilstaat, of zijn er andere verborgen variabelen. Ook wordt het totale geschatte effect voor een groot deel bepaald door één toernooi, de Olympische Spelen



Figuur 3. Verschil in starttijd versus het verschil in eindtijd

in 2010. Het zou goed zijn om meer data te verzamelen, maar dat is een tijdrovende klus.

Maar stel nu dat er inderdaad een effect is van rond de vijf honderdsten van een seconde. Hoe erg is dat dan? Het komt voor dat er binnen een wedstrijd meer dan een seconde verschil zit in de duur van het startinterval. Maar meestal ligt 50% van de intervallen (ruim) binnen een marge van een seconde. Daarmee blijft het effect beperkt tot enkele honderdsten van een seconde. Er zijn een hoop andere effecten waar je als schaatser ook geen invloed op hebt. Maakt je tegenstander wel of geen valse start? Start je in de binnen- of buitenbocht? Is de conditie van het ijs of de luchtcirculatie wel constant? Kun je bij de wissel profiteren van je tegenstander? Je kunt beargumenteren dat je alle oneerlijkheid die je weg kunt halen ook weg moet halen. Maar als de starter wordt vervangen door een robot verlies je ook een deel van de charme van de startprocedure. En het is ook aan de schaatser om te kunnen omgaan met deze wisselende omstandigheden. Wellicht een mooi compromis: Controleer of er niet een

te groot verschil zit tussen hoe lang starters wachten met schieten binnen een wedstrijd, en train ze daarin indien nodig. Dan blijft een eventueel nadelig effect in ieder geval beperkt.

LITERATUUR

- Dalmaijer, E. S., Nijenhuis, B. G., & Van der Stigchel, S. (2015). Life is unfair, and so are racing sports: some athletes can randomly benefit from alerting effects due to inconsistent starting procedures. *Frontiers in psychology*, 6, 1618.
- Dalmaijer, E. S., Nijenhuis, B. G., & Van der Stigchel, S. (2016). Commentary: Life is unfair, and so are racing sports: some athletes can randomly benefit from alerting effects due to inconsistent starting procedures. *Frontiers in psychology*, 7, 119.
- <http://deeconometrist.nl/de-schaatssport-onder-de-loep/>
<https://esb.nu/blog/20013001/schaatsers-moeten-niet-te-snel-zijn>

MIRIAM LOOIS is docent Toegepaste Wiskunde aan de Hogeschool van Amsterdam.
E-mail: miriamloois@gmail.com