



TU DELFT WIL MET NUNA6 WERELDBEKER HEROVEREN

Verbeterde formule



De Nuna6 in de Duits-Nederlandse Windtunnel.



FOTO'S: DINA WOLF

Student Nader Etemadi gebruikt een lint om te zien waar de lucht langs het oppervlak mooi laminair stroomt of juist wervelt.

STUDENTEN VAN DE TU DELFT DOEN VOOR DE ZESDE KEER MEE AAN DE INTERNATIONALE TWEEDAARLIJKSE WEDSTRIJD VOOR ZONNEWAGENS IN AUSTRALIË. EN ZE ZIJN ER WEER IN GESLAAGD EEN AUTO TE ONTWERPEN EN TE FABRICEREN DIE LICHTER, KLEINER EN AERODYNAMISCHER IS DAN DE VORIGE. ZE MOETEN STRAKS ALLEEN NOG EVEN WINNEN.

DE HAREN VAN NADER ETEMADI wapperen het mooist in de wind, vergeleken bij de twaalf andere leden van het Nuon Solar Team. Met z'n allen staan ze bij Nuna6, de zonnewagen waar ze als studenten van de TU Delft bijna een jaar aan hebben gewerkt. Het gaat steeds harder waaien. Etemadi beweegt een stok met een microfoon aan het uiteinde langzaam over het oppervlak van de auto. 'Hoe m'n haar beweegt, is een indicatie voor hoe de luchtstroom zich gedraagt', grapt hij nerveus, want het is een spannende dag vandaag. Hier, in de grootste windtunnel van Europa, de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) in Marknesse, worden de aerodynamische eigenschappen van Nuna6 getest.

Van 16 tot 23 oktober doet de Delftse zonnewagen mee aan de World Solar Challenge in Australië. Daar strijden ongeveer veertig teams uit 22 landen tegen elkaar. De 3000 km lange race van Darwin tot Adelaide draait om

een zo efficiënt mogelijk gebruik van energie. De zonnewagens mogen 5 kWh aan opgeslagen energie meenemen. Voor de rest moeten ze de energie van de zon en de kinetische energie van de auto zo slim mogelijk benutten. De wedstrijd begint elke dag om 8 uur 's ochtends en om 17.00 uur 's middags moeten de auto's weer aan de kant van de weg staan. Verder rijden de deelnemers tussen het normale verkeer op de snelweg en moeten ze zich aan de Australische snelheidslimiet van 110 km/h of 130 km/h houden. Het team dat als eerste in Adelaide aankomt, is de winnaar. Dat is de TU Delft al vier keer gelukt: in 2001, 2003, 2005 en 2007. In 2009 finishte het team als tweede. Dit jaar zijn de Delftenaren vastbesloten de wereldbeker terug te halen. Volgens het Nuon Solar Team is Nuna6 efficiënter dan ooit. Bij eerdere windtunneltests met een schaalmodel bleek de luchtweerstand 10 % lager dan die van haar voorganger, Nu-

na5. De grote vraag vandaag is of Nuna6 op ware grootte net zo aerodynamisch is als dat schaalmodel. Het belangrijkste is dat zich zo min mogelijk oneffenheden op de auto bevinden. Een vlieg op de neus kan al voor een kwartier vertraging op de finishlijn zorgen. Dat lijkt niet veel, maar het verschil tussen de eerste en de tweede plek is vaak hooguit een paar minuten. Intussen houdt Etemadi nog altijd even ingespannen de stok met de microfoon vast. 'Om eventuele hobbels en bobbel op het oppervlak op te sporen', licht hij toe. De student Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek is medeverantwoordelijk voor de aerodynamica van Nuna6. Geconcentreerd luistert hij waar de lucht zich laminair of turbulent gedraagt. Laminare luchtstromen zijn het meest aerodynamisch, ze bewegen zich parallel ten opzichte van elkaar en van de auto. Maar als de vorm van de wagen de lucht ongunstig begeleidt,

kan de lucht plotseling verstrooid en turbulent worden. Omdat turbulentie

voor ongeveer negen keer meer luchtweerstand zorgt dan laminaire luchtstromen, moet dit tot het minimum worden beperkt. Ook omdat de aerodynamica ongeveer 70 % van het totale energieverbruik bepaalt. Bij het ontwerp van Nuna6 is dan ook gefocust op een zo laag mogelijk verbruik, want hoe meer vermogen er beschikbaar is voor de aandrijving van de motor, hoe sneller de auto. Dit jaar is het maximale vermogen van de zonnewagens die meedoen in Australië beperkt door de grootte van de zonnepanelen: 6 m² gewone silicium zonnecellen of 3 m² efficiëntere cellen uit de ruimtevaart. Het Nuon Solar Team heeft zijn wagen aan de bovenkant met silicium bekleed, omdat dit de meeste energie zou opleveren. En dat is opvallend, omdat in voorgaande jaren altijd ruimtevaartzonnecellen zijn gebruikt. Nu beweegt Etemadi de microfoon langs de kitnaden tussen de zonnepanelen. Bij de aanhechting tussen de auto en het eerste paneel ontdekt hij iets te veel kit. Met een scheermesje snijdt een van zijn teamleden het er zorgvuldig af, zodat de lucht weer glad langs de auto loopt.

KENGETALLEN

NAAM	Nuna6
LENGTE	444 cm
BREEDTE	175 cm
HOOGTE	94 cm
GEWICHT	145 kg zonder coureur
MATERIAAL	koolstofweefsel 'TeXtreme'
ZONNECELLEN AANTAL	1690
OPPERVLAKTE	6 m ²
EFFICIËNTIE	22 %
MOTOR	CSIRO InWheel Direct Drive Elektro
EFFICIËNTIE	98 %
ACCU	21 kg lithium-ioncellen
CAPACITEIT	5 kWh

Toch blijft het raadselachtig hoe een succesvolle zonnewagen tien jaar lang steeds weer kan worden verbeterd. Niet alleen is Nuna6 de meest aerodynamische uit de Nuna-familie, hij is ook de lichtste en kleinste auto ooit. Zijn gewicht is ongeveer 145 kilo, ongeveer de helft van de oer-Nuna uit 2001, en hij is gekrompen van 500 naar 444 centimeter. Hoe kan dat allemaal?

In samenwerking met DSM is gekozen voor koolstofvezels die anders geweven zijn en waarbij een andere hars is gebruikt dan vorig jaar. Daardoor is de constructie 25 % stijver, waardoor het ontwerp nog aerodynamischer kon worden terwijl er minder materiaal nodig was. 'De achterwielkap is nu rond en kleiner dan die van de vorige Nuna, die hoekiger was', zegt Bruno Moorthamers. Hij is samen met Etemadi verantwoordelijk voor het aerodynamische ontwerp van de wagen. De wielkappen en de canopy, de ruimte waar het hoofd van de chauffeur zit, zorgen voor een verstoring van de laminaire luchtstroom. Tegelijk zijn de wielkappen zo gevormd dat ze bij zijwind een voortstuwend kracht genereren, als een zeil op een schip. 'Bij andere teams gaat de auto mogelijk juist zwabberen bij zijwind', aldus Moorthamers. Het compactere ontwerp gaat wel ten koste

van het comfort van de piloot. 'Iemands heupbreedte en bovenlichaam bepalen hoe breed de achterwielkap en hoe hoog de canopy worden, maar zijn benen kan hij altijd wel ergens kwijt.' Het gewicht van de coureur blijkt overigens niet van belang, want dat wordt bij elke zonnewagen aangevuld tot 80 kilo. Moort-



De breedte van de heupen van de coureur bepaalt de maat van de gestroomlijnde cockpit.



Studenten zetten de wielen vast aan een balans die meet welke kracht de wind op de Nuna6 uitoefent.

hamers berekende dat het verbruik van Nuna6, mede dankzij de aerodynamica, ruim tien keer lager moet zijn dan dat van een moderne elektrische auto. Wat ook helpt zijn de speciaal door Michelin ontwikkelde banden. Daardoor is de rolweerstand van de drie wielen, een achter en twee voor, tien keer kleiner dan die van een gewone auto.

Inmiddels is iedereen uit de windtunnel weggelopen. Het waait er nu met 110 km/h. Van buiten kijkt het team door een ruit naar Nuna6. Die staat daar schijnbaar onbeweeglijk, want de wielen zijn aan de grond vastgemaakt, zodat sensoren onderin de tunnel kunnen meten met hoeveel kracht de auto wordt weggeblazen. Precieze cijfers over de aerodynamica houdt het Nuon Solar Team liever voor zichzelf. 'Want als anderen weten wat onze auto kan, dan passen ze misschien hun racestrategie aan.'

De enige Nederlandse concurrent van het Delftse team komt uit Enschede. De 21Connect, zoals de zonnwagen van het Solar Team Twente heet, is een week eerder getest in de windtunnel van Marknesse. Directeur van stichting DNW prof.dr.ing. Georg Eitelberg wil niet zeggen welk voertuig beter is. 'De vormgeving is verschillend', zegt hij eerst diplomatiek. Dan: 'Maar de Delftenaren hebben meer ervaring, zij hebben al zes auto's gebouwd en het Twentse team nog maar vier. Bovendien hebben ze in het westen van het



De wielkasten zijn zo gevormd dat ze bij zijwind de wagen een voorwaartse kracht geven.

land een faculteit Lucht- en Ruimtevaart en in het oosten niet.'

Het Nuon Solar Team heeft één dag om alle tests te doen in Marknesse. 'We stellen de windtunnel gratis beschikbaar', zegt Eitelberg. 'Normaal kost het 50.000 euro per dag. Nuna6 is een exoot hier, vliegtuigen zijn ons standaardproduct. Alle grote vliegtuigbouwers komen hier hun modellen testen. Maar er komen ook vrachtwagens en windmolens. En zonnewagens maar eens in de twee jaar.' Precies een maand na de test in de Duits-Nederlandse windtunnel arriveert het Nuon Solar Team in Australië. Daar wordt Nuna6

wederom getest, maar nu op de openbare weg. Vergeleken bij Nederland is het er stoffiger, liggen er obstakels als takken en kapotte wielen en zitten er gaten in het wegdek, schreef Moorthamers onlangs op z'n blog. Ook is de temperatuur een stuk hoger: 34 °C. Hierdoor is het in de auto zelf maar liefst 52 °C. Even wennen dus. Morgen gaat het team weer op pad om te testen. Nog een paar dagen, want op 16 oktober begint de World Solar Challenge. ●

www.nuonsolarteam.nl
www.solarteam.nl
www.worldsolarchallenge.org